

# UNIVERSIDADE VIRTUAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

André Sampaio Moura  
Edson Oliveira Filho  
Henrique Oliveira dos Passos  
John Bulbow  
Lucas Lopes Pereira  
Ronaldo José da Silva Junior  
Wagner Vieira Figueiroa

**Sensores a favor da segurança do ciclista**

**Vídeo de apresentação do Projeto Integrador**

<https://youtu.be/Tzi4kc8qjJ4>

Carapicuíba - SP

2021

# **UNIVERSIDADE VIRTUAL DO ESTADO DE SÃO PAULO**

## **Sensores a favor da segurança do ciclista**

Relatório Técnico - Científico apresentado na disciplina de Projeto Integrador para o curso de Engenharia da Computação da Universidade Virtual do Estado de São Paulo (UNIVESP).

Orientadora: Eduardo Palhares Junior.

Carapicuíba - SP

2021

MOURA, André Sampaio; FILHO, Edson Oliveira; PASSOS, Henrique Oliveira; BULBOW, John; PEREIRA, Lucas Lopes; JUNIOR, Ronaldo José da Silva; FIGUEIROA, Wagner Vieira. **Sensores a favor da segurança dos ciclistas** 00f. Relatório Técnico-Científico Engenharia de Computação – **Universidade Virtual do Estado de São Paulo**. Orientador: Eduardo Palhares Junior. Polo Carapicuíba, 2021.

## **RESUMO**

O estímulo do uso de bicicletas por meio de novos modais de transportes privilegiando o uso de ciclovias fez crescer o número de usuários desse meio de locomoção. Os acidentes, proporcionalmente também cresceram e estão entre as grandes causas de morte e danos irreparáveis a integridade física dos usuários. Procurando uma forma de mitigá-los utilizando a tecnologia, esse relatório explora a elaboração de um dispositivo que, utilizando a Internet integrada a sensores de aproximação, consiga detectar e minimizar possíveis aproximações que podem causar danos aos usuários das bicicletas e persistir em uma base de dados códigos que permitam identificar cada tipo de ocorrência.

**PALAVRAS-CHAVES:** MOBILIDADE SUSTENTÁVEL; ACIDENTES; SENSORES; PLACAS EMBRACADAS.

MOURA, André Sampaio; FILHO, Edson Oliveira; PASSOS, Henrique Oliveira; BULBOW, John; PEREIRA, Lucas Lopes; JUNIOR, Ronaldo José da Silva; FIGUEIROA, Wagner Vieira. **Sensores a favor da segurança dos ciclistas** 00f. Relatório Técnico-Científico Engenharia de Computação – **Universidade Virtual do Estado de São Paulo**. Orientador: Eduardo Palhares Junior. Polo Carapicuíba, 2021.

### ***ABSTRACT***

*Encouraging the use of bicycles through new modes of transport, favoring the use of bicycle paths, increased the number of users of this means of transportation. Accidents have also proportionally grown and are among the major causes of death and irreparable damage to the physical integrity of users. Looking for a way to mitigate them using technology, this report explores the development of a device that, using the Internet integrated with proximity sensors, can detect and minimize possible approaches that can harm bicycle users and persist on a basis of data codes that make it possible to identify each type of occurrence.*

**KEYWORDS:** *SUSTAINABLE MOBILITY; ACCIDENTS; SENSORS; EMBRACED PLATES.*

## **Conteúdo**

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. DESENVOLVIMENTO .....	7
2.1. Objetivos.....	7
2.2. Justificativa e delimitação do tema.....	8
2.3. Fundamentação teórica .....	8
2.4. Metodologia.....	10
2.5. Aplicação das disciplinas estudadas no Projeto Integrador .....	12
3. RESULTADOS .....	12
3.1. Protótipo Inicial .....	12
3.2. Protótipo Final .....	14
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	21
REFERÊNCIAS.....	21

## 1. INTRODUÇÃO

Com amplo crescimento populacional na maioria das cidades brasileiras, a mobilidade urbana passou a ser um grande desafio.

Segundo o portal Mobilize:

A opção pelo automóvel – que parecia ser a resposta eficiente do século 20 à necessidade de circulação – levou à paralisia do trânsito, com desperdício de tempo e combustível, além dos problemas de poluição atmosférica e de ocupação do espaço público. No Brasil, a frota de automóveis e motocicletas teve crescimento de até 400% nos últimos 10 anos. (MOBILIZE, 2020).

Figura 1 – Educação para Mobilidade sustentável



Fonte: BRASIL - Senado Federal

Nesse cenário, com a busca de meios alternativos de transportes, aliado a necessidade de uma alternativa sustentável de mobilidade, as bicicletas passaram a desempenhar um papel de destaque nos centros das grandes cidades e também em sua periferia.

De um lado, a bicicleta trouxe uma opção econômica e sustentável como meio de transporte e por outro lado passou a ser um fator a mais de preocupação às autoridades públicas devido ao aumento de acidentes, muito deles letais ocasionados com esse meio de transporte.

Segundo a ABRAMET, conforme a Figura 2:

Quase dez mil internações hospitalares causadas por atropelamento de ciclistas foram registradas no Sistema Único de Saúde (SUS) desde 2012. Segundo dados oficiais analisados pela Associação Brasileira de Medicina de Tráfego (Abramet), mais de R\$ 115 milhões foram gastos para tratar ciclista traumatizados em colisão com motocicletas, automóveis, ônibus, caminhões e outros veículos de transporte. Além disso, na última década 8.550 ciclistas morreram no trânsito após se envolverem em algum acidente desse tipo. (ABRAMET, 2019)

Figura 2 – Ciclista traumatizado em colisão com motocicletas, automóveis, ônibus, caminhões e outros veículos de transporte pesados.

Região/Unidade da Federação	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019*	Total	Variação (%) 2012-2018
<b>Região Norte</b>	<b>107</b>	<b>95</b>	<b>109</b>	<b>115</b>	<b>139</b>	<b>103</b>	<b>130</b>	<b>84</b>	<b>882</b>	<b>21%</b>
.. Rondônia	2	3	4	1	4	12	30	2	58	1400%
.. Acre	49	51	53	55	70	40	50	45	413	2%
.. Amazonas	-	3	-	2	-	3	2	-	10	-
.. Roraima	-	-	2	-	2	-	-	-	4	-
.. Pará	43	31	39	41	43	32	31	18	278	-28%
.. Amapá	13	5	8	12	14	8	15	12	87	15%
.. Tocantins	-	2	3	4	6	8	2	7	32	-
<b>Região Nordeste</b>	<b>145</b>	<b>104</b>	<b>99</b>	<b>174</b>	<b>143</b>	<b>131</b>	<b>219</b>	<b>202</b>	<b>1217</b>	<b>51%</b>
.. Maranhão	10	5	4	11	7	8	15	5	65	50%
.. Piauí	7	1	6	6	1	2	1	3	27	-86%
.. Ceará	42	34	16	48	47	55	69	73	384	64%
.. Rio Grande do Norte	13	-	2	3	2	3	15	20	58	15%
.. Paraíba	4	7	2	7	7	6	4	7	44	0%
.. Pernambuco	21	26	24	75	46	27	58	57	334	176%
.. Alagoas	23	15	15	10	10	7	21	5	106	-9%
.. Sergipe	1	1	-	1	3	11	13	15	45	1200%
.. Bahia	24	15	30	13	20	12	23	17	154	-4%
<b>Região Sudeste</b>	<b>600</b>	<b>507</b>	<b>630</b>	<b>630</b>	<b>682</b>	<b>738</b>	<b>827</b>	<b>706</b>	<b>5320</b>	<b>38%</b>
.. Minas Gerais	127	110	94	118	147	138	176	191	1101	39%
.. Espírito Santo	24	32	23	36	46	52	36	36	285	50%
.. Rio de Janeiro	44	44	38	51	52	76	77	80	462	75%
.. São Paulo	405	321	475	425	437	472	538	399	3472	33%
<b>Região Sul</b>	<b>151</b>	<b>196</b>	<b>149</b>	<b>185</b>	<b>182</b>	<b>219</b>	<b>205</b>	<b>192</b>	<b>1479</b>	<b>36%</b>
.. Paraná	81	140	81	65	73	104	79	65	688	-2%
.. Santa Catarina	56	48	49	103	87	106	106	106	661	89%
.. Rio Grande do Sul	14	8	19	17	22	9	20	21	130	43%
<b>Região Centro-Oeste</b>	<b>61</b>	<b>54</b>	<b>45</b>	<b>62</b>	<b>112</b>	<b>112</b>	<b>164</b>	<b>172</b>	<b>782</b>	<b>169%</b>
.. Mato Grosso do Sul	21	15	16	15	20	45	64	116	312	205%
.. Mato Grosso	2	15	14	11	16	17	26	13	114	1200%
.. Goiás	24	18	9	19	33	22	32	16	173	33%
.. Distrito Federal	14	6	6	17	43	28	42	27	183	200%
<b>Total</b>	<b>1.064</b>	<b>956</b>	<b>1.032</b>	<b>1.166</b>	<b>1.258</b>	<b>1.303</b>	<b>1.545</b>	<b>1.356</b>	<b>9.680</b>	<b>45%</b>

Fonte: Ministério da Saúde – Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS).

Ainda de acordo com a ABRAMET, vide Figura 3,

Os dados do Sistema de Informações Hospitalares (SIH) e do Sistema de Informação de Mortalidade (SIM), ambos do Ministério da Saúde, mostram a urgência de ações que levem ao uso seguro desse meio de transporte. No período analisado, o número de atendimentos hospitalares desse tipo de acidente aumentou 45%, passando de 1.064, em 2012, para 1.545, em 2018. Só neste ano, até outubro, pelo menos 1.356 internações foram registradas no SUS. (ABRAMET, 2019)

Para a ABRAMET, “a falta de infraestrutura adequada nas cidades, combinada à falta de campanhas educativas e de prevenção voltadas ao ciclista são o principal motivo do crescimento dos indicadores de vítimas fatais”.

O diretor de relações com Federadas da ABRAMET, Antonio Meira Junior diz serem “necessários espaços físicos diferenciados, mais sinalização e ações educativas que alertem para o fato de que todos que fazem parte do trânsito e devem ser respeitados”.

Figura 3 – Óbitos por causas externas – Brasil

Região/Unidade da Federação	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total	Proporção (%)
<b>Região Norte</b>	63	36	48	62	66	63	48	64	60	88	598	7,0%
.. Rondônia	13	11	15	19	7	22	11	19	13	19	149	1,7%
.. Acre	1	-	1	-	7	6	4	5	4	4	32	0,4%
.. Amazonas	4	-	3	4	5	3	1	3	4	9	36	0,4%
.. Roraima	15	6	14	16	16	11	3	11	6	13	111	1,3%
.. Pará	19	11	11	15	22	10	12	7	14	22	143	1,7%
.. Amapá	-	-	-	-	-	-	9	12	8	11	40	0,5%
.. Tocantins	11	8	4	8	9	11	8	7	11	10	87	1,0%
<b>Região Nordeste</b>	150	152	167	137	165	129	136	164	167	175	1542	18,0%
.. Maranhão	32	30	21	30	38	29	25	26	32	19	282	3,3%
.. Piauí	29	40	42	26	40	32	34	37	30	35	345	4,0%
.. Ceará	25	22	28	18	20	31	18	20	40	39	261	3,1%
.. Rio Grande do Norte	8	6	11	16	4	5	4	12	8	10	84	1,0%
.. Paraíba	3	2	4	1	4	3	1	7	9	6	40	0,5%
.. Pernambuco	28	24	28	24	21	5	29	27	24	22	232	2,7%
.. Alagoas	-	3	1	-	3	-	-	-	1	13	21	0,2%
.. Sergipe	13	18	23	12	21	11	13	18	15	13	157	1,8%
.. Bahia	12	7	9	10	14	13	12	17	8	18	120	1,4%
<b>Região Sudeste</b>	334	325	328	298	271	271	250	272	212	232	2793	32,7%
.. Minas Gerais	40	51	67	61	71	61	67	69	46	61	594	6,9%
.. Espírito Santo	9	5	3	3	7	10	6	9	9	13	74	0,9%
.. Rio de Janeiro	99	98	86	62	55	55	38	60	44	40	637	7,5%
.. São Paulo	186	171	172	172	138	145	139	134	113	118	1488	17,4%
<b>Região Sul</b>	238	222	218	207	234	212	224	189	201	177	2122	24,8%
.. Paraná	103	84	89	79	92	91	61	73	84	68	824	9,6%
.. Santa Catarina	79	98	91	74	79	68	105	75	62	66	797	9,3%
.. Rio Grande do Sul	56	40	38	54	63	53	58	41	55	43	501	5,9%
<b>Região Centro-Oeste</b>	164	170	140	158	164	149	140	136	122	152	1495	17,5%
.. Mato Grosso do Sul	49	61	49	63	57	49	49	43	37	43	500	5,8%
.. Mato Grosso	25	38	34	31	33	29	28	26	23	31	298	3,5%
.. Goiás	49	42	39	34	45	44	43	39	47	59	441	5,2%
.. Distrito Federal	41	29	18	30	29	27	20	28	15	19	256	3,0%
<b>Total</b>	949	905	901	862	900	824	798	825	762	824	8.550	100%

Fonte: MS/SVS/CGIAE - Sistema de Informações sobre Mortalidade - SIM

Fonte:MS/SVS/CGIAE – Sistema de informações sobre Mortalidade - SIM

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1. Objetivos

O objetivo principal deste trabalho é criar o protótipo de um dispositivo que acoplado a uma bicicleta dê sinais ao ciclista sobre objetos se aproximando fora de seu campo de visão.

Especificamente o trabalho irá:

- Selecionar e componentes eletrônicos para a montagem do dispositivo;
- Desenvolver aplicativo na linguagem Python que será embarcado no dispositivo para coletar dados;
- Modelar uma base para armazenar os dados coletados;
- Desenvolver um serviço web para integrar o código de dispositivo com a base de dados;

### 2.2. Justificativa e delimitação do tema

O Ciclismo é uma prática de exercício físico e um meio de locomoção, considerado como o meio de transporte do futuro, pois não emite CO2 e não gera impactos negativos na natureza.

Com a disseminação dos aplicativos de entregas como IFood, Rappi, Uber Eats entre outros, houve um grande aumento de ciclistas, que optaram por esse meio de transporte econômico e versátil, como forma de gerar renda. Com o número de acidentes elevados, muitas desses usuários se sentem inseguros em utilizar a bicicleta.

Segundo Czerwonka, 2015 em uma pesquisa 1.093 pessoas que pedalam ou gostariam de pedalar, mais de 97% delas tem medo de pedalar na rua devido ao desrespeito no trânsito. Por isso se fazem necessário novas tecnologias que ajudem os ciclistas a se sentirem mais seguros.

Com base nas informações colhidas nos canais oficiais sobre o número de acidentes e óbitos, observamos que qualquer solução que vise à segurança do ciclista será bem recebida pela comunidade, e a notificação de ocorrências poderá, futuramente, fornecer base para análises estatísticas e outras projeções.

Segundo MEIRA JR (2019) “uso da bicicleta cresceu no Brasil e exige uma abordagem de prevenção ao sinistro”.

A ideia desse projeto é estudar e gerar um protótipo de um dispositivo com um sensor de presença para ser instalado nas bicicletas para que o ciclista perceba quando um veículo se aproxima de forma perigosa e possa antecipar seus movimentos para resguardar sua integridade física.

A ferramenta que esse artigo propõe irá permitir aos ciclistas, além de serem notificados por sensores sobre a aproximação perigosa de outros veículos, pessoas e outros obstáculos que lhe possam causar danos, também notificar a ocorrência com o acionamento de botões previamente configurados que serão interpretados pelo código embarcado e transferidos para a base de dados por meio de protocolos de comunicação remota.

## **2.3. Fundamentação teórica**

### **2.3.1. Mobilidade Urbana**

De acordo com artigo do Portal Vivadecora: “mobilidade Urbana é definida como a condição que permite o deslocamento das pessoas em uma cidade, com o objetivo de desenvolver

relações sociais e econômicas. Ônibus, metrô, outros transportes coletivos e carros fazem parte das soluções de mobilidade”. (CRUZ, 2019). A questão, ainda segundo o referido portal:

É que cada vez mais as cidades estão perdendo a capacidade de permitir que as pessoas se movam com qualidade. Por este motivo, o tema mobilidade urbana passou a ser repensado. Há interesse em trazer de volta o seu sentido primário e original, para melhorar a qualidade de vida das pessoas de forma sustentável. Para atingir esses objetivos, o poder público precisa se comprometer, oferecendo à população um plano de mobilidade urbana. Ele contém as providências a serem traçadas, que miram em um espaço público com maior qualidade de vida. Isso sim é a chamada mobilidade urbana sustentável. (CRUZ, 2019).

Com relação à mobilidade urbana sustentável a autora caracteriza:

Ela está diretamente ligada ao tipo de transporte usado para o deslocamento de pessoas. Somado a isso, está também à preocupação em facilitar trajetos, considerando amenizar impactos ambientais causados por combustíveis fósseis que degradam o ambiente, por exemplo. Neste aspecto, as soluções apresentadas incluem a implementação de sistemas de deslocamento sobre trilhos, como metrô, bondes e ônibus “limpos”, que alternam entre motor elétrico e a diesel, e os VLTs (veículos leves sobre trilhos). Há também a preocupação na integração desses transportes com outros mecanismos facilitadores do deslocamento: ciclovias, esteiras rolantes com alta capacidade, elevadores de grande porte para suportar maior número de pessoas, bicicletas públicas e teleféricos. (CRUZ, 2019).

### **2.3.2. A bicicleta como meio de transporte**

A bicicleta talvez tenha sido o instrumento singular mais importante, desde Gutenberg, para atingir o que Marx chamou de plena realização das possibilidades de ser humano, e o único [veículo] sem desvantagens óbvias. (HOBSBAWM, 2002)

A bicicleta veio minimizar a crise da mobilidade em grandes centros urbanos, tanto como meio de transportes em viagens curtas, quanto como meio integrador entre outros modais de transportes.

O ciclismo é um modo de transporte não poluente, que preserva os espaços públicos, não exige a reserva de grandes áreas para estacionamento, não utiliza combustível fóssil, é barato e não provoca os incômodos que caracterizam a utilização dos veículos motorizados em áreas urbanas (FHWA, 1993 apud PEZZUTO, 2002).

Além de sustentável a bicicleta é um meio de transporte barato, e antes exaltada como meio de transporte do futuro. Nos dias atuais é instrumento de fundamental valor para a mobilidade urbana sustentável. Segundo Ribeiro (2005), a bicicleta, ao assumir o papel de transporte alternativo, agrega vários atributos contribuindo com a democratização do uso da via pública e a partir de estudos de capacidade viária, favorece a redução de congestionamentos, por não necessitar de grandes espaços viários.

### **2.3.2. O código de trânsito brasileiro**

O Código de Trânsito Brasileiro (CTB) é responsável por regular os direitos e deveres dos motoristas, ciclistas e pedestres, para manter a ordem e a integridade de todos. Art. 105 fala sobre os itens obrigatórios para a segurança dos ciclistas como sinalização noturna (dianteira, traseira, lateral e nos pedais), e o espelho retrovisor do lado esquerdo. Já o Art. 211 diz que somente veículos que não são motorizados podem ultrapassar veículos em fila, contanto que estejam parados em razão de obstáculos que impeçam seu caminho. (DETRAN-MG,2021)

Segundo a ABRANET (2019) mesmo com as leis de trânsito que resguardam os ciclistas em vigor, o número de acidentes envolvendo os mesmos tem aumentado em todo Brasil. De janeiro a maio de 2021 os acidentes que resultaram em atendimento médico para os ciclistas aumentaram 30% em relação ao mesmo período de 2020. Esses dados demonstram a importância de termos atenção e iniciativas focadas nesse público. Um dos fatores que pode ter contribuído para o aumento no número de acidentes é a mudança de hábitos, se antes a bicicleta era vista só como lazer, hoje é vista no meio profissional como meio de transportes e de entregas. Esse fator aumenta o número de praticantes do ciclismo, o que fez aumentar o número de acidentes.

## **2.4. Metodologia**

### **2.4.1. Coleta de Dados**

Para coletarmos os dados usados para a ideação do projeto, entramos em contato com comunidades de ciclistas através de conexões em comum dentro do círculo pessoal dos integrantes. Foram marcadas reuniões para realizarmos discussões sobre problemas que esta comunidade se identifica.

Usando estes *feedbacks* pudemos definir que havia um interesse da comunidade por alguma maneira de melhorar a segurança durante a locomoção urbana, que identificaram como a maior causa de acidentes que sofreram relacionados ao ciclismo. A maior parte dos acidentes reportados nestes contatos foi causado por alguma aproximação de um veículo por um ponto cego do ciclista, fazendo com que não pudessem reagir a tempo de evitar uma colisão ou queda.

### **2.4.2. Comunidade Externa**

Os membros que foram contatados da comunidade externa são divididos em dois tipos: ciclistas esportistas e ciclistas por locomoção. O primeiro grupo se refere aos membros que se reúnem para praticar o ciclismo como esporte, se locomovendo geralmente em grupos maiores e percorrendo distâncias maiores. O segundo é daqueles que utilizam a bicicleta apenas para locomoção diária, usando no trajeto ao trabalho ou à escola.

Identificamos que entre os dois grupos a preocupação com a segurança foi semelhante. Ambos identificaram problemas parecidos e situações de acidentes semelhantes. Notamos que a principal diferença entre os dois grupos é o grau de exposição durante sua locomoção. O grupo de ciclistas por esporte apresentou uma distância percorrida semanalmente maior que a distância percorrida pelo grupo que utiliza a bicicleta apenas para locomoção, porém estes outros utilizam a bicicleta mais frequentemente, geralmente percorrendo o percurso em mais dias da semana.

Analisando o perfil dos dois grupos, pudemos identificar seus problemas em comum e unificar no nosso projeto uma solução que possa atender a ambos.

### **2.4.3. Design Thinking**

O conceito do Design Thinking foi utilizado para definir todas as etapas utilizadas durante a confecção deste trabalho, e a partir de seus pilares definimos desde o início da ideia até a produção do protótipo. Através deste conceito, apresentaremos como cada pilar se encaixou em nosso projeto.

#### **2.4.3.1. Empatia**

Nesta etapa tivemos contato com a comunidade externa composta por alguns grupos de ciclistas que se locomovem nas cidades de Carapicuíba e São Paulo. A partir destas reuniões, pudemos notar que o tema mais importante identificado pelos ciclistas foi sobre a segurança no trânsito e demonstraram um interesse em alguma ferramenta que possa ajudar a tornar a locomoção mais segura.

#### **2.4.3.2. Definição**

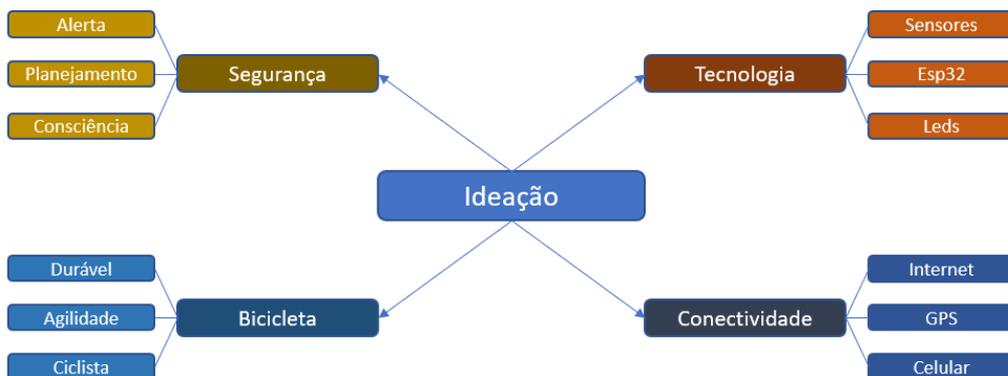
A partir das observações da comunidade externa, o grupo definiu que seria produzida alguma ferramenta que possa ajudar tanto na locomoção urbana dos ciclistas, fornecendo alertas

sobre possíveis perigos na rua, quanto no mapeamento de incidentes reportados para que os usuários possam planejar percursos mais seguros e se atentarem às regiões com índices altos de acidentes.

### 2.4.3.3. Ideação

Durante a ideação o grupo se reuniu para realizar um *brainstorming*, no qual foram definidos tópicos e temas relacionados à segurança dos ciclistas. A partir das definições, foram criadas ideias de como unir os conceitos do tema ao problema identificado, partindo de tecnologias e artigos encontrados sobre o assunto. Um mapa mental foi elaborado conforme o desenho na Figura 4.

Figura 4 – Mapa Mental



Fonte: Própria

### 2.4.3.4. Protótipo

Nesta etapa o grupo decidiu criar um aparelho que possa ser acoplado à bicicleta que possua sensores para que o ciclista seja alertado se houver algum veículo se aproximando de um ponto cego. A partir dos dados coletados por estes sensores e por inclusão do próprio usuário será mapeado a localização de incidentes, encaminhando por meio de um serviço web para alimentar uma base de dados contendo estas informações.

## 2.5. Aplicação das disciplinas estudadas no Projeto Integrador

A primeira disciplina que serviu de base para fundamentar esse artigo foi: Programação de Computadores estudada no segundo semestre do curso de engenharia. As matérias de eletrônica, principalmente eletrônica embarcada, deram o entendimento para a programação do módulo de controle. Também sustentaram o desenvolvimento do protótipo as disciplinas de Estrutura de Dados, Sistemas de Informação, Projeto Digital, Programação Orientada a Objetos, Engenharia de Software, Gerência de Qualidade de Software entre outras relacionadas à tecnologia.

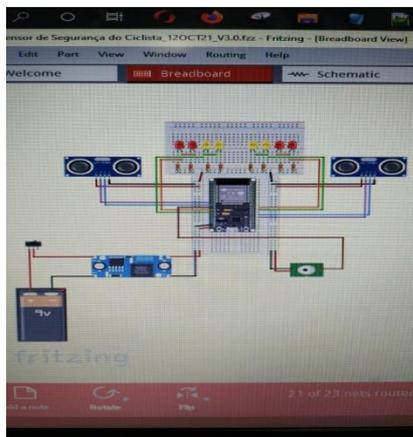
Por fim, e não menos importantes, as disciplinas Produção de Textos e Metodologia Científica permitiram a elaboração do presente relatório, estruturado nas bases das normas ABNT.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Protótipo inicial

Para elaboração do protótipo inicial foi utilizado o esquema da Figura 5, desenvolvido por meio do Fritzing, que mostra uma placa de integração ligada a um sensor de presença e a um controlador de led, alimentado com uma bateria de 9v. Ao detectar aproximação através do sensor a placa acende um led de informação e captura um código que é será processado e armazenado por meio de uma API, em um a base de dados remota.

Figura 5 – Esquema do Protótipo Inicial



Fonte: Fritzing (2021)

A placa inicialmente utilizada foi um módulo ESP32, conforme Figura 6, Bluetooth de alta performance para aplicações envolvendo wifi, contando com um baixíssimo consumo de energia. Com 4 MB de memória flash, o ESP32 permite criar variadas aplicações para projetos de IoT, acesso remoto, webservers e dataloggers, entre outros. FLIPFLOP (2021).

Figura 6 – Módulo ESP32



Fonte: FLIPFLOP (2021)

Com relação ao sensor de presença, foi utilizado o modelo HC-SR04, Figura 7, capaz de medir distâncias de 2cm a 4m com ótima precisão e baixo preço. Este módulo possui um circuito pronto com emissor e receptor acoplados e 4 pinos (VCC, Trigger, ECHO, GND) para medição. FLIPFLOP (2020).

Figura 7 – Sensor de presença HC-SR04



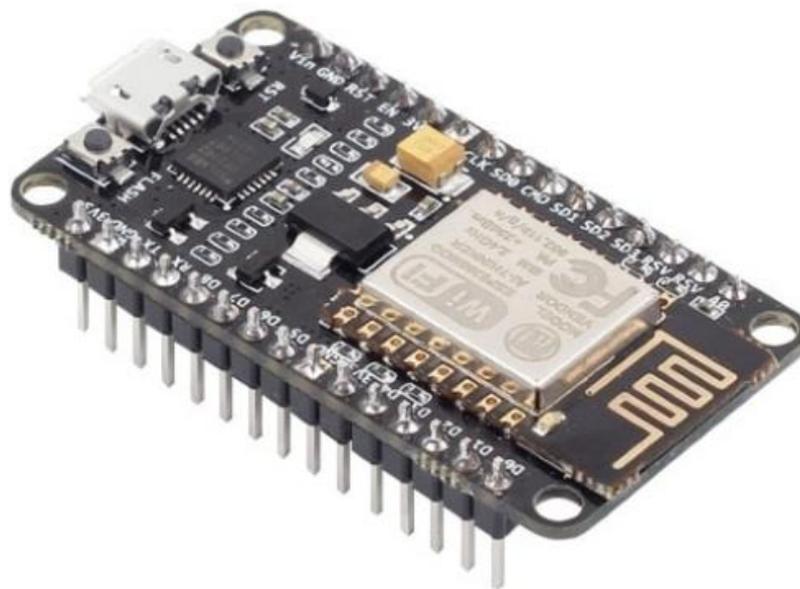
Fonte: FLIPFLOP (2020)

### 3.2. Protótipo Final

Comparando características como consumo de energia, robustez de hardware, facilidade de programação, entre outros, o módulo EPS32 foi substituído no protótipo final pelo módulo Wifi ESP8266 NodeMCU, figura 8. A facilidade de instalação e utilização de sua plataforma foi o grande diferencial, além da grande quantidade de bibliotecas criadas pelos utilizadores e fabricantes, estas bibliotecas são disponibilizadas gratuitamente e facilmente encontradas na internet, o que facilita e simplifica em muito a sua programação.

O módulo Wifi ESP8266 NodeMCU é uma placa de desenvolvimento que combina o chip ESP8266, uma interface usb-serial e um regulador de tensão 3.3V. A programação pode ser feita usando LUA ou a IDE do Arduino, utilizando a comunicação via cabo micro-usb. O NodeMCU possui antena embutida e conector micro-usb para conexão ao computador, além de 11 pinos de I/O e conversor analógico-digital. Este módulo vem agora com o ESP-12F, que mantém total compatibilidade com o ESP-12E e tem um aumento no alcance do sinal wireless entre 30 e 50%. (FLIPFLOP, 2021).

Figura 8 – módulo Wifi ESP8266 NodeMCU

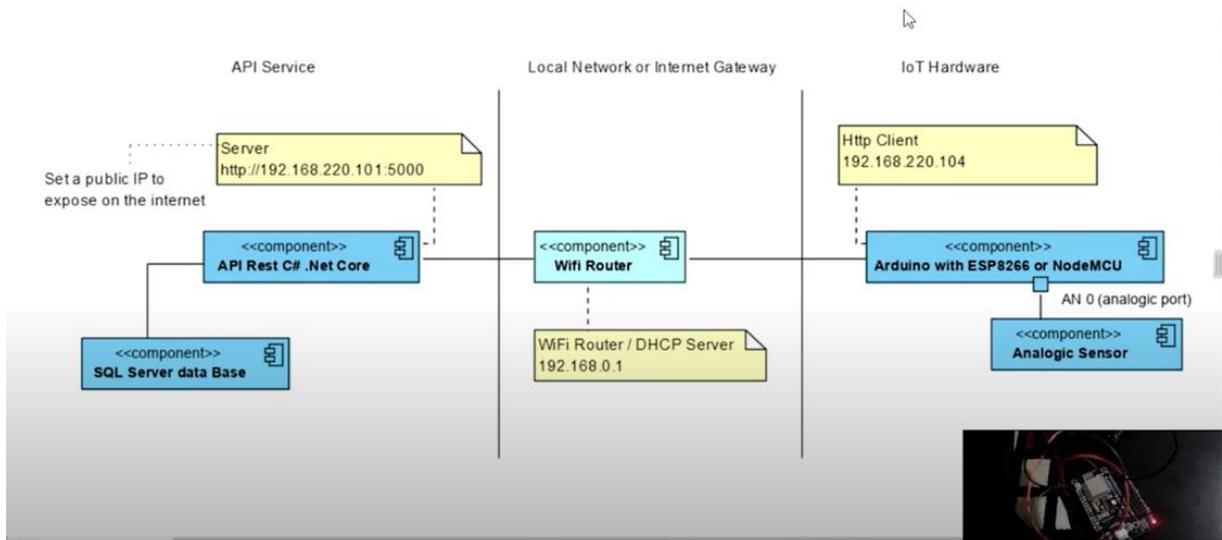


Fonte:FLIPFLOP (2020)

O módulo foi programado, conforme código no Quadro 1, para ao receber informações dos sensores, consumir uma API Rest desenvolvida utilizando o NetCore da Microsoft, em linguagem C#, conforme quadros 2, 3, 4 e 5, e encaminhar, via comando POST, um código identificando qual botão foi acionado ou qual sensor foi ativado. A função da API é gravar a

informação em uma base de dados SQL Server criada para essa finalidade. A API permite também listar todos os comandos gravados na base por data de lançamento, mas essa questão está fora do escopo deste projeto. A figura 9 traz a representação conceitual gráfica da integração entre o módulo e a API.

Figura 9 – Arquitetura da integração do módulo com a API



Fonte: Adaptado de Lustosa (2020).

### Quadro 1 – Programação do módulo ESP8266 NodeMCU para consumir a API Rest

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266HTTPClient.h>

#define USE_SERIAL Serial

#define SERVER_IP "192.168.220.101:5000"

#define STASSID "insidelabs"
#define STAPSK "12121212"

void setup() {
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);

  USE_SERIAL.begin(115200);

  USE_SERIAL.println();
  USE_SERIAL.println();
  USE_SERIAL.println();

  WiFi.begin(STASSID, STAPSK);

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    USE_SERIAL.print(".");
  }
  USE_SERIAL.println("");
}
```

```

USE_SERIAL.print("Connected! IP address: ");
USE_SERIAL.println(WiFi.localIP());
}

void loop() {
  // wait for WiFi connection
  if ((WiFi.status() == WL_CONNECTED)) {

    WiFiClient client;
    HTTPClient http;

    USE_SERIAL.print("[HTTP] begin...\n");

    http.begin(client, "http://" SERVER_IP "/api/sensor/"); //HTTP
    http.addHeader("Content-Type", "application/json");

    USE_SERIAL.print("[HTTP] POST...\n");

    digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
    int sensorValue = analogRead(A0);

    int httpCode = http.POST(String(sensorValue));

    if (httpCode > 0) {
      USE_SERIAL.printf("[HTTP] POST... code: %d\n", httpCode);

      if (httpCode == HTTP_CODE_OK) {
        const String& payload = http.getString();
        USE_SERIAL.println("received payload:\n<<");
        USE_SERIAL.println(payload);
        USE_SERIAL.println(">>");
      }
      else {
        USE_SERIAL.printf("[HTTP] POST... failed, error: %s\n", http.error-
ToString(httpCode).c_str());
      }

      http.end();

      delay(500);
      digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);
      delay(500);
    }

    delay(4000);
  }
}

```

Fonte: Adaptado de Lustosa(2020).

Por meio de um controlador que captura a requisição efetuada via protocolo HTTP, comando POST, que traz em seu corpo dados referentes ao domínio da aplicação, conforme quadro 3, o repositório é acionado e faz a persistência desses dados em uma base de dados SQL Server. Foram omitidos, por motivo de simplificação, os detalhes de configuração das conexões com o servidor de banco de dados, bem como a injeção de dependências, utilizado como padrão

de programação para desacoplamento de código. Entretanto, os detalhes dessa implementação estão disponíveis no repositório do autor, utilizado como referência neste trabalho.

### Quadro 2 – API Rest - Controlador

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Threading.Tasks;
using Microsoft.AspNetCore.Http;
using Microsoft.AspNetCore.Mvc;
using Microsoft.Extensions.Logging;
using SensorReadDataApi.Repository;

namespace SensorReadDataApi.Controller
{
    [Route("api/[controller]")]
    [ApiController]
    public class SensorController : ControllerBase
    {
        private readonly ILogger<SensorController> _logger;
        private readonly ISensorRepository _sensorRepository;

        public SensorController(ILogger<SensorController> logger, ISensorRepository sensorRepository)
        {
            _logger = logger;
            _sensorRepository = sensorRepository;
        }

        [HttpGet]
        public IActionResult GetAllData()
        {
            try
            {
                var data = _sensorRepository.ListAll();

                return Ok(data);
            }
            catch (Exception ex)
            {
                _logger.LogError(ex, "Erro ao tentar obter dados");
                return new StatusCodeResult(500);
            }
        }

        [HttpPost]
        public IActionResult SetData([FromBody]long step)
        {
            try
            {
                var result = _sensorRepository.Insert(step);

                return Ok();
            }
            catch (Exception ex)
            {
                _logger.LogError(ex, "Erro ao tentar inserir dados");
            }
        }
    }
}
```

```

        return new StatusCodeResult(500);
    }
}
}
}

```

Fonte: Adaptado de Lustosa(2020).

### Quadro 3 – API Rest para receber os comandos do protótipo (Dominio)

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Threading.Tasks;

namespace SensorReadDataApi.Domain
{
    public sealed class Sensor
    {
        public long Id { get; set; }
        public DateTime CreatedAt { get; set; }
        public long Step { get; set; }
    }
}

```

Fonte: Adaptado de Lustosa (2020).

### Quadro 4 – API Rest - Interface do Repositório

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Threading.Tasks;
using SensorReadDataApi.Domain;

namespace SensorReadDataApi.Repository
{
    public interface ISensorRepository
    {
        public IEnumerable<Sensor> ListAll();

        public int Insert(long step);
    }
    catch (Exception ex)
    {
        _logger.LogError(ex, "Erro ao tentar inserir dados");
        return new StatusCodeResult(500);
    }
}
}
}

```

Fonte: Adaptado de Lustosa(2020).

### Quadro 5 – API Rest - Repositório

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Data.SqlClient;
using System.Linq;
using System.Threading.Tasks;
using Dapper;
using Microsoft.Extensions.Configuration;
using SensorReadDataApi.Domain;

namespace SensorReadDataApi.Repository
{
    public sealed class SensorRepository : ISensorRepository
    {
        private readonly string _connectionString;

        public SensorRepository(IConfiguration configuration)
        {
            _connectionString = configuration.GetConnectionString("Sensor-
DataServer");
        }

        public IEnumerable<Sensor> ListAll()
        {
            using var connection = new SqlConnection(_connectionString);
            var sensorData = connection.Query<Sensor>("select * from sen-
sor");

            return sensorData;
        }

        public int Insert(long step)
        {
            using var connection = new SqlConnection(_connectionString);
            var query = "insert into sensor (step)values (@step)";
            var result = connection.Execute(query, new { step = step });

            return result;
        }
    }
}

```

Fonte: Adaptado de Lustosa (2020).

As Figuras 9 e 10 mostram, respectivamente, a visão frontal e lateral do protótipo final instalado em uma maquete montada com canos de PVC para facilitar o trabalho dentro do laboratório.

Figura 9 – Visão Anterior do Protótipo Final



Fonte: Própria

Figura 10 – Visão Lateral do Protótipo Final



Fonte: Própria

As figuras 11 e 12 mostram a ideia de como ficará o protótipo final após a instalação em uma bicicleta real.

Figura 11 – Simulação do protótipo em uma bicicleta visão superior



Fonte: Bertoline (2014)

Figura 12 – Simulação do protótipo em uma bicicleta visão frontal



Fonte: Bertoline (2014)

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio de um dispositivo relativamente simples ficou demonstrado que riscos corridos por usuários de bicicletas, como meio de transporte nos grandes centros podem ser minimizados e controlados por sensores cada vez que for detectada a aproximação considerada, configurada através de uma interface programável, utilizando linguagens como o C, C++ e Python entre outras.

Esse controle pode ser acionado automaticamente pelo próprio dispositivo ou remotamente, utilizando-se a internet como meio de transporte dos comandos de interação. A

internet das coisas se mostra fundamental nesse processo e, além da diminuição dos acidentes com ciclistas, propicia uma tabulação, por meio dos códigos armazenados na base de dados, alimentado por meio de uma API Rest de integradas principais causas de acidentes e/ou ocorrências com esse meio de transporte.

## REFERÊNCIAS

ABRAMET. **Cresce em 45% número de ciclistas atropelados no Brasil, apontam médicos de trânsito**. <https://www.abramet.com.br/noticias/cresce-numero-de-ciclistas-atropelados/>.

Acesso em: 15 out. 2021.

BERTOLINE, Enzo, 2014 – **Radar para bicicletas – Alerta sobre aproximação de carros**.

Disponível em: <https://vadebike.org/2014/08/radar-para-bicicleta-detecta-carros-backtracker/>.

Acesso em: 20/11/2021.

BRASIL - Ministério da Saúde – **Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS)**.

Disponível em: <https://www.abramet.com.br/repo/public/commons/internacoes-por-estado-2012-2019.pdf>. Acesso em: 15 out. 2021

BRASIL - Ministério da Saúde – MS/SVS/CGIAE – **Sistema de informações sobre Mortalidade – SIM**. Disponível em:

<https://www.abramet.com.br/repo/public/commons/obitos-por-estado-2008-2017.pdf>. Acesso em: 15 out. 2021.

BRASIL. Senado Federal. **Educação para mobilidade sustentável**. Disponível em:

<https://www12.senado.leg.br/ecidadania/documentos/anexos/audiencia-cdh-mobilidade-urbana-15-7-2013/cristina-baddini-secretaria-de-transporte-de-macapa-ap>. Acesso em: 15 out. 2021.

CZERWONKA, Mariana. **Crescente adesão à bicicleta demanda novos serviços e infraestrutura**. Disponível em: <https://www.portaldotransito.com.br/noticias/crescente-adesao-a-bicicleta-demanda-novos-servicos-e-infraestrutura-2/>. Acesso em: 14 out. 2021.

CRUZ, Talita. **Você sabe o que é mobilidade urbana e qual seu impacto na arquitetura?**

Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/pro/arquitetura/o-que-e-mobilidade-urbana/>. Acessado em: 15 out 2012.

DETRAN-MG – **Código de trânsito brasileiro**. Disponível em:

<https://www.detran.mg.gov.br/sobre-o-detran-1/legislacao/codigo-de-transito-brasileiro-ctb>. Acesso em: 15 out. 2021.

FHWA. Measures to overcome impediments to bicycling and walking. National Bicycling and Walking Study – Case Study no 4 – Federal Highway Administration – US Department of Transportation, 1993.

FLIPFLOP (2021). **Módulo wifi ESP8266 NodeMCU ESP-12**. Disponível em <https://www.filipeflop.com/produto/modulo-wifi-esp8266-nodemcu-esp-12/#:~:text=O%20m%C3%B3dulo%20Wifi%20ESP8266%20NodeMCU%20%C3%A9%20uma%20placa,do%20Arduino%2C%20utilizando%20a%20comunica%C3%A7%C3%A3o%20via%20cabo%20micro-usb>. Acesso em: 17 nov. 2021.

HOBBSAWM, E. (2002) “**Tempos interessantes: uma vida no século XX**”. ISBN 85- 359-0300- 3. S. Paulo: Companhia das Letras. p. 107-108

MEIRA JR, Antonio. **Cresce oem 45% o número de ciclistas no Brasil, apontam médicos de tráfego**. Disponível em: <https://www.abramet.com.br/noticias/cresce-numero-de-ciclistas-atropelados/>. Acesso em: 15 out. 2021

LUSTOSA, Alexandre B. **NodeMCU Wifi ESP8266 com API C# .Net Core Dapper e SQL Server**. Disponível em: <https://gist.github.com/alexandrebl/b3380b2bac0cd03b23e305f00d2c31ed>. Acesso em: 17 nov. 2021.

LUSTOSA, Alexandre B. **Desenvolva uma API Rest com C# .Net Core e Dapper acessando o SQL Server**. Disponível em: <https://github.com/abrandaol-youtube/SensorReadDataAPI/tree/master/SensorReadDataApi>. Acesso em: 17 nov. 2021.

PEZZUTO, C. C. Dissertação: Fatores que Influenciam o Uso da Bicicleta. UFSCar, São Carlos, 2002.

RIBEIRO, Denise M. S. (2005) **Inclusão da Bicicleta, Como Modo De Transporte Alternativo e Integrado, no Planejamento de Transporte Urbano de Passageiros – O Caso de Salvador**. Dissertação de teste de Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana. Salvador.