

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – PPGE
MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE SEGURANÇA ATIVA
ANTICOLISÃO PARA MOTOCICLETAS

LUIZ ADRIANO SIMAS DA SILVA

MANAUS
2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – PPGE
MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LUIZ ADRIANO SIMAS DA SILVA

DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE SEGURANÇA ATIVA
ANTICOLISÃO PARA MOTOCICLETAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Dércio Luiz Reis

MANAUS
2021

LUIZ ADRIANO SIMAS DA SILVA

DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE SEGURANÇA ATIVA
ANTICOLISÃO PARA MOTOCICLETAS

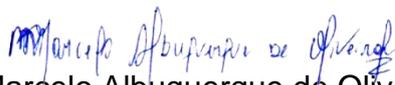
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Aprovada em 29 de novembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Dércio Luiz Reis, Presidente
Universidade Federal do Amazonas – UFAM



Prof. Dr. Marcelo Albuquerque de Oliveira, Membro
Universidade Federal do Amazonas – UFAM



Prof. Dr. Thiago Maciel Neto, Membro
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

“A tecnologia vai reinventar o negócio,
mas as relações humanas continuarão
a ser a chave para o sucesso.”

Stephen Covey

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me guiar nos caminhos certos para a realização das minhas conquistas.

Aos meus pais, Maria Luiza Simas da Silva e Francisco Oliveira da Silva, que por seus exemplos sempre educaram a mim e as minhas irmãs mostrando que o caminho certo é o da educação, o do esforço honesto e o da humildade. Estes nos levam a qualquer lugar que possamos querer.

À minha esposa, Elaine Noronha, que me apoiou e me motivou neste desafio, aguentando muitas vezes a minha ausência, para o curso das disciplinas presenciais, com o nosso filho recém-nascido. A você dedico este título, porque sem o seu apoio isso não seria possível.

Ao meu filho, meu amado Otto Luiz Noronha Simas da Silva, que mesmo tão pequeno foi minha maior motivação para o cumprimento deste desafio em minha vida acadêmica. Durante um ano eu saí para trabalhar pela manhã e você estava dormindo e quando eu voltava pela noite, depois das aulas, muitas das vezes, devido ao horário, você já estava dormindo também. Saiba que mesmo durante este breve sacrifício, não tinha um dia que eu não sentisse saudades de estar com você durante o dia. Este título eu ofereço a você meu amor. Foi por você.

Aos amigos Felipe Bulcão e Núbia Rezende, médicos, que me auxiliaram em algumas definições e dúvidas inerentes as suas áreas de atuação, meu agradecimento às informações e meu muito obrigado por tudo.

Ao meu orientador, prof. Dr. Dércio Luiz Reis, pelas dicas, orientações e parceria adquirida no decorrer desses anos, sendo necessário para a finalização desta dissertação.

Ao Haniery Mendonça, por me auxiliar no início da caminhada, com relação a dados estatísticos, por me proporcionar êxito na solidez e embasamento inicial deste trabalho.

Aos professores do curso de Mestrado em Engenharia de Produção da UFAM, em especial ao coordenador prof. Dr. Marcelo Albuquerque de Oliveira e ao prof. Dr. Raimundo Kennedy pelas dicas, conversas e esclarecimento de dúvidas de um simples mestrando no decorrer do curso.

Aos colegas de mestrado pela parceria e trabalhos em equipe que somaram esforços na realização das etapas do curso, em especial a Jorge Carlos Magno Silva de Lima, Marcos Cândido, Miguel Paiva Teixeira, Nathália Barbosa, Stanley Soares e Wanderley Pedroza.

Às pessoas que não citei, mas que no decorrer desses anos me ajudaram direta e indiretamente para a conclusão de mais esta etapa na minha vida acadêmica.

RESUMO

As motocicletas são responsáveis por uma grande parte dos acidentes de trânsito e cerca de 28% acabam sendo fatais. A fragilidade deste veículo junto com a direção perigosa, uso de celulares, drogas e outras corroboram para esta estatística. Outro dado importante são as indenizações pagas por tipo de veículo, que de acordo com a Seguradora Líder-DPVAT, foram de 77% do total de indenizações pagas no ano de 2019 e 79% no ano de 2020. Diante destas e demais estatísticas negativas, faz-se necessário a busca e o desenvolvimento de alternativas que venham somar esforços para minimizar solucionar este problema. A utilização da tecnologia e automação podem ajudar a diminuição dos índices negativos dessa problemática, visto que sua utilização pode melhorar a tomada de decisões no cenário real, evitando colisões e acidentes fatais. Neste contexto, este trabalho visa o desenvolvimento de um protótipo de segurança ativa anticolisão para motocicletas. Para o desenvolvimento do protótipo foram utilizadas as ferramentas de *Design Thinking* e *Business Model Canvas*. O protótipo foi testado em um ambiente controlado e apresentou bons resultados para futuras iterações no processo de desenvolvimento de produto.

Palavras-chaves: produto, design thinking, esp32, motocicleta, acidente, protótipo.

ABSTRACT

Motorcycles are responsible for a large part of traffic accidents and around 28% end up being fatal. The fragility of this vehicle along with the dangerous driving, use of cell phones, drugs and others corroborate this statistic. Another important fact is the indemnities paid by the type of vehicle, which, according to Seguradora Líder-DPVAT, were 77% of the total indemnities paid in 2019 and 79% in 2020. Given this fact, it's necessary the development alternatives that add efforts to minimize this problem. The use of technology and automation can help reduce the negative rates of this problem, as its use can improve decision-making in the real scenario, avoiding collisions and fatal accidents. In this context, this work aims at the development of a low-cost, active anti-collision safety prototype for motorcycles. For the development of the prototype it was used Design Thinking. The prototype was tested in a controlled environment and shown good results for future iterations in the product development process.

Keywords: product, design thinking, esp32, motorcycle, accident, prototype.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processo de Desenvolvimento de Produto	26
Figura 2 - Abordagem simplificada do <i>Design Thinking</i>	27
Figura 3 - Esquema das quatro fases do <i>Design Thinking</i> e suas respectivas ferramentas	29
Figura 4 - Objetivos do <i>Design Thinking</i>	29
Figura 5 - Estrutura do Modelo Canvas.....	32
Figura 6 - Estrutura do sistema do ESP32	34
Figura 7 - Microcontrolador ESP32	34
Figura 8 – <i>Display</i> TFT LCD ST7735 (Frente).....	35
Figura 9 – <i>Display</i> TFT LCD ST7735 (Verso).....	36
Figura 10 - Sensor HC-SR04 (frente)	36
Figura 11 - Sensor HC-SR04 (verso)	37
Figura 12 - Alarme Buzzer.....	37
Figura 13 - Influência da Linguagem C	38
Figura 14 - Fluxo do Desenvolvimento de Programa em C.....	39
Figura 15 - Arduino IDE.....	40
Figura 16 - Adaptação do uso das ferramentas do <i>Design Thinking</i>	42
Figura 17 - Mapa mental	53
Figura 18 - Business Model Canvas do projeto.....	55
Figura 19 – Representação do algoritmo	59
Figura 20 - <i>Display</i> LCD ST7735 apresentando dados de leitura do sensor.....	60
Figura 21 - Protótipo elaborado em protoboard.....	62
Figura 22 - Segundo protótipo feito em placa de fenolite	63
Figura 23 - Fluxo total das operações para salvar dados via internet no banco de dados	64
Figura 24 - Resultados salvos no banco de dados.....	65
Figura 25 - Protótipo em funcionamento	65

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Número e taxa de mortes no trânsito por 100.000 habitantes: 2000-2016	16
Gráfico 2 - Evolução das Indenizações Pagas por Natureza	17
Gráfico 3 - Indenizações Pagas por Morte e Invalidez por Acidentes com Motocicletas por Tipo de Vítima – Jan a Dez/2020	20
Gráfico 4 - Idade dos Motociclistas	44
Gráfico 5 - Anos de experiência na condução de motocicletas	44
Gráfico 6 - Finalidade do uso das motocicletas	45
Gráfico 7 - Dias de utilização da motocicleta.....	45
Gráfico 8 - Horas de utilização das motocicletas por dia.....	46
Gráfico 9 - Pergunta se a motocicleta é o único meio de transporte	47
Gráfico 10 - Tempo de utilização da motocicleta como meio de transporte	47
Gráfico 11 - Principais dificuldades enfrentadas no trânsito durante o dia.....	48
Gráfico 12 - Principais dificuldades enfrentadas no trânsito durante a noite	48
Gráfico 13 - Afivelamento de cinta jugular do capacete	49
Gráfico 14 - Risco de se acidentar de moto	49
Gráfico 15 - Acidentes sofridos	50
Gráfico 16 - Lesões mais graves sofridas em acidentes	50
Gráfico 17 - Incidência de ausência no trabalho por conta de acidentes com motocicletas	51
Gráfico 18 - Dias de ausência no trabalho por causa de acidente de motocicletas ..	51
Gráfico 19 - Práticas relacionadas ao uso de motocicletas.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Comparativo de Indenizações Pagas 2018-2019.....	17
Tabela 2 - Indenizações Pagas por Tipo de Veículo e Natureza - Jan a Dez/2019 ..	18
Tabela 3 - Comparativo de Indenizações Pagas 2019-2020.....	18
Tabela 4 - Indenizações Pagas por Tipo de Veículo e Natureza - Jan a Dez/2020 ..	19
Tabela 5 – Custo do projeto	61
Tabela 6 - Custos de produção do segundo protótipo.....	66

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

BMC - Business Model Canvas

CPU - Central Processing Unit

CS - Chip Select

DC – Direct Current

DMA - Direct Memory Access

DPVAT - Danos Pessoais Causados por Veículos Automotores de Vias Terrestres

ESS - Emergency Stop Signal

IMMU - Instituto de Mobilidade Urbana de Manaus

IoT - Internet of Things

LCD - Liquid Cristal Display

LED - Light Emitting Diode

OMS - Organização Mundial de Saúde

ONU - Organização das Nações Unidas

PCB - Printed Circuit Board

RAM – Random Access Memory

SoC - System on Chip

SPI - Serial Peripheral Interface

TFT - Thin Film Transistor

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	15
1.2. PROBLEMA	20
1.3. OBJETIVOS	22
1.3.1. Objetivo Geral	22
1.3.2 Objetivos Específicos	22
1.4. METODOLOGIA.....	22
1.5. DELIMITAÇÃO E LIMITAÇÕES DO ESTUDO	23
1.6. ESTRUTURA DO PROJETO	24
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	25
2.1. GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	25
2.2. <i>DESIGN THINKING</i>	27
2.3. BUSINESS MODEL CANVAS (BMC).....	30
2.4. SISTEMAS EMBARCADOS.....	32
2.5. <i>HARDWARE</i> E LINGUAGEM UTILIZADA NO PROJETO	33
2.5.1. Microcontrolador ESP32.....	33
2.5.2. Display TFT LCD com chip ST7735	35
2.5.3. Sensor Ultrassônico HC-SR04	36
2.5.4. Alarme Buzzer.....	37
2.5.5. Linguagem C	38
2.5.6. Arduino IDE	39
2.5.7. Linguagem PHP	40
2.5.8. Banco de Dados MySQL	41
3. DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE SEGURANÇA ATIVA ANTICOLISÃO PARA MOTOCICLETAS	42
3.1. UTILIZANDO O <i>DESIGN THINKING</i> PARA A IDEAÇÃO DO PRODUTO	42
3.1.1. Mapeamento da Jornada: Entendendo a problemática dos futuros utilizadores do produto	43
3.1.2. Mapa mental.....	52
3.1.3. Brainstorming e desenvolvimento de conceitos	54
3.1.4. Business Model Canvas	54

3.1.5. Teste de premissas	57
3.1.6. Prototipagem acelerada	58
3.1.7. Cocriação com o Cliente	61
3.1.8. Lançamento da aprendizagem	63
4. CONCLUSÃO	66
4.1. Conclusão e resultados obtidos	66
4.2. Contribuições Acadêmicas	68
4.3. Contribuições Econômicas	68
4.4. Contribuições Sociais	68
4.5. Sugestão para trabalhos futuros	68
REFERÊNCIAS.....	70
APÊNDICES	74
APÊNDICE A – Questionário aplicado aos motociclistas.....	74
APÊNDICE B – Business Model Canvas do Projeto.....	78
APÊNDICE C – Mapa mental elaborado como etapa do Design Thinking.....	79

1. INTRODUÇÃO

Os acidentes de trânsito sempre ocuparam uma posição de destaque nos noticiários nacionais e internacionais. De acordo com a Organização das Nações Unidas (2014), metade das vítimas fatais de acidentes correspondem a motociclistas e pedestres, sendo causadas por direção perigosa, alta velocidade, uso de celulares, drogas, dentre outras causas. Dentro desse contexto, a tecnologia e automação podem ajudar a diminuição dos índices negativos dessa problemática, visto que sua utilização pode melhorar a tomada de decisões no cenário real, evitando colisões e acidentes fatais (LAMB, 2015).

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA

Diariamente, é possível observar que os acidentes de trânsito estão cada vez mais presentes nos noticiários veiculados em nosso meio, sendo retratados de forma trágica, tanto na esfera nacional como internacional. O grande número de mortes, confirmados por dados estatísticos de órgãos oficiais, corroboram para o enriquecimento de estudos, pesquisas para a melhoria desse cenário (MELO, 2017).

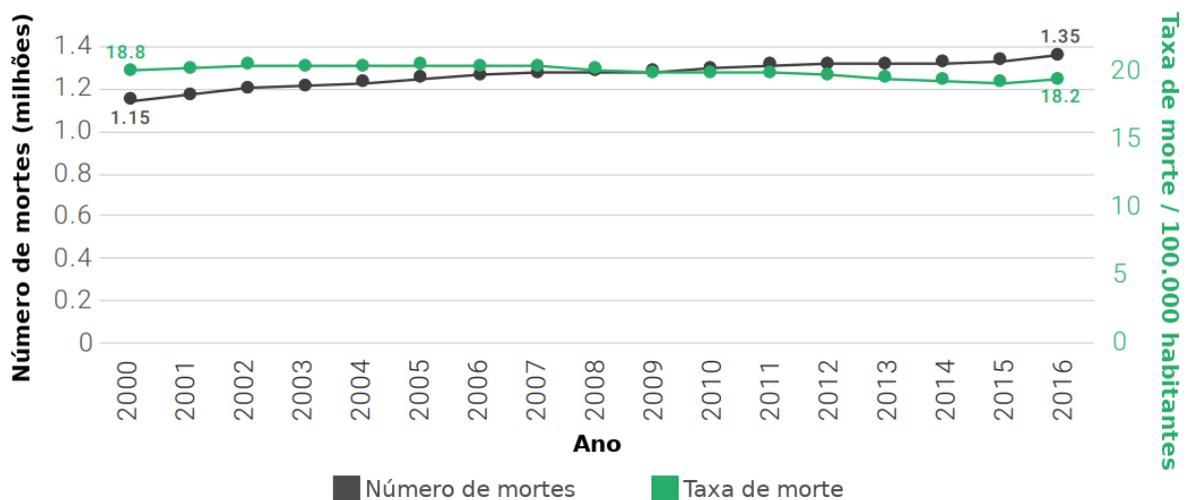
Em 2010, a Organização das Nações Unidas (ONU), na Resolução de nº A/RES/64/255 da 64ª Assembleia Geral, definiu os anos entre 2011 e 2020 como sendo a Década de Ação para a Segurança Rodoviária. O objetivo dessa promulgação é justamente a redução das fatalidades no trânsito ao redor do mundo, somando esforços de nível nacional, regional e global (ONU, 2010).

Nessa conjuntura, no ano de 2014, a própria ONU, na sua 68ª Assembleia Geral divulgou em sua Resolução de nº A/RES/68/269, que no ano de 2010 cerca de 1,24 milhão de pessoas perderam a vida no trânsito. Ainda nesta resolução, a ONU declara que apenas 7% da população mundial possui legislação que abrange todos os riscos comportamentais que venham ocasionar acidentes, como direção sob efeito de álcool ou drogas, velocidade incompatível, uso de celulares, utilização de capacetes e cintos de segurança. Ainda sobre o tema, a mesma elenca que cerca de metade das mortes de trânsito envolvem motociclistas, pedestres e ciclistas (ONU, 2014).

No ano de 2016, apesar do número de mortes no trânsito permanecer constante em relação ao tamanho da população mundial, o quantitativo de vítimas fatais continuou crescendo, chegando a 1,35 milhão (OMS, 2018).

O Gráfico 1 mostra o número e taxa de mortes no trânsito por 100.000 habitantes, entre os anos 2000 e 2016.

Gráfico 1 - Número e taxa de mortes no trânsito por 100.000 habitantes: 2000-2016



Fonte: OMS (2018).

Dados da Organização Mundial de Saúde, no relatório global sobre segurança rodoviária da Organização das Nações Unidas, afirmam que, em 2016, as lesões ocasionadas por acidentes de trânsito foram a oitava maior causa de morte mundial, levando em conta todas as faixas etárias, chegando a 2,5% do total de mortes (ONU, 2018).

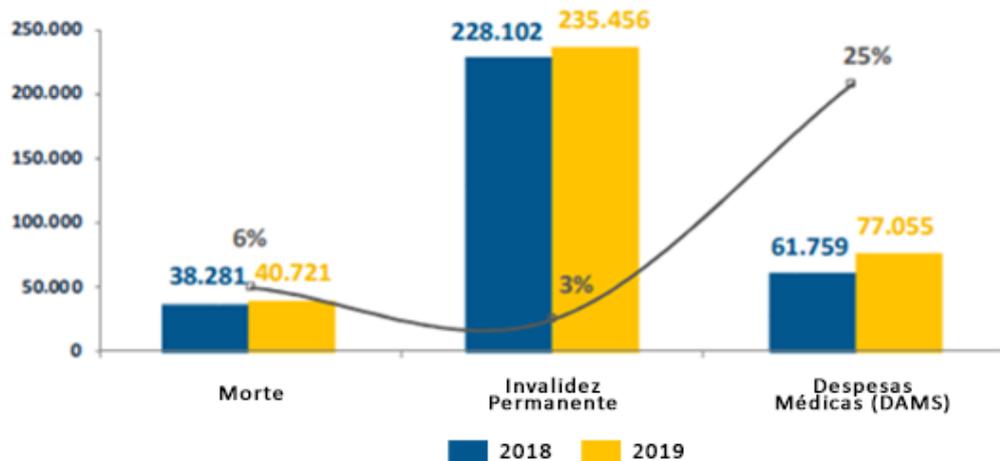
O Brasil está classificado entre os 10 países com maior taxa de mortalidade por acidentes de trânsito. Estatísticas mostram que a cada 15 minutos, uma pessoa morre em um acidente no país. No ano de 2019, de acordo com o Relatório Anual Seguradora Líder-DPVAT (2019), foram pagas 353.232 indenizações, sendo que 40.721 por morte, 235.456 por invalidez permanente e 77.055 por despesas médicas. Esses dados, em relação ao ano de 2018, mostram que houve um crescimento de 8% no total de indenizações, sendo um aumento de 6% referente a mortes, 3% o aumento de pagamentos por invalidez permanente e 25% de despesas médicas. A Tabela 1 e o Gráfico 2 ilustram esses dados.

Tabela 1- Comparativo de Indenizações Pagas 2018-2019

Indenizações Pagas					
Natureza da Indenização	Jan a Dez 2018	%	Jan a Dez 2019	%	Jan a Dez 2019 X 2018
Morte	38.281	12%	40.721	11%	6%
Invalidez Permanente	228.102	69%	235.456	67%	3%
Despesas Médicas (DAMS)	61.759	19%	77.055	22%	25%
TOTAL	328.142	100%	353.232	100%	8%

Fonte: Seguradora Líder – DPVAT (2019).

Gráfico 2 - Evolução das Indenizações Pagas por Natureza



Fonte: Seguradora Líder – DPVAT (2019).

Com base nesses dados, a Seguradora Líder-DPVAT (2019) enfatiza que as indenizações pagas por tipo de veículo, de janeiro a dezembro de 2019, foram em sua maioria destinadas às motocicletas, representando cerca de 77% do total de indenizações, cerca de 273.667. A Tabela 2 mostra os dados referentes às indenizações pagas por tipo de veículo e natureza de janeiro a dezembro de 2019.

Tabela 2 - Indenizações Pagas por Tipo de Veículo e Natureza - Jan a Dez/2019

Indenizações Pagas por Tipo de Veículo e Natureza				
Tipo de Veículo	Morte	Invalidez Permanente	Despesas Médicas	Total Geral
Automóveis	14.018	30.559	13.532	58.109
Ônibus/Micro-ônibus e vans	1.249	3.049	1.776	6.074
Ciclomotores	198	1.237	314	1.749
Motocicletas	20.665	194.264	58.738	273.667
Caminhões	4.591	6.347	2.695	13.633
Total Geral	40.721	235.456	77.055	353.232

Fonte: Seguradora Líder – DPVAT (2019).

Em relação ao ano de 2020, a Seguradora Líder-DPVAT apresenta 310.710 indenizações pagas, sendo 33.530 por morte, 210.042 por invalidez permanente e 67.138 por despesas médicas. Em relação ao ano de 2019, embora os dados apresentem baixa, o percentual proporcional de cada categoria continuou inalterado. Todos esses dados são encontrados na Tabela 3.

Tabela 3 - Comparativo de Indenizações Pagas 2019-2020

Indenizações Pagas					
Natureza da Indenização	Jan a Dez 2020	%	Jan a Dez 2019	%	JAN A DEZ 2020 X 2019
Morte	33.530	11%	40.721	11%	-18%
Invalidez Permanente	210.042	67%	235.456	67%	-11%
Despesa Médicas (DAMS)	67.138	22%	77.055	22%	-13%
TOTAL	310.710	100%	353.232	100%	-12%

Fonte: Seguradora Líder – DPVAT (2020).

Ainda no relatório correspondente ao ano de 2020, a Seguradora Líder-DPVAT declara que o total de indenizações pagas atribuídas às motocicletas foi de 245.551,

correspondente a 79% do total de indenizações (DPVAT, 2020). A Tabela 4 mostra os dados referentes às indenizações pagas por tipo de veículo e natureza de janeiro a dezembro de 2020.

Tabela 4 - Indenizações Pagas por Tipo de Veículo e Natureza - Jan a Dez/2020

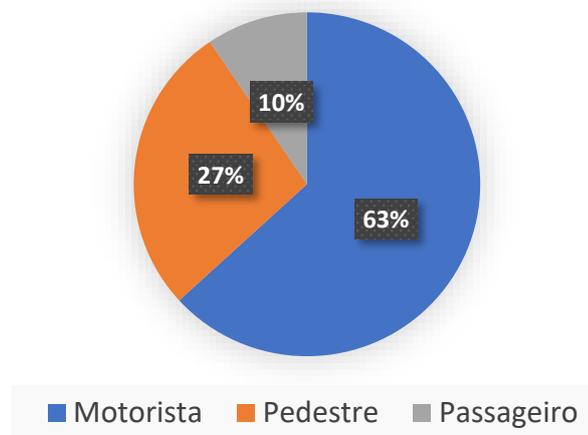
Indenizações Pagas por Tipo de Veículo e Natureza				
Tipo de Veículo	Morte	Invalidez Permanente	Despesas Médicas	Total Geral
Automóveis	11.241	26.670	10.611	47.522
Ônibus/Micro-ônibus e vans	769	2.205	1.152	4.126
Ciclomotores	130	1.063	279	1.472
Motocicletas	17.412	175.371	52.768	245.551
Caminhões	3.978	5.733	2.328	12.039
Total Geral	33.530	210.042	67.138	310.710

Fonte: Seguradora Líder – DPVAT (2020).

Por sua fragilidade, a motocicleta é o meio de transporte mais prejudicado e causador de acidentes. Lesões ocasionadas por acidentes de motos, em sua maioria, são classificadas como graves e correspondem ao aumento significativo de mortes, principalmente de jovens do sexo masculino (MIKI et al.,2014).

Corroborando com esta ideia, a Seguradora Líder-DPVAT (2020) traça o perfil das vítimas de acidentes de trânsito com motocicletas, afirmando, com base em suas estatísticas de 2020, que jovens entre 18 e 34 anos corresponderam a 49% dos acidentes fatais e 53% dos acidentes com sequelas permanentes, sendo que para esta última porcentagem, 91 mil indenizações foram pagas. Dentre esses números, 88% das indenizações foram para vítimas do sexo masculino e 12% para vítimas do sexo feminino. O Gráfico 3 ilustra a porcentagem de indenizações pagas por morte e invalidez por acidentes com motocicletas, classificando por tipo de vítima.

Gráfico 3 - Indenizações Pagas por Morte e Invalidez por Acidentes com Motocicletas por Tipo de Vítima – Jan a Dez/2020



Fonte: Seguradora Líder – DPVAT (2020).

Regionalizando ainda mais os dados, de acordo com o anuário estatístico do estado do Amazonas do ano de 2019, elaborado pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação, os acidentes envolvendo motocicletas nos anos de 2016, 2017, 2018 e 2019, respectivamente são 9.851, 7.262, 10.271 e 9.661 (SEDECTI, 2021). Ainda nesta perspectiva, em se tratando de acidentes fatais envolvendo as motos, o Instituto de Mobilidade Urbana de Manaus (IMMU), em seu relatório, apontou que no ano de 2019, a quantidade de acidentes com vítimas fatais diminuiu 3,45% em relação ao ano anterior (XAVIER, 2019).

Diante deste cenário, vários programas nacionais e internacionais buscam alternativas que possam diminuir, de modo geral, estes índices elevados. Mediante isto, faz-se necessário a busca e o desenvolvimento de alternativas que venham somar esforços para minimizar solucionar este problema.

1.2. PROBLEMA

Conforme foi contextualizado, a mortalidade no trânsito é tratada com bastante seriedade por órgãos de diversas esferas, indo desde programas de educação a criação de novas formas de prevenção.

Na atual conjuntura, colaborando com o aumento da estatística negativa da temática abordada por este trabalho, existem questões políticas, sociais e

econômicas, como por exemplo a qualidade de ruas, estradas e rodovias (SILVA et al, 2018).

Dentre as abordagens para a diminuição das mortalidades ocasionadas por acidente de trânsito, estão os dispositivos de segurança criados pela indústria. Estes são classificados em passivos e ativos. Os dispositivos ativos visam a prevenção de sinistros, bem como também a redução da gravidade deles, caso sejam irremissíveis. Os dispositivos passivos têm o objetivo de salvaguardar a vida dos integrantes do veículo (VASHIST; KUMAR, 2017).

Em sua grande parte, os dispositivos de segurança são mais visíveis entre os veículos de quatro rodas e a sua oferta para o mercado de duas rodas é muito deficiente. Em certos modelos de carros, por exemplo, encontra-se desde computadores de bordo a sensores avançados de prevenção de colisões.

A adesão a esses dispositivos em motocicletas ainda está recente, sendo voltado para motocicletas mais robustas e potentes. Um exemplo disso é o sistema *Emergency Stop Signal* (ESS) que alerta o motorista que vem atrás caso a motocicleta freie bruscamente. O funcionamento é descomplicado, sendo acionadas as luzes de freio piscando-as e quando a central eletrônica da motocicleta detecta a desaceleração as luzes de pisca alerta são ligadas. A montadora BMW foi a primeira a usar este sistema em 2015 e a Honda utiliza em todas as linhas de motocicletas acima de 500 cilindradas (CALDEIRA, 2021).

Conforme a seção de contextualização, as motocicletas são responsáveis por boa parte dos acidentes de trânsito. Validando esta ideia, em seu relatório global sobre segurança rodoviária, a Organização das Nações Unidas afirma que cerca de 28% das mortes correspondem à acidentes com motocicletas (ONU, 2018).

A tecnologia pode ser utilizada como aliada na solução de diversos problemas na sociedade, desde os mais simples até os mais complexos. Contudo, a maioria das soluções tecnológicas tendem a ser caras e complexas, tornando-se, muitas das vezes, inviáveis para boa parte da população, visto pelo aspecto financeiro e pelo aspecto de oferta de dispositivos para motocicletas populares.

Sob esse aspecto, a execução deste projeto visa responder o seguinte questionamento: É possível construir um dispositivo de baixo custo, a ser utilizado em motocicletas, que auxilie a redução de acidentes de trânsito?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo Geral

Desenvolver um protótipo de segurança ativa anticolisão para motociclistas, que ajude na prevenção de acidentes, utilizando o microcontrolador ESP32 e sensores.

1.3.2 Objetivos Específicos

Para que o objetivo geral seja atingido, faz-se necessário o cumprimento dos seguintes objetivos específicos:

- a) Referenciar conceitos sobre desenvolvimento de produtos, *Design Thinking*, *Business Model Canvas*;
- b) Conceituar e definir sensores e *softwares* a serem utilizados no projeto;
- c) Desenvolvimento e definição do sistema de cálculo de funcionamento do protótipo;
- d) Verificar a viabilidade econômica para a construção do protótipo;
- e) Realizar testes e verificação das funcionalidades do protótipo.

1.4. METODOLOGIA

Visando atingir os objetivos específicos e o objetivo geral proposto para o trabalho, descreve-se abaixo a metodologia definida para seu desenvolvimento.

A natureza da pesquisa é aplicada, tendo um cunho prático e sendo utilizada para a resolução de um problema real (MARCONI; LAKATOS, 2013; VERGARA, 2010).

Com relação ao desenvolvimento e validação do produto, serão utilizadas as ferramentas *Design Thinking* e *Business Model Canvas*.

Na fase inicial, serão realizadas pesquisas em base de dados oficiais, reportagens e entrevistas, referente a contextualização e problemática do tema central do trabalho, buscando o entendimento e a mensuração mais precisa do problema identificado, permitindo assim determinar o interesse social da proposta e avaliar as

possibilidades econômicas decorrentes do desenvolvimento do produto, avaliando a oportunidade de introdução de inovação e viabilidade do empreendedorismo baseado no protótipo proposto.

Na sequência, tomando como base conceitos e as ferramentas trazidas do *Design Thinking*, serão executadas as fases definidas para o desenvolvimento e validação do produto, que passam pela verificação da tecnologia disponível e adequada para o protótipo, pela validação do produto junto à comunidade envolvida e pela análise de viabilidade econômica do produto proposto. Para esta última fase será feita uma validação empregando o modelo Canvas, objetivando identificar questões-chaves para o desenvolvimento do produto. Esta etapa auxiliará na identificação de como a proposta de criação de produto irá gerar valor para o mercado.

Na sequência, tendo as especificações bem detalhadas e alinhadas, será feita a construção do protótipo, que é o objetivo geral deste trabalho. Este processo será feito através da montagem do *hardware* projetado, do desenvolvimento do código de *software* que será embarcado no microcontrolador escolhido, que é o ESP32, finalizando com a montagem dos sensores em uma placa de ensaio de circuitos elétricos.

Na última etapa prevista, serão feitos testes no protótipo, consubstanciando o atendimento da proposta final do trabalho.

1.5. DELIMITAÇÃO E LIMITAÇÕES DO ESTUDO

O projeto tem como produto final o software embarcado no microcontrolador e a placa de circuitos elétricos com os sensores montados em *proto-board* e posteriormente soldados em uma placa de fenolite ilhada, tendo como marco limitante, a fase de prototipação.

No levantamento de hipóteses e possíveis funções do produto final, o orientador, por ser motociclista a bastante tempo levantou a necessidade de ser um dispositivo anticollisão, visto a escassez no mercado e experiência vivenciada por amigos e conhecidos que sofreram acidentes traseiros.

Não foram previstas as atividades de projeto do design final do produto, que precisará de um estudo para a adequação aos diversos modelos de motocicletas do mercado e exigirá outras etapas que não compõem o escopo do presente projeto.

O projeto se limita em custos e disponibilidade dos componentes, onde foram utilizados componentes de baixo custo, muito comuns em projetos de *IoT*. Para uma fase posterior do projeto, será feito um estudo com componentes mais adequados, como câmeras, sensores mais potentes, dentre outros. Nesta fase, dependendo dos resultados do estudo e testes, o ESP32, microcontrolador utilizado no desenvolvimento deste projeto, poderá não ser aproveitado, sendo substituído por um mais específico ou um de fabricação própria.

1.6. ESTRUTURA DO PROJETO

O presente trabalho é formado por 4 capítulos. O Capítulo 1 é a Introdução, onde é contextualizado e justificado a temática central do trabalho, bem como a apresentação dos objetivos, a situação problema, metodologia, delimitação do estudo e a estruturação do trabalho. O Capítulo 2 é a Revisão da Literatura, onde serão apresentados temas que correspondem ao desenvolvimento de produto e explanação dos hardwares e softwares a serem utilizados. No Capítulo 3, serão apresentadas as fases de desenvolvimento do produto final, proposto nos objetivos deste trabalho, bem como seus resultados. No Capítulo 4 estarão elencados os resultados obtidos, a conclusão e as considerações inerentes aos trabalhos futuros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo compreende ao objetivo específico relacionado à pesquisa bibliográfica: referenciar conceito sobre projeto de produto, *Design Thinking*, *Business Model Canvas*, *hardwares* e *softwares* utilizados no projeto. Dessa forma, elaborou-se o subsídio teórico necessário para a produção desta pesquisa.

2.1. GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

A ação de desenvolver um produto constitui-se em atividades que buscam especificar um produto, com a finalidade de tornar possível a sua produção, levando em conta questões tecnológicas, competitivas e estratégicas da empresa (ROZENFELD et al., 2006).

Projetos de novos produtos, em sua grande parte, são simples, indo desde novos filmes até novos sabores de iogurte. Independente de complexidade, estes produtos são resultados de processos minuciosos e sistemáticos, visando a solução de, ou satisfação, das necessidades do cliente (CORREA; CORREA, 2017). Empresas gastam cerca de US\$ 100 bilhões todos os anos em projetos de desenvolvimento de novos produtos. Isto justifica-se pelo fato de que um novo produto, com características de obtenção de sucesso no mercado, seja melhor para uma empresa do que qualquer outro objetivo (CRAWFORD; DI BENEDETTO, 2016).

Deste modo, a gestão de desenvolvimento de produto, em uma empresa, encontra-se no centro de todo o organismo da mesma, agindo como parte fundamental de interseção entre todos os departamentos. Sua aplicabilidade garante a taticidade do trabalho para atender prazos e a garantia de resultados positivos a longo prazo (LAWLEY; SCHURE, 2019).

Em uma abordagem genérica apresentada por Jack (2015), existem cinco etapas que são primordiais em projetos de desenvolvimento: Desenvolvimento de uma proposta objetiva e bem especificada com finalidade de atingir o objetivo do projeto; Controle de custos e redução de riscos; Monitoramento contínuo de progresso da proposta em questão; Iniciação, simplificação e encerramento de tarefas; e avaliação.

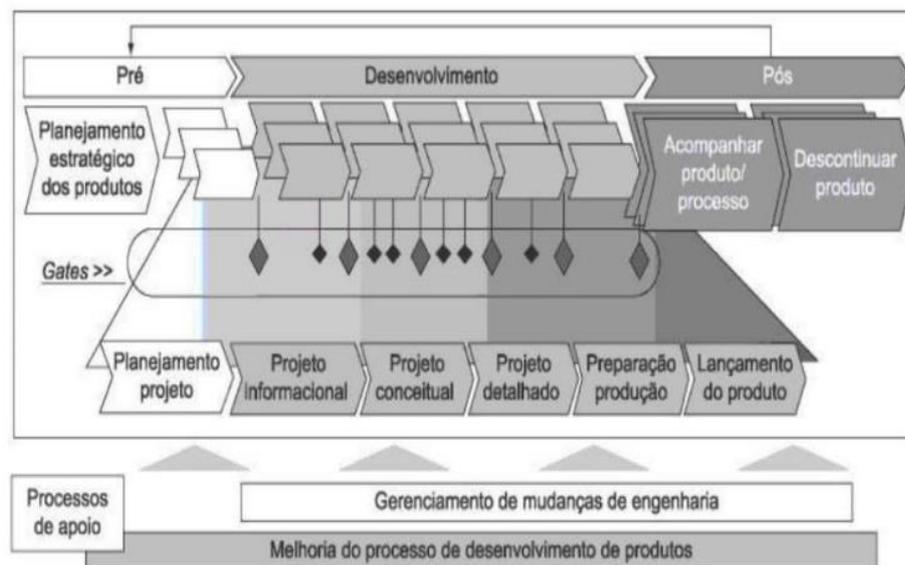
Rozenfeld et al. (2006), apresenta um modelo em que se pode ilustrar elementos como atividades, resultados, responsáveis, recursos disponíveis. É compreendido em três fases principais: pré-desenvolvimento; desenvolvimento; e pós-desenvolvimento.

O pré-desenvolvimento de produto possui uma priorização em objetivos e estratégias de curto, médio e longo prazo da empresa. Corroborando com Jack (2015), esta fase possui exigência em eficiência no uso de recursos e parâmetros simplificados e bem especificados.

A fase de desenvolvimento, tem como ponto de partida a aprovação da minuta do projeto. Cada produto desta etapa é administrado como projeto, levando em conta a performance técnica da equipe de desenvolvimento e o cumprimento dos requisitos do mercado. É formada por subfases que são: projeto informacional, projeto conceitual, projeto detalhado, preparação da produção e lançamento do produto (ROZENFELD et al., 2006).

A última fase é o pós-desenvolvimento. Consiste em verificar se os objetivos e metas que foram definidos no início do processo de desenvolvimento foram atendidos. Isso engloba o lucro gerado e participação no mercado. Caso as expectativas não sejam atendidas, a empresa precisa ter estratégias sólidas de descontinuidade do produto (COSTA; MATIELO; TOLEDO, 2014). A Figura 1 ilustra o modelo proposto por Rozenfeld et al. (2006).

Figura 1 - Processo de Desenvolvimento de Produto



Fonte: Rozenfeld et al. (2006).

2.2. DESIGN THINKING

O *Design Thinking* surgiu no início dos anos 90, na cidade de Palo Alto, na Califórnia, Estados Unidos, e foi difundida principalmente pela IDEO, empresa de inovação e design (ALT, BODIAN, 2018). A sua estruturação se deu no ano de 2001, por meio do livro *The Art of Innovation: Lessons in Creativity from IDEO, America's Leading Design Firm*, que é a materialização do método utilizado pela IDEO que fora difundido entre seus clientes de diversas áreas (JOHANSSON-SKÖLDBERG; WOODILLA; ÇETINKAYA, 2013).

É fundamentado na capacidade de intuição do ser humano, como identificar padrões, utilizar outras formas de expressão além de palavras e símbolos e criar conceitos que tenham valor emocional além do funcional (BROWN, 2018).

A partir dessa visão, algumas pessoas começaram adotar a afirmativa de que o *Design Thinking* seria uma metodologia organizada em uma espécie de passo a passo, como um mapa de procedimentos. Por outro lado, de acordo com Alt e Bodian (2018), o *Design Thinking* vai muito mais além, sendo uma nova maneira de ponderar problemáticas e podendo ser aplicado em empresas, sistemas de atendimento ao público, transporte, ajuda humanitária, sistemas educacionais e dentre outras inúmeras possibilidades.

De acordo com Liedtka e Ogilvie (2019), em uma abordagem simplificada, o processo de design se resume em quatro fases, ilustradas com as perguntas: “O que?”, “E se?”, “O que surpreende?”, “O que funciona?” e em dez ferramentas associadas a essas fases. A Figura 2 mostra o fluxo dessa abordagem.

Figura 2 - Abordagem simplificada do *Design Thinking*



Fonte: Adaptado de Liedtka e Ogilvie (2019).

A primeira ferramenta é a visualização, que de acordo com os autores é de fundamental importância durante todo o processo. Tem objetivo de identificar, organizar, comunicar e tornar as percepções mais intuitivas, menos mecânicas e dependentes de números, por exemplo. De todo modo, esta ferramenta se destaca

por energizar ideias, simplificar a parceria da equipe de trabalho e prover sintonia em cada uma das etapas do trabalho.

a) O que? : esta fase é composta pelas ferramentas mapeamento de jornada, análise da cadeia de valor e mapeamento mental. O primeiro compreende-se em entender o cliente, mapear toda sua jornada, seja esta pessoal ou profissional, com a finalidade de entender sua vida e os problemas que enfrentam. A segunda ferramenta é uma avaliação visando a lucratividade. As ações fundamentais que a análise de cadeia de valores abrange é: a identificação de incentivos; concorrentes; potenciais parceiros; informações corretas sobre recursos disponíveis; e capacidade da empresa. O mapeamento mental alberga a ideia de sistematizar o emaranhado de informações que foram levantadas nessa fase inicial, transformar isso em inspirações de qualidade para a criação de inovação.

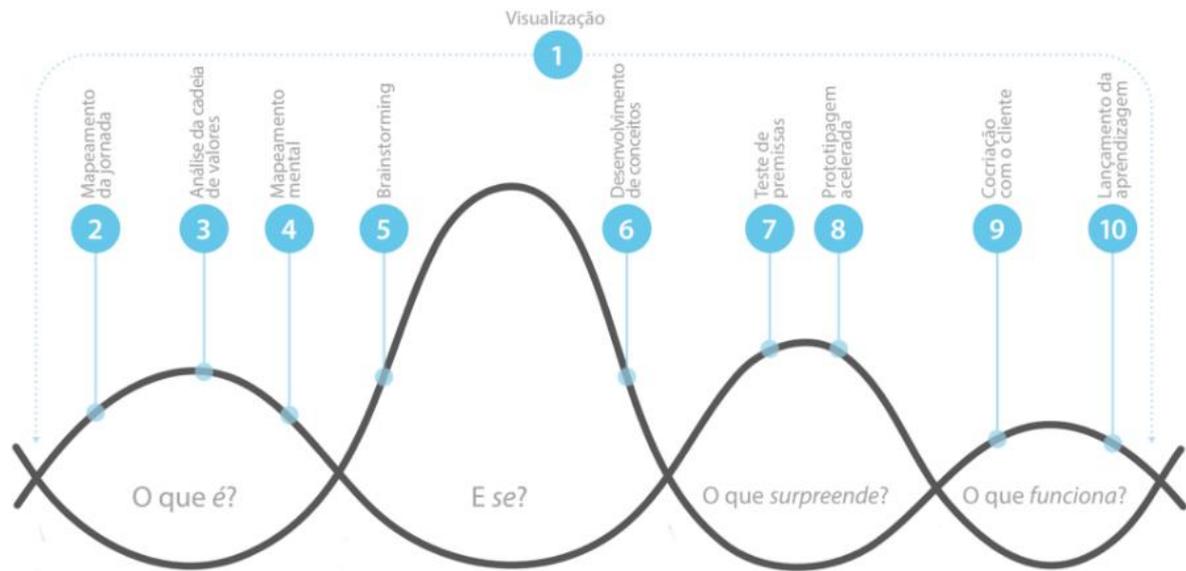
b) E se? : esta etapa é a elaboração de hipóteses de possibilidades, baseadas nas informações adquiridas na etapa anterior. É composta por duas ferramentas: brainstorming e desenvolvimento de conceitos. A primeira ferramenta é aplicada de forma mais ordenada, diferente do modo que é mais comumente utilizada em outros processos. Essa estruturação tem o objetivo de transformar informações em valor. O desenvolvimento de conceitos utiliza os resultados do brainstorming e os ordena de forma coesa com o propósito de formar uma concepção sólida e expressiva.

c) O que surpreende? : nesta fase são realizados os testes de premissas, mais uma ferramenta do processo, onde são respondidas perguntas de como a hipótese X é um bom negócio ou o que preciso para que o conceito Y seja bom. As hipóteses que são de certa forma aprovadas ganham destaque e se tornam potenciais futuros experimentos reais a serem aplicados no mercado. Outra ferramenta desta etapa é a prototipagem acelerada, onde o objetivo principal é criar a parte palpável do conceito. Uma vantagem da prototipagem é que com as experiências vivenciadas pelo mercado, o feedback torna mais fácil a identificação das possíveis melhorias. Ademais, outro ponto positivo de uma prototipagem bem feita é a implementação mais eficaz.

d) O que funciona? : Nesta fase é onde se encontram as ferramentas cocriação com o cliente e lançamento da aprendizagem. A primeira tem a finalidade de diminuir riscos utilizando o cliente no processo de design. O lançamento da aprendizagem é o protótipo melhorado levado a campo, onde seu objetivo principal é encontrar informações que contestam a hipótese que está sendo testada.

A Figura 3 mostra o esquema das quatro fases e suas respectivas ferramentas elencadas por Liedtka e Ogilvie (2019).

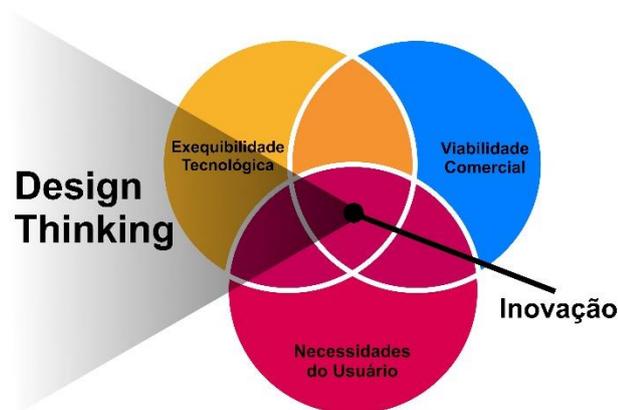
Figura 3 - Esquema das quatro fases do *Design Thinking* e suas respectivas ferramentas



Fonte: Liedtka e Ogilvie (2019).

Por fim, Elmansy (2017) adiciona um importante aspecto, mencionando que o *Design Thinking* tem o objetivo de atingir três pontos: as necessidades do usuário, a viabilidade comercial e a exequibilidade tecnológica. Quando essas três áreas se convergem, é possível obter a consecução da inovação. A Figura 4 exemplifica esta ideia.

Figura 4 - Objetivos do *Design Thinking*



Fonte: Adaptado de Elmansy (2017).

2.3. BUSINESS MODEL CANVAS (BMC)

Business Model Canvas é um dos instrumentos de maior eficiência na estruturação de planejamento estratégico (SILVA LGC et al, 2019).

Este modelo surgiu em 2004, através do trabalho de Alexander Osterwalder em sua dissertação de doutorado sobre inovação do modelo de negócios (SPARVIERO, 2019). Em 2010, junto com Yves Pigneur, Alexander Osterwalder publicou a versão atual do Canvas intitulado de *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and challengers* (GIOURKA et al, 2019).

O BMC, tem por objetivo a praticidade, aplicabilidade e simplicidade no que tange os modelos de negócios (BASKARA, 2019). De acordo com Osterwalder e Pigneur (2010), o Business Model Canvas é composto em nove partes:

a) Segmentos de mercado (*Customer Segments*): é a parcela mais significativa de um modelo de negócios, tanto que nenhuma empresa se mantém sem clientes. Para os autores, um modelo de negócios pode identificar diversas seções de clientes de todos os tamanhos. Levando em conta essa afirmativa, a seleção de qual segmento atender e qual segmento de clientes não atender deve ser feito de forma racional nesta etapa.

b) Propostas de valor (*Value Propositions*): Busca identificar quais os valores estão sendo conduzidos a um segmento de clientes. Está etapa é de fundamental importância, porque dependendo do valor oferecido ao cliente, o mesmo pode garantir a permanência na empresa ou procurar propostas dos concorrentes. A pergunta a ser respondida nesta fase é: Que benefícios a empresa pode oferecer para agregar aos clientes? A resposta para tal pode ser uma inovação, uma oferta nova de mercado ou até mesmo uma já existente, com alguns diferenciais.

c) Canais (*Channels*): Retrata como uma empresa tende a auferir clientes para oferecer proposituras de valor. Nesse contexto pode-se identificar relevantes *channels*, como de comunicação, pontos de distribuição e vendas. Como incumbência desses canais, tem-se a avaliação de propostas de valor por parte dos clientes, possibilidade de compra de produtos, entrega de solicitações e suporte pós-compra.

d) Relações com o cliente (*Customer Relationships*): Esta etapa compreende como de fato a empresa se relaciona com o cliente, seja pessoalmente ou de forma automatizada. As principais motivações desta etapa são a captação de clientes, retenção dos mesmos e conseqüentemente o aumento das vendas.

e) Fontes de renda (*Revenue Streams*): Esta etapa tem a função de responder qual o valor que os clientes realmente se disponibilizarão pagar, o porquê eles pagam, como estão pagando, como optam pagar e qual a contribuição de cada fonte de renda na receita geral da empresa. Tendo em vista isso, em uma análise comparativa, onde os clientes são o coração do modelo de negócios, fontes de renda são como se fossem as artérias. Estas rendas podem ainda, de acordo com os autores, serem de dois tipos distintos, sendo o primeiro as receitas de pagamento único e, a segunda, receitas de pagamento contínuo a serviços oferecidos.

f) Recursos-chave (*Key Resources*): São os artifícios principais indispensáveis para executar o modelo de negócio. Isso garante à empresa ofertar propostas de valor, se relacionar com os clientes, alcançar mercados e captar mais recursos. Esses recursos podem assumir forma de recursos humanos, financeiros, físicos e intelectuais.

g) Atividades-chave (*Key Activities*): Levantando a mesma ideia do item anterior, as atividades-chave são as principais atividades que fazem o modelo de negócio de uma empresa dar certo. Podem se diferenciar de acordo com o tipo de modelo de negócios.

h) Parceiros-chave (*Key Partnerships*): Como o próprio nome já diz, este item descreve os principais parceiros, ou rede de fornecedores, que fazem o modelo de negócios estar em funcionamento. O objetivo central da parceria entre as empresas é a redução de riscos e aquisição de recursos. Existem basicamente, de acordo com os autores, quatro tipos de parcerias: estratégicas entre empresas que não são concorrentes uma da outra, entre concorrentes, parcerias conjunta com a finalidade de criar novos negócios e parcerias do tipo comprador-fornecedor, objetivando recursos fidedignos.

i) Estrutura de custo (*Cost Structure*): Elenca os principais custos referentes ao funcionamento do modelo de negócio. Algumas etapas acima mencionadas como relacionamento com o cliente, geração de receita, dentre outros, tem um custo para a empresa.

A Figura 5 demonstra a estrutura do modelo Canvas criado por Alexander Osterwalder.

Figura 5 - Estrutura do Modelo Canvas

PARCEIROS-CHAVE	ATIVIDADES-CHAVE	PROPOSTA DE VALOR	RELAÇÃO COM O CLIENTE	SEGMENTO DE MERCADO
	RECURSOS-CHAVE		CANAIS	
ESTRUTURA DE CUSTOS			FONTES DE RENDA	

Fonte: Osterwalder e Pigneur (2010).

2.4. SISTEMAS EMBARCADOS

Sistemas embarcados são *softwares* que possuem funções próprias e, após serem codificados, em sua maioria, não podem ser modificados. Um exemplo a ser citado é o *software* responsável pelo controle de um micro-ondas (ALMEIDA; MORAES; SERAPHIM, 2016).

Validando este conceito, Denardin e Barriquello (2019) afirmam que, por serem encapsulado e terem um propósito específico para com o dispositivo controlado, os sistemas embarcados otimizam o projeto em relação ao tamanho físico, custos referentes à produção e ao melhor uso de recursos computacionais.

2.5. HARDWARE E LINGUAGEM UTILIZADA NO PROJETO

Nesta seção serão descritos os *hardwares* e a linguagem que serão utilizados no desenvolvimento do projeto, como a apresentação do microcontrolador ESP32, Display TFT LCD ST7735, sensor HC-SR04 e linguagem de programação C.

2.5.1. Microcontrolador ESP32

Microcontrolador é uma agregação de microprocessadores, em uma única placa de circuito integrado, com quantidade memória limitada e interfaces de entrada e saída (SILVA; TARGA; CEZAR, 2019).

Os microcontroladores utilizam os sistemas embarcados para interagir com o mundo real. Esta realidade possui sinais analógicos que precisam ser convertidos para sinais digitais, passando por alguns processos (SNYDER; MAR, 2019).

O ESP32 é um microcontrolador da empresa Espressif. É utilizado na integração de componentes como antenas, sensores, *leds*, osciladores e em projetos de Internet das Coisas (IoT). Dentre as linguagens aceitáveis em sua programação, estão a linguagem C/C++, Python, Java e Lua. É do tipo SoC (System on Chip), possuindo itens como Wi-Fi, *Bluetooth*, um processador *dual core* e memória integrada. (ESPRESSIF, 2019; BABIUCH; FOLTÝNEK; SMUTNÝ, 2019).

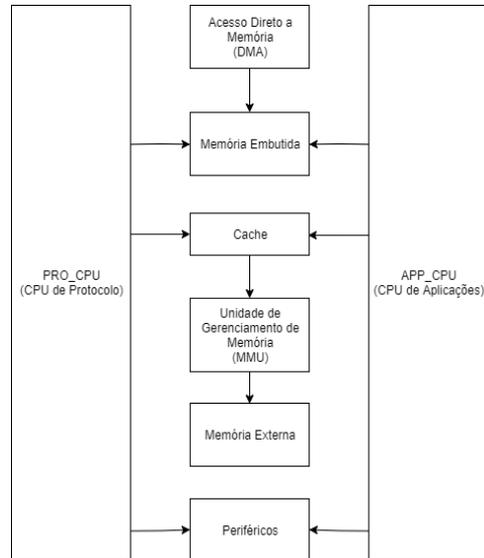
Seu processador tem duas CPUs *Harvard Architecture Xtensa LX6*. As memórias ficam localizadas no barramento de dados ou no próprio barramento das CPUs (ESPRESSIF, 2019).

As duas CPUs do ESP32 são nomeadas de PRO_CPU e APP_CPU. A primeira é destinada aos protocolos e a segunda destinada às aplicações. De acordo com a Espressif, ambas são permutáveis e não exclusivas em suas áreas (ESPRESSIF, 2019).

A memória interna do ESP32 é subdividida, possui cerca de 448 KB de memória do tipo ROM que serve para funções de inicialização e algumas outras funções básicas, 520 KB de memória SRAM para o barramento de dados e de instruções, 16 KB de SRAM para o RTC, 1 Kbit para o sistema de endereçamento de MAC, configurações e criptografia do *chip*, além de possuir uma memória flash (ESPRESSIF, 2019).

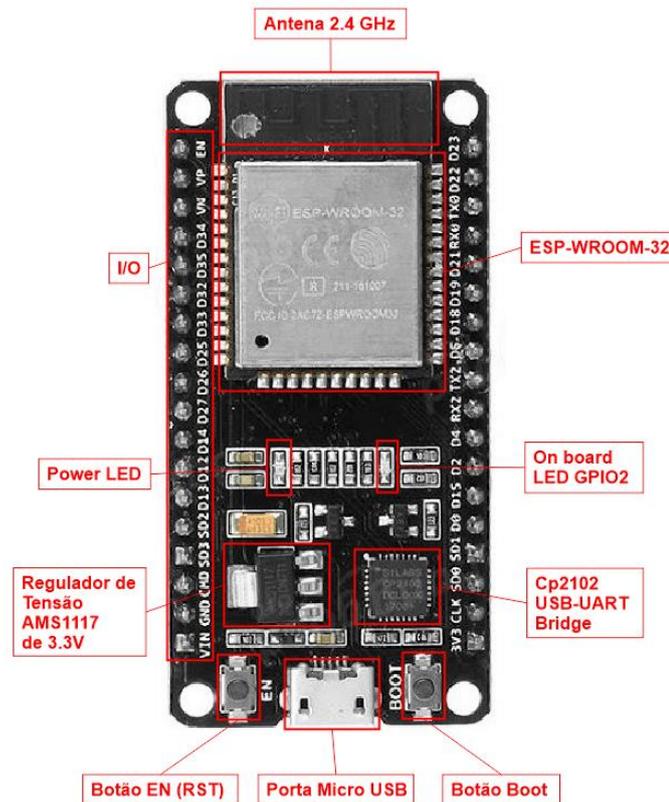
Abaixo, na Figura 6, é possível identificar a estrutura do sistema e na Figura 7 o ESP32 com seus componentes principais identificados.

Figura 6 - Estrutura do sistema do ESP32



Fonte: Adaptado de ESPRESSIF (2019).

Figura 7 - Microcontrolador ESP32



Fonte: Adaptado de ESPRESSIF (2019).

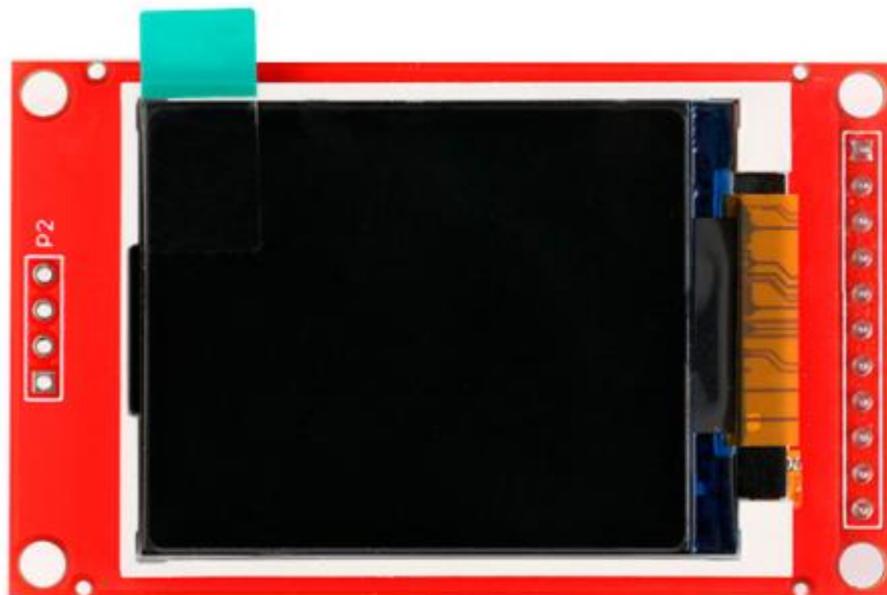
2.5.2. Display TFT LCD com chip ST7735

O *display* tem um chip controlador ST7735 apropriado para telas TFT LCD de 262 mil cores. Os dados vindos do controlador são armazenados na sua memória RAM de 132 x 162 x 18 *bits*, sendo possível a realização de leituras e escritas internas, sem a operação de *clock*, minimizando o consumo de energia. Este tipo de *display* conta com circuitos integrados de alimentação que faz com que ele necessite de menos componentes para seu funcionamento em si (SITRONIX,2010).

O protocolo utilizado pelo *display* TFT LCD ST7735 é o SPI (*Serial Peripheral Interface*). É um protocolo que foi nomeado pela Motorola e tem seu modo de operação *full-duplex*, ou seja, os dados podem ser transmitidos ou enviados ao mesmo tempo. O modo de comunicação é *master/slave*, onde o master envia os dados para os *slaves* conectados. Neste tipo de protocolo são permitidos vários *slaves*, sendo selecionados através da linha CS (*Chip Select*) (KULKARNI; SAKTHIVEL, 2020).

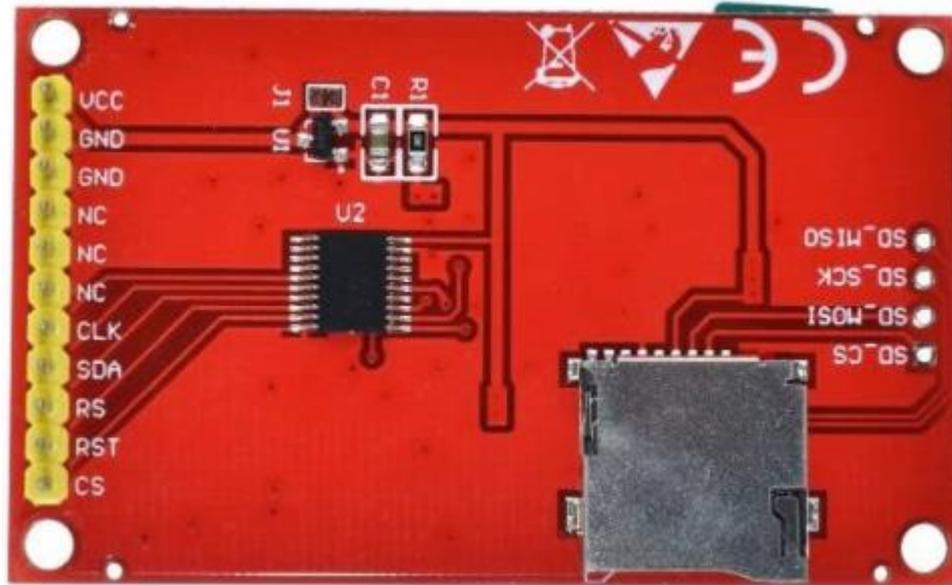
De acordo com seu fabricante, SITRONIX (2010), este *hardware* funciona com uma tensão de entrada de 3V a 5V e opera entre -30°C e 85°C. A Figura 8 ilustra o *display* em si.

Figura 8 – *Display* TFT LCD ST7735 (Frente)



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Figura 9 – Display TFT LCD ST7735 (Verso)



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

2.5.3. Sensor Ultrassônico HC-SR04

O sensor HC-SR04 tem a funcionalidade de medição sem contato em um range que vai de 2 cm a 4m, com uma precisão que pode chegar de até 3mm. Este periférico, além de sensores, conta com receptores e um circuito de controle (ELECTFREAKS, 2020).

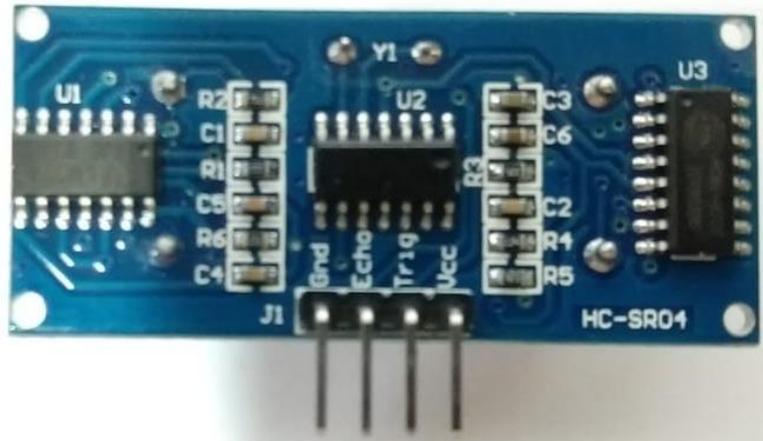
Adicionando outras informações técnicas, o HC-SR04 tem uma tensão de alimentação de 5V, com uma corrente de operação de 15mA e frequência de operação é de 40kHz (ELECTFREAKS, 2020). As Figuras 10 e 11 ilustram o próprio sensor HC-SR04.

Figura 10 - Sensor HC-SR04 (frente)



Fonte: Foto tirada pelo Autor (2021).

Figura 11 - Sensor HC-SR04 (verso)



Fonte: Foto tirada pelo Autor (2021).

2.5.4. Alarme Buzzer

O alarme *buzzer* é um componente eletrônico que, por meio de sinais elétricos, oriundos de uma bobina e uma membrana, produz vibrações sonoras. Seu funcionamento se dá pelo movimento das bobinas para frente e para trás, fazendo com que o ar se movimente e produza sons. Funciona com corrente contínua (DC) e em uma tensão de alimentação de 3V (MANURUNG, 2021). A Figura 12 ilustra um alarme *buzzer*.

Figura 12 - Alarme Buzzer

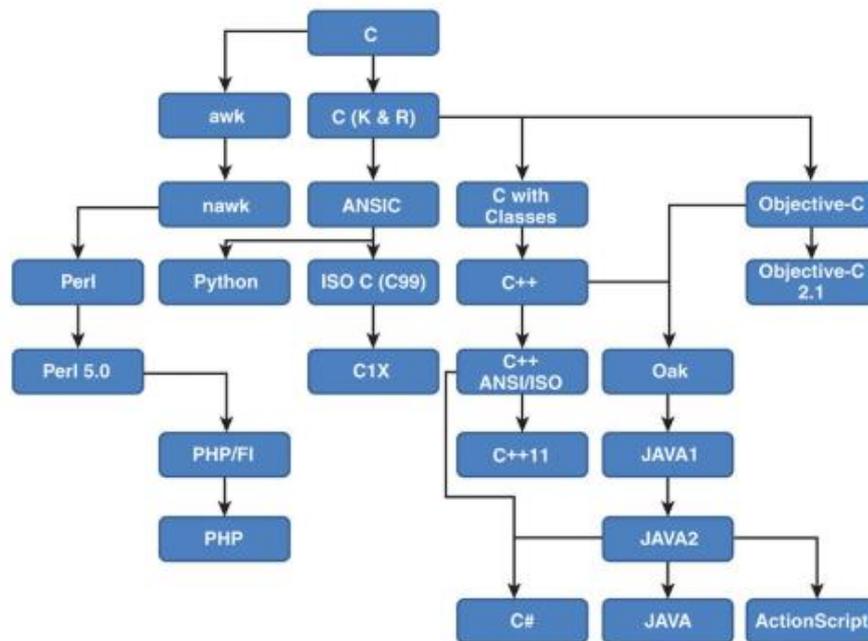


Fonte: Foto tirada pelo Autor (2021)

2.5.5. Linguagem C

C é uma linguagem de alto nível, sendo uma das mais utilizadas no mundo. Influenciou de forma direta ou indireta o surgimento de outras linguagens de programação como PHP, C++, Java, C#, Perl, dentre outras (BACKES, 2019). A Figura 13 mostra a influência da linguagem C na criação das outras.

Figura 13 - Influência da Linguagem C

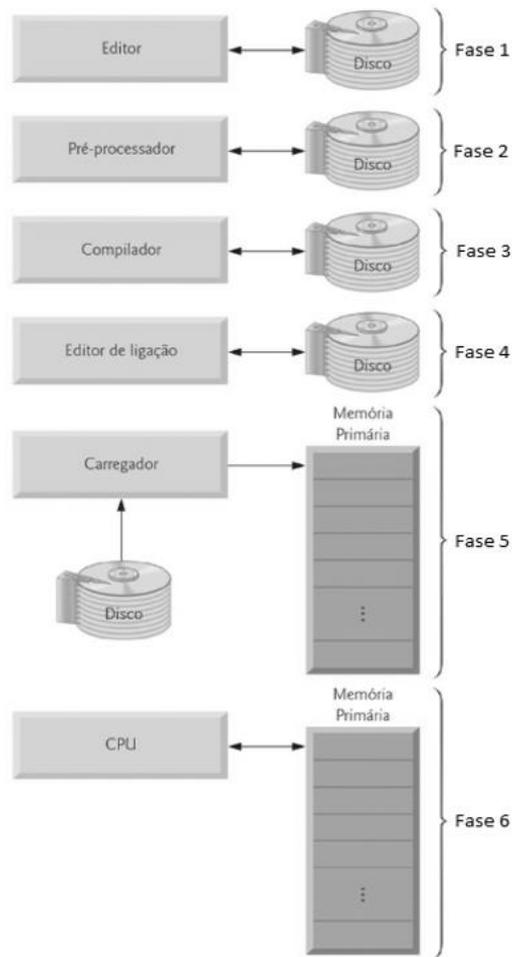


Fonte: Backes (2019).

Deitel (2011) fala que o processo de desenvolvimento de programas na linguagem C possui seis fases.

A primeira fase é a edição do código, onde o desenvolvedor escreve os comandos e armazena em disco no computador. Na segunda fase, o arquivo com a codificação é lido pelo pré-processador, realizando um pré-processamento e salvando em disco novamente. Na terceira fase, o compilador cria um código objeto a partir do produto da segunda fase. Na quarta fase entra em ação o editor de ligação, tendo como principal função realizar um link do código objeto, gerado na terceira fase, às bibliotecas da linguagem C, criando um arquivo executável e salvando em disco. A quinta fase é caracterizada pelo carregamento do programa em memória. Por fim, na sexta fase, a CPU realiza cada procedimento do programa, podendo, ou não, armazenar novos dados. A Figura 14 representa este fluxo de etapas (DEITEL, 2011).

Figura 14 - Fluxo do Desenvolvimento de Programa em C

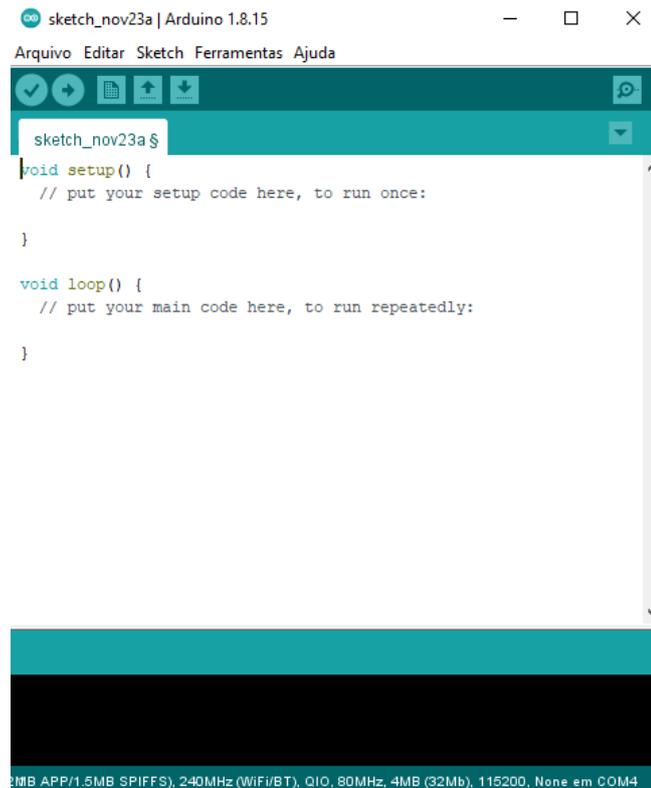


Fonte: Deitel (2011).

2.5.6. Arduino IDE

O Arduino IDE é um *software* multiplataforma que é utilizado para embarcar programas em microcontroladores. Originalmente foi desenvolvido para as placas Arduino, mas atualmente é compatível com outras placas, graças a popularidade do mesmo. A distribuição e a licença do Arduino IDE é gratuita e livre, respectivamente, sendo possível realizar modificações que em seu código fonte que pode ser encontrado no GitHub, pelo endereço <https://github.com/arduino/Arduino> (PEÑA, 2020). Abaixo a Figura 15 mostra a interface inicial do *software*.

Figura 15 - Arduino IDE



Fonte: Print tirado pelo Autor (2021).

2.5.7. Linguagem PHP

O PHP é uma linguagem de desenvolvimento de sistemas web que visa o pré-processamento de páginas HTML, sendo possível alterar o conteúdo delas antes de enviar ao browser. Outra possibilidade do PHP é a aquisição de dados oriundos de formulários, através de requisições HTTP (BENTO, 2021).

Esta linguagem pode ser instalada tanto em ambientes de desenvolvimento Windows, Linux e MacOS. Após a instalação, o computador funciona como um servidor, atribuindo uma pasta específica para receber as páginas com códigos PHP, que por sua vez podem ser acessadas do *browser*. Se a página for acessada no mesmo computador onde o servidor PHP está sendo executado, o endereço a ser acessado será `http://localhost/nome_sistema/pagina.php`. Caso contrário, se for acessado por um outro computador, o modo de acesso será via IP ou domínio do servidor remoto `http://IP_ou_dominio/nome_sistema/pagina.php` (NIEDERAUER, 2017).

2.5.8. Banco de Dados MySQL

O MySQL é um dos bancos de dados mais populares que existem na atualidade. O seu nome é a mistura do nome da filha do co-criador Michael Widemius (*My*) e SQL, sigla que representa a Linguagem de Consulta Estruturada (*Structured Query Language*) (VANIÉR; SHAH; MALEPATI, 2019).

Os pontos fortes do MySQL é a confiabilidade, alta performance e consistência de dados, além da possibilidade de instalação em ambientes de desenvolvimento Windows, Linux e MacOS. A maioria das linguagens de programação possuem métodos de acesso e bibliotecas capazes de acessar o MySQL, como o PHP, Java, C, Ruby, Python, dentre outros (ARIAS, 2017).

No MySQL os dados são armazenados em tabelas, contendo colunas responsáveis pela segmentação dos atributos. Cada linha de uma tabela representa um novo registro, que pode ser referenciado em outras tabelas através de *constraints*. Esta ideia é bem parecida com o software Excel (BENTO, 2021).

3. DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE SEGURANÇA ATIVA ANTICOLISÃO PARA MOTOCICLETAS

Neste capítulo são apresentadas as fases de desenvolvimento do protótipo, produto do objetivo geral deste projeto, bem como sua ideação e explicação de funcionamento.

3.1. UTILIZANDO O *DESIGN THINKING* PARA A IDEAÇÃO DO PRODUTO

Nas fases do projeto, o *Design Thinking* foi utilizado para desenvolver o protótipo de segurança ativa. Conforme mencionado no Capítulo 2, o *Design Thinking* possui ferramentas que auxiliam todo este processo, baseado na intercessão da exequibilidade tecnológica, viabilidade comercial e necessidades do usuário.

Partindo do que foi exposto acima surgiu a necessidade da adaptação da ordem de uso das ferramentas de *Design Thinking*. Isto ocorreu graças ao uso da primeira ferramenta de *Design Thinking*, a visualização do todo, onde sua aplicabilidade é fundamental na organização e simplificação das ideias, no melhor fluxo de trabalho da equipe visando prover sintonia em cada uma das etapas do desenvolvimento. Abaixo a Figura 16 ilustra a adaptação realizada.

Figura 16 - Adaptação do uso das ferramentas do *Design Thinking*



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021)

3.1.1. Mapeamento da Jornada: Entendendo a problemática dos futuros utilizadores do produto

Foi contextualizado, no Capítulo 1, que os acidentes envolvendo motocicletas são uma das maiores causas de morte no trânsito. Vendo por este lado e analisando a quantidade de motociclistas na cidade de Manaus, houve uma motivação inicial de unir a tecnologia e o resguardo de vidas em um potencial dispositivo de segurança para motocicletas.

Para que isso fosse possível, houve a necessidade de levantar informações sobre motocicletas, motoristas desta categoria, necessidades de uma forma geral, para verificar a possibilidade e viabilidade do desenvolvimento do produto. Em um primeiro momento, foi sondado a experiência de alguns amigos motociclistas. Com as opiniões isoladas e não suficientes para um entendimento real das necessidades e compreensão do comportamento dessa ala de motoristas, foi aplicado um questionário, presente no Apêndice A, para melhor interpretação do todo.

Inicialmente, por se tratar de uma categoria mais organizada, o questionário foi aplicado em um moto clube da cidade de Manaus, visto que sua composição é formada de motociclistas experientes, o que permite extrapolar os resultados para outros grupos de motociclistas. Vale ressaltar que o questionário também foi aplicado para a ala de motoristas que utilizam a motocicleta como meio de trabalho, mas a frequência de respostas não foi igualitária, comparando com as respostas enviadas pelos componentes do moto clube.

Para chegar no nível de amostragem ideal da população a ser entrevistada, adotou-se a população finita dos integrantes do moto clube, cerca de 4000 membros. Adotou-se o nível de confiança de 95% com um erro amostral de 5%, usando a seguinte fórmula:

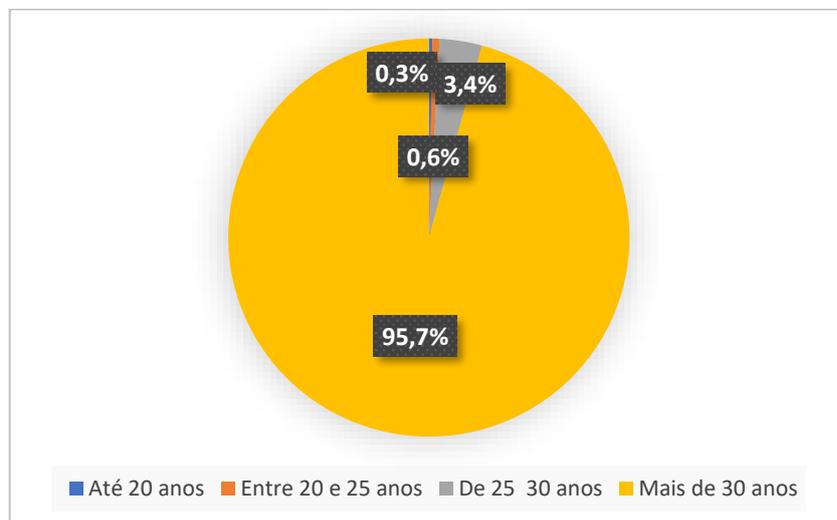
$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{d^2 \cdot (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q} \quad (1)$$

Explicando a fórmula, n é o número da amostra que se deseja encontrar, Z é a abscissa da normal padrão, N é o tamanho da população, $p \cdot q$ é a variância populacional e d é o erro amostral. Substituindo os valores na fórmula, obteve-se o resultado ideal da amostra:

$$n = \frac{1,96^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 4000}{0,05^2 \cdot (4000 - 1) + 1,96^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5} = \frac{3841,6}{10,9579} = 350,578 \quad (2)$$

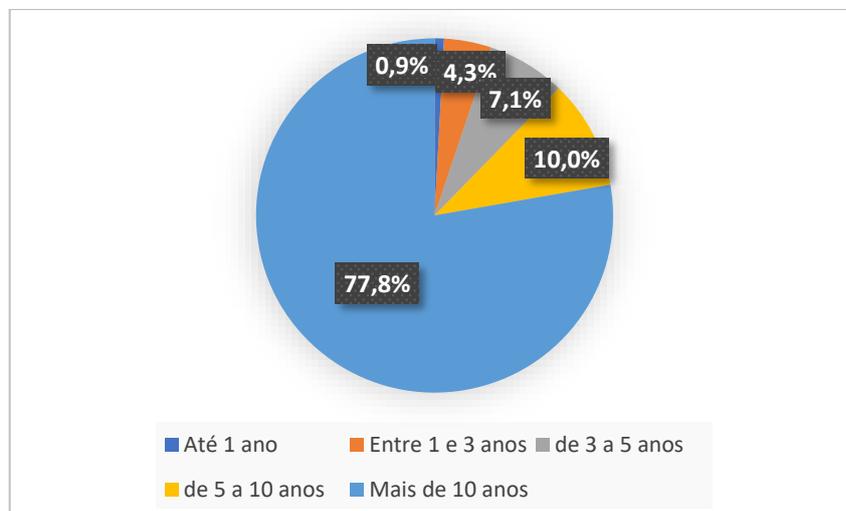
Tendo o valor da amostra populacional ideal, arredondando para cima, foram entrevistadas 351 pessoas. Como resultados das perguntas realizadas no questionário, sabe-se que 95,7% dos entrevistados possuem idade maior que 30 anos e que 77,8% dos entrevistados têm mais de 10 anos de experiência na condução de motocicletas, conforme mostram os Gráficos 4 e 5.

Gráfico 4 - Idade dos Motociclistas



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021)

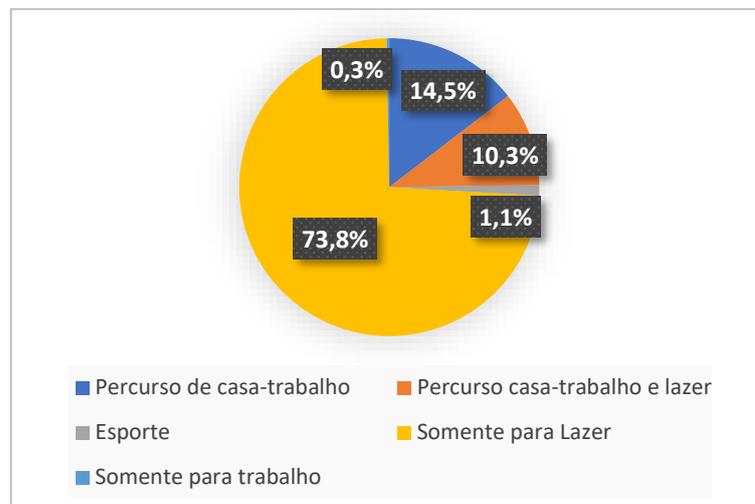
Gráfico 5 - Anos de experiência na condução de motocicletas



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021)

Quanto a finalidade do uso das motocicletas, 73,8% dos entrevistados utilizam as motocicletas apenas para lazer, seguido de 14,5% dos que utilizam somente no percurso de casa para o trabalho e do trabalho para casa. Isto pode ser justificado em decorrência da pandemia de corona vírus, que em todo o país provocou efeitos econômicos negativos. O Gráfico 6 evidencia estes dados.

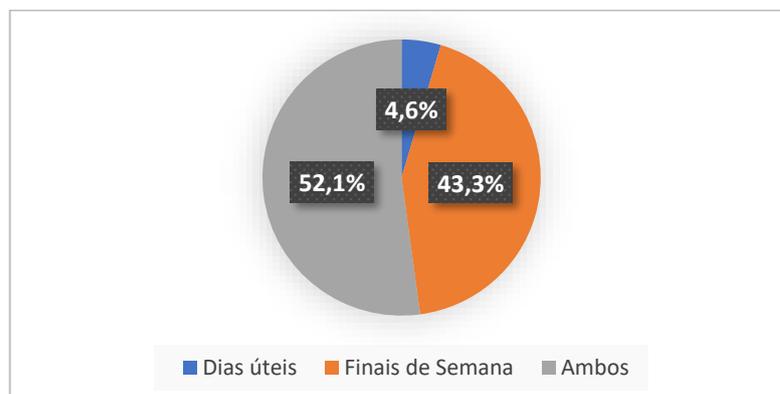
Gráfico 6 - Finalidade do uso das motocicletas



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021)

Os dias de utilização da motocicleta também foram questionados. 52,1% dos entrevistados responderam que utilizam as motocicletas em dias úteis e finais de semana, seguido por 43,3% dos quais utilizam apenas em fins de semana e 4,6% pelos que utilizam somente em dias úteis. O Gráfico 7 elenca este cenário.

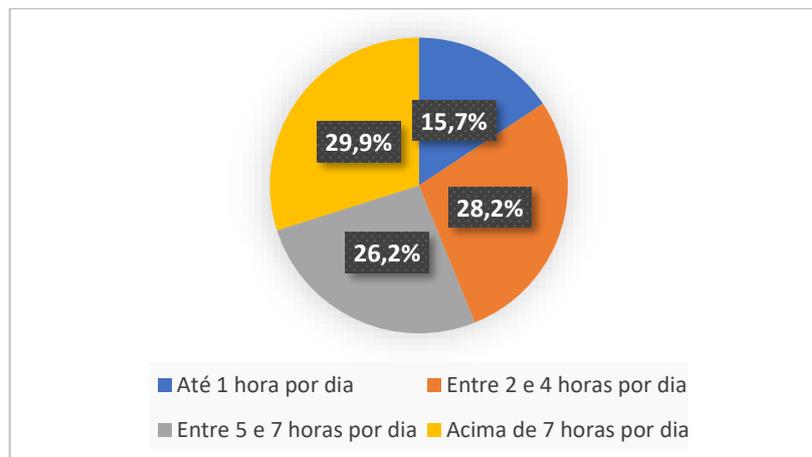
Gráfico 7 - Dias de utilização da motocicleta



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021)

O quantitativo de horas de uso de motocicletas foi bem dividido, sendo que 29,9% dos entrevistados utilizam suas motos por mais de sete horas por dia, seguidos por 28,2% que utilizam entre duas e quatro horas por dia. Por sua vez, 26,2% utilizam entre cinco e sete horas por dia e finalizando, 15,7% das pessoas responderam que utilizam no máximo até uma hora por dia. A interpretação destes dados como motivação para a construção do dispositivo de segurança é de fundamental importância, visto que tanto os que dirigem as motocicletas por muitas horas quanto os que dirigem por um curto período de tempo estão sujeitos a acidentes. Respectivamente, estes acidentes podem ser ocasionados por deficiência da velocidade dos reflexos por conta do cansaço e por direção sem os itens de segurança básicos, como capacete e calçados adequados. O Gráfico 8 informa a divisão destes dados.

Gráfico 8 - Horas de utilização das motocicletas por dia



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021)

Quando perguntados se a motocicleta é o único meio de transporte, 88% dos entrevistados responderam que não, pois possuem ou utilizam outro meio de locomoção, enquanto 12% responderam que sim, que só possuem a motocicleta para se locomoverem. Em concordância disto, o Gráfico 9 apresenta estes dados.

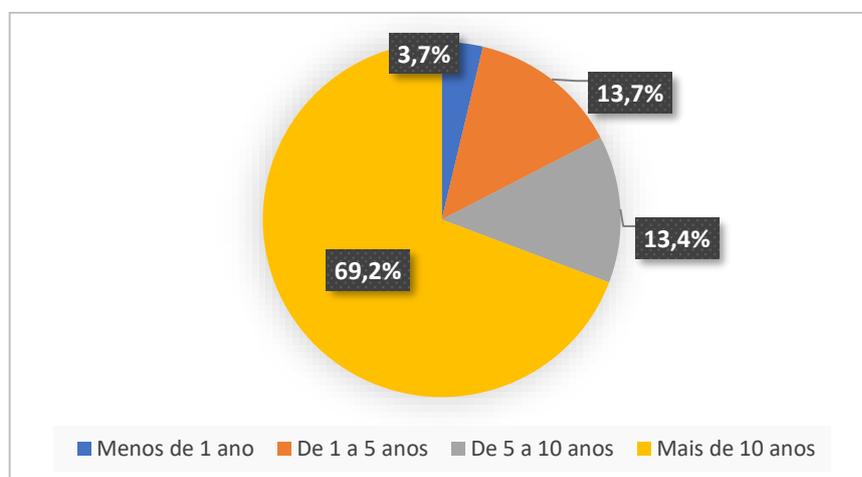
Gráfico 9 - Pergunta se a motocicleta é o único meio de transporte



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021)

Perguntados sobre o tempo de utilização da motocicleta como meio de transporte, 69,2% dos entrevistados afirmaram que utilizam motocicletas por mais de dez anos, enquanto 13,7% responderam que a utilizam de um a cinco anos. 13,4% informaram que já usam motocicletas de cinco a dez anos, enquanto apenas 3,7% dizem que dirigem a menos de um ano. O Gráfico 10 exibe estes dados.

Gráfico 10 - Tempo de utilização da motocicleta como meio de transporte

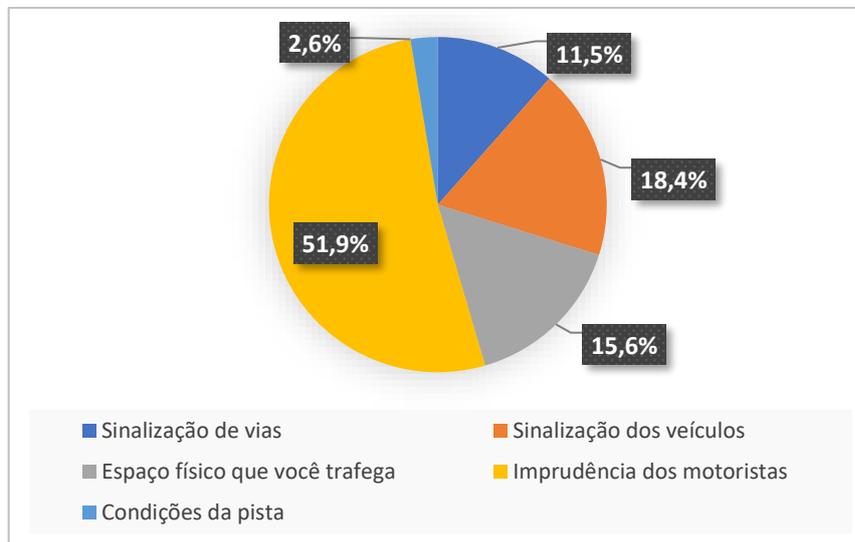


Fonte: Elaborado pelo Autor (2021)

No formulário de pesquisa, foram listadas algumas das principais dificuldades enfrentadas no trânsito durante o dia e durante a noite. Durante o dia, sendo os números principais, 51,9% dos entrevistados afirmaram que a imprudência dos motoristas é a maior das dificuldades, seguido pela sinalização dos veículos, com 18,4% e pelo espaço físico de tráfego, com 15,6%. Durante a noite, a imprudência dos motoristas ainda continua no topo, com 66,4%, seguido da sinalização das vias com

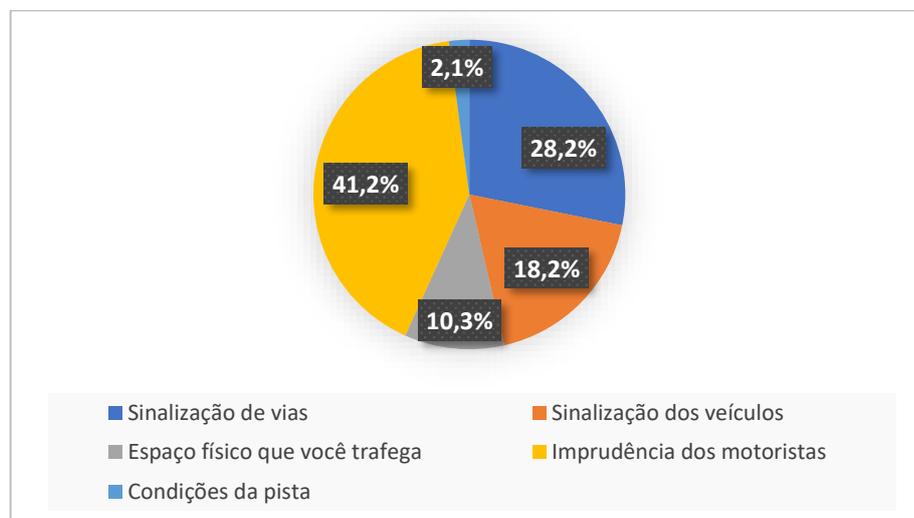
43,9% e pela sinalização dos veículos, com 29,6%. O Gráfico 11 e o Gráfico 12 apresentam as estatísticas:

Gráfico 11 - Principais dificuldades enfrentadas no trânsito durante o dia



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021)

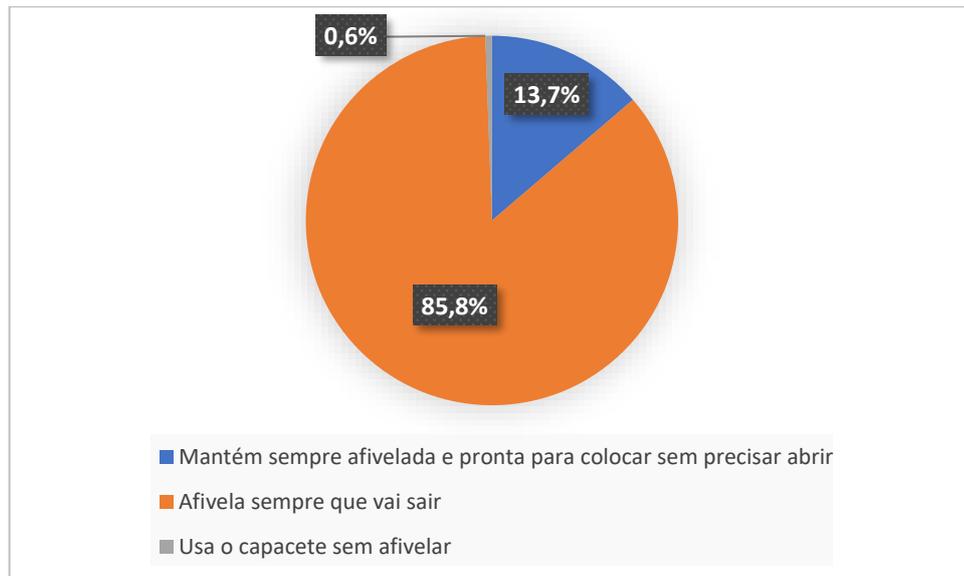
Gráfico 12 - Principais dificuldades enfrentadas no trânsito durante a noite



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021)

Sobre o uso do capacete, todos os entrevistados responderam que utilizam o equipamento de segurança. Sobre a cinta jugular do capacete, 85,8% afirmaram que afivelam sempre que vão sair com a motocicleta, 13,7% disseram que mantêm esta cinta sempre afivelada e pronta para colocar sem precisar abrir a fivela, e apenas 0,6% responderam que usam o capacete sem afivelar a cinta jugular. O Gráfico 13 mostra estas porcentagens.

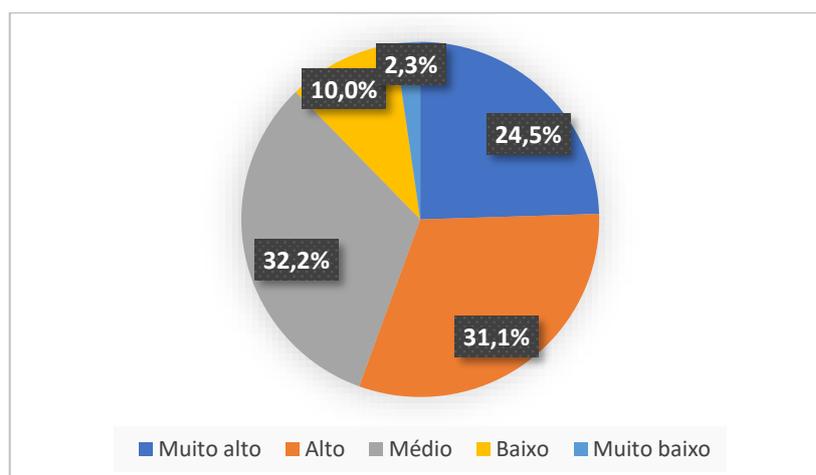
Gráfico 13 - Afivelamento de cinta jugular do capacete



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021)

Sobre o risco de se acidentarse dirigindo motocicletas em suas respectivas cidades, 32,2% dos entrevistados responderam que este risco é mediano, seguido de 31,1% que afirmaram ser alto. Os que disseram que este risco tende a ser muito alto são 24,5% no quantitativo total. Os que alegaram que o risco é baixo e muito baixo são 10% e 2,3% respectivamente. O Gráfico 14 elenca estes dados.

Gráfico 14 - Risco de se acidentarse de moto

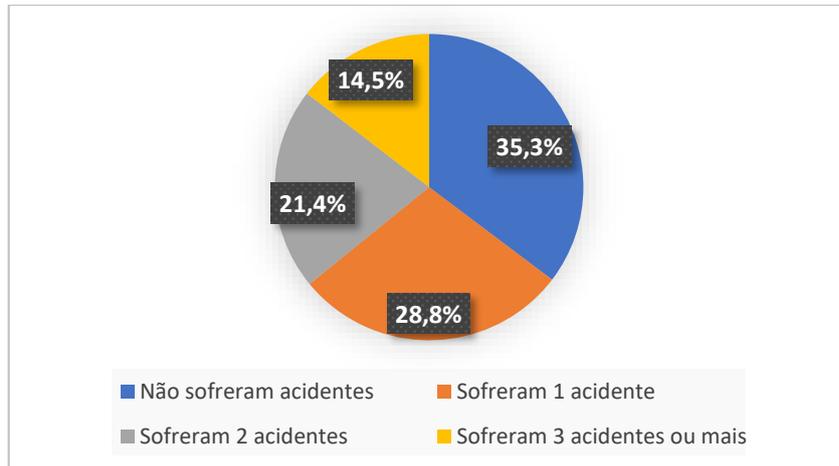


Fonte: Elaborado pelo Autor (2021)

O quantitativo de acidentes sofrido pelos motoristas também foi questionado. 35,3% dos entrevistados responderam que não sofreram acidentes ainda, 28,8%

afirmaram que sofreram pelo menos um acidente. Sucedendo isto, 21,4% assumiram que sofreram 2 acidentes e 14,5% disseram que sofreram 3 acidentes ou mais. O Gráfico 15 enumera estes dados.

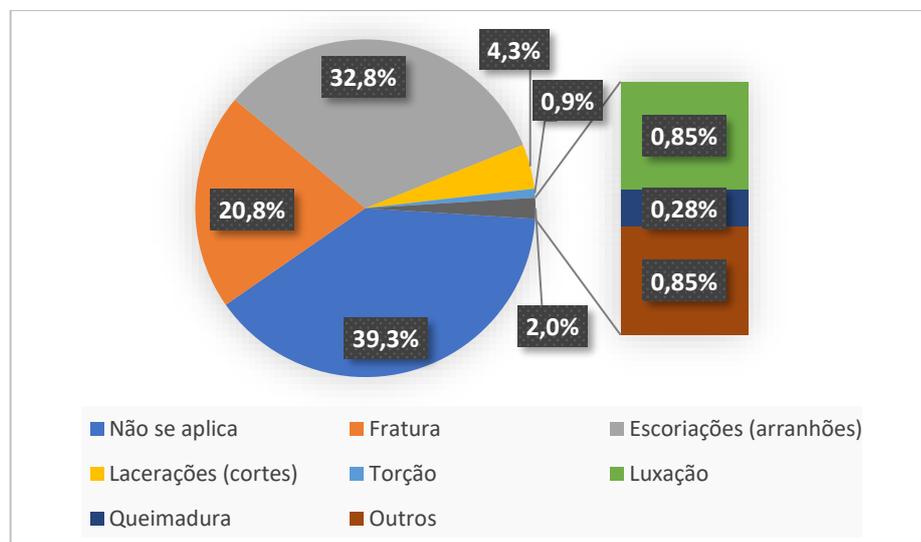
Gráfico 15 - Acidentes sofridos



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021)

Baseado nas informações da quantidade de acidentes sofridos, foi perguntado qual a lesão mais grave obtida em acidentes. 39,3% dos entrevistados não se enquadraram nesta pergunta, pois não sofreram acidentes ou sofreram e não tiveram nenhuma lesão. 32,8 % tiveram escoriações (arranhões), seguido por 20,8% que tiveram fraturas. Outras lesões foram identificadas como lacerações, luxações, queimaduras, entre outros. O Gráfico 16 mostra esses dados com maior exatidão.

Gráfico 16 - Lesões mais graves sofridas em acidentes



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021)

Diante deste cenário, situações de acidentes e lesões, foi questionado se os entrevistados já tiveram que se ausentar do trabalho por causa dos acidentes sofridos de motocicleta. 72,6% responderam que não e 27,4% tiveram que faltar o trabalho para tratar dos danos causados pelos acidentes. O Gráfico 17 demonstra esta estatística.

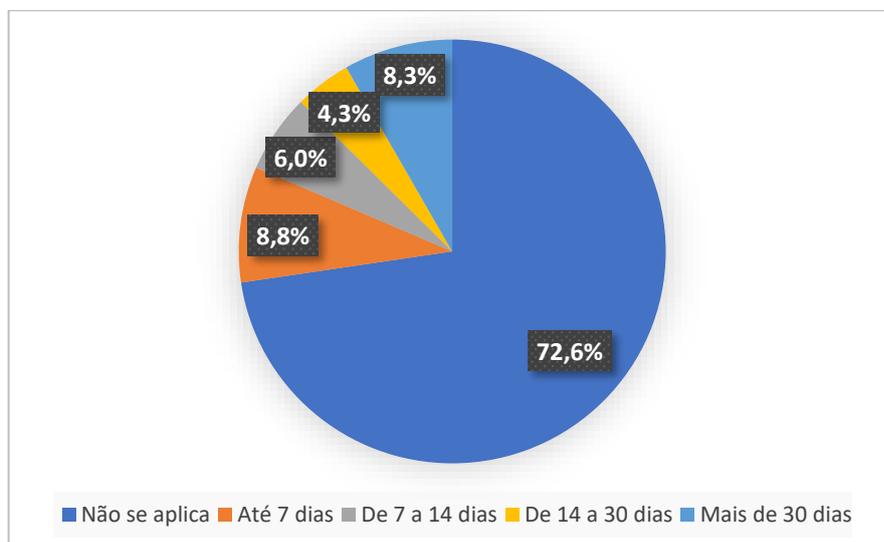
Gráfico 17 - Incidência de ausência no trabalho por conta de acidentes com motocicletas



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021)

Com a finalidade de interpretar melhor estes dados sobre as faltas ao trabalho em decorrência de acidentes de motocicletas, foi perguntado quantos dias de ausência os entrevistados tiveram. 72,6% disseram que não se aplicam a este questionamento, visto que não faltaram ao trabalho. 8,8% se ausentaram em até sete dias, 8,8% se ausentaram em até sete dias, 8,3% não foram ao trabalho por mais de trinta dias, 6% precisaram se afastar de sete a quatorze dias e 4,3% ficaram de quatorze a trinta dias sem ir ao trabalho. O Gráfico 18 expõe estas informações.

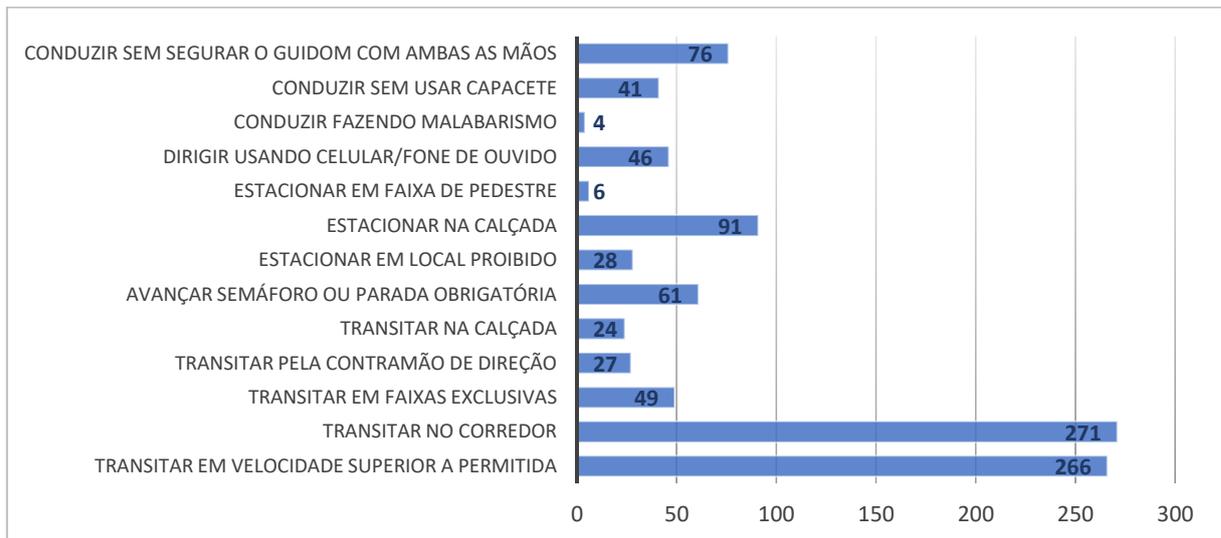
Gráfico 18 - Dias de ausência no trabalho por causa de acidente de motocicletas



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021)

Finalizando a pesquisa aplicada aos entrevistados, foi perguntado sobre algumas práticas comuns de quem dirige motocicletas. Esta pergunta foi de múltipla escolha podendo ser escolhida mais de uma questão. Dentre as opções listadas estão a condução sem segurar o guidom com ambas as mãos, condução sem o uso de capacete, condução fazendo malabarismo, direção usando o celular/fone de ouvido, estacionamento em faixa de pedestre, estacionamento em calçadas, estacionamento em locais proibidos, avanço de semáforo ou parada obrigatória, trânsito em calçada, trânsito pela contramão de direção, trânsito em faixas exclusivas, trânsito em corredor e trânsito em velocidade superior à permitida. O Gráfico 19 mostra o quantitativo de resposta para cada uma dessas opções.

Gráfico 19 - Práticas relacionadas ao uso de motocicletas



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021)

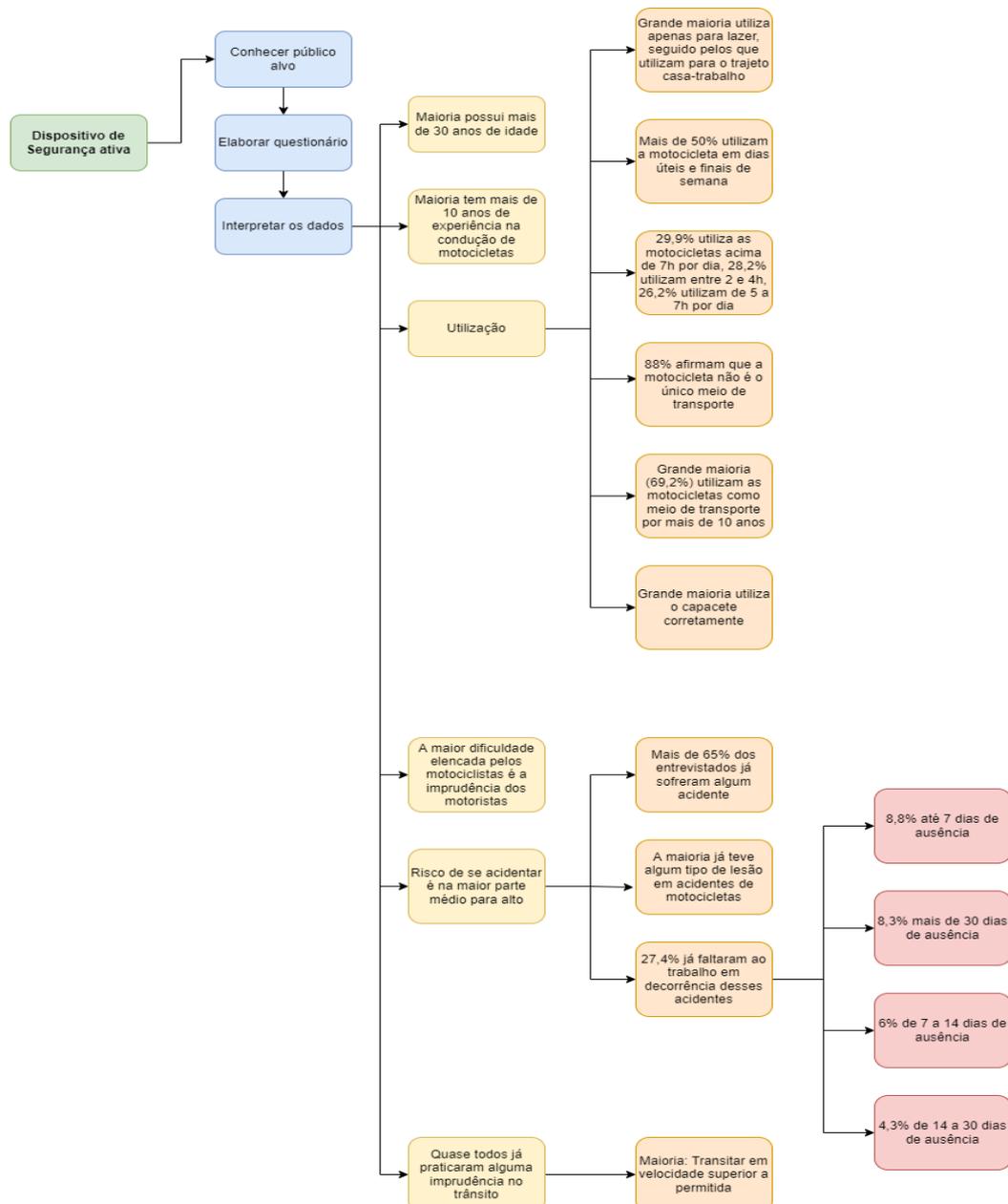
3.1.2. Mapa mental

O mapa mental tem como finalidade organizar as ideias que foram mapeadas nessas fases iniciais do *Design Thinking*.

Foram levantadas e classificadas as informações extraídas da pesquisa realizada entre os motociclistas. Esta classificação foi organizada em uma sequência lógica, agrupadas por similaridade de assuntos. Algumas informações respondem o contexto geral do tema, se completando em sua grande parte.

A classificação das respostas se deu em três níveis de abstração, sendo o primeiro as questões isoladas ou as que possuem justificativa e complemento em outras questões (nível amarelo). O segundo nível são as questões que respondem o primeiro nível e que de alguma forma estão ligadas ao assunto (nível laranja). O nível três são as questões que explicam mais claramente os dados expostos no primeiro e segundo nível de classificação (nível vermelho). A Figura 17 demonstra resumidamente o mapa mental construído, bem como suas classificações definidas. Este mapa também se encontra no apêndice C.

Figura 17 - Mapa mental



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021)

3.1.3. Brainstorming e desenvolvimento de conceitos

Esta etapa do *Design Thinking*, muitas vezes, pode ser substituída pela pergunta “E se..?”. Isto acontece porque nesta fase é onde surgem as suposições e ideias do que o produto poderá ter para atender o público em potencial. Estas ideias são organizadas com o propósito fortalecer a ideia central e o objetivo geral do projeto, definindo o escopo do produto.

Nas reuniões com o orientador, tempo depois da apresentação das oportunidades de pesquisa para desenvolvimento do projeto de mestrado, ficou definido que o produto final seria um protótipo de segurança voltado para os motociclistas. Algumas questões precisariam ser discutidas, para definir o escopo geral, o que este dispositivo iria contemplar, o que iria fazer, onde seria instalado, como seria o aspecto geral dele e como ele funcionaria de fato. Estes questionamentos foram sendo resolvidos após algumas pesquisas e possibilidades de execução.

Como escopo geral, ficou definido que o produto palpável seria um protótipo montado em protoboard, com todos os componentes acoplados a ele. Com as premissas discutidas, o dispositivo que ficaria acoplado na traseira da motocicleta, com a finalidade de identificar, por meio de sensores, possíveis colisões traseiras. Seu funcionamento dar-se-á através da mensuração da velocidade em que o veículo traseiro se aproxima, obtendo assim parâmetros como a velocidade de aproximação e espaço entre os veículos, podendo ser calculado, juntamente com a velocidade da motocicleta, a possibilidade de parada ou não do automóvel de trás. As ideias de alertas que poderiam ser emitidos, *a priori*, seriam alertas via *bluetooth* para pulseiras *fitness*, alerta luminoso no painel e alerta sonoro.

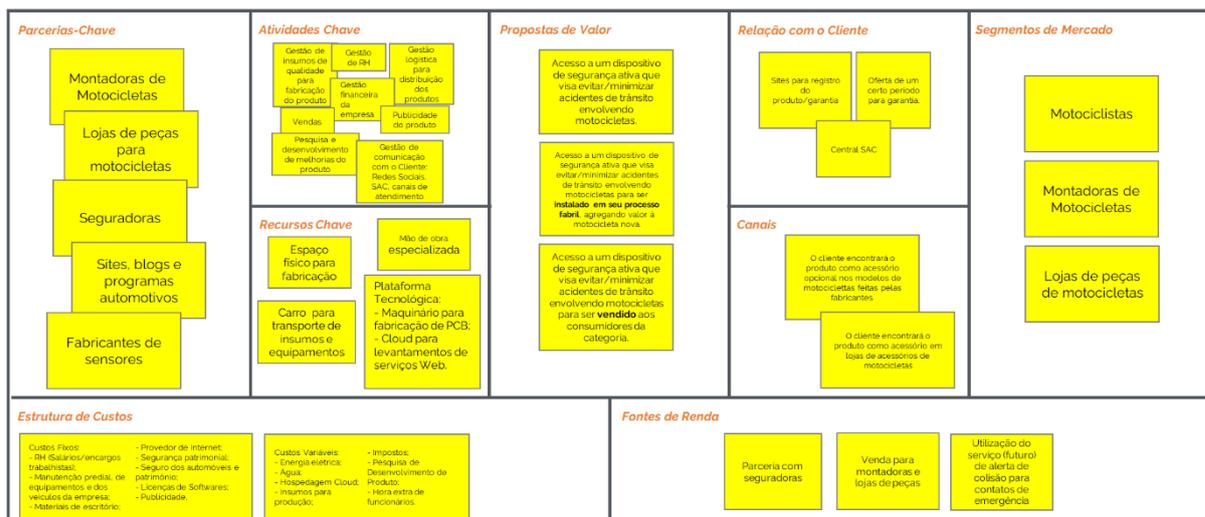
3.1.4. Business Model Canvas

Esta etapa foi alterada a partir do modelo de *Design Thinking* referenciado no Capítulo 2 em função da necessidade geral do projeto.

O *Business Model Canvas* é uma excelente ferramenta estratégica de gestão, aplicada no desenvolvimento de modelos de negócio, potencializando as ideias do projeto, de forma organizada, sendo útil na percepção e melhor entendimento do todo.

Nesta etapa, o BMC será utilizado para validação da viabilidade econômica do produto proposto pelo projeto, objetivando identificar questões-chaves para o desenvolvimento além do auxílio na identificação de como a proposta de criação de produto irá gerar valor para o mercado. Além disso, o BMC será empregado para análise da cadeia de valor, ferramenta do *Design Thinking*, sendo útil na identificação de possíveis fornecedores, clientes, concorrentes, dentre outros. A Figura 18 apresenta o BMC elaborado nesta fase. O mesmo BMC pode ser encontrado no Anexo

Figura 18 - Business Model Canvas do projeto



Fonte: Autor (2021)

O segmento de mercado visa responder para quem vai ser direcionado o produto, sendo usuário ou fatia de mercado. No BMC foram identificados três segmentos propícios a utilização do produto, seja para embarcar no processo de fabril de motocicletas, venda separada ou utilização em si. Os motociclistas, as montadoras e as lojas de peças de motocicletas foram enquadradas neste segmento.

A proposta de valor é a visualização dos benefícios que o produto irá entregar para o segmento de mercado. Esta etapa é fundamental para identificação dos diferenciais em relação à concorrência. Como proposta de valor tem-se o acesso ao dispositivo de segurança ativa que visa evitar/minimizar acidentes de trânsito

envolvendo motocicletas, tanto para ser vendido, instalado ou embutido no processo de fabricação das motocicletas.

Os canais são a ponte para a entrega de valor ao cliente, onde eles encontrarão o produto para o uso. Como premissa estabelecida no BMC, o cliente encontrará o produto como acessório em modelos de motocicletas fabricadas pelas montadoras ou em lojas de acessórios e peças.

O relacionamento com o cliente dar-se-á através do site de fabricante, oferecendo o registro do produto e condições para a garantia. Outra opção de relacionamento é a central de serviços e atendimento ao cliente, onde podem ser respondidas as dúvidas sobre o produto, reclamações, questionamentos técnicos e serviços.

As fontes de renda são maneiras de como entrará dinheiro com a elaboração do projeto. Foram mapeadas as vendas do produto para as montadoras incorporarem em suas motocicletas, bem como a distribuição para as lojas de peças, como acessório a ser instalado a varejo. A parceria com as seguradoras visa um serviço futuro, onde os contatos de emergência ou a própria seguradora será alertada caso haja algum acidente com a motocicleta do cliente. A ideia de cobrança deste serviço será por meio de assinatura.

Como parte fundamental do processo, para que o BMC deste produto seja possível, tem-se os recursos chaves. Fazem parte deste quadro o espaço físico para a fabricação do produto, a mão de obra especializada, veículos para transporte de insumos e equipamento, uma plataforma tecnológica funcional, composta de maquinário para a fabricação das placas PCB, *cloud* para levantamento de serviço web como banco de dados, serviços de hospedagem para o domínio da empresa, site e serviços e sistemas que serão necessários para futuros serviços.

As atividades chaves complementam os recursos chaves, pois são ações que o negócio deve executar constantemente para o bom funcionamento. Foram identificados a gestão de insumos de qualidade para a fabricação do produto, gestão de recursos humanos, gestão logística para a distribuição dos produtos, gestão financeira da empresa, vendas, publicidade em prol dos produtos e serviços, pesquisa e desenvolvimento de melhorias do produto e gestão de comunicação com o cliente.

Os parceiros chaves foram identificados como parte do processo, ajudando na entrega de valor ao cliente. Podem ser citadas as montadoras de motocicletas, lojas

de peças, seguradoras, sites, blogs e programas automotivos e os fabricantes de sensores.

A estrutura de custos visa identificar as principais despesas decorrentes do processo operacional do negócio. Estas despesas foram seccionadas em fixas e variáveis. Os custos fixos são as despesas com recursos humanos, como salários e encargos trabalhistas, manutenção predial, manutenção de equipamentos, manutenção de veículos, despesas com materiais de escritório, serviço de internet, custos com segurança patrimonial, seguros de automóveis e patrimônio, licenças de *software* e publicidade. Os custos variáveis são as despesas de energia elétrica, água, serviços de *cloud*, insumos para a produção, impostos em geral, pesquisa de desenvolvimento de produto e horas extras de funcionários.

3.1.5. Teste de premissas

Os testes de premissas funcionam como ponto de aprovação da etapa anterior, agregando questionamentos do tipo se de fato a premissa X é uma boa premissa ou do que ela precisa para ser boa de fato.

As premissas a serem consideradas, em forma de pergunta, nesta etapa são:

- a) O protótipo é suficiente para demonstrar o funcionamento geral da ideia?
- b) Por se tratar de um protótipo, onde e como isso será testado?
- c) A parte traseira é ideal para a instalação deste equipamento em motocicletas?
- d) Os alarmes são suficientes para alertar o motociclista?
- e) Os sensores são suficientes para garantir a precisão dos cálculos?

O protótipo, mesmo sendo apresentado montado em um *protoboard* é suficiente para o funcionamento geral da ideia, visto que estará arquitetado em placa de ensaio sendo possível a demonstração do pleno funcionamento dos sensores, bem como a visualização dos dados de saída e alertas que serão emitidos.

Os testes que serão realizados em escala muito menores. Geralmente, em se tratando de unidades de medidas de velocidade no trânsito, é adotada a unidade de medida de quilômetro por hora (Km/h). Para o teste de funcionamento do protótipo foi resolvido adotar a escala de centímetros por segundo (cm/s) visto que os testes serão realizados em ambientes bem menores do que as vias urbanas da cidade de Manaus.

Por se tratar de um dispositivo de segurança ativa anticolisão traseira, definido no escopo do projeto, a parte de trás, sendo um ponto central da motocicleta naquela região, tende a ser um bom local para a instalação deste tipo de dispositivo. Isto não impede que futuramente, em testes mais elaborados e com mais realidade aplicada, utilizando as motocicletas de fato, não seja testado em outras partes da motocicleta.

Os alertas mais simples pensados para compor o protótipo em fase inicial seriam os *leds*. Estes alertas luminosos funcionarão com bastante eficiência com os alertas sonoros, visto que a percepção deste último é mais imediata que o primeiro, nas motocicletas. Os alertas sensoriais, pulseira *fitness* vibrando, foram descartados, visto que a maioria dos dispositivos não possuem permissão para acionar diretamente o vibrador da pulseira, sendo esta funcionalidade exclusiva do fabricante. Como parte complementar, no protótipo será adicionado uma tela LCD para visualização dos dados obtidos pelos sensores, a fim de informar e simular o painel visual da motocicleta.

O principal sensor a ser utilizado para a acurácia da distância e conseqüentemente o cálculo da velocidade de aproximação será o HC-SR04. Este sensor ultrassônico funciona basicamente como um radar, emitindo sinais sonoros e recebendo o eco produzido. Este tem uma precisão máxima de quatro metros, ou seja, para ambientes de testes propostos neste projeto, será mais do que suficiente para provar objetivo do protótipo.

3.1.6. Prototipagem acelerada

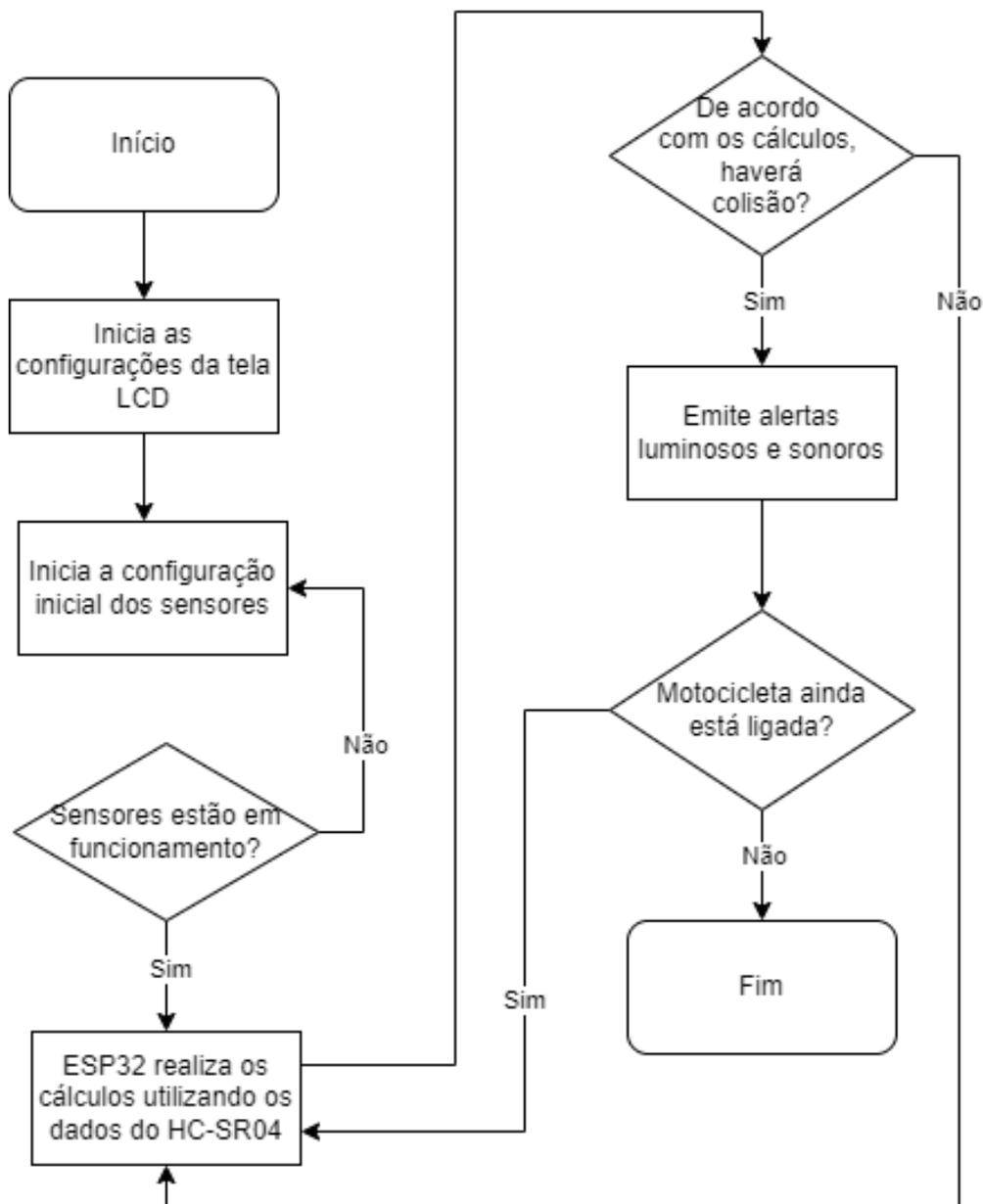
A montagem do protótipo se deu em um *protoboard*, placa de ensaio de circuitos. Nele foram conectados o microcontrolador ESP32, os LEDs, o display TFT LCD ST7735, o e o *buzzer*.

O algoritmo ilustrado na Figura 19 foi implementado no microcontrolador ESP32. Cada uma das etapas está descrita a seguir, em formato de tópicos.

- a) Início: Nesta etapa são realizadas as importações das bibliotecas, declaração de variáveis que serão utilizadas no código;
- b) Inicia as configurações da tela LCD;
- c) Inicia as configurações dos sensores alocados no protoboard;
- d) Caso algum sensor não apresentar funcionamento ou não for detectado, o algoritmo realiza a etapa anterior novamente, caso contrário ele avança;

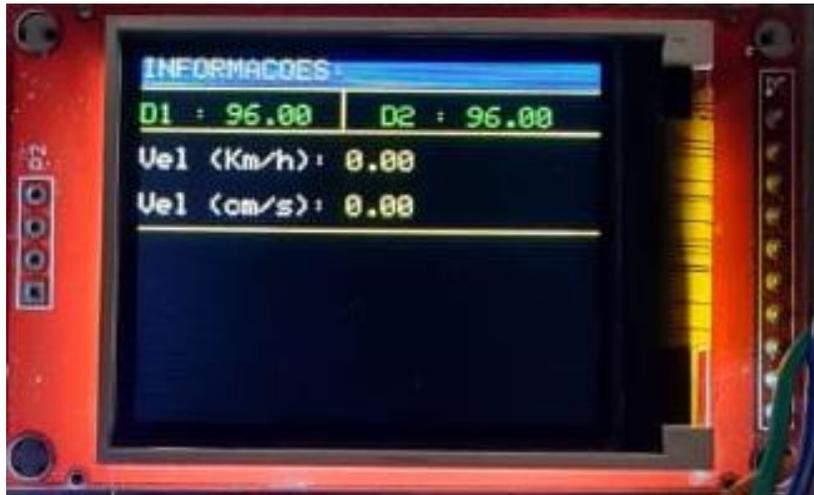
- e) Com os sensores reconhecidos e em funcionamento, o microcontrolador ESP32 realiza os cálculos de velocidade e aproximação;
- f) Caso o cálculo identifique uma possível colisão, de acordo com o algoritmo, o dispositivo emitirá os alertas sonoros e luminosos. Caso contrário, se a motocicleta ainda estiver em funcionamento, o algoritmo realiza a etapa anterior novamente.
- g) Se a motocicleta não estiver funcionando, conseqüentemente o dispositivo estará desligado. Sendo assim caracterizando o encerramento do algoritmo.

Figura 19 – Representação do algoritmo



A visualização dos dados apresentados pelo protótipo é realizada através do display LCD. Abaixo a Figura 20 demonstra parcialmente a tela do protótipo funcionando, com seus respectivos dados.

Figura 20 - Display LCD ST7735 apresentando dados de leitura do sensor



Fonte: Foto tirada pelo Autor (2021)

A variável D1 é a primeira distância lida pelo sensor HC-SR04, enquanto a D2 é a segunda distância. O produto do cálculo realizado pelo software que foi embarcado no microcontrolador ESP32 é apresentado tanto em quilômetros por hora (Km/h) quanto em centímetros por segundo (cm/s). No exemplo apresentado pela Figura 17, no momento da foto o celular estava parado, a uma distância de 96 centímetros do sensor HC-SR04. Como estava parado, a velocidade era nula.

Quando um objeto se aproxima do protótipo, a velocidade fica negativa, indicando aproximação. Quando ocorre o contrário, objeto se afasta do protótipo, a velocidade fica positiva, indicando afastamento. Como interface de tela, quando a velocidade indicar aproximação, o seu valor ficará com letras vermelhas. Quando indicar afastamento, o valor da velocidade ficará com letras amarelas.

Como constante desta prototipação, está sendo adotado o valor de dois segundos como tempo de reação referente ao objeto/veículo se aproximando. Explicando de uma forma mais simples, se um objeto/veículo se aproximar do protótipo a uma certa velocidade e de acordo com a distância entre eles, mediante ao cálculo, o software indicar possível colisão, o LED vermelho se acenderá e o *buzzer* irá emitir um sinal sonoro.

O desenvolvimento deste protótipo resultou em um custo acumulado apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Custo do projeto

Equipamento	Custo	Fonte
ESP32	R\$ 50,00	AliExpress
HC-SR04	R\$ 2,50	AliExpress
LEDs	R\$ 0,20	Wish
<i>Display</i> TFT LCD ST7735	R\$ 27,00	AliExpress
Resistores	R\$ 0,20	AliExpress
<i>Buzzer</i>	R\$ 0,60	Wish
<i>Protoboard</i>	R\$ 25,00	SmartProject
<i>Jumpers</i>	R\$ 18,00	SmartProject
Encapsulamento	-	-
Total	R\$ 123,50	

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021)

Visto os dados apresentados na Tabela 5, o custo total, sem frete incluso, dos componentes utilizados para o desenvolvimento deste protótipo foi de R\$ 123,50 (cento e vinte três reais e cinquenta centavos). Vale ressaltar que um dos propósitos deste trabalho é o baixo custo.

3.1.7. Cocriação com o Cliente

Nesta fase do *Design Thinking*, o cliente, o público-alvo, é levado à mesa de criação, digamos assim, para ser utilizado para diminuir os riscos no processo de design do produto.

Foi levando ao conhecimento de amigos motociclistas a existência do protótipo, ilustrado pela Figura 21, com a finalidade de adquirir opiniões sobre o design, cores de tela, modo de operação e benefícios que poderiam ser proporcionados, algumas considerações persistentes foram muito bem-vindas para a melhoria do produto.

Figura 21 - Protótipo elaborado em protoboard



Fonte: Foto tirada pelo Autor (2021)

Uma das opiniões que foram fornecidas foi sobre o tamanho do protótipo. Os componentes firmados no protoboard, com os fios de *jumper* sobrepostos não são muito atraentes aos olhos do usuário. Foi sugerido a possibilidade de reorganizar o protótipo de uma forma mais compacta e funcional, não deixando aparente os fios de *jumper*.

Sobre os serviços oferecidos, foi perguntado se os sinais sonoros e luminosos eram armazenados em algum lugar, onde poderiam ser consultados sobre as vezes que o sistema identificou a possibilidade do acontecimento de acidentes. Esta função não está implementada na primeira versão do protótipo de segurança, mas pode ser verificada a possibilidade para tal.

3.1.8. Lançamento da aprendizagem

O lançamento da aprendizagem é o protótipo inicial com suas devidas melhorias. Foram levadas em considerações as melhorias sugeridas na cocriação com o cliente.

Na apresentação aos motociclistas, o tamanho do *proto-board* foi o principal questionamento, visto que, o seu tamanho, juntamente com o emaranhado de fios que ligam os sensores, levou a dúvida de como aquilo seria embutido na parte traseira de uma motocicleta. A partir dessa dúvida foi desenvolvido o plano de aperfeiçoamento deste protótipo inicial, tendo em vista a apresentação mais compacta e organizada.

Foi adquirida uma placa universal ilhada de fenolite de 7X9, onde permite a fixação de componentes eletrônicos em seus furos pré-estabelecidos, por meio de soldagem. Foi utilizado um ferro de solda de 50W, solda de estanho, barras de pinos fêmea para fixação do microcontrolador e display LCD, além de jumpers rígidos. Abaixo a Figura 22 apresenta o protótipo de número dois, com todas as funções do primeiro protótipo.

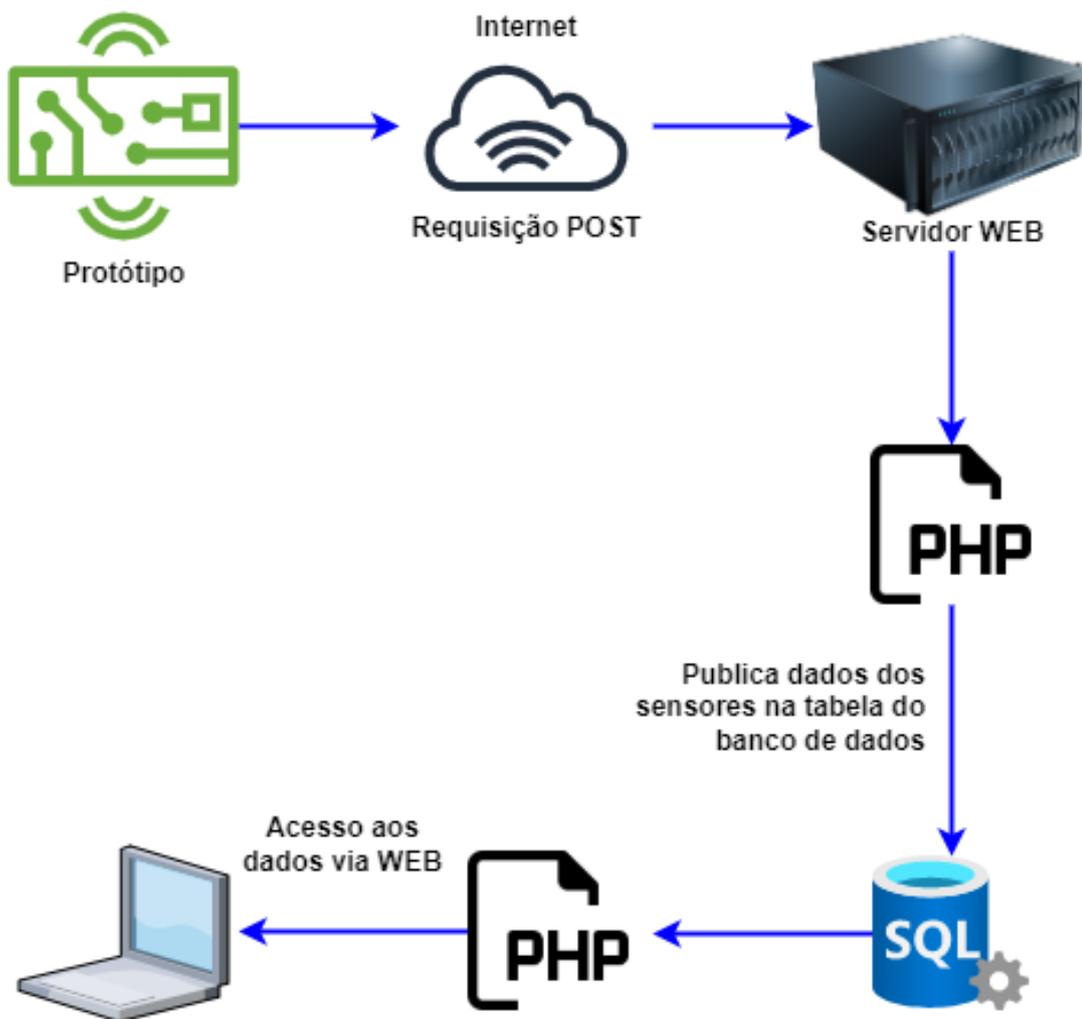
Figura 22 - Segundo protótipo feito em placa de fenolite



Fonte: Foto tirada pelo Autor (2021)

A segunda melhoria implementada foi a possibilidade de armazenar as vezes que o sistema identificou a possibilidade de colisões, de modo que possa ser consultado posteriormente. Esta função incluiu a conexão do microcontrolador com a internet, enviando os dados via requisição HTTP POST para um servidor de aplicação, que por sua vez, através de um script na linguagem PHP salva os mesmos em um banco de dados MYSQL. Pra acesso aos dados, é acessado uma página de internet deste servidor (domínio da aplicação) onde são visualizados os dados salvos pelo dispositivo de segurança. A Figura 23 mostra o fluxo total desta operação, a Figura 24 mostra os dados salvos na base de dados via *browser* e a Figura 23 mostra o protótipo em funcionamento.

Figura 23 - Fluxo total das operações para salvar dados via internet no banco de dados



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021)

Figura 24 - Resultados salvos no banco de dados



ID	VEÍCULO	TIPO DE SENSOR	D1	D2	VELOCIDADE	DATA
23	PHK-0961	HC-SR04 (N-Soldado)	70	25	45	2021-11-23 09:40:48
22	PHK-0961	HC-SR04 (N-Soldado)	216	31	185	2021-11-23 09:40:46
21	PHK-0961	HC-SR04 (N-Soldado)	212	45	167	2021-11-23 09:40:42
20	PHK-0961	HC-SR04 (N-Soldado)	212	15	197	2021-11-23 09:40:39
19	PHK-0961	HC-SR04 (N-Soldado)	212	5	207	2021-11-23 09:40:35
18	PHK-0961	HC-SR04 (N-Soldado)	212	7	205	2021-11-23 09:40:33
17	PHK-0961	HC-SR04 (N-Soldado)	212	10	202	2021-11-23 09:40:30

Fonte: Print feito pelo Autor (2021)

Figura 25 - Protótipo em funcionamento



Fonte: Foto tirada pelo Autor (2021)

Com as melhorias implementadas, foram mapeados os custos de desenvolvimento do segundo protótipo, exibido da Tabela 6.

Tabela 6 - Custos de produção do segundo protótipo

Equipamento	Custo	Fonte
ESP32	R\$ 50,00	AliExpress
HC-SR04	R\$ 2,50	AliExpress
LEDs	R\$ 0,20	Wish
<i>Display</i> TFT LCD ST7735	R\$ 27,00	AliExpress
Resistores	R\$ 0,20	AliExpress
<i>Buzzer</i>	R\$ 0,60	Wish
Placa de Fenolite	R\$ 5,00	SmartProject
Pinos Fêmea	R\$ 2,50	SmartProject
<i>Jumpers</i>	R\$ 3,00	SmartProject
Encapsulamento	-	-
Total	R\$ 91,00	

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021)

4. CONCLUSÃO

4.1. Conclusão e resultados obtidos

O desenvolvimento do protótipo de segurança ativa obteve resultados positivos em seu desenvolvimento e testes. A tecnologia foi baseada em microcontroladores e sensores de baixo custo, sendo possível a obtenção de todos os objetivos propostos neste trabalho.

A metodologia deste trabalho se mostrou positiva, sendo utilizada desde a sua concepção até a finalização do trabalho. Os conceitos e ferramentas de *Design Thinking* foram utilizados em sua totalidade, porém foram realizadas algumas adaptações para que se tornasse adequado ao cenário do projeto. As adequações colaboraram para que o fluxo de desenvolvimento ficasse mais claro e conciso.

A pesquisa realizada junto aos motociclistas tem vem sua a maioria a visão de integrantes de um moto clube da cidade de Manaus, não sendo o único grupo

pesquisado, mas o de maior porcentagem. A experiência e o tempo de pilotagem dos integrantes desse grupo não desmerecem o resultado em si, pelo contrário, fortalece e embasa a necessidade de criação do protótipo de segurança alcançando assim a validação do produto junto à comunidade envolvida, além de apresentar a visão como um todo dessa categoria de motoristas.

A viabilidade econômica se deu com base no preenchimento do quadro do *Business Model Canvas*, sendo possível o mapeamento e a identificação de boa parte da cadeia de valor que o protótipo pode gerar, graças a identificação das questões chaves inerentes ao processo.

A fase de desenvolvimento passou por limitações em seu início, devido ao atraso da chegada dos componentes eletrônicos ao Brasil, comprados em um site de importação na China.

O desenvolvimento dos cálculos de aproximação utilizando o sensor ultrassônico HC-SR04 se deu baseado em conceitos de física, como distância, tempo e velocidade. Após a implementação desde cálculo foram realizados testes de acurácia dos sensores adquiridos, com a finalidade de descobrir se os mesmos estavam retornando as medidas corretas. Foram utilizadas fitas métricas e trenas, dentro do escopo máximo de medição do sensor que é de 4 metros. Os resultados dos testes foram positivos para 90 % dos sensores ultrassônicos testados, sendo que o único que falhou no teste estava danificado.

Visto que as medições estavam corretas, o sistema com todos os sensores foi montado em *proto board* com objetivo de testar o cálculo de velocidade de aproximação. Os testes foram realizados em escala de centímetros por segundo e também foram positivos. Os testes da funcionalidade de envio de informações via web do protótipo de segurança para a base de dados se deram por meio da verificação dos parâmetros enviados na requisição POST. As requisições que tiveram sucesso e foram salvas na base de dados retornaram um código positivo para o microcontrolador e as requisições que não obtiveram sucesso retornaram um código de erro. Todos os erros ocorridos nesta etapa foram devidos ao problema de sinal de internet.

O desenvolvimento do segundo protótipo foi a etapa mais difícil deste projeto, devido à falta de experiência com solda em placas de fenolite. Apesar na facilidade de encaixe dos componentes na placa perfurada, o planejamento de solda das trilhas dos circuitos é desafiador.

4.2. Contribuições Acadêmicas

Sob o aspecto acadêmico, este trabalho contribui para a elaboração de projeto práticos e de desenvolvimento de produtos voltados para a Indústria 4.0, dentro Mestrado Profissionalizante em Engenharia de Produção da UFAM. Além disso, corrobora com a estruturação do laboratório de pesquisas voltados para estas tecnologias, dentro do programa.

4.3. Contribuições Econômicas

No que tange as questões econômicas, a interpretação dos dados obtidos por entrevista revelou mais um fator de motivação para o projeto. As respostas indicaram que a maioria dos entrevistados já sofreram acidentes e que em decorrência desses tiveram traumas como fratura, luxações, contusões e escoriações. Além desta observação, uma boa parte já faltou ao trabalho em decorrência desses acidentes. Os prejuízos ocasionados pela falta de um funcionário ao trabalho impactam na produtividade da empresa, bem como impacta no sustento da família do acidentado. Os encargos gerados por despesas médicas, seguros e previdência podem ser minimizados, empregando as tecnologias para salvar vidas.

4.4. Contribuições Sociais

Sob o prisma social, este trabalho apresentou resultados em forma de produto, proporcionando um ganho para a sociedade, aproximando a ciência, pesquisa e desenvolvimento, empreendedorismo e tecnologia do cotidiano das pessoas, além da possibilidade de agregar mais um produto ao portfólio de empresas, ampliando vagas e oportunidades no mercado de trabalho.

4.5. Sugestão para trabalhos futuros

Com os resultados obtidos no desenvolvimento deste trabalho, faz-se necessário a apresentação de sugestões para trabalhos futuros, listadas das alíneas abaixo:

- a) Incorporar inteligência artificial visando a possibilidade de desenvolvimento de novas funções que possam atuar em outras partes da motocicleta, como controle e acionamento de freios, emissão de alarmes, identificação automática de modos de direção, dentre outros;
- b) Aumentar a capacidade de processamento para melhor acurácia dos resultados;
- c) Implementar sensor de GPS, para possibilidade de rastreamento e alertas personalizados, como acionamento do contato de emergência, em caso de acidentes;
- d) Implementar giroscópio, para identificação da inclinação da motocicleta, agregando mais um parâmetro de monitoramento;
- e) E implementar um sensor de colisão.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. M.; MORAES, C. H.; SERAPHIM, T. F. P. **Programação de Sistemas Embarcados: Desenvolvendo Software para microcontroladores em linguagem C**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.
- ALT, L.; BODIAN, S. **Design Thinking Brasil: empatia, colaboração e experimentação para pessoas, negócios e sociedade**. Alta Books Editora, 2018.
- ARIAS, Miguel Ángel. **Aprende Programacion Web con PHP y MySQL: 2 ed.** IT campus Academy, 2017.
- BABIUCH, M.; FOLTÝNEK, P.; SMUTNÝ, P. Using the ESP32 Microcontroller for Data Processing. In: **2019 20th International Carpathian Control Conference (ICCC)**. IEEE, 2019. p. 1-6.
- BACKES, A. **Linguagem C**. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.
- BASKARA, A. S.; KABURUAN, E. R.; ARDIANSYAH, L.; SFENRIANTO, S.; HWA, T. H. Business Model Canvas of Motorcycle After-Sales Service Mobile Application. **Int. J. Civ. Eng. Technol**, v. 10, n. 04, p. 344-352, 2019.
- BENTO, Evaldo Junior. **Desenvolvimento Web com PHP e MySQL**. Casa do Código, 2021.
- BROWN, Tim. **Design Thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias**. Alta Books Editora, 2018.
- CALDEIRA, A. 5 Tecnologias que Podem Salvar a Vida dos Motociclistas. **Jornal Estadão**, São Paulo, 27 mai. 2021. São Paulo. Disponível em: <<https://mobilidade.estadao.com.br/mobilidade-com-seguranca/transito/5-tecnologias-que-podem-salvar-a-vida-dos-motociclistas>>. Acesso em: 14 nov. 2021.
- CORREA, H. L.; CORREA, C. A. **Administração de Produção e Operações: O Essencial**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- COSTA, M. A. B.; MATIELO, O. A.; TOLEDO, J. C. Metodologias e Ferramentas Para a Gestão do Pós desenvolvimento de Produtos: Estudo de Caso em Multinacional Fabricante de Eletrodomésticos. **Desafio Online**, v. 2, n. 3, p. 1-14, 2014.
- CRAWFORD, M.; DI BENEDETTO, A. **Gestão de Novos Produtos**. 11 ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.
- DEITEL, P.; DEITEL, H. **C: Como programar**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.
- DENARDIN, G. W.; BARRIQUELLO, C. H. **Sistemas operacionais de tempo real e sua aplicação em sistemas embarcados**. São Paulo: Blucher, 2019.

DPVAT, Seguradora Líder. **Relatório Anual Seguradora Líder-DPVAT**. 2019. Disponível em: < <https://www.seguradoralider.com.br/Centro-de-Dados-e-Estatisticas/Relatorio-Anual> >. Acesso em: 10 jan. 2020.

DPVAT, Seguradora Líder. **Relatório Anual Seguradora Líder-DPVAT**. 2020. Disponível em: < <https://www.seguradoralider.com.br/Centro-de-Dados-e-Estatisticas/Relatorio-Anual> >. Acesso em: 01 jun. 2021.

ELECFREAKS. Ultrasonic Ranging Module HC - SR04. 2020. Disponível em: <www.Electfreaks.com >. Acessado em: 12 fev. 2020.

ELMANSY, R. How Design Thinking Reshaped Microsoft Products. **Desinorate**. 1 abr. 2017. Disponível em: <<https://www.designorate.com/design-thinking-reshaped-microsoft-products/>>. Acesso em: 6 fev. 2020.

ESPRESSIF. **ESP32-WROOM-32 Datasheet**. Version 2.9. 2019. Disponível em <<https://www.espressif.com/en/support/download/documents>>. Acessado em: 12 jan. 2020.

ESPRESSIF. **Technical Reference Manual ESP32**. Version 4.1. 2019. Disponível em <<https://www.espressif.com/en/support/download/documents>>. Acessado em: 12 jan. 2020.

GIOURKA, P.; SANDERS, M. W. J. L.; ANGELAKOGLU, K.; PRAMANGIOULIS, D.; NIKOLOPOULOS, N.; RAKOPOULOS, D.; TRYFERIDIS, A.; TZOVARAS, D. The Smart City Business Model Canvas - A Smart City Business Modeling Framework and Practical Tool. **Energies**, v. 12, n. 24, p. 4798, 2019.

JACK, H. **Projeto, Planejamento e Gestão de Produtos. Uma abordagem para engenharia**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

KULKARNI, Aman; SAKTHIVEL, S. M. UVM methodology based functional Verification of SPI Protocol. In: **Journal of Physics: Conference Series**. IOP Publishing, 2020. p. 012035.

JOHANSSON-SKÖLDBERG, U.; WOODILLA, J; ÇETINKAYA, M. Design thinking: past, present and possible futures. **Creativity and innovation management**, v. 22, n. 2, p. 121-146, 2013.

LAMB, F. **Automação Industrial na Prática**. 1.ed. Porto Alegre: AMGH, 2015.

LAWLEY, B.; SCHURE, P. **Gestão de Produto para Leigos**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2019.

LIEDTKA, Jeanne; OGILVIE, Tim. **A magia do Design Thinking**. Alta Books, 2019.

MANURUNG, Mario Junianto et al. Door Security Design Using Fingerprint and Buzzer Alarm Based on Arduino. **Journal of Computer Networks, Architecture and High Performance Computing**, v. 3, n. 1, p. 42-51, 2021.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

MELO, H. D. **Acidente de moto em Picos: uma análise de causalidades sociais inerentes aos acidentes de trânsito envolvendo motocicletas**. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2017.

MIKI, N.; MARTIMBIANCO, A. L.; HIRA, L. T.; LAHOZ, G. L.; FERNANDES, H. J. A.; REIS, F. B. Profile of trauma victims of motorcycle accidents treated at hospital São Paulo. **Acta ortopedica brasileira**, v. 22, n. 4, p. 219-222, 2014.

NIEDERAUER, Juliano. **PHP para quem conhece PHP**. 5. ed. São Paulo: Novatec, 2017.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Global Status Report on road Safety 2018**. 2018. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/277370/WHO-NMH-NVI-18.20-eng.pdf?ua=1>>. Acesso em: 22 jan. 2020.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **General Assembly - Resolution A/RES/64/255**. 2 mar. 2010. Disponível em: <<https://undocs.org/en/A/RES/64/255>>. Acesso em: 25 jan. 2020.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **General Assembly - Resolution A/RES/68/269**. 10 abr. 2014. Disponível em: <<https://undocs.org/en/A/RES/64/255>>. Acesso em: 25 jan. 2020.

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. **Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers**. John Wiley & Sons, 2010.

PEÑA, Claudio. **Arduino IDE: Domina la programación y controla la placa**. Buenos Aires: Plandos, 2020.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SEDECTI – SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **Anuário Estatístico do Amazonas – 2019**, v. 32, p. 103, 2021.

SILVA, L. G. C.; SILVA, M. R. F.; MARASCHIN, A. A.; GARBIN, F. G. B. Análise do usos do Business Model Canvas na estruturação de uma empresa fictícia. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 10, n. 1, 2019.

SILVA, M. C.; TARGA, M. S.; CEZAR, V. R. S. Uso de Microcontrolador Arduino para a Determinação da Permeabilidade do Solo. **Repositório de Ciências Ambientais**, v. 1, n. 1, p. 1-14, 2019.

SILVA, P. L. N.; SANTOS, A.G.P.; CRUZ, P. K. R.; ROCHA, J. F. D.; FERREIRA, R. I.; SILVA, V. F. Morbimortalidade de acidentes de trânsito envolvendo motocicletas: uma revisão de literatura. **Journal of Health & Biological Sciences**, v. 6, n. 4, p. 437-448, 2018.

SITRONIX. **ST7735 262K Color Single-Chip TFT Controller/Driver**. Version 2.1. 2010. Disponível em <<https://www.displayfuture.com/Display/datasheet/controller/ST7735.pdf>>. Acessado em: 15 nov. 2021.

SNYDER, W. S.; MAR, M. **Microcontroller programmable system on a chip**. U.S. Patent n. 10,248,604, 2 abr. 2019.

SPARVIERO, S. The Case for a Socially Oriented Business Model Canvas: The Social Enterprise Model Canvas. **Journal of Social Entrepreneurship**, v. 10, n. 2, p. 232-251, 2019.

TITAN MICRO ELETRONICS. **LED Drive Control Special Circuit TM1637**. v. 2.5. 2020. Disponível em: <<http://www.titanmec.com/index.php/en/product/view/id/530/typeid/88.html>>. Acessado em: 11 fev. 2020.

VANIER, Eric; SHAH, Birju; MALEPATI, Tejaswi. **Advanced MySQL 8**. Birmingham: Pact Publishing, 2019.

VASHIST, D.; KUMAR, N. A Review of Active and Passive Automotive Safety Systems. **International Journal of Engineering Sciences & Management Research**, v. 4, n. 4, p. 9-16, 2017.

VERGARA, S.C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 12.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

XAVIER, J. Motocicletas: velocidade e imprudência sobre duas rodas. **Jornal Em Tempo**, Manaus, 10 out. 2019. Amazonas. Disponível em: <https://emtempo.com.br/amazonas/175249/motocicletas-velocidade-e-imprudencia-sobre-duas-rodas?_=&#aoh=15799726797520&referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com&_tf=Fonte%3A%20%251%24s>. Acesso em: 25 jan. 2020.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário aplicado aos motociclistas

Este questionário faz parte de uma pesquisa de mestrado, tendo finalidade acadêmica. Não haverá qualquer identificação das pessoas que responderão o mesmo, bem como suas respostas não serão usadas para qualquer outro meio que não seja acadêmico.

1) Qual a sua idade?

- Até 20 anos
- Entre 20 e 25 anos
- Mais de 30 anos

2) Quantos anos você tem de experiência na condução de motocicletas?

- Até 1 ano
- Entre 1 e 3 anos
- De 3 a 5 anos
- De 5 a 10 anos
- Mais de 10 anos

3) Para qual finalidade você utiliza sua motocicleta?

- Casa / Trabalho
- Esporte
- Lazer
- Outro: _____

4) Quais os principais dias de uso da motocicleta?

- Dias úteis
- Finais de Semana
- Ambos

5) Em UM DIA, qual é a quilometragem máxima que você faz?

- Até 100 KM
- De 101 a 400 KM
- De 401 a 600 KM
- De 601 a 800 KM
- Acima de 800 KM por dia

6) Em UM DIA, qual a quantidade de horas máxima que você pilota?

- Até 1 hora por dia
- Entre 2 e 4 horas por dia
- Entre 5 e 7 horas por dia
- Acima de 7 horas por dia

7) A motocicleta é seu único meio de transporte?

- Sim
- Não

8) Há quanto tempo utiliza uma motocicleta como meio de transporte?

- Menos de 1 ano
- De 1 a 5 anos
- De 5 a 10 anos
- Mais de 10 anos

9) Quais dificuldades você enfrenta no trânsito durante o DIA? (Múltipla Escolha)

- Sinalização de vias
- Sinalização de veículos
- Espaço físico em que você trafega
- Imprudência dos Motoristas
- Outro: _____

10)Quais dificuldades você enfrenta no trânsito durante o DIA? (Múltipla Escolha)

- Sinalização de vias
- Sinalização de veículos
- Espaço físico em que você trafega
- Imprudência dos Motoristas

() Outro: _____

11) Para você, o risco de se acidentarem de moto em sua cidade é de:

- () Muito Alto
- () Alto
- () Médio
- () Baixo
- () Muito Baixo

12) Quantos acidentes você sofreu?

- () Não sofreu acidentes
- () 1 acidente
- () 2 acidentes
- () 3 ou mais acidentes

13) Se sofreu acidente(s), qual a lesão mais grave que você já teve neste(s) acidente(s)?

- () Não se aplica
- () Fratura
- () Escoriações (arranhões)
- () Lacerações (cortes)
- () Outro: _____

14) Qual local em que aconteceu a lesão mais grave?

- () Não se aplica
- () Braços
- () Pernas
- () Cabeça
- () Face / Dentes
- () Tronco
- () Outro: _____

15) Você já faltou ao trabalho por causa dos acidentes de motocicleta?

- () Sim

() Não

16) Quantos dias você faltou ao trabalho por causa dos acidentes de motocicleta?

() Não se aplica

() Até 7 dias

() De 7 a 14 dias

() De 14 a 30 dias

() Mais de 30 dias

17) Quanto a cinta jugular do seu capacete, você:

() Mantém sempre afivelada e pronta para colocar sem precisar abrir

() Afivela sempre que vai sair

() Usa o capacete sem afivelar

18) Pratica ou já praticou:

() Transitar em velocidade superior a permitida

() Transitar no corredor

() Transitar em faixas exclusivas

() Transitar pela contramão de direção

() Transitar na calçada

() Avançar semáforo ou parada obrigatória

() Estacionar em local proibido (carga/descarga, rotativo, taxi, etc.)

() Estacionar na calçada

() Estacionar sobre a faixa de pedestres

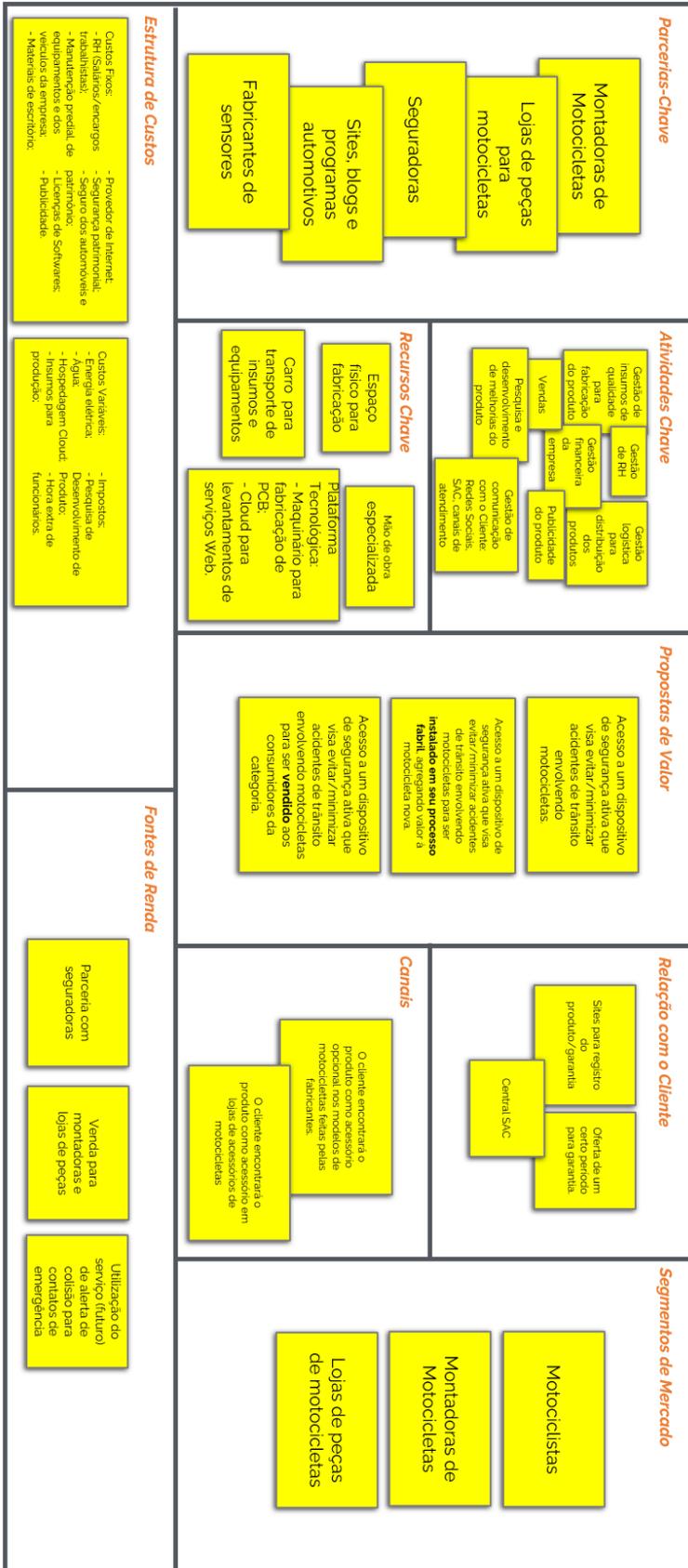
() Dirigir usando celular/fone de ouvido

() Conduzir motocicleta fazendo malabarismo

() Conduzir motocicleta sem capacete

() Conduzir motocicleta sem segurar o guidom com ambas as mãos

APÊNDICE B – Business Model Canvas do Projeto



APÊNDICE C – Mapa mental elaborado como etapa do Design Thinking

