

Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico, de Ciências Exatas e Educação (CTE)
Departamento de Engenharia de
Controle e Automação e Computação



Érique Moser

CAMISA INTELIGENTE PARA CICLISTA:
Modelo sinalizador e direcional para orientação no tráfego
urbano.

Blumenau
2021

Érique Moser

**CAMISA INTELIGENTE PARA CICLISTA:
Modelo sinalizador e direcional para orientação no
tráfego urbano.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de Engenheiro de Controle e Automação.
Orientador: Prof. Dr. Tiago Davi Curi Busarello

Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico, de Ciências Exatas e Educação (CTE)
Departamento de Engenharia de
Controle e Automação e Computação

Blumenau
2021

Érique Moser

CAMISA INTELIGENTE PARA CICLISTA: Modelo sinalizador e direcional para orientação no tráfego urbano.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Controle e Automação.

Comissão Examinadora



Documento assinado digitalmente

Tiago Davi Curi Busarello

Data: 14/05/2021 09:43:38-0300

CPF: 319.950.098-65

Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Tiago Davi Curi Busarello
Universidade Federal de Santa Catarina
Orientador



Documento assinado digitalmente

Grazyella Cristina Oliveira de Aguiar

Data: 14/05/2021 10:21:02-0300

CPF: 050.439.299-95

Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Grazyella Cristina Oliveira de
Aguiar
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Adson Bezerra Moreira
Universidade Federal do Ceará

Blumenau, 3 de maio de 2021

Dedico este trabalho a todos aqueles que acreditaram em mim e na minha caminhada.

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais Joni e Angelita por terem me provido tudo o que eu tenho e não medido os esforços para minhas realizações. Agradeço ao meu irmão Thiago por ter me instruído nos momentos necessários. A minha irmã Driele e sua família Clodo, Miguel e Flávia por estarem sempre por perto me dando todo o apoio que preciso.

Agradeço a minha namorada Silvia, que recolhe minhas angústias e me retorna com acalanto. À sua mãe Luciane que acredita nas minhas conquistas e pai Silvio que é um exemplo para mim.

Aos antepassados por estarem me protegendo onde estiverem.

Agradeço ao dindo Michel, Neiva e família, por terem me acolhido como filho em suas vidas. Da mesma forma ao dindo Luiz, Ico e família, por terem um papel essencial na minha formação.

Agradeço aos meus amigos que se mostraram um exemplo de dedicação aos estudos, e que tantas vezes deram a volta por cima. À Confraria, que me preencheu lacunas e promoveu momentos de crescimento pessoal.

Ao meu orientador Tiago por ter aceitado o desafio e tornado a caminhada bem acompanhada. Aos professores da UFSC por se mostrarem formidáveis, e aos colegas, por compartilharem momentos incríveis. E por fim, a Universidade Federal de Santa Catarina por ter provido ensino sem custo e de muita qualidade, juntamente com todos os colaboradores que fazem seu trabalho para isto acontecer.

"O caminho mais certo para vencer é tentar mais uma vez."
(Thomas A. Edison)

Resumo

O perigo da não visibilidade da bicicleta no trânsito ou a falta de comunicação entre automóveis e bicicleta coloca em risco a vida de quem utiliza bicicleta no meio urbano. Com a movimentada rotina na sociedade moderna, é quase impossível não estar de alguma forma envolvida no trânsito.

Os ciclistas necessitam de um espaço adequado nas vias de transporte, idealizadas pelas ciclofaixas ou ciclovias. Como sabemos, a maioria das cidades não são projetadas para comportar espaço para ciclovias, muitas nem mesmo dão a devida importância para as calçadas. Um ciclista que deseja se locomover precisa muitas vezes dividir espaço com os veículos. Dentre toda essa situação, é indispensável olhar para a segurança e adequar tecnologias e inovações para melhorar o trânsito e a mobilidade urbana.

É possível criar uma camisa atendendo estas questões e aproximar novas tecnologias na utilização da bicicleta, promovendo o incentivo ao meio de transporte saudável e sustentável.

Para uma efetiva exibição ao alcance dos olhos de quem trafega nas vias, é desenvolvida uma camiseta com sinalização a LED. Ela atende às recomendações de conforto, usabilidade e montagem juntamente com a opinião dos ciclistas. O mercado *Wearable* está em constante crescimento, o que possibilita o desenvolvimento de muitos outros produtos na área de segurança e otimização de rendimento. Com o crescente uso de bicicletas, cada vez mais há o interesse de procurar soluções inovadoras para auxiliar o uso de iniciantes e experientes.

A Camisa Inteligente é um novo conceito de sinalização, expandindo os horizontes do ciclismo, trazendo uma nova experiência de comunicação entre automóveis e bicicletas.

Palavras-Chave: 1. Ciclista. 2. Camisa. 3. Sinalização. 4. Wearable. 5. Segurança.

Abstract

The danger of the bicycle not being visible in traffic or the lack of communication between cars and bicycles puts the lives of those using urban transport at risk. With the busy routine in modern society, it is almost impossible not to be involved in traffic in any way.

Cyclists need an adequate environment on the transport routes, idealized by cycle lanes or cycle paths. As we know, most cities are not designed to accommodate places for bike lanes, many do not even give due importance to sidewalks. A cyclist who wants to get around often needs to share space with vehicles. Among all this situation, it is essential to look at safety and adapt technologies and innovations to improve traffic and urban mobility.

It is possible to create a t-shirt to address these issues and bring new technologies in the use of the bicycle closer, promoting the incentive to healthy and sustainable means of transport.

For an effective view within the reach of those who travel on the roads, a T-shirt with LED signage is developed. It meets the recommendations for comfort, usability and assembly together with the opinion of cyclists. The *Wearable* market is constantly growing, which allows the development of many other products in the area of security and performance optimization. With the increasing use of bicycles, there is an increasing interest in seeking innovative solutions to assist the use of beginners and experienced.

The Smart T-Shirt is a new concept of signaling, expanding the horizons of cycling, bringing a new communication experience between cars and bicycles.

Keywords: 1. Cyclist. 2. T-Shirt. 3. Signaling. 4. Wearable. 5. Safety.

Lista de figuras

Figura 1 – Nível de Segregação.	15
Figura 2 – Situações reais das quatro regiões.	16
Figura 3 – Arquitetura da ESP32.	21
Figura 4 – Camadas Bluetooth.	23
Figura 5 – Matriz Morfológica.	26
Figura 6 – Colete A75 ACTE.	32
Figura 7 – Luva Zackees.	33
Figura 8 – Indicação de segurança traseira de bicicleta.	33
Figura 9 – Regiões de Sinalização do Ciclista.	34
Figura 10 – Frota Nacional de automóveis, motocicletas e outros.	37
Figura 11 – Filtro de seleção do DATASUS.	39
Figura 12 – Mortalidade - Regiões brasileiras (Gráfico Setores).	40
Figura 13 – Mortalidade - Regiões estaduais (Gráfico Barras).	41
Figura 14 – Mortalidade - Região Vale do Itajaí (Gráfico Setores).	42
Figura 15 – Mostruário enviado pelo correio, pela Aradefe Malhas.	43
Figura 16 – Croqui com as medidas da camisa.	44
Figura 17 – Visão Geral e Características da Camisa.	44
Figura 18 – Alocação do sistema elétrico.	45
Figura 19 – Diagrama elétrico geral.	46
Figura 20 – Diagrama elétrico das setas.	47
Figura 21 – Diagrama elétrico dos botões.	47
Figura 22 – Diagrama elétrico da bateria.	48
Figura 23 – Aparência dos Microcontroladores.	49
Figura 24 – Datasheet da ESP32.	49
Figura 25 – Descrição das Variáveis de tempo.	50
Figura 26 – Descrição das Variáveis de tempo.	51
Figura 27 – Fita de LEDS construída.	53
Figura 28 – Botões utilizados na primeira versão.	53
Figura 29 – Compartimento dos Botões.	54
Figura 30 – Compartimento das Setas.	54
Figura 31 – Compartimento da pasta plástica.	55
Figura 32 – Controlador Arduíno, placa de transistores e conjunto de pilhas.	55
Figura 33 – Controlador e Bateria encapsulada.	55
Figura 34 – Funcionamento da primeira Versão.	56
Figura 35 – PCB sofrendo o processo de corrosão.	57

Figura 36 – Comparação de tamanho entre o dispositivo projetado e o encapsulamento.	57
Figura 37 – PCB confeccionada.	58
Figura 38 – Aplicativo desenvolvido para o acionamento das setas.	58
Figura 39 – Bluetooth acionando as setas de LEDs.	59
Figura 40 – Costura da linha condutiva realizada manualmente com agulha.	60
Figura 41 – Costura da linha condutiva realizada através de máquina industrial.	60
Figura 42 – LEDs presos juntamente com a Camisa.	61
Figura 43 – Modelo da camisa costurado.	61
Figura 44 – Conjunto de Setas.	62
Figura 45 – Conjunto de Botão.	62
Figura 46 – Conjunto de Bateria.	63
Figura 47 – Detalhe do encaixe do LED no colchete.	63
Figura 48 – Faixa Refletiva com incidência luminosa.	64
Figura 49 – Módulo de Pilha e ESP32.	64
Figura 50 – Encaixe do Módulo no tecido do Conjunto de Bateria.	65
Figura 51 – Utilizações e Finalidades da bicicleta.	67
Figura 52 – Período mais utilizado para pedalar.	68
Figura 53 – Equipamentos mais utilizados na bicicleta.	68
Figura 54 – Verificação da utilização de mochilas.	69
Figura 55 – Quanto o ciclista se sente ameaçado.	69
Figura 56 – Gesticulação com os motoristas.	70
Figura 57 – Nota para sinalização e evitar acidentes.	70
Figura 58 – Nota para direcionamento e evitar mal entendido.	71
Figura 59 – Formato de disposição retangular dos colchetes.	73
Figura 60 – Formato de disposição horizontal dos colchetes.	74
Figura 61 – Disposição retangular real dos colchetes nas costas da camisa.	74
Figura 62 – Proposta de modificação dos colchetes para otimizar material.	75
Figura 63 – Uso noturno - sinalizador central ativo.	75
Figura 64 – Uso noturno - indicador de conversão ativado.	75
Figura 65 – Visão aproximada da linha de condutividade.	76

Lista de tabelas

Tabela 1 – Mortalidade - Regiões brasileiras.	39
Tabela 2 – Mortalidade - Região catarinense.	40
Tabela 3 – Mortalidade - Região Vale do Itajaí.	41
Tabela 4 – Composição dos tecidos encontrados.	43
Tabela 5 – Comparação entre os Microcontroladores.	48
Tabela 6 – Custos do Projeto.	66
Tabela 7 – Horas trabalhadas para o desenvolvimento do produto.	66
Tabela 8 – Peso da Camisa com e sem sistema de iluminação.	71
Tabela 9 – Peso de cada conjunto da camisa.	72
Tabela 10 – Duração da bateria.	72
Tabela 11 – Tempo de preparação da camisa: engate e desengate.	73

Lista de Siglas e Abreviaturas

ABCP	<i>Associação Brasileira de Cimentos Portland</i>
UFSC	<i>Universidade Federal de Santa Catarina</i>
DATASUS	<i>Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde</i>
DATAPREV	<i>Empresa de Tecnologia e Informações da Previdência Social</i>
ABNT	<i>Associação Brasileira de Normas Técnicas</i>
ONU	<i>Organizações das Nações Unidas</i>
SUS	<i>Sistema Único de Saúde</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
WAN	<i>Wide Area Network</i>
CB	<i>Comitês Brasileiros</i>
ONS	<i>Organismos de Normalização Setorial</i>
CEE	<i>Comissões de Estudo Especiais</i>
CE	<i>Comissões de Estudo</i>
NBR	<i>Norma Técnica brasileira</i>
MTB	<i>Mountain Bike</i>
ABRACICLO	<i>Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e similares</i>
ABRAMET	<i>Associação Brasileira de Medicina do Tráfego</i>
DENATRAN	<i>Departamento Nacional de Trânsito</i>
OMS	<i>Organização Mundial da Saúde</i>
ODS	<i>Objetivos de Desenvolvimento Sustentável</i>
FUNASA	<i>Fundação Nacional de Saúde</i>
GND	<i>Graduated Neutral Density Filter</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
PCB	<i>Placa de Circuito Impresso</i>

Sumário

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Definição do Problema	14
1.2	Justificativa	16
1.3	Objetivos	17
1.3.1	Objetivo Geral	17
1.3.2	Objetivos Específicos	18
1.4	Estrutura do Documento	18
2	REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1	Arduíno	20
2.2	ESP32	20
2.3	LEDS	21
2.4	Wearables	21
2.5	Bluetooth	22
2.6	Incidência Reflexiva	23
2.6.1	NBR 15292:2013	23
2.7	Matriz Morfológica	23
3	METODOLOGIA	25
3.1	Matriz Morfológica do Sistema	25
3.2	Ferramentas de Empreendedorismo	32
3.2.1	Análise Conceitual e Concorrencial	32
3.2.2	Benchmarking Conceitual	34
3.2.2.1	Case de Sucesso	34
3.2.2.2	Case de Fracasso	35
3.2.3	Tamanho de Mercado	35
3.2.4	Público Primário e Secundário	36
3.3	Validação do Problema e Diagnóstico	38
3.4	Índice de Mortalidade - DATASUS	38
3.4.1	Brasil	39
3.4.2	Santa Catarina	39
3.4.3	Médio Vale do Itajaí	41
3.5	Malha	42
3.6	Modelagem do tecido	43
3.7	Diagrama elétrico	45

3.7.1	Comparação entre Microcontroladores	48
3.8	Lógica de Programação	50
4	RESULTADOS	52
4.1	Primeira Versão do Projeto	53
4.2	Segunda Versão do Projeto	56
4.3	Terceira Versão do Projeto	61
4.4	Custos e Mão-de-obra	65
4.5	Dados da entrevista	66
4.6	Peso	71
4.7	Duração da bateria	72
4.8	Tempo de montagem do dispositivo	73
4.9	Fotos	75
5	CONCLUSÕES	77
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
A	PESQUISA DE DIAGNÓSTICO	83
B	CÓDIGO DO MICROCONTROLADOR	87
C	LISTA DE MATERIAIS	89

1 Introdução

1.1 Definição do Problema

Na sociedade moderna, há uma disputa contra o relógio para se realizar as atividades do cotidiano, do trabalho e até mesmo do lazer. Muitas vezes em locais distantes, utiliza-se o transporte automotivo, acarretando engarrafamentos de vias ou gerando infrações de trânsito. A insatisfação do motorista pode ser perigosa, e uma das vítimas envolvidas diretamente em acidentes são os ciclistas. Na disputa pelos espaços no trânsito surgem divergências de ideias, de valores, de cultura. E a negociação que deve ocorrer no trânsito nem sempre acontece. Os condutores ficam então, nervosos, ansiosos e estressados, traçando um caminho para a luta e a agressividade no trânsito [1].

Atualmente, a bicicleta é considerada em vários países como uma solução viável para os problemas de trânsito urbano decorrentes do maior número de veículos automotores nas grandes e médias cidades. Benefícios à saúde dos usuários e a não degradação do meio ambiente são algumas das vantagens do uso desse veículo. O Brasil possui a sexta maior frota de bicicletas do mundo, estimada em 75 milhões de unidades, das quais grande parte é utilizada por operários para locomoção ao trabalho [2].

Para um ciclista andar com segurança, alguns equipamentos devem ser levados em conta. Conforme o Código de Trânsito Brasileiro (CTB)[3] em seu art.105, parágrafo 6º, exige para as bicicletas a utilização de campainha, sinalização noturna dianteira, traseira, lateral e nos pedais, e espelho retrovisor do lado esquerdo.

Os ciclistas necessitam de um espaço adequado nas vias de transporte, idealizadas pelas ciclofaixas ou ciclovias. A ciclovia é a mais importante infraestrutura de circulação para as bicicletas nas áreas urbanas, sendo constituída de estrutura totalmente segregada do tráfego motorizado e, portanto, é a via que apresenta o maior nível de segurança e conforto aos ciclistas [4].

A adoção de ciclovias ou ciclofaixas depende da velocidade e do fluxo de veículos motorizados. Prevê-se que em vias com velocidade máxima superior a 60km/h, salvo em casos de fluxo de veículos muito baixo, devem ser adotadas ciclovias. Constitui-se a velocidade de 60km/h, portanto, o limiar referencial do estudo de implementação de ciclovias [5]. Além disso, é importante destacar quatro importantes situações para o uso compartilhado entre ciclistas e veículos automotores. A Figura 1 indica o nível de segregação que deve ser adotado para que a infraestrutura cicloviária seja compatível com as características da via.

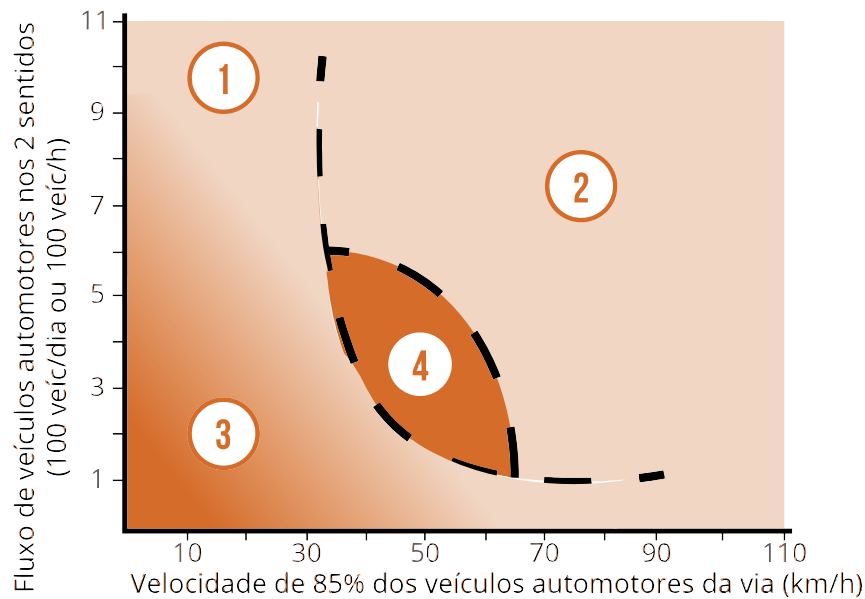


Figura 1 – Nível de Segregação.

Fonte:[5]

A partir do gráfico podemos identificar quatro diferentes regiões:

1. Vias congestionadas: inapropriadas para o tráfego de ciclistas. O ideal é incentivar a escolha por vias adjacentes com menor fluxo de veículos motorizados.
2. Ciclovias: estrutura recomendada para vias com velocidades veiculares elevadas, onde é inapropriada a utilização da bicicleta junto à faixa de rolamento. É fisicamente segregada da via.
3. Vias compartilhadas: locais sem segregação, onde o ciclista compartilha a via com outros modos de transporte.
4. Ciclofaixas: estrutura demarcada por pintura e/ou elementos de baixa segregação, como tachões. Deve-se fiscalizar para garantir que veículos motorizados não estacionem sobre elas.

A Figura 2 ilustra as quatro situações da utilização da bicicleta em situações urbanas.



Figura 2 – Situações reais das quatro regiões.

Fonte:[5]

1.2 Justificativa

A maioria das cidades não são projetadas para comportar espaço para ciclovias, ou até mesmo calçadas, devido à falta de planejamento urbano.

Um ciclista que deseja se locomover precisa de muito esforço para chegar ao seu destino. Observa-se que a situação de Vias compartilhadas está presente em maior parte do percurso de transporte da cidade, e propicia um grande aumento no número de acidentes envolvendo condutores.

Para esta situação, é indispensável olhar para a segurança e adequar tecnologias e inovações para melhorar o trânsito urbano. Segundo Garcia, Freitas e Duarte (2013)[6], no período 2000 - 2010, foram identificados 32.422 óbitos de ciclistas traumatizados em acidentes de transporte no Brasil. Em 2010, ocorreram em média 8,8 óbitos por dia. Os homens representaram 85,4% dos óbitos, com risco de morte cinco vezes superior às

mulheres. Os acidentes de transporte, incluindo aqueles envolvendo bicicletas, são causas importantes de morbidade e mortalidade e impõem custos elevados para o Sistema Único de Saúde (SUS), assim como para a sociedade. Conhecer a mortalidade de ciclistas traumatizados em acidentes de transporte, assim como o perfil das vítimas pode fornecer subsídios para auxiliar na elaboração e implementação de políticas públicas voltadas para o enfrentamento deste grave problema social e de saúde pública. As estatísticas referentes ao número de acidentes provocados no Brasil e no mundo denunciam que este problema deve ser observado por utilizadores de estradas e entidades públicas preocupadas com o número de vidas sendo tiradas. A principal fonte causadora desses acidentes é o componente localizado entre o banco e o volante dos veículos ou atrás do guidão de uma moto. A situação se tornou tão séria e preocupante que a ONU (Organizações das Nações Unidas) precisou intervir nesse holocausto viário, que mata cerca de 1,3 milhões de pessoas por ano. Só no Brasil, em média, quatro pessoas morrem por hora. Estamos falando da nona causa de mortes em todo o mundo. Os acidentes no trânsito ferem de 20 a 50 milhões de pessoas a cada ano. No Brasil, 400 mil ficam sequelados, 70% são motociclistas, atores mais vulneráveis neste cenário e as medidas tomadas até agora na tentativa de diminuir esses números estão aquém do ideal [7].

A necessidade de melhorar a segurança dos condutores e ciclistas, juntamente com a tendência da implementação de tecnologias nesse setor, alavancou a ideia de desenvolver uma camisa luminosa visível aos olhos dos motoristas e permitindo a eles saberem quando o ciclista deseja converter para esquerda ou para a direita. É uma solução para a prevenção de acidentes provocados pela falta de visibilidade e/ou comunicação entre automóveis e bicicletas.

Através de tecnologias *Wearable*, utiliza-se um microcontrolador para enviar um sinal digital para os indicadores luminosos acenderem após um botão ser pressionado, obedecendo um tempo pré-estabelecido. A intenção é utilizar um botão para cada seta indicar a direção de entrada de rua. Através de comunicação sem fio, os botões podem ficar localizados no guidom e o microprocessador em algum bolso da camisa, juntamente com a fonte de alimentação. O produto visa atender o problema de falta de segurança no trânsito, o número de acidentes, o conflito entre ciclistas e automóveis na estrada, a falta de visibilidade dos ciclistas, a falta de comunicação entre ciclista-ciclista, ou ciclista-motorista, durante o percurso.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Objeto deste trabalho visa desenvolver uma camiseta com sinalização a LED(Light Emitting Diode), microcontrolada, e que permite ao ciclista indicar o interesse de conver-

são à esquerda ou direita, além de sinalizar sua presença aos arredores.

1.3.2 Objetivos Específicos

Realizar estudo referente aos componentes eletrônicos envolvidos, bem como indicadores luminosos em especial LEDs, botões de acionamento, programação de microcontrolador, meios de transmissão e comunicação sem fio, obedecendo a otimização de espaço, processamento e economia de energia.

Realizar estudo referente aos tipos de tecidos encontrados no mercado para fabricação de malhas esportivas, selecionando os principais resultados para utilizar no projeto. Observar opções de fixação em tecidos, o que há no mercado ou o que se deve esboçar como ideal, projetando conceitualmente caso for necessário. Levantamento das características importantes quanto a impermeabilização contra chuva e suor, e preocupação quanto à resistência atingida.

Utilizar ferramentas de gestão de qualidade e empreendedorismo, para realizar entrevistas com o público-alvo, testes do protótipo e determinação do grau de satisfação do produto.

Tornar a vestimenta confortável e prática ao ciclista, assim como atender a necessidade do público-alvo envolvido.

Vigorar o projeto mantendo um custo de produção baixo e ao mesmo tempo, garantindo os padrões de uso desejados. Desta forma, pode-se viabilizar o produto em mercado.

Visualizar expansão do projeto para atender novas demandas e necessidades, assim como reparar as mudanças sugeridas afim de tornar o projeto mais atraente e tecnológico.

1.4 Estrutura do Documento

Este documento está dividido em cinco capítulos. Para o correto entendimento do que está sendo transmitindo, aconselha-se atentar-se ao que cada capítulo está querendo informar.

No capítulo 1 é apresentada a situação e o contexto a qual a pesquisa está inserida. É determinado o problema com os objetivos: geral e específicos.

No capítulo 2 é feita uma revisão dos conceitos que serão utilizados e uma apresentação de dispositivos que a Camisa Inteligente utiliza. Além disso, também é apresentada uma Norma diretamente ligada ao tema e descrição de ferramentas que serão utilizadas para desenvolver o trabalho.

No capítulo 3 é apresentado de que modo os resultados serão alcançados, além de informações importantes sobre como o produto pode ser explorado. Também há presença de estatísticas de mortalidade que reflete na modelagem do que é feito.

No capítulo 4 são mostrados os resultados, desde a concepção da ideia e os degraus que foram conquistados para encontrar um produto bem desenvolvido e com potencial para ser escalável.

No capítulo 5 é concluído o que se pode extrair dos resultados e são sugeridas melhorias para a continuação da pesquisa.

2 Revisão de Literatura

2.1 Arduíno

O Arduino tem se mostrado como uma tecnologia versátil e de simples utilização por professores e alunos, por ser uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em *hardware* e *software* fáceis de usar, e com um custo relativamente baixo [8].

Ele é uma plataforma *open source* composta de elementos de *hardware* e *software* muito simples. Pode-se ler dados de um sensor e controlar componentes como luzes, motores, termostatos e portas de garagem. Ele foi desenvolvido principalmente para fins de prototipagem [9].

A placa de Arduino é composta de um microprocessador Atmel AVR, um cristal ou oscilador (um relógio simples que envia pulsos de tempo em uma frequência especificada para permitir sua operação na velocidade correta) e um regulador de tensão de 5 volts. Dependendo do tipo de Arduino, ele também pode ter uma saída USB que permita conectá-lo a um PC ou Mac afim de fazer upload ou recuperar dados[10].

2.2 ESP32

A ESP32 é uma solução altamente integrada para aplicações de Wi-Fi, Bluetooth e Internet das Coisas (IoT). Ela foi projetada para aplicativos móveis e eletrônicos *Wearables*. Possui todas as características de ponta de chips de baixo consumo de energia, incluindo múltiplos modos de energia e escala de potência dinâmica. Por exemplo, em um cenário de sensor IoT de baixa potência, a ESP32 é acordada periodicamente apenas quando uma condição especificada é detectada. O ciclo de baixa carga é usado para minimizar a quantidade de energia que o chip gasta.[11] A arquitetura da ESP32 pode ser vista na Figura 3.

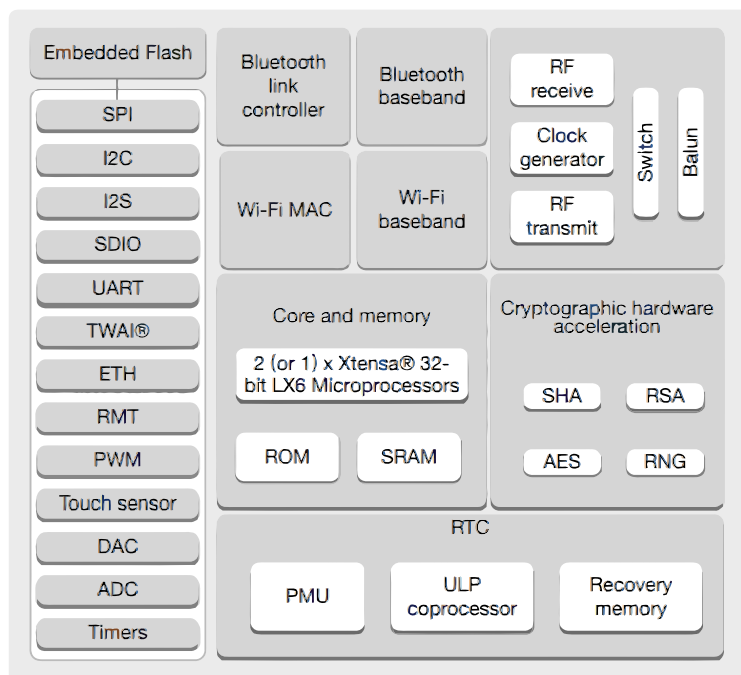


Figura 3 – Arquitetura da ESP32.

Fonte: [11]

ESP32-DevKitC é uma placa de desenvolvimento de programação leve e para nível de entrada, que faz parte da série ESP32. Esta placa possui um rico conjunto de periféricos. A pinagem ESP32 embutida é otimizada para prototipagem sem complicações [12].

2.3 LEDS

O LED é um componente do tipo bipolar, ou seja, tem um terminal chamado anodo e outro, chamado catodo. Dependendo de como for polarizado, permite ou não a passagem da corrente elétrica e, conseqüentemente, a geração ou não de luz. Hoje em dia, temos LEDs que atingem a marca de 120 lumens de fluxo luminoso, disponíveis em várias cores, responsáveis pelo aumento considerável na substituição de alguns tipos de lâmpadas em várias aplicações de iluminação [13].

2.4 Wearables

O conceito de tecnologia vestível não é novo - as pessoas começaram a usar relógios eletrônicos na década de 1980. Desde o final de 2000, o desenvolvimento da tecnologia e a penetração no mercado de *wearables* experimentaram um crescimento surpreendente, promovido por vários impulsionadores de tecnologia. Em primeiro lugar, a tecnologia de semicondutores de baixa potência é o principal habilitador para o dimensionamento agressivo do fator de forma. Dispositivos vestíveis são alimentados por baterias. As restrições

de tamanho limitam a capacidade da bateria. CIs de baixa potência são essenciais para suportar tempos de vida razoáveis de operação do sistema, dadas as rígidas restrições de energia [14].

Os *wearables* tem um papel muito importante na medicina, por exemplo. Como tecnologias médicas estão se tornando parte integrante da análise pessoal, medindo o estado físico, registrando parâmetros fisiológicos ou informando o cronograma de medicamentos. Essas plataformas de tecnologia em constante evolução não apenas prometem ajudar as pessoas a buscar um estilo de vida mais saudável, mas também fornecem dados médicos contínuos para rastrear ativamente o status metabólico, o diagnóstico e o tratamento. [15].

2.5 Bluetooth

Bluetooth é uma tecnologia para redes LANs (Local Area Network) sem fio (WLANs - Wide Area Network) desenvolvida para conectar diversos tipos de dispositivos de diferentes funções, como telefones, notebooks, computadores (desktop e laptop), câmeras, impressoras, cafeteiras e assim por diante. Uma rede Bluetooth é uma rede *ad hoc*, o que significa que é formada espontaneamente; os dispositivos, algumas vezes chamados de *gadgets*, se localizam e criam uma rede chamada piconet. Uma LAN Bluetooth pode até mesmo ser conectada à Internet se um dos *gadgets* tiver essa capacidade. Por natureza, uma LAN Bluetooth não pode ser grande. Se existirem muitos *gadgets* tentando se conectar, - se configurará uma situação caótica [16]. O Bluetooth é uma tecnologia com baixo custo, ideal para sistemas móveis e transmissões de curta distância. Podem ser utilizados em computadores, celulares e também em aparelhos eletroeletrônicos. No caso do Bluetooth IEEE 802.15.1, os dispositivos podem ser utilizados em diversas aplicações, como segurança e monitoramento na área de saúde, sensores de segurança e incêndio, detecção de falhas em sistemas e ambientes pervasivos, como também em ambientes cooperados de robôs [17].

Todo dispositivo Bluetooth tem um transmissor embutido na faixa de radiofrequência de curto alcance. A taxa de dados é de 1Mbps para a faixa de frequências de 2,4 GHz. As camadas que o Bluetooth utiliza podem ser vistas na Figura 4 [16].

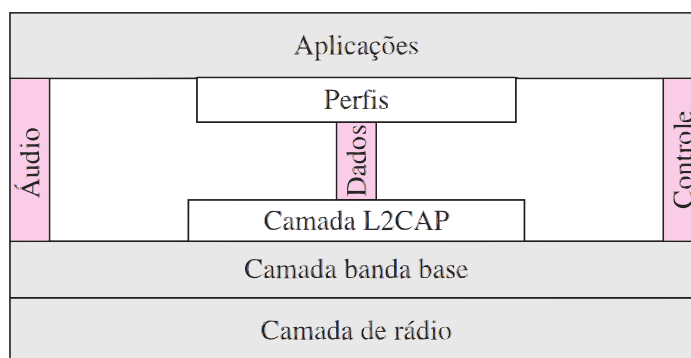


Figura 4 – Camadas Bluetooth.

Fonte: [16]

2.6 Incidência Reflexiva

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros) [18].

2.6.1 NBR 15292:2013

Como o principal objetivo do trabalho é aumentar a visibilidade do ciclista em meio urbano, observa-se a Norma Técnica brasileira (NBR) diretamente ligada à este conceito: a NBR 15292:2013 - Artigos Confeccionados - Vestimenta de segurança de alta visibilidade. Esta Norma especifica os requisitos para vestimenta de segurança de alta visibilidade, capaz de sinalizar visualmente a presença do usuário. A vestimenta de alta visibilidade se destina a fornecer conspicuidade ao usuário em qualquer condição de luminosidade quando visto por operadores de veículos ou outro equipamento mecanizado durante as condições de luz do dia e sob iluminação de faróis no escuro [18].

2.7 Matriz Morfológica

O termo Morfologia significa "estudo da forma". É um modo ordenado de visualização, para facilitar a resolução de problemas. Surgiu na Astronomia com o astrônomo Fritz Zwicky [19]. Ela é um método para estruturar e investigar o conjunto total de relações contidas em problemas multidimensionais, geralmente não quantificáveis [20].

A técnica possibilita organizar e analisar as combinações dos elementos e a partir de um problema complexo são selecionados os elementos que o compõem, repartindo-o em problemas mais simples, tratando individualmente cada subproblema [21].

A matriz morfológica é disposta em forma de tabela. As linhas agrupam as características gerais ou os elementos mais simples que devem ser integradas no objeto ou na pesquisa e as colunas agrupam as possibilidades com que se consegue trabalhar, de maneira que torne as linhas e colunas relacionáveis [22].

3 Metodologia

3.1 Matriz Morfológica do Sistema

Há como unir sinalização à uma camisa utilizando circuito eletrônico, e ao mesmo tempo atender a praticidade de lavagem, de montagem e o conforto do usuário favorecendo a transpiração? Para responder à essa pergunta, verifica-se a origem do problema a ser abordado.

A Camisa Inteligente conta com um variado leque de escolhas que podem ser utilizados para alcançar e cumprir com o objetivo e o seu propósito. Essas escolhas definem a especificação que o produto deve ter, com base na preferência do usuário juntamente com a viabilidade de construção. Ao final, podem ser encontradas diferentes combinações de especificações que atinja a sua funcionalidade, mas, as diferentes versões devem converter em um produto que agrade a maioria.

As características de funcionamento do produto, pode ser determinada realizando o levantamento de pré-requisitos exigidos pelo consumidor unindo a capacidade de recursos tecnológicos possíveis para seu desenvolvimento. Para auxiliar esta tarefa, pode ser utilizada uma ferramenta determinada de Matriz Morfológica do Sistema, a qual reúne as principais escolhas em uma série de opções que as especificações do produto podem possuir.

A Matriz Morfológica da Camisa Inteligente para Ciclista é apresentada na Figura 5.

Para um melhor entendimento de qual é o melhor caminho para desenvolver o produto, são detalhadas tais possibilidades a seguir:

Tipo de Produto:

Sinalizadores reflexivos: As faixas sinalizadoras reflexivas normalmente se destacam à noite quando há uma incidência de luz sobre elas. Desta forma, os feixes de luz são refletidos em sentido contrário alertando alguém próximo que deve tomar atenção. Elas são comumente utilizadas em roupas no canteiro de obras e até mesmo em camisetas para ciclistas. Porém para haver sinalização, há a necessidade de ter uma luz apontada para ela.

Camisa Inteligente: Sua proposta é ter sua própria fonte de sinalização, desta forma aumentando o grau de atenção de pessoas próximas ou relativamente distantes e tendo funcionamento tanto à noite quanto ao entardecer. Mesmo assim, pode apresentar faixas de sinalização reflexivas para aumentar o grau de sinalização.

Colete inteligente: Similar à camisa, onde o objetivo é ter sua própria fonte de luz para sinalização, o colete inteligente pode ser sobreposto a outro tipo de roupa e aumentando

Tipo de produto	Sinalizadores reflexivos	Camisa Inteligente	Colete Inteligente	
Tecido da Camisa	Poliéster	Tactel	Lycra	Poliamida
Tamanho	P	M	G	
Cor	Branco	Amarelo	Cinza	Verde-Limão
Aplicação	Corrida	Bicicleta	Moto	
Utilidade	Sinalização	Direcionamento		
Alimentação	Pilha	Bateria		
Carregamento	Solar	Dinamo	Fonte (tomada)	
Hardware Microprocessador	Arduíno Uno	Arduíno Nano	Arduíno Lilypad	ESP32
Comunicação	Cabo elétrico	Linha Condutiva	Sem Fio	
Acionamento	Botão	Toque Tela	Gestos	
Atuador	Setas de Led	Painel de Led		
Acoplamento	Fixo	Semi-Fixo	Modular	
Plug de conexão	Encaixe mecânico	Botão de pressão		
Fixação	Velcro	Botão de pressão	Bolsos	

Figura 5 – Matriz Morfológica.

o público alvo interessado. Entretanto, ele pode causar desconforto para uso dos ciclistas ou praticante de esportes, por se tratar de mais uma peça de roupa, podendo gerar calor, peso ou atrapalhando a transpiração.

Tecido da Camisa:

Poliéster: O material, atualmente, é muito utilizado na produção de tecidos e malhas para camisas, calças, estofados e roupas de cama, e têm como principal diferencial a durabilidade, a retenção de cor e a resistência a rugosidades.

Tactel: O Tactel resolve problemas térmicos de transpiração e é utilizado em roupas para esporte e similares. Possui leveza no caimento. O Tactel é um tecido com fibras sintéticas e é muito utilizado no segmento esportivo. É um tecido macio e com cores brilhantes, além de ser um tecido super confortável e com alto poder de secagem.

Lycra e Suplex: Tecidos como a lycra é utilizado principalmente para a confecção de peças que trazem flexibilidade e boa adaptação ao corpo. Além da elasticidade, a lycra e o suplex são famosos também pelo conforto. Peças fitness, moda praia e lingerie são algumas das categorias que fazem largo uso desses tecidos.

Poliamida: Uma característica da poliamida é o fato de garantir ao tecido uma refrescância, ou seja, a roupa estará sempre “geladinha”. Os tecidos feitos de poliamida costumam ser leves e confortáveis, perfeitos para a rotina. Apesar de ser uma fibra sintética, a poliamida tem características próximas às das fibras naturais. Por esse motivo, o conforto promovido lembra muito o do algodão. A poliamida também absorve bem o suor e tem uma secagem rápida, o que é ótimo para os praticantes de atividades físicas.

Tamanho:

O tamanho da camisa pode variar com o porte do usuário, mais comumente encontrados por P, M ou G, que são tamanhos pré-definidos e convencionados mundialmente. Para utilização do projeto, é feita a adoção do tamanho P como padrão de testes.

Cor:

A cor da camisa pode depender da vontade do usuário ou da sua criatividade em personalizá-la. Preferencialmente, cores mais claras como o Branco, Amarelo, Cinza e Verde-Limão permitem uma melhor visualização no período noturno e não dispense de uma maior sensação térmica em períodos diurnos e ensolarados. Inicialmente, é adotado como padrão a cor verde-limão para utilizar nos testes.

Aplicação:

Bicicleta: A Camisa Inteligente se aplica a todo tipo de ciclista principalmente em meios urbanos, onde há um maior conflito com outros meios de locomoção. Este público também tem engajamento tecnológico, o qual utiliza de modernos acessórios que teve uma grande tendência no setor ciclístico como roupas, dispositivos medidores de eficiência, componentes de bicicleta leves e resistentes.

Corrida: A corrida ou caminhada é um exercício que promove evolução de condicionamento físico sem fazer uso de grandes equipamentos custosos e locais próprios ou ambientes rigorosos. Entretanto é convenientemente encontrado praticantes em calçadas públicas ou parques que concentram uma grande quantidade de adeptos. Por ser uma atividade que retem um grande nível de desgaste físico e até mesmo psicológico, tais condições favorecem a desatenção que pode provocar acidentes. O uso de sinalização pode evitar choques acidentais ou favorecimento no resgate de acidentes até mesmo quando o praticante se encontra sozinho.

Moto: Por ser um veículo frágil comparado aos automóveis, o condutor frequentemente se depara com o risco de colocar sua vida em risco. Dispositivos de sinalização para motociclistas permitem gerar destaque e visibilidade. Motoristas de patinete elétrico, moto

elétrica e veículos de locomoção também podem se beneficiar com o produto. A Camisa Inteligente pode ser crucial em situações de paradas bruscas ou desvios, permitindo que o motorista traseiro fique atento a esses sinais.

Utilidade:

Sinalização: A necessidade de realizar a sinalização do utilizador do produto, é alertar a sua presença aos que estão em sua volta. Desta forma, ao perceber um potencial elemento gerador de risco ou acidente, essas pessoas mantêm de forma preventiva o afastamento ou distanciamento do usuário que veste a Camisa Inteligente, quando for possível. Para contribuir com essa função, é necessário algum indicador luminoso que pisque ou não, sem necessariamente algum formato específico, mas que se mantenha em funcionamento enquanto o utilizador é avistado por alguma outra pessoa.

Direcionamento: Utilizado em esportes coletivos, as sinalizações (sejam elas gestuais ou tecnológicas) auxiliam os outros atletas a seguir determinado procedimento para alcançar o objetivo. Por isso, a sinalização de direcionamento auxilia o companheiro a entender as intenções do usuário utilizando a Camisa Inteligente e auxilia a tomada de ações como de conversão à esquerda ou direita, por exemplo. Para a realização desta aplicação, são necessários sinalizadores que piscam frequentemente e por um período específico, o qual alertará o condutor traseiro a intenção da direita ou esquerda, dependendo do formato da seta.

Alimentação:

Pilha: a alimentação através de pilha possibilita um barateamento no preço do produto, deixando o usuário a encargo da alimentação elétrica. E também em alguns casos, se o dispositivo tiver pouco consumo e for pequeno, as pilhas podem garantir um espaço de tamanho reduzido na composição final do produto. Elas também tem a facilidade de serem encontradas em vários comércios, inclusive em locais mais afastados.

Bateria: As baterias costumam ser mais caras e alguns modelos antigos ainda possuem problemas como vício ou inflamação. Entretanto, apresentam a versatilidade do recarregamento, ponto na qual os usuários hoje em dia apontam como algo decisivo na compra do produto.

Carregamento:

Solar: a utilização do produto nas ruas propicia que o carregamento do dispositivo possa ser feito utilizando os painéis solares. A desvantagem é que um dispositivo que apresenta uma grande área superficial pode influenciar no conforto ou na transpiração, pois devem ser posicionados em um lugar estratégico para garantir sua eficiência.

Dínamo: Aproveitar a energia cinética para produzir energia é uma boa escolha, porém pode acarretar em perda de desempenho de esportistas que procuram um alto rendimento, pois o dínamo requer que a roda fique encostada em algum eixo gerador de energia, mas

tal atrito é uma carga a mais para o ciclista. Além disso, a instalação pode variar de bicicleta para outra e ocasionando um grande problema. Outro fator negativo é que a bateria precisaria ter uma ligação direta com o dínamo enquanto ele está em uso, porém esse acoplamento não é bem desejado em caso de acidentes a qual o usuário precisa deixar a bicicleta.

Fonte de corrente: é o aparelho mais comumente utilizado que recarrega as baterias, apenas colocando na tomada e aguardando o tempo de carregamento. Tal procedimento, apesar de fácil, requer disciplina para não ocorrer imprevistos na hora da utilização.

Hardware Microcontrolador:

Arduíno Uno: É um dispositivo básico de aprendizagem que possui 14 pinos de entrada/saída digital (dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM), 6 entradas analógicas, um cristal oscilador de 16MHz, uma conexão USB, uma entrada de alimentação uma conexão ICSP e um botão de *reset*.

Arduíno Nano: É um dispositivo com tamanho extremamente reduzido, que possui 14 pinos de entrada/saída digital (no qual 6 destes também servem para saídas PWM), 8 entradas analógicas com 10 bits de resolução, um cristal oscilador de 16MHz.

Arduíno Lilypad: É um dispositivo desenvolvido para tecnologias *Wearable*, que possui 14 pinos de entrada/saída digital (no qual 6 destes também servem para saídas PWM), 6 entradas analógicas e um cristal oscilador de 8MHz.

Esp32: É um dispositivo que possui 34 portas de entrada e saída GPIOs de 3.3V e 12mA, 18 conversores analógico-digital ADC com 12-bit de resolução e vem com Wi-fi e Bluetooth 4.2(BLE) integrado.

Comunicação:

Cabo elétrico: O uso de cabos elétricos ao longo da camisa pode garantir uma boa resistência mecânica devido à rigidez e tem a vantagem de possuírem um isolamento encapado que protege da umidade. A fixação na camisa pode ser feita de forma móvel a qual pode ser tirada para lavagem (mas não trivial), ou fixo, que por sua vez, é preso por meio de canaletas de tecido presas no interior da camisa. A desvantagem é que cabos apresentam um volume acentuado e isso pode gerar desconforto ao uso.

Linha condutiva: A linha condutiva tem espessura similar à malha de tecido e permite a passagem de corrente elétrica por meio de seus microfios inoxidáveis. Tem a vantagem de ser discreta e se incorpora à vestimenta, mas a sua elasticidade é praticamente nula e pode comprometer o delineamento ao corpo que certas camisas apresentam. A linha condutiva não é comumente encontrada no Brasil e possui contato elétrico ao longo de sua extensão. Para garantir que não haveria curto-circuito da linha em contato com o suor ou chuva, a linha precisa prever um isolamento ou esmaltação no decorrer da sua extensão.

Sem fio: a conectividade sem fio agrega versatilidade e modularidade para a aplicação. Através de transmissão *Bluetooth* ou *Wi-fi* os componentes da camiseta podem ficar em locais minimamente distantes, e compartilhar e trocar dados sem necessitar de uma condução elétrica que com o tempo podem apresentar problemas de mau contato ou oxidação. Para tanto, é necessário que cada módulo que fará comunicação, necessite de uma fonte de alimentação que frequentemente deve ser carregada e que todos os dispositivos possuam a tecnologia conectiva sem fio.

Acionamento:

Botão: Os botões podem ser instalados na própria camisa, em algum lugar confortável para acessar com a mão, como na altura do peito. Além disso, também podem ser instalados no guidom ou através de um controle remoto, quando este possuir comunicação sem fio.

Toque na Tela: Com a frequente utilização de dispositivos para mensurar rendimento, muitos usuários fazem o uso do celular para marcar o seu percurso e possuem ele fixado e disponível em seu guidom. Com isso, pode-se construir um aplicativo que faz comunicação sem fio com o microcontrolador da Camisa e ter o controle do direcionamento das setas, ao toque do seu *smartphone*.

Gestos: Alguns gestos entre os ciclistas são comuns para indicar a intenção de conversão, parada para descanso ou até mesmo freada brusca de alto perigo. Através de sensores que detectam o levantamento do braço para sinalizar conversão ou então um acelerômetro para detectar freadas, eles podem interagir com a camisa para acionar os LEDs automaticamente.

Atuador:

Setas de Led: são combinações de LEDs em formatos específicos que são acesos sozinhos, ou juntamente com outras setas, para transmitir alguma mensagem determinada. Como exemplo um ponto de exclamação para indicar atenção das demais pessoas, ou setas que apontam para direita ou esquerda indicando movimento para tal lado.

Painel de Led: é uma combinação de LEDs formando uma matriz, e que pode determinar qual Led será aceso mediante programação. Com isso, é possível configurar um vasto grupo de mensagens, incluindo letras, números e até desenhos. A desvantagem é que tal painel pode possuir uma área muito grande na região que for adaptado, e com isso pode comprometer a transpiração do usuário. Além disso, necessita de uma maior complexidade de processamento.

Acoplamento:

Fixo: Nesta versão, os componentes eletrônicos são presos à Camisa e não podem ser retirados nem rearranjados, com exceção da bateria. Dessa forma, deve-se garantir a perfeita vedação das partes oxidáveis e dos locais que passam energia e que podem gerar

curto-circuito. Além disso, o modelo deve prever a distribuição dos componentes de forma que não acarrete prejuízos na transpiração. Para a condução de corrente elétrica, cabos podem ser distribuídos entorno da camisa e fixado através de canaletas.

Semifixo: É considerado que os componentes eletrônicos como as setas e os botões possam ser colocados e retirados de compartimentos construídos com o tecido da Camisa. Apenas o que não precisa ser retirado é a linha de condução elétrica que é costurada juntamente com o tecido da camisa, e que para ligar com o restante dos componentes, podem possuir plugs de encaixe rápido já que a linha é inoxidável.

Modular: O modelo mais versátil, possui componentes elétricos que podem ser adaptados e reposicionados ao longo da camisa, mas com a condição que estes lugares possuam algum material apropriado para realizar a fixação do componente. A comunicação, nesse caso, é realizada via Sem Fio e cada módulo de iluminação ou acionamento possui o seu próprio microcontrolador e sua própria bateria. Através do acoplamento modular, a aplicação não se limita apenas em camisa, mas sim em qualquer superfície. Isso permite que caso o condutor porte uma mochila, por exemplo, os módulos possam ser fixados por cima desta.

Plug de Conexão:

Os plugs de conexão são aplicáveis quando a Camisa possui linha condutiva ou cabo elétrico, e tem por objetivo realizar a conexão entre o circuito de comando do microcontrolador e seus atuadores.

Engate rápido: Normalmente construído em material plástico, é o encaixe mais comumente encontrado em circuitos eletrônicos principalmente na interface de alimentação entre a bateria e o restante do circuito. O conector possui um encaixe macho-fêmea, é um pouco volumoso, e normalmente tem algum tipo de trava mecânica para garantir o contato elétrico.

Botão de Pressão: Comumente utilizado como elemento de fixação de tecidos, o Botão de Pressão também pode servir de plug de conexão entre uma linha condutiva costurada no tecido da camisa, e o elemento atuador que possuirá a outra parte do contato do botão. Para o caso de, por exemplo, a seta de LEDs a ser fixado na parte de trás da camisa, no momento em que o botão de pressão é apertado, ele fará o contato da alimentação dos LEDs.

Fixação:

Se tratando da maneira como o conjunto de LEDs serão fixados na camisa, existem as seguintes opções:

Velcro: O velcro é um material fácil de encontrar e adaptar em qualquer área. Pode ser colocado obedecendo o contorno do objeto a ser fixado e ao longo de sua extensão. A desvantagem dele é que desgasta com o tempo e caso não seja fixado corretamente, pode

cair.

Botão de pressão: O botão de pressão apresenta um encaixe mais firme e seguro devido ao seu funcionamento mecânico. É fácil de ser encontrado, mas um pouco mais difícil de ser instalado

Bolsos: É a opção para colocar os componentes envelopados na Camisa. Os bolsos podem ser construídos com o mesmo tecido da Camisa e servem como um compartimento para guardar tais componentes.

3.2 Ferramentas de Empreendedorismo

3.2.1 Análise Conceitual e Concorrencial

Observa-se como principal concorrente, os coletes sinalizadores com e sem indicação luminosa. A principal diferença entre o colete e a Camisa Inteligente, é que o primeiro não possui a função de indicar a presença, ao mesmo tempo que tem a função de indicar conversão de ruas. Além disso, outra classe de coletes sinalizadores, aqueles utilizados por operadores em obras, precisam de incidência de luz para realizar a sinalização. Outras diferenças, são que o colete se torna um acessório muitas vezes espesso, dificulta transpiração e até relativamente volumoso para um ciclista de alta performance. Como exemplo, pode ser apresentado o colete da ACTE, na Figura 6, com preço sugerido de R\$139,90.



Figura 6 – Colete A75 ACTE.

Fonte: [23]

Outro dispositivo que se observa no mercado, e esse tem a função de indicar uma intenção de conversão de ruas, são as luvas luminosas. Elas possuem uma seta e podem ser acionadas ao apertar um dos dedos, acionando o contato elétrico da luva. Quando o ciclista deseja informar uma intenção de conversão de rua, ele levanta a mão do lado que

irá convergir, e aperta o botão. A luva então piscará. Tal dispositivo pode ser visto na Figura 7, e custa em torno de 74 dólares, algo em torno de R\$425 no dia atual.



Figura 7 – Luva Zackees.

Fonte: [24]

Como concorrentes indiretos, há os sinalizadores de segurança da bicicleta. Eles normalmente são utilizados abaixo do selim em sua maioria, ou preso no capacete. Servem para indicar a presença da bicicleta no meio do trânsito, e normalmente é composta por um LED que pisca ininterruptamente até ser desligado. Como exemplo de tal dispositivo, a Figura 8 representa uma sinalização comum no meio ciclístico que custa em torno de R\$80 reais.



Figura 8 – Indicação de segurança traseira de bicicleta.

Fonte: [25]

É indicado que o ciclista ande no mesmo sentido que os automóveis andam, pois em caso de acidente, a colisão apresentará uma força reduzida comparada à colisão frontal. Observando o fato de que o motorista do veículo vê o ciclista similar ao que é representado na Figura 9, pode-se observar que três principais regiões são utilizadas para sinalização:

abaixo do selim(A), na parte da cabeça(C) e a menos explorada, porém não menos importante, a região do tronco(B). Esta região compõe uma grande área visível do ciclista e uma alta área potencial de choque.

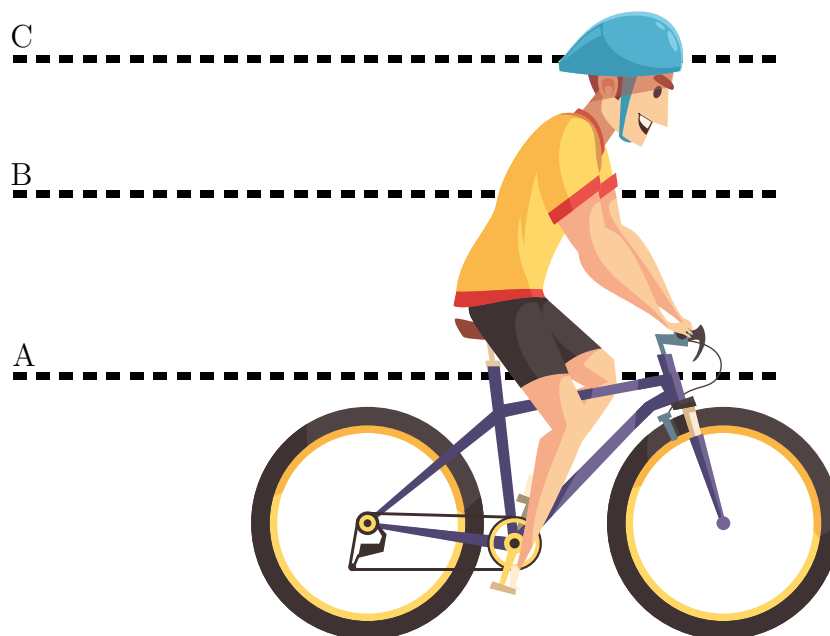


Figura 9 – Regiões de Sinalização do Ciclista.

3.2.2 Benchmarking Conceitual

A etapa de *benchmarking* consiste em analisar as melhores práticas do mercado e traduzí-las em uma interpretação que contribua para um desempenho de excelência da marca em relação a questões específicas [26].

3.2.2.1 Case de Sucesso

Algumas marcas são comumente lembradas por qualidade, robustez e até mesmo por preço. Entre as principais marcas de bicicletas presentes no mercado internacional, a Specialized é líder mundial de bicicletas de alta tecnologia [27]. Atualmente, conta com a presença de mais de 200 bikeshops em todo o Brasil, número alcançado em Outubro de 2019. A alta qualidade de inovação impressiona, pois a Specilized projeta componentes em conformidade com a necessidade do ciclista. Uma de suas linhas, a Body Geometry são ergonomicamente projetados e cientificamente testados para aumentar o desempenho, melhorar o conforto e reduzir as suas chances de ferimentos. Não importa qual o seu estilo de pedalada, os pontos de contato entre a bike e o seu corpo podem apresentar desafios únicos. No entanto, todos os equipamentos Body Geometry oferecem soluções personalizadas que otimizam o seu desempenho e conforto [28]. Encontrando formas de evitar ferimentos ao ciclista, projetando equipamentos que se modelam à ele em termos

de usabilidade e desempenho, a Specialized é um exemplo para o desenvolvimento de produtos para ciclismo. A Specialized é feita para ciclistas, por ciclistas, similar ao case da Camisa Inteligente. Foi fundada em 1974 com base no norte da Califórnia, ela se define da seguinte forma: Quando não existiam pneus de qualidade, nos esforçamos para fazer os melhores. Quando as pessoas queriam pedalar na terra, fizemos a primeira *mountain bike* de produção. Quando os estradeiros queriam pedalar mais rápido, focamos ainda mais no carbono, e construímos nosso próprio túnel de vento. E quando vimos crianças tendo dificuldade na escola, criamos a Fundação Specialized para ajudá-las através do ciclismo [29]. "Identifique um problema, resolva-o através do design, valide-o com a ciência"[28].

3.2.2.2 Case de Fracasso

Alguns produtos entram no mercado, fazem muito sucesso e depois apresentam falhas não previstas de projeto. É o caso da TREK 9000, uma bicicleta que impulsionou o mercado de *full suspension*, sendo a primeira comercializada em escala nacional pela marca. Esta foi uma bicicleta icônica, faz parte da história da época de ouro na evolução do Mountain Bike (MTB). Considerada uma bicicleta Old School (bicicletas de 1985 a 1997, na Europa até 1995), seu valor colecionável é alto [30]. Lançada em 1992, possuiu componentes e características de uma bicicleta avançada e tinha amortecedores propícios para provas de *downhill*, a qual necessita de distribuição de amortecimento em diversas partes da bicicleta para atenuar a trepidação. A produção da TREK9000 durou pouco mais de um ano até ser descontinuada. Devido ao fato que a mola utilizada pelo amortecedor A.B. Zorb era composta por elastômeros, não havia controle de retorno, o que fazia com que a bicicleta da TREK se comportasse como um cabrito enfurecido quando descia uma sessão mais técnica da trilha [31].

3.2.3 Tamanho de Mercado

O perfil dos compradores é destinado à ciclistas que não tenham costume de utilizar mochilas nas costas, pedalam em períodos que normalmente são ao amanhecer ou ao escurecer, devido a falta de tempo ocasionado pelo trabalho. Ciclistas que muitas vezes não encontram ciclovias seguras para pedalar, e tenham que dividir espaço no trânsito com outros carros. Aos que utilizam *smartphone* no guidom, podem utilizar a comunicação *bluetooth* com a camisa para acionar as setas. E principalmente o produto é destinado aos ciclistas que visam conforto na vestimenta, pois a camisa conta com uma alta transpiração e maleabilidade.

Quanto ao tamanho do mercado, estima-se que o número de ciclistas seja muito alto, pois o Brasil está entre os líderes na quantidade de bicicletas. Quarto maior produtor mundial de bicicletas, o Brasil tem uma frota de cerca de 70 milhões de unidades, de acordo com levantamento realizado em 2018 pela Associação Brasileira dos Fabricantes

de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e similares (Abraciclo). Em 2019, a instituição estima que a produção seria de 2,5 milhões de *bikes* no país [32].

O aumento do número de bicicletas representa uma excelente oportunidade de negócio. A Aliança Bike constatou que o faturamento das bicicletarias será maior em 2019 que em 2018. Enquanto apenas 7% das lojas faturaram mais de R\$2 milhões em 2018, em 2019 a porcentagem promete estar por volta dos 12%. Ao mesmo tempo, os negócios que faturaram até R\$50 mil caíram de 12% para 7% [33].

3.2.4 Público Primário e Secundário

O público-alvo primário são os ciclistas. Eles possuem uma das estruturas mais frágeis de locomoção quando comparado aos meios de transporte que compartilham espaço na estrada. São uma classe com um número de adeptos muito grande. Os ciclistas acalentam a sustentabilidade e merecem um maior reconhecimento e visibilidade no meio urbano. A quantidade de atropelamentos de ciclistas cresceu 45%, passando de 1.064 óbitos em 2012 para 1.545 em 2018, conforme a Associação Brasileira de Medicina do Tráfego (Abramet). Quase 10 mil internações hospitalares foram registradas pelo Sistema Único de Saúde (SUS) desde 2012, o que gerou R\$115 milhões em gastos para tratar traumas ocasionados em colisões com motocicletas, automóveis, ônibus, caminhões e outros veículos [34]. Os ciclistas são os mais beneficiados devido as características do produto possuir uma preparação para o usuário vestir, similar à camisa de ciclismo convencional, através de modelo de vestimenta mais justa e bolsos externos para portar utensílios, chaves, celular e até comida.

O público-alvo secundário define-se como praticantes de esportes outdoor dentre eles skatistas, corredores, patinadores sobre rodas, usuário de patinetes e até mesmo motociclistas. Os motociclistas, por exemplo, mesmo possuindo toda a sinalização da moto, podem ficar mais bem sinalizado com a Camisa, evitando o número grande de acidentes que os dados apresentam. De acordo com estatística do Departamento Nacional de Trânsito (Denatran), o país tinha uma frota de 23 milhões de motocicletas em 2014, o que correspondia a 27% da frota nacional. Apesar das motos representarem pouco mais de um quarto da frota, o seguro DPVAT pagou, em 2014, 580 mil indenizações, o que correspondeu a 76% do total. Deste, 4% foram por morte (22.616 casos), 82% por invalidez (474.346) e 14% por despesas médicas (83.101) [35]. Tais quantidades de frota dos veículos automóveis, motocicletas e outros, podem ser visto na Figura 10.

Frota nacional de automóveis, motocicletas e outros

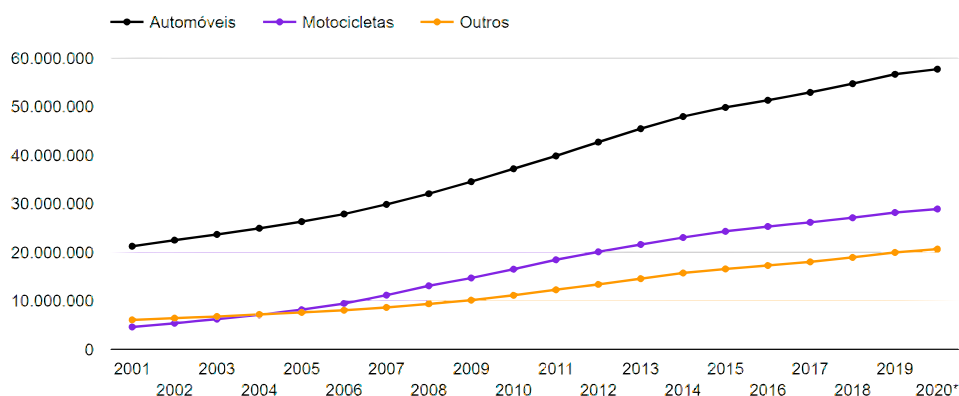


Figura 10 – Frota Nacional de automóveis, motocicletas e outros.

Fonte: [36]

Os motociclistas ficam em segundo plano, pois já possuem sistema de sinalização de direcionamento fixo no próprio transporte, e até mesmo possuem um veículo mais robusto no qual também pode desviar de situações indesejadas de uma maneira mais ativa, pois participam ativamente nas rodovias em comparação feita às bicicletas. Estima-se que os acidentes envolvendo o motociclista se dá mais por conta de manobras perigosas e ultrapassagens indevidas por parte do próprio condutor. Em 70% dos acidentes com motos no Brasil, a culpa é do motociclista, diz OMS [37]. Observando a dificuldade do Brasil em estabelecer medidas para melhorar a mobilidade urbana, faz-se necessário olhar para exemplos externos de países desenvolvidos para colocar em prática ações mais eficazes. Uma solução é participar de programas de desenvolvimento afim de colocar metas para o desenvolvimento de determinado setor. É o caso da Agenda 2030 da ONU para o Desenvolvimento Sustentável, a qual é composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), e entre os 193 estados-membros das Nações Unidas, o Brasil se comprometeu a proporcionar transporte seguro, sustentável e a preço acessível. A meta foi aprovada durante a Cúpula da ONU sobre o Desenvolvimento Sustentável 2015, em Nova York. Este evento tem como objetivo reafirmar o envolvimento dos países em torno das políticas, medidas e ações para diminuir 1,2 milhão de mortes no mundo, a cada ano, em acidentes de trânsito - segundo dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) [38]. Tal comprometimento alavanca investimentos no setor, o qual fomenta soluções para o desenvolvimento de produtos tecnológicos que reduzem o número de acidentes e proporcionem uma melhor qualidade de vida para a população.

3.3 Validação do Problema e Diagnóstico

Conhecer a necessidade do público alvo é o primeiro passo para entender quais tecnologias podem ser aplicadas, qual é o problema que ele está enfrentando e quais são as características do dispositivo que se necessita.

Portanto, é realizado um questionário distribuído em grupos de pedais desconhecidos, com ciclistas da região e outras cidades do Estado. O intuito da pesquisa é determinar qual é o nível de segurança praticado, quais dispositivos ele utiliza, qual período ele pedala e de que forma ele acha que uma Camisa Inteligente poderia contribuir para sua integridade. É elaborado o questionário que pode ser conferido no Apêndice A.

3.4 Índice de Mortalidade - DATASUS

Observa-se o alto nível de insegurança do ciclista ao pedalar. A grande maioria já sofreu algum tipo de acidente e praticamente todos conhecem alguém que sofreu também. Isso representa a falta de equipamentos seguros, a falta de local apropriado para a prática do exercício, ou a falta de atenção que os motoristas que passam pelas bicicletas apresentam. Para coletar dados referentes ao número de acidentes envolvendo Ciclistas na Região, utiliza-se o DATASUS. O Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) surgiu em 1991 com a criação da Fundação Nacional de Saúde (Funasa), pelo Decreto 100 de 16.04.1991, publicado no D.O.U. de 17.04.1991 e retificado conforme publicado no D.O.U. de 19.04.1991. Na época, a Fundação passou a exercer a função de controle e processamento das contas referentes à saúde que antes era da Empresa de Tecnologia e Informações da Previdência Social (DATAPREV). Foi então formalizada a criação e as competências do DATASUS, que tem como responsabilidade prover os órgãos do SUS de sistemas de informação e suporte de informática, necessários ao processo de planejamento, operação e controle [39].

Representando a insegurança em números, verifica-se através do DATASUS o nível de mortalidade de ciclistas no Brasil. Tal ferramenta apresenta um sistema de filtros que, dentre outros, permite a escolha do perfil da morte (doença, acidente), tipo de envolvimento (choque com veículo de 2 rodas, caminhonete, animais), faixa etária, sexo, cor/raça, local da ocorrência. Uma seleção de filtro pode ser observado na Figura 11.

Em seguida, elimina-se a observação de ciclistas que de alguma forma vieram a óbito por acidentes com animais ou não houve colisão, portanto, observa-se os acidentes provocados pelos seguintes critérios de interesse: i)Ciclista que sofreu trauma devido a colisão com outro veículo a pedal; ii)Ciclista que sofreu trauma devido a colisão com veículo motor de 2 ou 3 rodas; iii)Ciclista que sofreu trauma devido a colisão com automóvel *pickup* caminhonete; iv)Ciclista que sofreu trauma devido a colisão com veículo de transporte pesado/ônibus; v)Ciclista que sofreu trauma devido a colisão com trem ou veículo ferro-

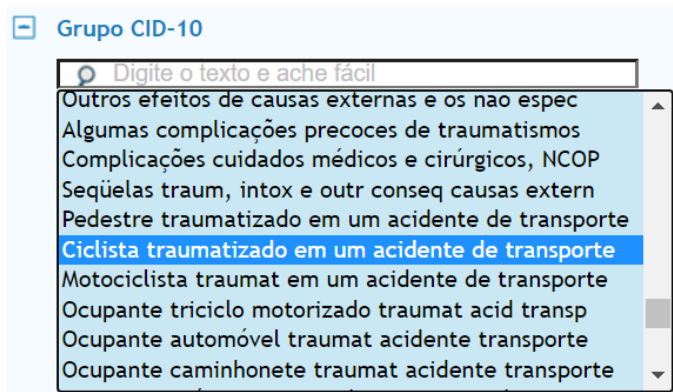


Figura 11 – Filtro de seleção do DATASUS.

viário; vi) Ciclista que sofreu trauma devido a colisão com outro veículo não motorizado; vii) Ciclista que sofreu trauma devido a colisão com objeto fixo ou parado.

E por fim, define-se como outro critério, a observação dos valores em nível nacional em direção ao nível regional, dos últimos 5 anos acessíveis do sistema (de 2015 a 2019).

3.4.1 Brasil

Em nível nacional, tal interesse está em conhecer quão precária e perigosa são as condições do ciclista ao se deslocar no trajeto desejado. E quão alto o número de mortalidade pode refletir do pouco incentivo de medidas públicas para a população adotar a bicicleta como meio de transporte. O número de ocorrências coletados por região brasileira entre 2015 e 2019, pode ser visto na Tabela 1. Assim como o gráfico, com destaque na região Sul, pode ser visto na Figura 12.

Tabela 1 – Mortalidade - Regiões brasileiras.

Região	Óbitos
Norte	376
Nordeste	938
Sudeste	1319
Sul	1077
Centro-Oeste	680
Total	4390

3.4.2 Santa Catarina

Em nível estadual, a pesquisa deseja saber quais são as regiões que apresentam um maior índice de mortalidade no Estado. Além de obter comparações sobre cidades próximas, também pode ser evidenciado para quais lugares o produto poderá ser explorado em um período de curto/médio prazo. O número de ocorrências coletado por região catari-

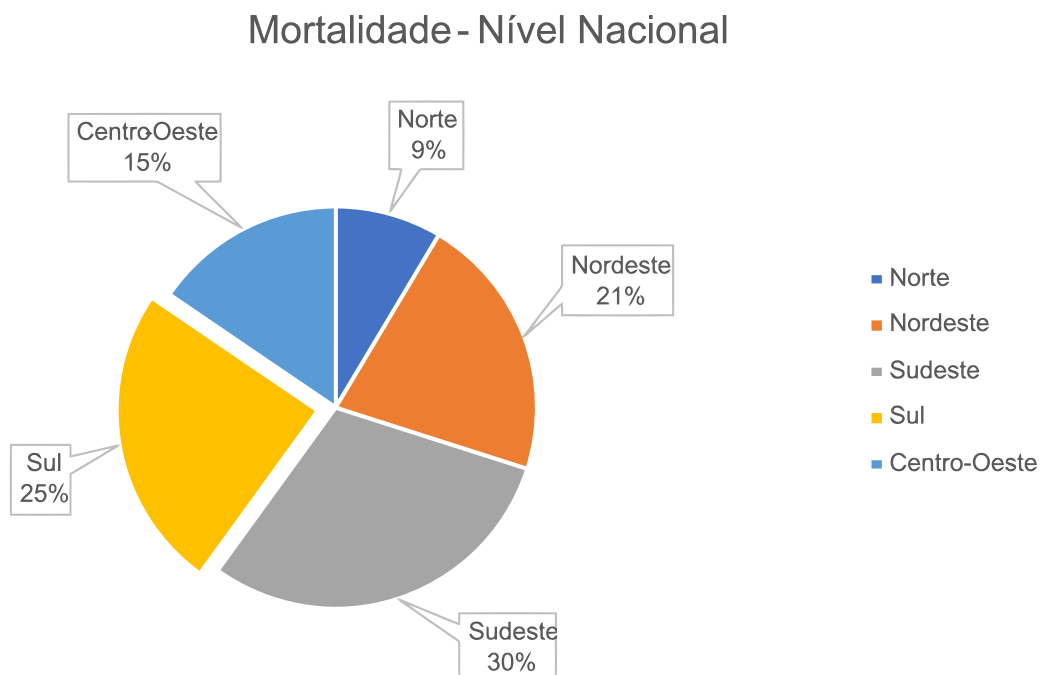


Figura 12 – Mortalidade - Regiões brasileiras (Gráfico Setores).

nense entre 2015 e 2019, pode ser visto na Tabela 2. Assim como o gráfico com destaque na região Sul, pode ser visto na Figura 13.

Tabela 2 – Mortalidade - Região catarinense.

Região	Óbitos
Extremo Oeste	4
Oeste	13
Xanxerê	4
Alto Vale do Itajaí	10
Foz do Rio Itajaí	51
Médio Vale do Itajaí	47
Grande Florianópolis	35
Meio Oeste	6
Alto Vale do Rio do Peixe	6
Alto Uruguai Catarinense	2
Nordeste	109
Planalto Norte	7
Serra Catarinense	4
Extremo Sul Catarinense	12
Carbonífera	18
Laguna	32
Total	360

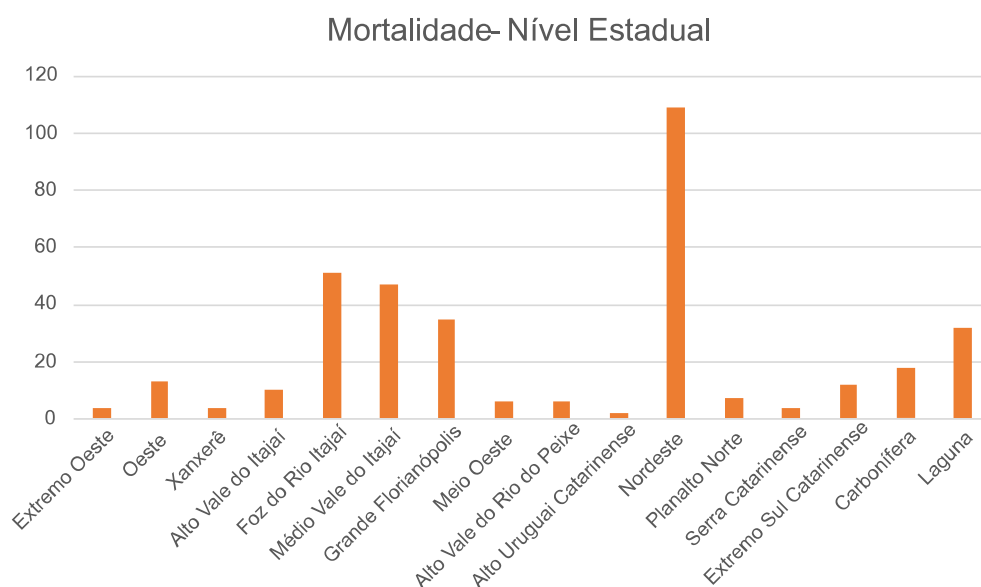


Figura 13 – Mortalidade - Regiões estaduais (Gráfico Barras).

3.4.3 Médio Vale do Itajaí

Em nível regional, a pesquisa deseja saber quais são os municípios que apresentam um maior índice de mortalidade da Região. Inclusive verificar quão importante o produto pode vir a ser para o município de Blumenau, onde acontece o desenvolvimento do trabalho e é aonde tem-se estrutura para lançar o produto. O número de ocorrências coletados entre 2015 e 2019 por município do Vale do Itajaí, pode ser visto na Tabela 3. Assim como o gráfico com destaque nos municípios, pode ser visto na Figura 14.

Tabela 3 – Mortalidade - Região Vale do Itajaí.

Município	Óbitos
Blumenau	25
Brusque	6
Gaspar	7
Guabiruba	1
Indaial	2
Pomerode	3
Rodeio	1
Timbó	2
Total	47

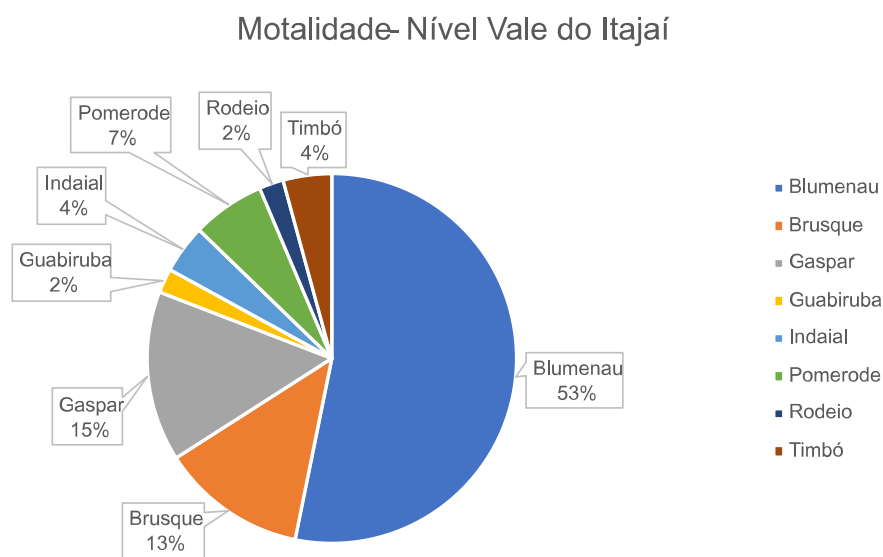


Figura 14 – Mortalidade - Região Vale do Itajaí (Gráfico Setores).

3.5 Malha

Para roupas com tecido esportivo, muito se fala em Dry-Fit. O Dry-Fit é um conceito utilizado para definir o tecido feito com poliamida e elastano, ou seja, o Suplex que, devido a sua estrutura e a titulação do fio, ocasiona um conforto propício para roupas esportivas que exigem uma alta capacidade de transpiração [40].

Para encontrar um tecido propício para a aplicação, é necessário conhecer um pouco sobre o mundo têxtil e pesquisar sobre materiais utilizados na confecção e presentes no mercado. Devido ao setor têxtil ser bem forte na região, não foi difícil encontrar fornecedor de tecidos. Em Brusque, a Aradefe Indústria e Comércio de Malhas Ltda oferece em seu portfólio uma gama de tecidos muito grande. Alguns dos tecidos fabricados são: Malha Olímpica, Cotton Light 40X1, Helanca Light, Malha Screen, Malha Extreme Combat, Malha Light Combat, Malha Performance, Fit, Malha Dry Cooper e Dry Poliamida Freeze. Os tecidos variam desde a sua gramatura (medida da massa pela área), composição (tipo de material), largura (tamanho que é fabricado), rendimento (conversão do peso em metros) e acabamento (característica do tipo da trama). O mostruário dos tecidos mencionados foram gentilmente cedidos pela empresa para que por meio do contato físico, tornasse possível sentir a textura e avaliar de perto as características do tecido. Os mostruários com cada tipo de tecido pode ser visto na Figura 15.



Figura 15 – Mostruário enviado pelo correio, pela Aradefe Malhas.

Já em Indaial, outra opção para realizar a pesquisa do tecido é a Malharia Indaial. Por razões de logística, foi o comércio a qual foi possível realizar uma visita para conhecer os produtos. A Malharia Indaial conta com algumas opções de tecido voltado para a linha fitness. Entre eles: Bandagem Viscose, Círrê Black, Cliquot Liso, Cotton 8%, Cotton 8% Mescla, Cotton PA 8% Mesclado, Fit Screen, Fit Screen Fantasy, Fitness Furadinho, Fitness Furadinho Fantasy, Fitness Strong, Gorgurão Poliéster, Malha Arrastão, Malha Jeans, Moletinho Tubular, Moletom PA Peluciado, Moletom Peluciado Mescla, Neoprene, Polimescla, Power Up Liso, Superplex Mescla, Suplex Felpado, Suplex Fitness Estampado, Suplex Fitness Mescla, Suplex Liso Tubular, Suplex Pronto para Estampar, Suplex Rajado, Suplex Sport Black, Suplex Sport Ramado, Telinha. O tecido escolhido para ser utilizado na camisa é o Tecido de Malha FIT SCREEN TUBULAR - Verde Sea e o Tecido de Malha FIT SCREEN TUBULAR Mescla TX. As características desses tecidos podem ser vistas na Tabela 4.

Tabela 4 – Composição dos tecidos encontrados.

Descrição	Composição	Gramatura (g/m ²)	Largura (cm)	Rendimento
Tecido de Malha FIT SCREEN TUBULAR - Verde Sea	100% POLIÉSTER;	120	90	4,63
Tecido de Malha FIT SCREEN TUBULAR Mescla TX	100% POLIÉSTER;	110	90	5,05

3.6 Modelagem do tecido

As camisetas de ciclismo tem como característica ficarem justas ao corpo para facilitar a aerodinâmica e "cortar o vento", aumentando o ganho de velocidade. Além disso prefe-

rencialmente a malha deve ser propícia para não reter o suor e manter a temperatura do corpo. Os cortes abaixo das axilas tem posição estratégica para a entrada de ar. Outra característica das camisetas são os bolsos para transportar pequenos objetos e fitas reflexivas para aumentar a segurança. Tais características, ou parte delas, são apresentadas no modelo técnico do croqui desenvolvido, apresentado na Figura 16 e na Figura 17. As dimensões da Camisa são o que a classifica quanto a seu tamanho comercial. Neste caso, a camisa tende à um tamanho P considerando sua largura.

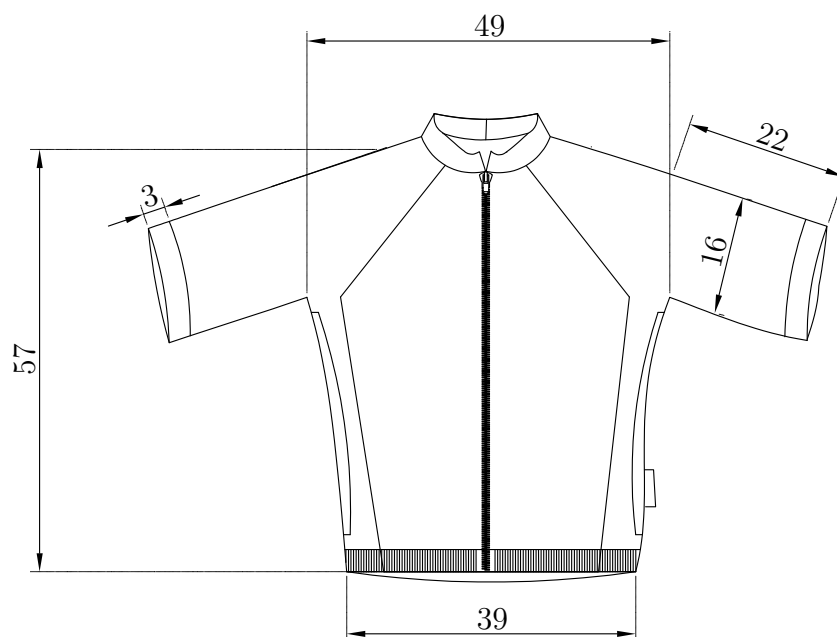


Figura 16 – Croqui com as medidas da camisa.

Medidas em centímetros.

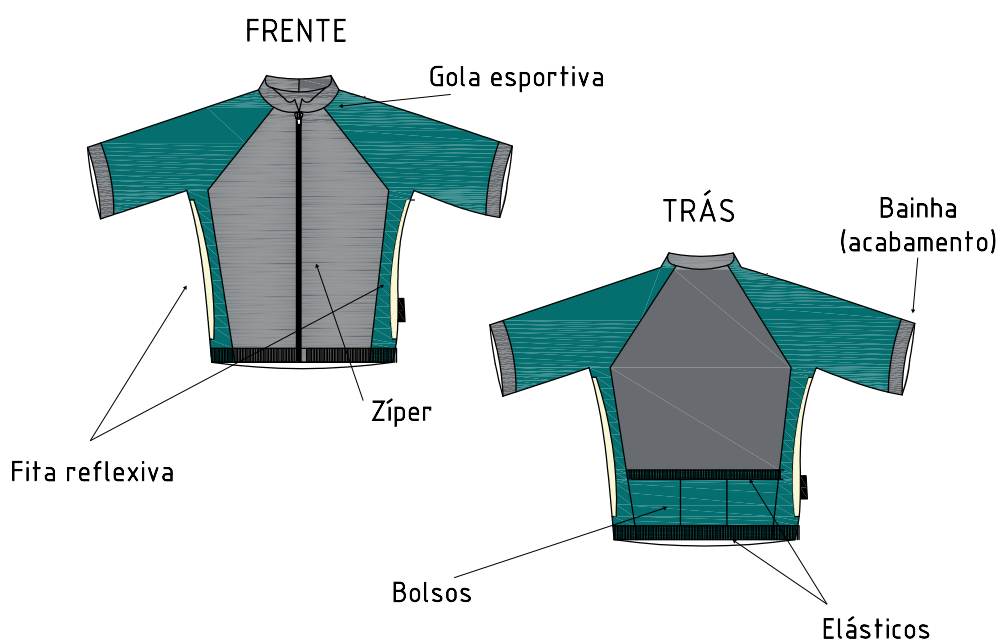


Figura 17 – Visão Geral e Características da Camisa.

A camisa apresenta cores claras, harmoniosas e projetada para também receber o sistema de iluminação. A região das costas é mais escura propositalmente para gerar um contraste maior onde são colocado os LEDs. A Figura 18 apresenta as regiões onde é implantado o sistema elétrico. As linhas vermelhas contínuas representam os condutores de energia, e os retângulos tracejados, onde são presos os componentes como: conjunto de botões, conjunto de setas, conjunto de bateria. Os botões são colocados acima da altura do peito, o conjunto de setas, nas costas, e a bateria na parte de baixo da região lombar, onde não atrapalha tanto pela questão deste conjunto ser mais volumoso.

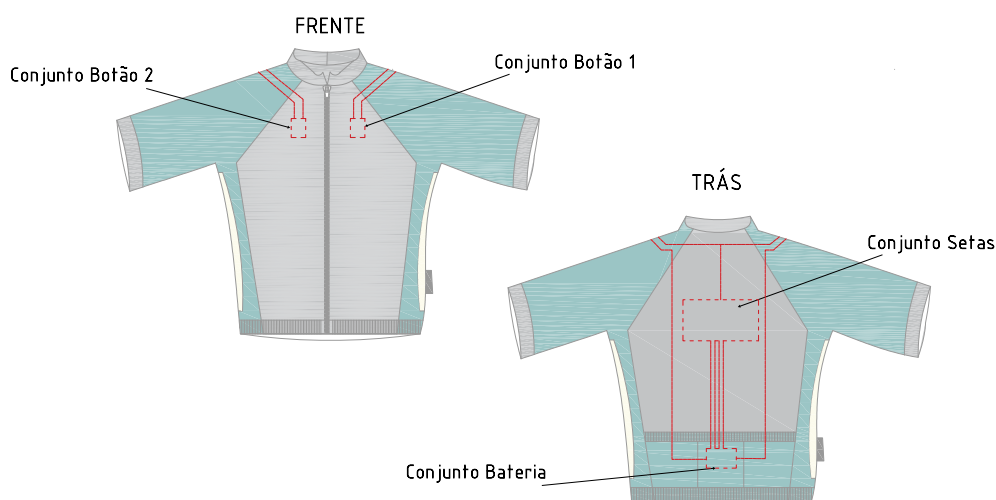


Figura 18 – Alocação do sistema elétrico.

3.7 Diagrama elétrico

Um dos grandes desafios da Camisa Inteligente é fazer a condução de eletricidade ser discreta, sem alto relevo, maleável e à prova d'água. Essa característica só pode ser ganha através da linha condutiva *wearable*. Ela se comporta similar à uma linha de algodão quanto ao tamanho e espessura, e permite a passagem de corrente elétrica ao longo da camisa. A linha realiza a conexão entre o conjunto de bateria, conjunto de setas, e conjunto de botões. A Figura 19 apresenta tais ligações entre os conjuntos. Eles são desenvolvidos para que possam ser removidos para a lavagem da camisa. Os condutores em vermelho representam a tensão 3V e os condutores em preto, representa Graduated Neutral Density Filter (GND). Pode-se observar que o conjunto de bateria inclui a ESP32 e as pilhas.

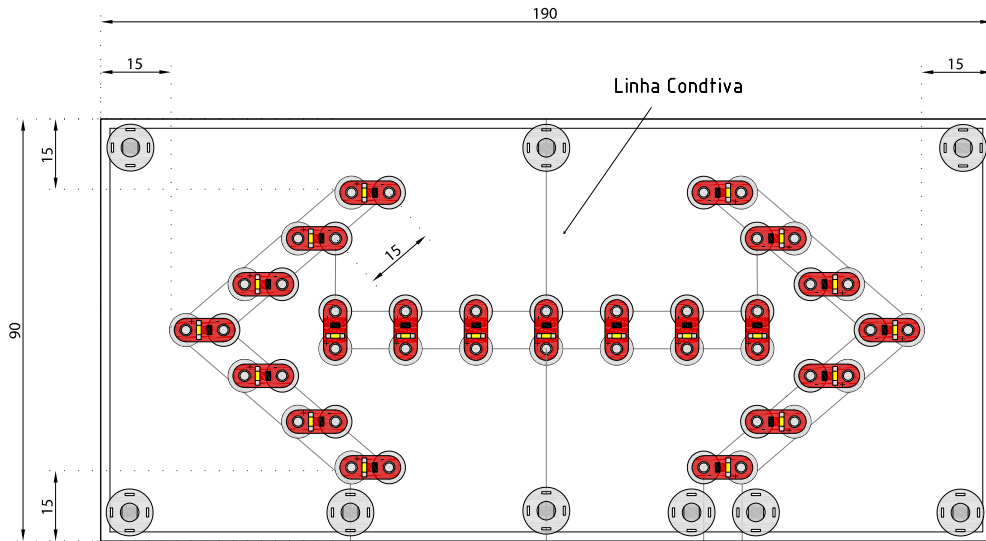


Figura 20 – Diagrama elétrico das setas.

Medidas em milímetros.

Do mesmo modo, pode ser visto o esquema de ligação do Conjunto dos botões, através da Figura 21.

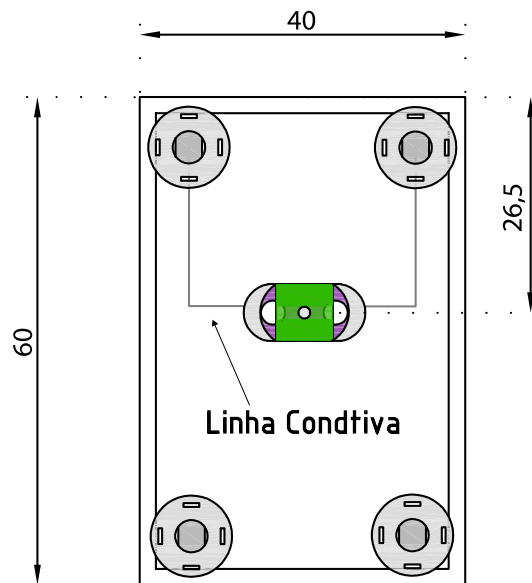


Figura 21 – Diagrama elétrico dos botões.

Medidas em milímetros.

E por fim, o conjunto de bateria é representado na Figura 22. Este conjunto é um saco, portanto, a bateria é colocada dentro desse saco.

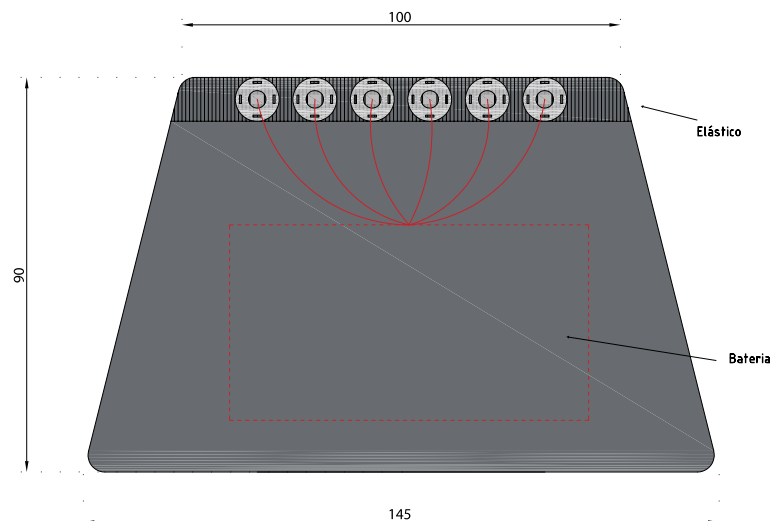


Figura 22 – Diagrama elétrico da bateria.

Medidas em milímetros.

3.7.1 Comparação entre Microcontroladores

A escolha do Microcontrolador também influencia na variedade de funcionalidades que o produto pode possuir. Microcontroladores como o Arduíno UNO pode apresentar um bom desempenho para pequenas aplicações, entretanto é extremamente volumoso. Já o LilyTiny pode ser extremamente pequeno mas perde em funcionalidades. Os microcontroladores escolhidos para comparação, apresentam algumas características que são interessantes para suprir as necessidades do projeto. A Tabela 5 apresenta uma comparação entre os microcontroladores.

Tabela 5 – Comparação entre os Microcontroladores.

Fonte: [41] [42] [43]

Modelo Conhecido	LilyTiny-LilyPad	Arduino UNO Rev. 3	Arduino Nano	Arduino Lilypad	ESP32-DevKitC
Microcontrolador	ATTINY85	ATmega328P	ATmega168 / ATmega328P	ATmega168V / ATmega328V	ESP32-WROOM-32
Tensão de Operação	5V	5V	5V	5V	3.3...5V
Pinos de I/O	6	20	22	20	32
Pinos com PWM	-	6	6	6	32
Pinos Analógicos	-	6	6	6	16
Memória Flash	8KB	32KB	16KB ou 32KB	16KB ou 32KB	4MB , 8MB ou 16MB
Memória RAM	512 bytes SRAM	2K SRAM	1KB ou 2KB SRAM	1KB ou 2KB SRAM	520KB
Memória ROM	512 bytes EEPROM	1K EEPROM	512B ou 1KB EEPROM	512B ou 1KB EEPROM	448KB
Velocidade Clock	-	16 MHz	16 MHz	16 MHz	2 x 240MHz
Microcontrolador USB	-	ATmega16U2	ATmega16U2	Não Possui	CP210x
Wi-fi	Não Possui	Não Possui	Não Possui	Não Possui	Possui
Bluetooth	Não Possui	Não Possui	Não Possui	Não Possui	Possui

A aparência de quais são os dispositivos estão sendo comparados, ordenados conforme à Tabela 5, pode ser visto na Figura 23.

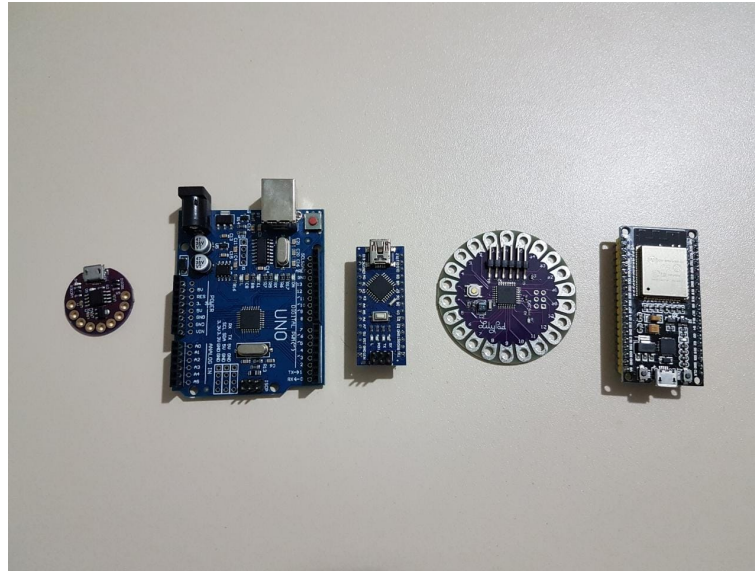


Figura 23 – Aparência dos Microcontroladores.

De forma geral, o LilyTiny apresenta um número de portas extremamente reduzida. Isso impede a funcionalidade da camisa possuir *bluetooth*, por exemplo. O Arduíno Uno e o LilyPad são considerados muito grandes, por isso são descartados. O Arduíno Nano possui características desejadas, porém não possui o módulo *bluetooth* internamente. A opção escolhida para a utilização no projeto é a ESP32, e seu *datasheet* pode ser observado na Figura 24.

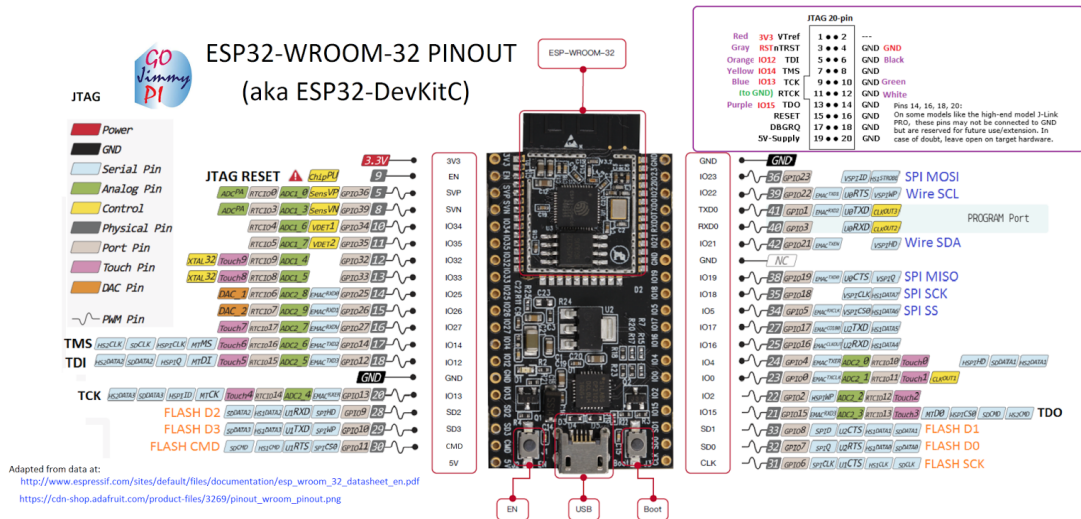


Figura 24 – Datasheet da ESP32.

Fonte: [42]

3.8 Lógica de Programação

A ESP32 possibilita a programação na Integrated Development Environment (IDE) do Arduino, o que facilita, pois ela é muito completa e apresenta um ambiente muito agradável.

Como funcionamento característico deste tipo de Microcontrolador, o seu programa consiste na verificação do acionamento dos botões, para processar um sinal de saída.

Há dois estados importantes que representam o funcionamento da Camisa: i) o estado inicial, aonde apenas a linha central pisca, indicando a presença; ii) o estado de indicação de conversão, aonde a seta lateral entra em ação e pisca em conjunto com a linha central. Para eles, é possível definir com que frequência as setas piscarão, e além disso, por quantas vezes o segundo estado piscará. As variáveis podem ser observadas em detalhe na Figura 25.




Estado	Situação	Representação Visual	Variável	Setpoint Padrão	Descrição
1	Indicação de presença		tempo1	400	Tempo (em ms) entre acender e apagar cada piscada, enquanto a linha central ficar ativa.
2	Indicação de conversão		tempo2	100	Tempo (em ms) entre acender e apagar cada piscada, enquanto a indicação de conversão ficar ativa.
2	Indicação de conversão		N	32	Número de vezes que as setas piscarão em conjunto até retornarem para o estado 1.

Figura 25 – Descrição das Variáveis de tempo.

O microcontrolador requer a definição dos pinos que serão utilizados e qual sua configuração: entrada ou saída. As entradas utilizadas como *Pullup* ativa os resistores internos de 20K ohms, o que forçará o estado do pino para *High* a menos que seja forçado para *Low* através de um circuito externo, que neste caso, são os botões. Já o funcionamento da lógica de programação, de forma resumida, pode ser observada na Figura 26. Vale ressaltar que na prática, o microcontrolador altera de forma rápida, a ação de piscar e verificar se algum botão foi pressionado. Outro detalhe é que o acionamento de um botão, só funciona após o ciclo de pisca do estado 2 dar-se por encerrado.

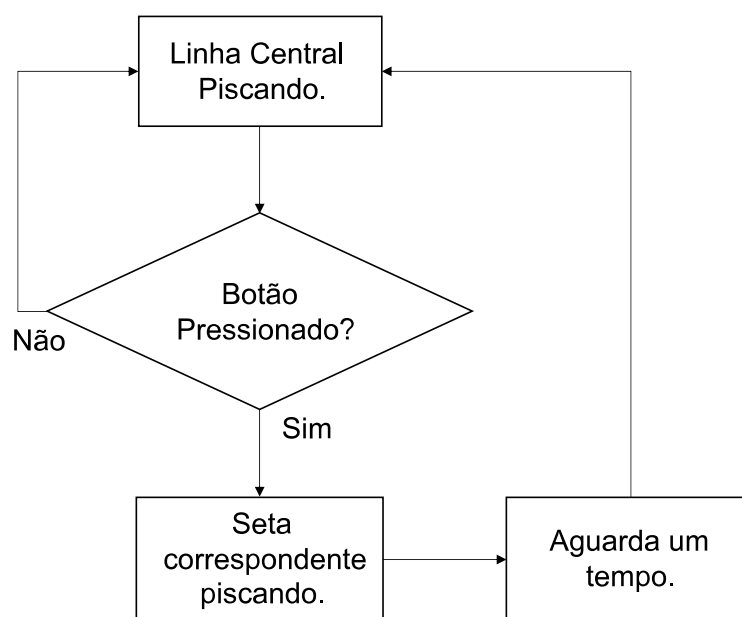


Figura 26 – Descrição das Variáveis de tempo.

O código contendo a programação pode ser observado no Apêndice B.

4 Resultados

A linha do tempo trata-se da situação atual do projeto até o intuito aonde se pretende chegar. Ordenam as modificações que o projeto deve sofrer para refinar a qualidade do produto final. Petrie (2006) relata as etapas da prototipagem ao defini-las em conceitual e prova de conceito. Seguindo a isso, a avaliação permite a revisão das duas outras etapas, e a reformulação e repetição do processo [44].

A) Em sua primeira versão, a camisa possui cabos elétricos para realizar os comandos de ligação aos LEDs. As setas são construídas a partir da soldagem de pequenos LEDs em uma fita de estanho. O conjunto de setas é preso em uma superfície plástica que é inserida em um compartimento criado para sustentar as setas. O microprocessador utilizado é o Arduíno UNO.

B) Desenvolvida uma PCB que possui alguns transistores para o acionamento dos LEDs e fornecer brilho mais alto, já que a saída do Arduíno possui corrente limitada. O sistema é acionado por pilhas AA e a unidade de processamento juntamente com a alimentação também possui um compartimento no interior da camisa. O acionamento da camisa se dá tanto por botão quanto por aplicativo de celular. O próximo passo de desenvolvimento é a adaptação das linhas condutivas inoxidáveis. O seu intuito é oferecer praticidade em poder lavá-las juntamente com a camisa, e a redução de volume dos cabos que causa desconforto ao vestir. O conjunto de setas é substituído por LEDs costurados juntamente ao tecido. Eles também são à prova de água e isso possibilita que a camisa seja maleável na hora de lavar. O microcontrolador usado é o Arduíno Nano.

C) A versão seguinte conta com modificação do tipo de tecido, após estudo sobre aplicações no setor fitness. Fitas reflexivas são adicionadas na camisa para aumentar a sinalização. Os conjuntos de Setas, Botões e Bateria podem ser retirados ou colocados na camisa através de colchetes.

D) O acionamento das setas pode ser feito por botões sem fio à distância, que podem ser posicionados no guidom da bicicleta. Para concluir a modularidade, são desenvolvidos três produtos distintos. O primeiro são os acionadores, compostos por botões sem fio. O segundo é o circuito para fixação na camisa. E o terceiro são as setas, transformadas em um painel personalizável, que será acoplado no circuito através de colchetes. Desta forma, todos os componentes eletrônicos podem ser retirados para a lavagem da camisa, garantindo uma maior longevidade. E também possibilita a realocação do dispositivo sinalizador em uma maior gama de superfícies e aplicações de uso.

4.1 Primeira Versão do Projeto

Entende-se que toda construção do produto sofre uma série de mudanças, desde o protótipo até o equipamento comercializável. Portanto, inicia-se a primeira versão, com a utilização de materiais mais comumente encontrados no mercado regional. A fita de LED é construída a partir de LEDs costurados em uma fita de estanho. A fita de estanho é frequentemente utilizada para soldagem de barramento de células fotovoltaicas. Sua maleabilidade é flexível e sua largura é suficiente para soldagem de LEDs pequenos. Em relação à fita de LEDs encontrada no mercado, a soldagem da fita de estanho proporciona um dimensionamento melhor tanto de volume quanto de área e uma flexibilidade melhor para não ocasionar desconforto às costas do ciclista. A fita de LEDs construída pode ser observada na Figura 27.

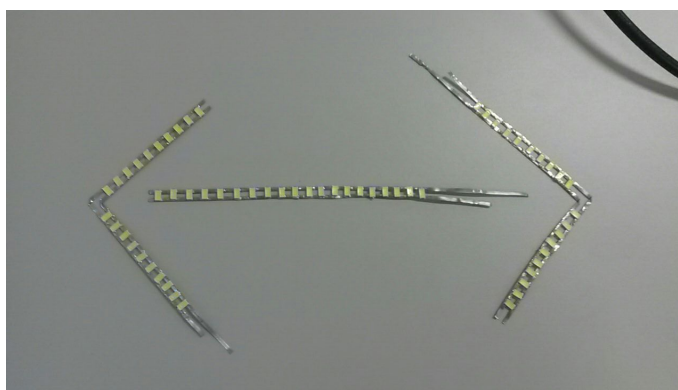


Figura 27 – Fita de LEDs construída.

O sistema de acionamento dos botões é através de botões *push-button* e pode ser verificado na Figura 28.

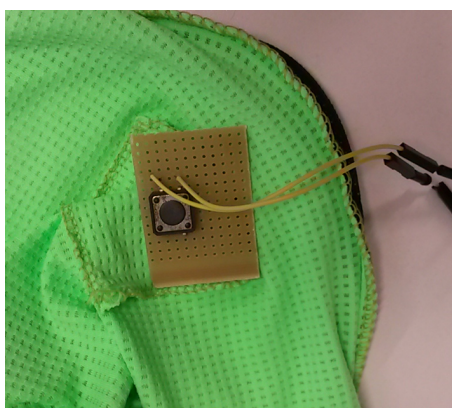


Figura 28 – Botões utilizados na primeira versão.

Por motivos de tais componentes não serem projetados para entrarem em contato com água abundante, realiza-se uma modularidade dos componentes para permitir a lavagem da camisa. A camisa possui bolsos para os dispositivos, portanto, os botões e as setas recebem um compartimento especial, como pode ser observado nas Figuras 29 e 30.



Figura 29 – Compartimento dos Botões.



Figura 30 – Compartimento das Setas.

Para as setas possuírem sustentação nas costas, em um primeiro momento, é presa em um suporte plástico extraído de uma pasta escolar. A pasta com as setas dentro do compartimento pode ser observado na Figura 31. Observa-se que o sistema é discreto e possibilita a remoção para a lavagem, porém é totalmente inflexível e não permite a transpiração.



Figura 31 – Compartimento da pasta plástica.

O microcontrolador utilizado nesta etapa é o Arduíno Uno. Nesta etapa não há a preocupação com a minitarutização do sistema de controle e alimentação de energia. Por isso pode ser observado na Figura 32 uma grande quantidade de fios. O sistema de bateria encapsulado pode ser visto na Figura 33.

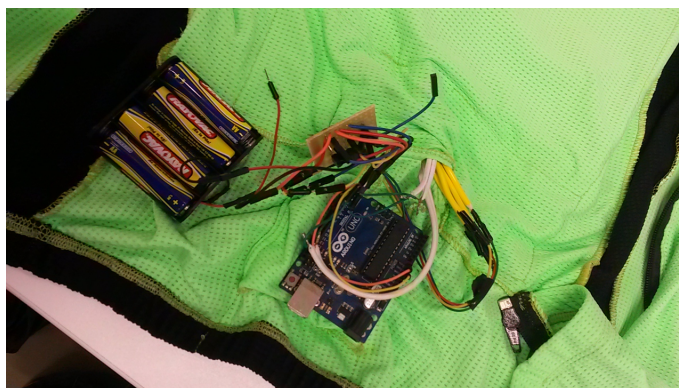


Figura 32 – Controlador Arduíno, placa de transistores e conjunto de pilhas.



Figura 33 – Controlador e Bateria encapsulada.

Observa-se que a ligação é feita por cabos, em sua maioria $1 \times 1,5 \text{mm}^2$, e nesta etapa é objetivado um sistema de plugues para engate e desengate para a retirada do equipamento para lavagem.

O modelo em funcionamento pode ser observado na Figura 34.



Figura 34 – Funcionamento da primeira Versão.

4.2 Segunda Versão do Projeto

A segunda versão busca um aprimoramento dos materiais em relação à anterior, e também acrescenta uma opção a mais para o acionamento das setas: o *smartphone*.

Inicialmente é criada uma PCB - Placa de Circuito Impresso para a miniaturização do equipamento de controle e bateria. É utilizada nesta versão o Arduíno Nano, pois ele tem uma dimensão reduzida e leve. A PCB criada é projetada para ter as dimensões de uma caixa TicTac (Ferrero do Brasil Industria Doceira e Alimentar Ltda, Poços de Caldas, MG, Brasil) como pode ser visto nas Figuras 35 e 36.



Figura 35 – PCB sofrendo o processo de corrosão.

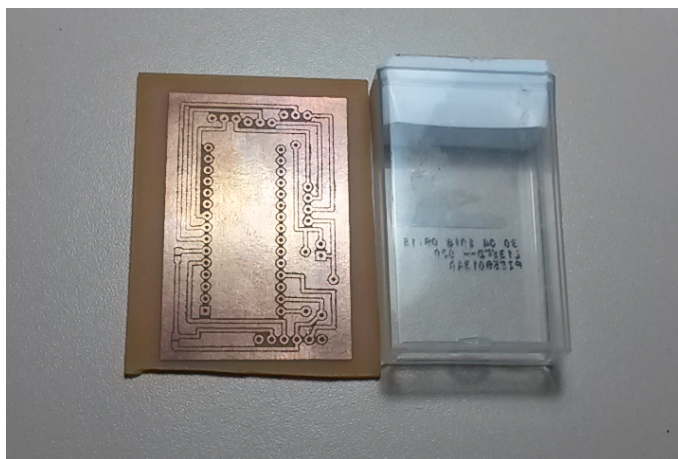


Figura 36 – Comparação de tamanho entre o dispositivo projetado e o encapsulamento.

Uma modificação nesta etapa do desenvolvimento, é o acréscimo de um sistema de comunicação *Bluetooth*, utilizado para dar opção ao ciclista, fazer o acionamento via o celular que pode ser colocado no guidon da bicicleta. Tal funcionamento é implementado juntamente com o *Arduíno Nano* e o transmissor *Bluetooth HC-05*. O dispositivo apresenta um tamanho reduzido como projetado e pode ser visto na Figura 37. Nesta figura, a PCB apresenta os *slots* onde o *Arduíno* e o *HC-05* são encaixados.

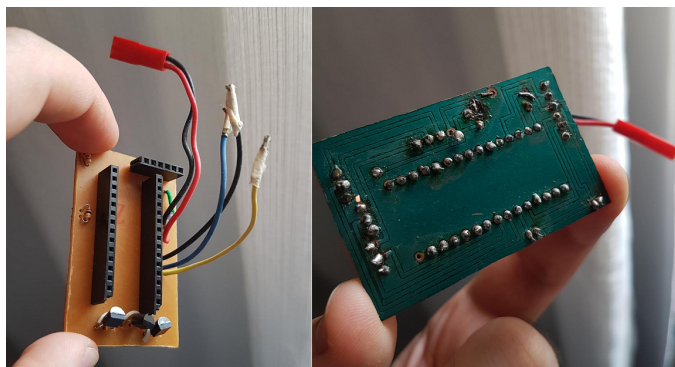


Figura 37 – PCB confeccionada.

O aplicativo foi desenvolvido no MIT App Inventor, uma plataforma online do MIT que permite o desenvolvimento de *software* para entusiastas na criação de Apps. Possui uma programação em formato de blocos, intuitiva e facilitadora no processo de criação. O aplicativo desenvolvido a nível de demonstração, é mostrado na Figura 38 e Figura 39.

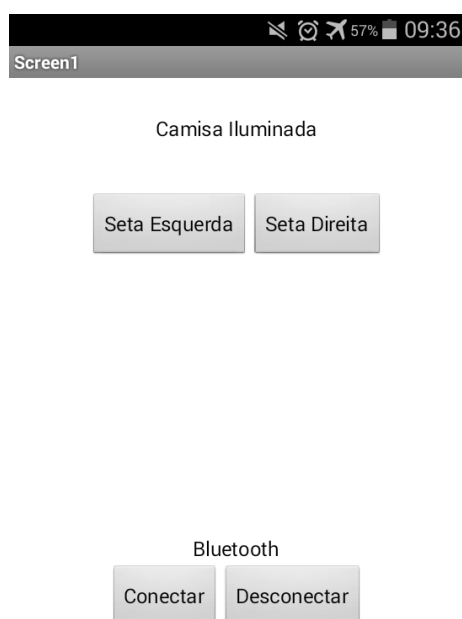


Figura 38 – Aplicativo desenvolvido para o acionamento das setas.



Figura 39 – Bluetooth acionando as setas de LEDS.

A modificação seguinte é a colocação de linhas condutivas adquiridas através de importação. As linhas condutivas são inoxidáveis e apresentam um volume pequeno. São facilitadoras pois ficam muito bem presas no tecido, se costurada adequadamente. A implementação da linha condutiva passou pelo processo de costura manual, a qual não apresentou boa incorporação à camisa. E em seguida, é costurada através de máquina de costura Overlock. Ela utiliza 2 linhas e permite a costura de uma linha em cada lado do tecido. Na segunda tentativa, o resultado é bom, entretanto devido ao tecido ser muito elástico, há uma dificuldade na costura do mesmo, e o acabamento não é tão bonito quanto pode realmente ficar. Tais costuras podem ser observadas nas Figuras 40 e 41.



Figura 40 – Costura da linha condutiva realizada manualmente com agulha.



Figura 41 – Costura da linha condutiva realizada através de máquina industrial.

Somado à isso, outro componente importante para uma melhoria são os LEDs. Percebe-se que os LEDs também podem ser presos à camisa, e se colocados com um espaçamento

adequado, mantém a propriedade de flexibilidade e resistência. O novo conjunto de LEDS inseridos na Camisa, pode ser visto na Figura 42.



Figura 42 – LEDS presos juntamente com a Camisa.

4.3 Terceira Versão do Projeto

A Terceira e última versão, apresenta uma reformulação em toda a camisa, com base nas outras versões. Um novo modelo é confeccionado com tecido menos quente e menos elástico. O modelo pode ser verificado na Figura 43. A costura da linha condutiva apresenta um comportamento muito melhor devido ao novo tecido.



Figura 43 – Modelo da camisa costurado.

Para evitar o desgaste dos componentes eletrônicos, são desenvolvidos conjuntos destacáveis através de colchetes condutivos. Assim, na lavagem, eles podem ser destacados e guardados. Os Conjuntos de: Setas, Botões e Bateria podem ser observados nas Figuras 44, 45, 46, respectivamente.



Figura 44 – Conjunto de Setas.



Figura 45 – Conjunto de Botão.



Figura 46 – Conjunto de Bateria.

Observa-se que o conjunto de setas apresenta um sistema de fixação dos LEDs através de colchetes. Tal sistema permite a troca de LEDs através de alguma ferramenta adequada, evento causado por eventuais queimas. Dessa forma o colchete pode ser preso a camisa, e o LED, ao colchete. A Figura 47 apresenta tal encaixe.



Figura 47 – Detalhe do encaixe do LED no colchete.

Uma faixa refletiva é adicionada na lateral da camisa. Acredita-se que devido a iluminação dos LEDs já estar nas costas, é interessante a camisa apresentar algum sistema de sinalização lateral. A faixa reflexiva pode ser observada na Figura 48. Devido a indicação para o ciclista andar à favor do fluxo dos veículos, a camisa não apresenta sinalização frontal.



Figura 48 – Faixa Refletiva com incidência luminosa.

As pilhas são escolhidas para a alimentação de energia, pois podem ser encontradas facilmente durante um pedal até mesmo em locais mais isolados. Além disso, barateia o custo final do produto consideravelmente. O sistema de controle e bateria é encapsulado e observado na Figura 49, observando que a pilha pode ser facilmente trocada apenas abrindo o compartimento.



Figura 49 – Módulo de Pilha e ESP32.

O módulo de pilha e controlador pode ser facilmente encaixado no Conjunto de Bateria como pode ser observado na Figura 50. O sistema é ligado através da chave *on-off*

localizado no lado externo do módulo.



Figura 50 – Encaixe do Módulo no tecido do Conjunto de Bateria.

A lista de materiais com todos os componentes utilizados na última versão, contendo marca e modelo, assim como a origem do fornecimento e o local, pode ser visto no Apêndice C.

4.4 Custos e Mão-de-obra

Uma das angústias do projeto é não conseguir garantir uma robustez do produto e somado a isso, o ciclista não se convencer de que a sua segurança traz um grande retorno, que é sua saúde e até mesmo sua vida. Outra angústia é o produto ser caro para lançar no mercado e não viabilizar a produção em grande quantidade. Para tanto, são apresentados os custos de material e a quantidade de horas trabalhadas no projeto. Essas informações são importantes para definir um valor de custo para o consumidor final. Não é considerado o valor das pilhas, pois fica a critério do ciclista utilizar pilhas recarregáveis ou não-recarregáveis. A Tabela 6 apresenta todos os materiais presentes na Camisa, desde o componente têxtil até a elétrica. Os materiais apresentam valores da data de compra e o nome do fornecedor.

Todos os gastos de materiais para a confecção da última versão da Camisa, foram computados na Tabela 6. Para a redução de tais gastos e refinamento do projeto, pode ser realizado um novo estudo de otimização de componentes elétricos da ESP32, por exemplo, afim de que o *hardware* fique mais barato e consuma menos energia. Além disso, uma pesquisa por fornecedores paralelos pode revelar preços mais em conta ao que foi comprado.

Um registro de horas trabalhadas revela o tempo necessário gasto para desenvolver a Camisa Inteligente. Isso é importante principalmente caso seja feita a produção em larga

Tabela 6 – Custos do Projeto.

Despesas de Materiais						
Item	Qtd	Unid	Descrição	Data	Valor Unit	Valor Total
1	0,21	kg	Tecido de Malha FIT SCREEN TUBULAR - Verde Sea	12/03/2021	R\$ 31,57	R\$ 6,63
2	0,225	kg	Tecido de Malha FIT SCREEN TUBULAR Mescla TX	12/03/2021	R\$ 31,57	R\$ 7,10
3	60	cm	Zíper Tratoradi 6mm 580 preto	29/03/2021	R\$ 0,08	R\$ 4,98
4	1	pç	Cursor de Zíper tratorado	29/03/2021	R\$ 5,50	R\$ 5,50
5	10	m	Linha Condutiva Wearable	12/03/2021	R\$ 6,90	R\$ 69,00
6	2	pç	Chave LilyPad Push-Button plástico e metal	05/10/2019	R\$ 1,45	R\$ 2,90
7	21	pç	LED SMD Branco LilyPad 3-5V	05/10/2019	R\$ 1,01	R\$ 21,12
8	1	pç	Placa ESP32 DEVKIT (38 pinos)	07/08/2020	R\$ 26,00	R\$ 26,00
9	22	pç	Colchete Pressão 14mm em aço	26/03/2020	R\$ 0,10	R\$ 2,26
10	21	pç	Colchete Pressão 8mm em aço escovado	23/03/2020	R\$ 0,33	R\$ 7,00
11	1	pç	Suporte 4 Pilhas AA	12/03/2021	R\$ 8,90	R\$ 8,90
12	5	pç	Jumper Macho-Macho	23/02/2021	R\$ 0,20	R\$ 1,00
13	1	pç	Placa de Circuito Impresso Dupla Face (4x6cm)	23/02/2021	R\$ 6,90	R\$ 6,90
15	0,9	m	Elástico Chato Poliéster 10 mm	08/04/2021	R\$ 0,23	R\$ 0,21
16	1	rl	Fio para Overlock Cone c/ 1828m Cinza	08/04/2021	R\$ 3,05	R\$ 3,05
17	0,6	m	Fita faixa reflexiva 30mm largura	11/04/2021	R\$ 3,64	R\$ 2,18
-						R\$ -
-					Total	R\$ 174,74

escala. As atividades e as horas computadas são apresentadas na Tabela 7. Devido à falta de prática, acredita-se que estes horários devam ser diminuídos drasticamente à medida que padrões e ferramentas de qualidade vão sendo incorporados ao processo.

Tabela 7 – Horas trabalhadas para o desenvolvimento do produto.

Data	Hora Início (h)	Hora término (h)	Horas trabalhadas (h)	Descrição da atividade
18/03/2021	16	19	3	Costura do tecido da Camisa
20/03/2021	9	19	10	Colocação do zíper, Costura da faixa reflexiva, Costura da linha condutiva na camisa, Costura da linha condutiva no painel de LED, Costura do bolso da bateria, Fixação dos colchetes na camisa/painel de LED/pano dos botões/bolso da bareria, soldagem dos jumpers nos botões.
23/03/2021	21	23	2	Fixação Seta do meio
24/03/2021	11	13	2	Fixação Seta do meio
25/03/2021	19	21	2	Fixação Seta da Direita
26/03/2021	18	20	2	Fixação Seta da Direita
27/03/2021	11	14	3	Fixação Seta da Esquerda
		Total	24	

Estima-se que pode-se alcançar até metade do tempo gasto no primeiro protótipo, para a confecção da Camisa Inteligente. Considerando um valor de mão de obra de R\$6,25/h, gasta-se um valor de R\$75,00 por camisa. Portanto, a Camisa Inteligente foi avaliada em torno de R\$180 de matéria prima e R\$75 de mão de obra. Sem considerar os impostos, e com 17% de lucro, poderia custar em torno de R\$299,00.

4.5 Dados da entrevista

Visando conhecer as práticas dos ciclistas e entender sua rotina de pedalada, é realizada uma pesquisa com ciclistas com os mais variados perfis. Fez-se uma entrevista com 34 ciclistas de várias regiões, sendo elas: Ascurra-SC, Blumenau-SC, Brasília-DF,

Balneário Camburiú-SC, Cascavel-PR, Florianópolis-SC, Indaial-SC, Laurentino-SC, Londres (Reino Unido), Paranaguá-PR, Porto Alegre-RS, Rio de Janeiro-RJ, Rodeio-SC, São Francisco do Sul-SC e Timbó-SC.

A entrevista é realizada com ciclistas e com a média de idade de 35 anos. A profissão é diversificada, desde estudante até fisioterapeuta, engenheiro, administrador, médico, consultor, professor, entre outros.

Entre os resultados mais expressivos, pode-se perceber que o ciclistas da entrevista levam o esporte a sério e praticam visando o condicionamento físico, como mostra a Figura 51.

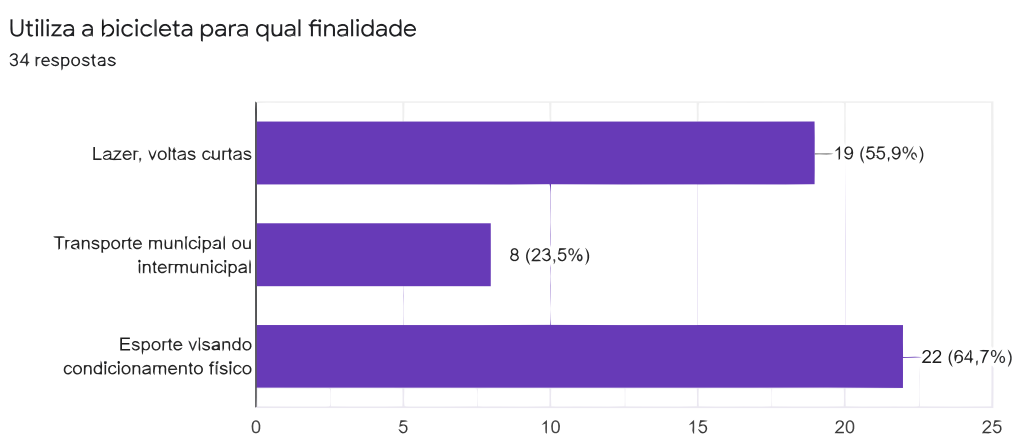


Figura 51 – Utilizações e Finalidades da bicicleta.

Devido ao produto ser mais bem aplicado em períodos escuros, pergunta-se ao ciclista em qual período ele mais pedala. Imaginava-se que o período da noite ficasse em primeiro, afinal, é um horário de saída do expediente. Para surpresa, como pode-se ver na Figura 52, a manhã é o período mais utilizado para o esporte.

Utiliza a bicicleta na maior parte das vezes em qual período?

34 respostas

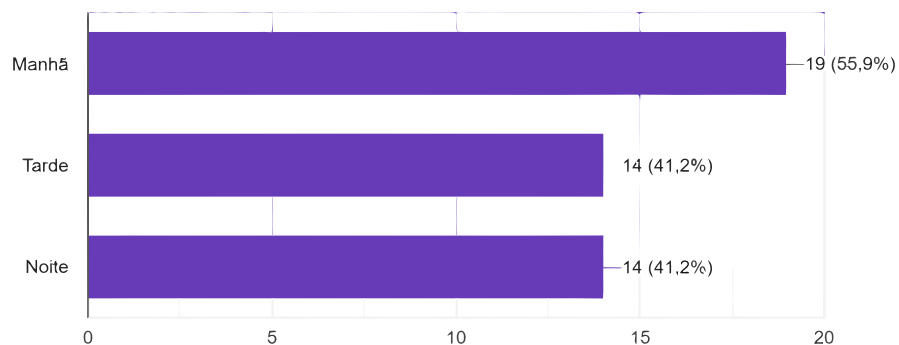


Figura 52 – Período mais utilizado para pedalar.

Ao perguntar sobre quais dispositivos ele mais utiliza juntamente com a bicicleta, a sinalização traseira é a mais votada, como pode-se ver na Figura 53.

Quais utilitários você utiliza na sua bicicleta em suas pedaladas?

34 respostas

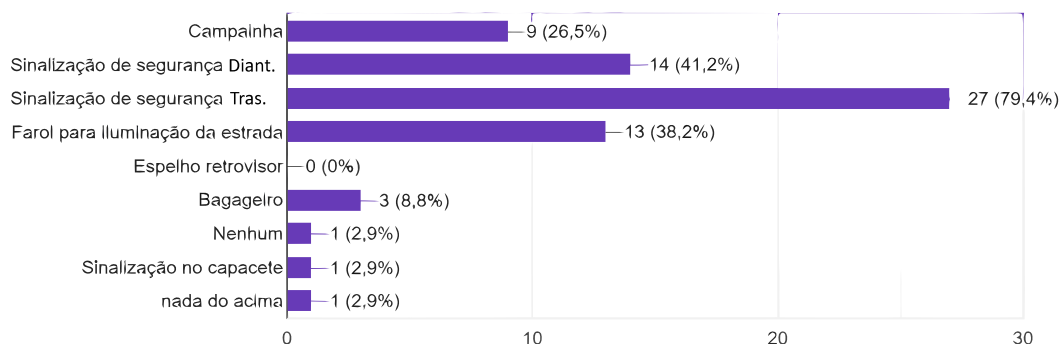


Figura 53 – Equipamentos mais utilizados na bicicleta.

Devido ao relato de alguns ciclistas utilizarem mochila nas costas, foi questionado tal situação, que inviabilizaria o uso da Camisa Inteligente. A Figura 54 apresenta que a maioria dos ciclistas não utilizam mochila nas costas enquanto pedalam.

Na maioria das vezes que pedala, carrega consigo mochila nas costas?

34 respostas

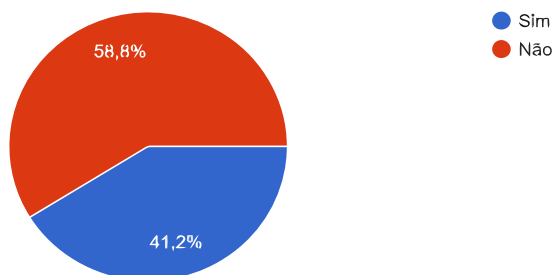


Figura 54 – Verificação da utilização de mochilas.

Sobre a segurança que é constantemente testada, por alguém que pedala em vias públicas, descobre-se que 87,9% dos ciclistas sentem-se ameaçados com a vida em perigo, enquanto pedalam. Pode-se verificar na Figura 55 que isto representa um ponto forte de que o ciclista deve estar disposto em investir mais em sinalização ao sentir-se ameaçado.

Você já se sentiu ameaçado em alguma situação que poderia colocar sua vida em risco enquanto pedalava?

34 respostas

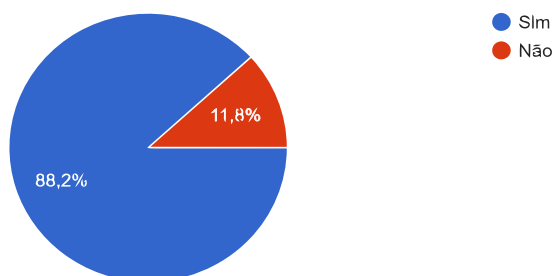


Figura 55 – Quanto o ciclista se sente ameaçado.

Além disso, é observado que o ciclista se comunica através de gestos enquanto pedala. Significa que a função de intenção de conversão de ruas é uma boa utilidade. Pode-se observar na Figura 56 tal resultado.

Realiza comunicação através de gestos enquanto está pedalando?

34 respostas

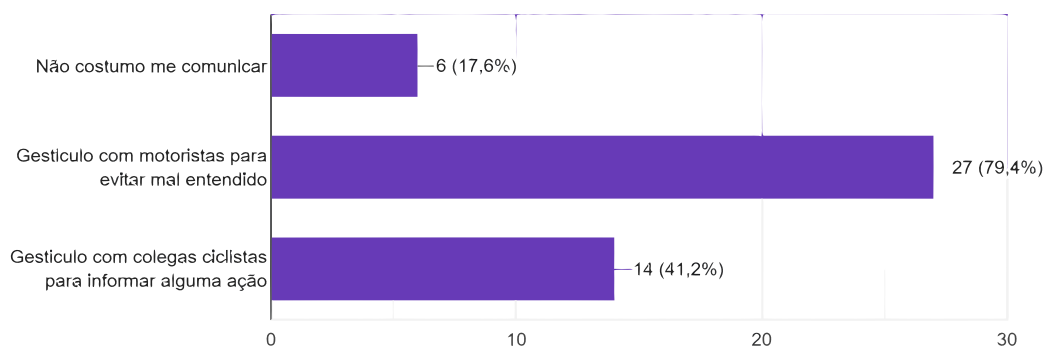


Figura 56 – Gesticulação com os motoristas.

E o último resultado mais significativo, pergunta-se ao ciclista qual a nota referente ao potencial que a Camisa Inteligente pode ganhar para i)melhorar a visibilidade e reduzir acidentes e ii) sinalizar a intenção de conversão e evitar mal entendidos. Os resultados podem ser observados nas Figuras 57 e 58 que a solução foi bem avaliada.

De zero a dez, acredita que uma sinalização com LEDS em formato de seta, destacando as costas do ciclista, poderia contribuir para melhorar a visibilidade e consequentemente evitar choques entre carros e bicicletas?

38 respostas

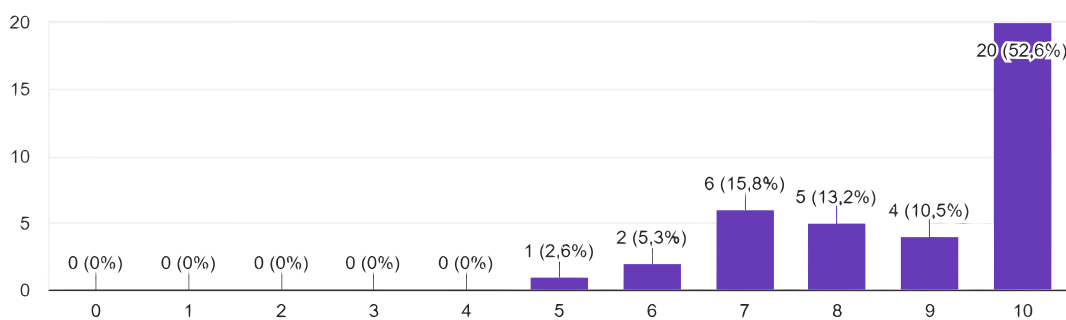


Figura 57 – Nota para sinalização e evitar acidentes.

De zero a dez, acredita que uma sinalização com LEDS em formato de seta, destacando as costas do ciclista, poderia contribuir para sinalizar a intenção de conversão de ruas e consequentemente melhorar o fluxo dos usuários da via, reduzindo mal entendidos?

38 respostas

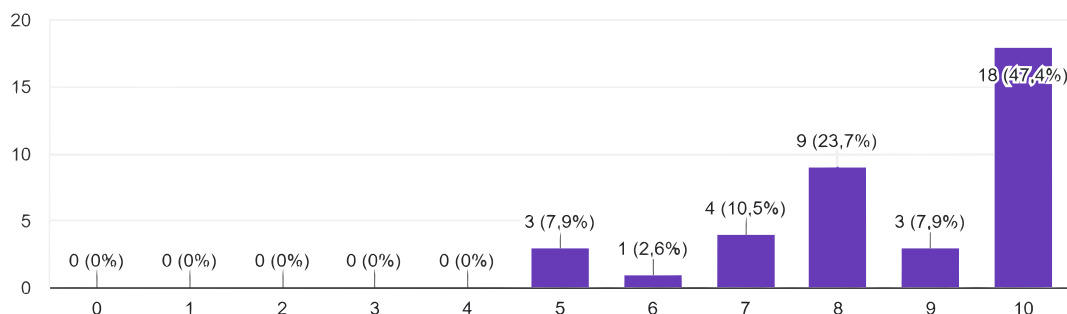


Figura 58 – Nota para direcionamento e evitar mal entendido.

4.6 Peso

Uma característica importante para ser avaliada referente à camisa é o seu peso. Um peso exagerado pode ocasionar desconforto para o ciclista a ponto de prejudicar sua postura. Um exemplo disso são mochilas. Elas não são aconselhável na prática do ciclismo, pois espera-se que a força do ciclista seja exercida apenas em sua perna, e não em outras partes do corpo. Para isso existem os bagageiros. Assim, garante-se grandes distâncias com um aproveitamento de energia maior. O Peso calculado da Camisa Inteligente é apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 – Peso da Camisa com e sem sistema de iluminação.

Sistema Iluminação	Peso (g)
Não Incluso	158
Incluso	260
Diferença	102

Do mesmo modo, calcula-se o peso de cada elemento individual acrescido à camisa, que justifica a diferença de peso anterior, e que pode ser visto na Tabela 9

Observa-se a diferença entre as duas pesagens: com equipamento de iluminação, e sem equipamento de iluminação. Na primeira, obtém-se um valor similar à camisa de ciclismo convencional, apresentando pouca variação do resultado desejado para concluir o objetivo de confeccionar uma camisa com cores personalizadas, com bolsos nas costas, conforto e transpiração, para atender o ciclista. Uma camisa de ciclismo convencional foi pesada e apresentou um valor de 151g de sua massa. Portanto, a Camisa Inteligente

Tabela 9 – Peso de cada conjunto da camisa.

Item	Peso (g)
Conjunto Botão 1	2
Conjunto Botão 2	2
Conjunto Setas	12
Conjunto Bateria	86
Total	102

sem equipamento de iluminação apresentou uma diferença de 7g a mais em comparação à camisa de ciclismo convencional.

Já com o equipamento de iluminação: botões, setas e bateria, observa-se o ganho de massa do sistema com valor total de 102g. As pilhas tem papel primordial no sistema, mas apresentam um grande volume, não conseguindo ser discretas o suficiente para se incorporarem bem à vestimenta como aconteceu com os outros componentes. Apenas as duas pilhas, somam o total de 34g. Uma bateria de Li-Po de aproximadamente 18g poderia reduzir o peso em questão, entretanto ainda apresentam um valor de aquisição muito caro, de R\$84,90.

4.7 Duração da bateria

O alto valor da bateria ocasionaria o encarecimento do produto, então, optou-se pela utilização de pilhas. As pilhas são as fontes de alimentação de energia mais comumente encontradas. Bares, Lanchonetes, Mercarias, Supermercados e lojas de utilitários costumam vender pilhas e podem ser um facilitador em casos de imprevisto na falta de energia do dispositivo. O teste realizado conta com 2 pilhas AA tipo Zinco-Manganês de 1,5V cada, modelo UM-3SHSL8P6 da Panasonic. Tal pilha apresenta um valor mais baixo que a concorrência (aproximadamente R\$1,98 cada) e facilmente encontrada. O comportamento da pilha no sistema pode ser observado na Tabela 10.

Tabela 10 – Duração da bateria.

Intervalo	Tempo	Situação
1	Até 8:30h	Setas piscando normalmente
2	Entre 8:30h e 9:30h	Setas piscando com baixo brilho
3	Após 10:30h	Setas desligadas

Observa-se que a autonomia do dispositivo ficou em torno de 8h, tempo suficiente para fazer 4 pedaladas de 2 horas. O resultado se apresentou satisfatório, considerando a facilidade de uso das pilhas. Além disso, para contribuir com o meio ambiente e evitar a compra demasiada de pilhas, a recomendação de pilhas recarregáveis também é compartilhada. Desta forma, após cada pedal, por exemplo, o usuário pode colocar as pilhas para

carregar e na próxima atividade iniciar seu exercício com máxima capacidade de uso da Camisa Inteligente.

4.8 Tempo de montagem do dispositivo

A Camisa Inteligente torna-se prática sua utilização, à medida que apresenta uma rápida preparação do sistema elétrico e uma fácil colocação no corpo antes de iniciar a pedalada. Como alguns componentes da Camisa são destacáveis, para preservar na lavagem, faz-se necessário computar o tempo de tal preparação. O teste feito realiza a contagem de tempo da ação de destacar os botões de colchete de cada conjunto. O resultado é expresso na Tabela 11.

Tabela 11 – Tempo de preparação da camisa: engate e desengate.

Item	Tempo	
	Desmontagem (s)	Montagem (s)
Botão 1	12,56	9,17
Botão 2	11,47	9,22
Setas	24,55	22,33
Bateria	14,35	20,22
Total	62,93	60,94

Pode-se perceber uma igualdade no tempo total na montagem e desmontagem. Percebe-se que, de forma geral, o tempo de montagem ganha da desmontagem para elementos dispostos de forma mais espaçada. Tanto o conjunto de botões quando o conjunto da seta, apresentam um formato de fixação retangular, como pode ser visto na Figura 59. Tal formato apresenta espaços que facilitam o manuseio da camisa e o apoio dos dedos para desabotoar os colchetes. O tecido do conjunto é apresentado em cinza e os colchetes em vermelho.

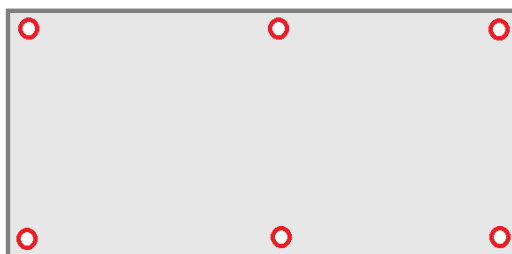


Figura 59 – Formato de disposição retangular dos colchetes.

Por outro lado, para montagem e desmontagem de elementos dispostos lado a lado, ocorre o inverso. A montagem apresentou um tempo maior do que a desmontagem. O

formato do conjunto de botões alinhados lado a lado, é apresentado na Figura 60. Este formato apresenta dificuldade na montagem devido ao número de botões acumulados muito perto uns dos outros, e dificulta a seleção do botão certo para encaixar no local correto. O tecido do conjunto é apresentado em cinza e os colchetes em vermelho.

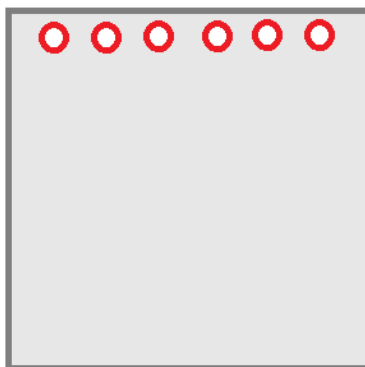


Figura 60 – Formato de disposição horizontal dos colchetes.

Como exemplo de disposição, a Figura 61 apresenta as costas da Camisa, onde fica localizado o conjunto de seta. Podemos perceber a disposição retangular dos colchetes de fixação do conjunto em vermelho.

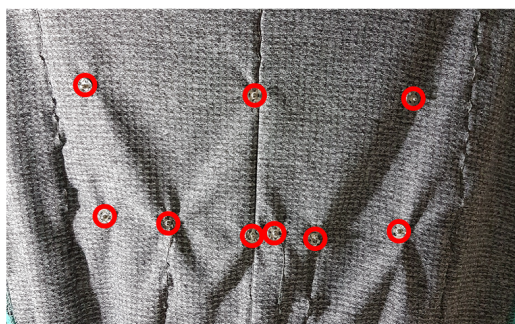


Figura 61 – Disposição retangular real dos colchetes nas costas da camisa.

Além disso, observa-se que o número de conexões necessárias para esta região é de 5 (GND+GND+Seta direita+Seta central+Seta esquerda) e a Figura 61 apresenta 9 colchetes. Isto acontece porque é adicionado mais 4 colchetes para fazer a fixação dos 4 cantos do conjunto, para resultar em uma fixação esticada. Entretanto, percebe-se que os mesmos colchetes que fazem a fixação podem ser dispostos nos cantos, o que resulta na utilização de menos colchetes e menos tempo de engate/desengate. Para exemplificar a mudança, a Figura 62 apresenta a sugestão de disposição contendo 6 colchetes (em azul), acarretando em apenas 1 colchete adicionado sem o intuito de conexão, apenas para fixação.



Figura 62 – Proposta de modificação dos colchetes para otimizar material.

4.9 Fotos

Fotos da camisa em uso noturno podem ser conferidas nas Figuras 63 e 64, respectivamente.



Figura 63 – Uso noturno - sinalizador central ativo.

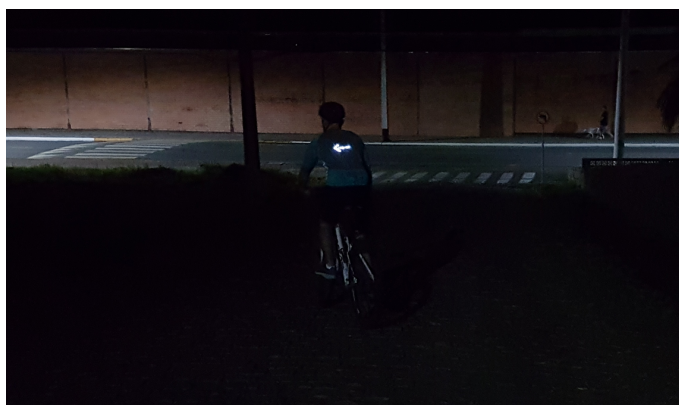


Figura 64 – Uso noturno - indicador de conversão ativado.

A linha condutiva pode ser observada no detalhe através da Figura 65.



Figura 65 – Visão aproximada da linha de condutividade.

5 Conclusões

Objeto deste trabalho visou o desenvolvimento de uma camiseta com sinalização a LED, microcontrolada, e que permite ao ciclista indicar o interesse de conversão à esquerda ou direita, além de sinalizar sua presença aos arredores. O resultado da confecção se mostrou bem satisfatório, com um nível de detalhamento grande. Os colchetes de pressão são considerados uma solução muito bem acertada, pois possibilita o encaixe e desencaixe dos Conjuntos de Seta, Botões e Bateria de uma forma muito fácil e ao mesmo tempo é ele que permite a passagem de energia em todo o sistema. As questões de custo são bem acentuadas, tendo em vista que as soluções similares no mercado e mais populares podem custar até 50% do valor, como a luz de segurança traseira. Entretanto ela não traz todos os benefícios que a Camisa Inteligente pode gerar, como exemplo, a iluminação do tronco que é a parte do corpo mais visível e vital do ciclista. A intensidade luminosa no período noturno é alta, e mesmo à uma distância de 20m pode-se perceber o brilho dos LEDs. A utilização do produto tem uma tendência de uso à noite, mas assim como nos automóveis surgem leis para iluminação de dia, é imprescindível que tais tendências de uso diurno também venham a ser praticadas.

A modularidade da última versão imaginada em teoria, utilizando conjuntos com alimentação própria de energia, e com transmissão sem fio, continua sendo cercada de desafios. Um deles é a fixação em qualquer local, afinal, o local que receberá as setas, como uma mochila por exemplo, precisa estar preparado para isso. Cogitou-se a utilização de velcro para fixar as partes, mas com o tempo há um desgaste. E também o velcro retiraria uma área de contato que pode ser necessária para transpiração. Outro desafio seria o sistema de alimentação de energia, que precisaria ser muito pequeno e com uma capacidade de autonomia grande, afinal, nenhum ciclista desejaria trocar 3 pilhas (setas, botões e controle) à todo instante.

O mundos dos *Wearables* têm muito a crescer. Muito é falado de *SmartWatch* que se tornou uma tendência, mas percebe-se a quase nula a quantidade de vestimentas que utilizem linha condutiva, por exemplo. A Camisa Inteligente traz benefícios no mercado ciclístico, aumentando a gama de produtos e dando opção de compra aos usuários. Além disso, ela coloca um holofote ao perigo que o ciclista enfrenta. A melhora da visibilidade do ciclista no trânsito, aumenta o número de adeptos que buscam uma solução alternativa ao transporte, com menos geração de poluição. Têm-se a missão de redução do número de acidentes envolvendo ciclistas, comunicação mais efetiva no trânsito e integração de sinalização e vestimenta em um único produto com um produto atrativo, chamativo e bonito.

Para projetos futuros, cogita-se a utilização de painéis solares para carregar a bateria

durante o dia, acelerômetros para perceber a diferença de velocidade comunicando uma frenagem, a ampliação de setas para uma verdadeiro painel, a qual possa transmitir mensagens ainda maiores. Por fim, outro trabalho futuro é descobrir se o preço da Camisa Inteligente é atrativo comercialmente falando, e realizar uma nova validação junto aos ciclistas. Através disso, pode-se determinar novas metas quanto à redução de custos e incremento de funcionalidades.

Referências Bibliográficas

- 1 TEBALDI, E.; FERREIRA, V. R. Comportamentos no trânsito e causas da agressividade. *Revista de Psicologia da UNC*, v. 2, n. 1, p. 15–22, 2004. 14
- 2 BACCHIERI, G. et al. Intervenção comunitária para prevenção de acidentes de trânsito entre trabalhadores ciclistas. *Revista de Saúde Pública*, SciELO Brasil, v. 44, n. 5, p. 867–875, 2010. 14
- 3 BRASIL. Lei no 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Diário Oficial da União, Brasília, p. 21201, 24 set 1997. Seção 1. 14
- 4 PORTLAND, A. B. D. C. *Projeto Técnico: Cicloviás*. Acesso em: 09 fev. 2021. Disponível em: <https://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2014/08/AF_CICLOVIAS_WEB.pdf>. 14
- 5 BRASIL. Semob - Secretaria Nacional de Mobilidade Urbana. Ministério das Cidades. Caderno Técnico para Projetos de Mobilidade Urbana: transporte ativo. Porto Alegre - Rs: Wri Brasil Cidades Sustentáveis, 2016. 120 p. Disponível em: <https://www.mobilize.org.br/midias/pesquisas/transporte-ativo—projetos-de-mobilidade-urbana.pdf>. Acesso em: 09 fev. 2021. 14, 15, 16
- 6 GARCIA, Leila Posenato; FREITAS, Lúcia Rolim Santana de; DUARTE, Elisabeth Carmen. Deaths of bicycle riders in Brazil: characteristics and trends during the period of 2000 - 2010. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, [S.L.], v. 16, n. 4, p. 918-929, dez. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-790x2013000400012>. 16
- 7 JUOGISKI, José Luiz. Mortes no trânsito brasileiro: Na contramão da educação e do comportamento humano. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*. Ano 05, Ed. 12, Vol. 07, pp. 61-74. Dezembro de 2020. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/mortes-no-transito>. 17
- 8 MOREIRA, Michele Paulino Carneiro, et al. Contribuições do Arduino no ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* 35.3 (2018): 721-745. 20
- 9 JAVED, Adeel. Criando projetos com Arduino para a Internet das Coisas. Novatec Editora, 2017. 20
- 10 MCROBERTS, Michael. Arduino básico. Novatec Editora, 2018. 20
- 11 SYSTEMS, E. *ESP32 Series: datasheet*. Acesso em: 19 abr. 2021. Disponível em: <https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf>. 20, 21
- 12 SYSTEMS, E. *ESP32-DevKitC*. Acesso em: 19 abr. 2021. Disponível em: <<https://www.espressif.com/en/products/devkits/esp32-devkitc/overview>>. 21
- 13 SCOPACASA, Vicente A. Introdução à Tecnologia de LED. *Revista LA_PRO*, São Paulo, ed, v. 1, p. 5-10, 2008. 21

- 14 J. Williamson et al., Data sensing and analysis: Challenges for wearables, The 20th Asia and South Pacific Design Automation Conference, 2015, pp. 136-141, doi: 10.1109/ASPDAC.2015.7058994. 22
- 15 YETISEN, Ali K. et al. Wearables in medicine. *Advanced Materials*, v. 30, n. 33, p. 1706910, 2018. 22
- 16 FOROUZAN, Behrouz A.. Comunicação de dados e redes de computadores. 4. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2008. 1134 p. Tradução de: Ariovaldo Griesi. 22, 23
- 17 Andrade, F. S. et al. General purpose bluetooth control. *IEEE Latin America Transactions*, v. 9, n. 6, p. 926–932, 2011. 22
- 18 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15292: Artigos confeccionados - Vestimenta de segurança de alta visibilidade. 2 ed. Rio de Janeiro: Abnt Editora, 2013. 31 p. 23
- 19 BERTOLUCI, Cristiane Sanches, Regina. (2020). USO DA MATRIZ MORFOLÓGICA PARA DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS DE MODA A PARTIR DE MATÉRIA-PRIMA RECILADA. *ModaPalavra*. 13. 74-107. 10.5965/1982615x13272019074. 23
- 20 RITCHEY, Tom. (2006). Problem Structuring Using Computer-Aided Morphological Analysis. *Journal of the Operational Research Society (JORS)*. 57. 792–801. 10.1057/palgrave.jors.2602177. 23
- 21 PLENTZ, Samuel Sebben. Taxonomia para técnicas criativas aplicadas ao processo de projeto. 2011. 130 f. Dissertação (Mestre em Design) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. 24
- 22 OSTERTAG, Oskar Ostertagova, Eva Huňady, Róbert. (2012). Morphological Matrix Applied within the Design Project of the Manipulator Frame. *Procedia Engineering*. 48. 495 – 499. 10.1016/j.proeng.2012.09.544. 24
- 23 ACTE. COLETE REFLETIVO LED A75 ACTE. Disponível em: <https://www.actesports.com/colete-refletivo-led.html>. Acesso em: 20 mar. 2021. 32
- 24 ESCAPE ADVENTURES. TECH: New Gear and Gadgets for the Bike Enthusiast. Disponível em: <https://escapeadventures.com/tags/tech/>. Acesso em: 20 mar. 2021. 33
- 25 AMAZON. Lanterna Traseira Farol Bike Com Ciclovía a Laser e Farol de led. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/Lanterna-Traseira-Farol-Ciclovía-Laser/dp/B07FW8SRQG>. Acesso em: 20 mar. 2021. 33
- 26 TARACHUCKY, Laryssa et al. Sistematização da aplicação do Brand DNA Process no design de marca de cidades criativas: caso Projeto Rota da Inovação. 2015. 34
- 27 POMPO, L. D. *Specialized cada vez mais perto dos ciclistas*. Acesso em: 06 abr. 2021. Disponível em: <<https://www.revistabikeaction.com.br/post/2019/11/06/specialized-cada-vez-mais-perto-dos-ciclistas>>. 34

- 28 SPECIALIZED (org.). Body Geometry. 2021. Disponível em: <https://www.specialized.com/br/pt/bodygeometry>. Acesso em: 06 abr. 2021. 34, 35
- 29 SPECIALIZED (org.). Sobre nós. 2021. Disponível em: <https://www.specialized.com/br/pt/about-us>. Acesso em: 06 abr. 2021. 35
- 30 DOUTOR BICICLETA (org.). Voltando no tempo: Conheça a TREK 9000 1992. 2021. Disponível em: <https://blog.doutorbicicleta.com.br/conheca-a-trek-9000-1992/>. Acesso em: 01 abr. 2021. 35
- 31 BRASILIA, Mtb. 9 produtos “revolucionários” do MTB que resultaram em fracasso. 2016. Disponível em: <https://www.mtbbrasil.com.br/2016/02/09/9-produtos-revolucionarios-do-mtb-que-resultaram-em-um-tremendo-fracasso/>. Acesso em: 06 abr. 2021. 35
- 32 REZENDE, L. G. *Cada vez mais brasileiros apostam na bicicleta para se locomoverem*. 2019. JM Online. Disponível em: <<https://bityli.com/rbU9Z>>. 36
- 33 DINO. Mercado de bikes promete manter crescimento em 2020. 2019. Terra. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/dino/mercado-de-bikes-promete-manter-crescimento-em-2020,4babd718c052282bb3036234e2e3250cg9e7oswp.html>. Acesso em: 28 mar. 2021. 36
- 34 ESTADÃO. *Por que o atropelamento de ciclistas disparou no Brasil?* Acesso em: 25 mar. 2021. Disponível em: <<https://bityli.com/VqYDi>>. 36
- 35 PLATONOW, Vladimir. Motos já são a principal causa de acidentes no trânsito, diz especialista. 2015. Agência Brasil. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2015-09/motos-ja-sao-principal-causa-de-acidentes-no-transito-diz-especialista>. Acesso em: 27 mar. 2021. 36
- 36 ABRACICLO (São Paulo - Sp) (org.). Frota nacional de automóveis, motocicletas e outros. 2021. Disponível em: <https://www.abraciclo.com.br/site/frota/>. Acesso em: 07 abr. 2021. 37
- 37 ELAINE PATRICIA CRUZ (São Paulo). Agência Brasil. Em 70% dos acidentes com motos no Brasil, a culpa é do motociclista, diz OMS. 2011. UOL. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2011/08/24/em-70-dos-acidentes-com-motos-no-brasil-a-culpa-e-do-motociclista-diz-oms.htm?cmpid=copiaecola>. Acesso em: 06 mar. 2021. 37
- 38 CAZARRÉ, Marieta. ONU inclui segurança no trânsito na Agenda 2030. 2015. Agência Brasil. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2015-09/onu-inclui-seguranca-no-transito-na-agenda-2030>. Acesso em: 06 abr. 2021. 37
- 39 DATASUS (org.). Histórico / Apresentação. Disponível em: <http://datasus1.saude.gov.br/datasus>. Acesso em: 13 abr. 2021. 38
- 40 FCEM. *Confira 6 tipos de tecidos e como se comportam em diferentes técnicas*. Acesso em: 22 abr. 2021. Disponível em: <<https://bityli.com/uTJsu>>. 42

-
- 41 OLIVEIRA, Jailson. Arduino e suas versões. 2019. Disponível em: <https://xprojetos.net/arduino-e-suas-versoes/>. Acesso em: 25 abr. 2021. 48
- 42 OLIVEIRA, Jailson. ESP32 e suas versões. 2019. Disponível em: <https://xprojetos.net/esp32-e-suas-versoes/esp32-devkitc>. Acesso em: 20 abr. 2021. 48, 49
- 43 FILIPEFLOP. Placa LilyTiny LilyPad. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/produto/placa-lilytiny-lilypad/>. Acesso em: 26 abr. 2021. 48
- 44 PETRIE, Jennifer N., and Kevin A. Schneider. Mixed-fidelity prototyping of user interfaces. International Workshop on Design, Specification, and Verification of Interactive Systems. Springer, Berlin, Heidelberg, 2006. 52

A Pesquisa de Diagnóstico

Camisa Inteligente para Ciclista: Modelo sinalizador e direcional para orientação no tráfego urbano. - 4min

Esta pesquisa tem o intuito de contribuir para o desenvolvimento de um projeto realizado na Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Blumenau; Disciplina: Trabalho de Conclusão de Curso (TCC); Curso: Engenharia de Controle e Automação.

Desenvolvido por: Érique Moser

As respostas de identificação pessoal serão mantidas em sigilo.

*O questionário possui em torno de 20 perguntas e dura cerca de 4 minutos.

Contato

1. Nome
2. Telefone
3. E-mail
4. Idade
5. Profissão
6. Cidade e Estado
7. Você é um usuário de bicicleta?
 - a. Sim
 - b. Não

Quanto a utilização

8. Utiliza a bicicleta para qual finalidade
 - a. Lazer, voltas curtas
 - b. Transporte municipal ou intermunicipal
 - c. Esporte visando condicionamento físico

9. Utiliza a bicicleta na maior parte das vezes em qual período?
- Manhã
 - Tarde
 - Noite
10. Com que frequência pedala?
- Todo dia
 - 1 ou 2 dias por semana
 - 2 ou 3 dias por semana
 - 4 ou 5 dias por semana
 - 1 a 5 vezes por mês
11. Quais utilitários você utiliza consigo em suas pedaladas?
- Capacete
 - Óculos
 - Luva
 - Camisa de ciclismo
 - Bermuda de ciclismo
 - Sapatilhas
 - Mochila de hidratação
 - Bandana
 - Outros:
12. Quais utilitários você utiliza na sua bicicleta em suas pedaladas?
- Campainha
 - Sinalização de segurança noturna dianteira
 - Sinalização de segurança noturna traseira
 - Farol para iluminação da estrada
 - Espelho retrovisor
 - Bagageiro
 - Outros:
13. Na maioria das vezes que pedala, carrega consigo mochila nas costas?
- Sim
 - Não

Situações no trânsito enquanto pedala

14. Você já sofreu acidente de bicicleta?

- a. Sim
- b. Não

15. Conhece alguém que já sofreu acidente de bicicleta?

- a. Sim
- b. Não

16. Você já se sentiu ameaçado em alguma situação que poderia colocar sua vida em risco enquanto pedalava?

- a. Sim
- b. Não

17. Realiza comunicação através de gestos enquanto está pedalando?

- a. Não costumo me comunicar
- b. Gesticulo com motoristas para evitar mal entendido
- c. Gesticulo com colegas ciclistas para informar alguma ação

18. De zero a dez, quanto a tecnologia está inserida no meio ciclístico?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

19. De zero a dez, quanto a tecnologia ainda pode crescer no meio ciclístico?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Visão externa ao ciclista

20. Durante um deslocamento de carro, na maioria das vezes, qual elemento do ciclista chama mais atenção e que contribui mais para perceber a presença dele?

- a. A bicicleta
- b. O ciclista
- c. É impossível distinguir pois ambos formam um conjunto

21. Enumere por ordem de importância, o que mais chama a atenção ao reparar um ciclista realizando sua pedalada.

- ___ Acessórios como óculos e capacete
- ___ A bicicleta e a sinalização de segurança da bicicleta
- ___ A vestimenta típica do ciclista

22. De zero a dez, quanto a Sinalização No Ciclista pode contribuir para melhorar a segurança no trânsito e até reduzir drasticamente o número de acidentes envolvendo ciclistas?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

23. Você conhece o termo Wearable?

a. Sim

b. Não

24. De zero a dez, acredita que uma sinalização com LEDS em formato de seta, destacando as costas do ciclista, poderia contribuir para melhorar a visibilidade e consequentemente evitar choques entre carros e bicicletas?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

25. De zero a dez, acredita que uma sinalização com LEDS em formato de seta, destacando as costas do ciclista, poderia contribuir para sinalizar a intenção de conversão de ruas e consequentemente melhorar o fluxo dos usuários da via, reduzindo mal entendidos?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

26. Sua contribuição nos auxilia a refinar as características do projeto. Você está disposto a continuar ajudando com esta ideia, caso seja necessário?

a. Sim

b. Não

27. Conhece alguém que gostaria de responder esse questionário? Utilize o campo abaixo para colocar o contato (nome e/ou telefone).

28. Outras Observações (Dicas, Discussões)

B Código do Microcontrolador

```

1 #define botaodir 12 //verde
2 #define botaoesq 14 // amarelo
3 #define central 5 // marrom
4 #define direita 4//vermelho
5 #define esquerda 0//laranja 2
6 //laranja2 – negativo
7
8 #define tempo1 400 //tempo que o centro fica piscando sozinho
9 #define tempo2 100 //tempo que as setas ficar o piscando
10 #define N 32 //define n mero de piscadas
11
12
13 void setup() {
14
15     pinMode(central , OUTPUT);
16     pinMode(direita , OUTPUT);
17     pinMode(esquerda , OUTPUT);
18     pinMode(botaodir , INPUT_PULLUP); //entrada botao direito caracterizado
19     //por ativar com n vel baixo (zero volts)
20     pinMode(botaoesq , INPUT_PULLUP); //entrada botao esquerdo caracterizado
21     //por ativar com n vel baixo (zero volts)
22
23 }
24
25 void loop() {
26     pisca();
27     digitalWrite(central , HIGH);
28     pisca();
29     delay(tempo1);
30     pisca();
31     digitalWrite(central , LOW);
32     pisca();
33     delay(tempo1);
34 }
35
36 //-----
37 //Funcao pisca
38 //-----
39 void pisca(){
40
41     //-----botao direito apertado
42     if(!digitalRead(botaoesq)){
43         digitalWrite(central ,LOW);

```



```
42     digitalWrite(esquerda ,LOW);
43     digitalWrite(direita ,LOW);
44
45     for(int i=0; i<N; i++){
46         digitalWrite(central , HIGH);
47         digitalWrite(esquerda , HIGH);
48         delay(tempo2);
49         digitalWrite(central , LOW);
50         digitalWrite(esquerda , LOW);
51         delay(tempo2);
52     } //end for
53     } //end piscar direita
54
55 //—————botao esquerdo apertado
56     else
57     if(!digitalRead(botaodir)){
58         digitalWrite(central ,LOW);
59         digitalWrite(esquerda ,LOW);
60         digitalWrite(direita ,LOW);
61
62         for(int i=0; i<N; i++){
63             digitalWrite(central , HIGH);
64             digitalWrite(direita , HIGH);
65             delay(tempo2);
66             digitalWrite(central , LOW);
67             digitalWrite(direita , LOW);
68             delay(tempo2);
69         } //end for
70     } //end piscar esquerda
71
72 } //end funcao piscar
```

C Lista de Materiais

Despesas de Materiais						
Item	Qtd	Unid	Descrição	Modelo	Marca	Fornecedor
1	0,21	kg	Tecido de Malha FIT SCREEN TUBULAR - Verde Sea	MI211175T	Malharia Indaial Ltda	Malharia Indaial Ltda
2	0,225	kg	Tecido de Malha FIT SCREEN TUBULAR Mescla TX	MI211175TM	Malharia Indaial Ltda	Malharia Indaial Ltda
3	60	cm	Zíper Tratoradi 6mm 580 preto	4005		Silvia Armarinho Ltda
4	1	pç	Cursor de Zíper tratorado	20369		Silvia Armarinho Ltda
5	10	m	Linha Condutiva Wearable	BCE80		FilipeFlop
6	2	pç	Chave LilyPad Push-Button plástico e metal			Vendedor Ebay
7	21	pç	LED SMD Branco LilyPad 3-5V			Vendedor Ebay
8	1	pç	Placa ESP32 DEVKIT (38 pinos)		Espressif	Vendedor Aliexpress
9	22	pç	Colchete Pressão 14mm em aço		SSS	Cia da Costura
10	21	pç	Colchete Pressão 8mm em aço escovado		SSS	Goretti artesanato e aviamentos
11	1	pç	Suporte 4 Pilhas AA	3PSS4		FilipeFlop
12	5	pç	Jumper Macho-Macho	2CB21		FilipeFlop
13	1	pç	Placa de Circuito Impresso Dupla Face (4x6cm)	BCEA0		FilipeFlop
15	0,9	m	Elástico Chato Poliéster 10 mm			Cia da Costura
16	1	rl	Fio para Overlock Cone c/ 1828m Cinza			Cia da Costura
17	0,6	m	Fita faixa reflexiva 30mm largura			Armarinho São José