



**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA  
ENGENHARIA INDUSTRIAL ELÉTRICA  
(ELETRÔNICA E TELECOMUNICAÇÕES)**



**WENDEL JORIS AYRES**

**CAMB  
CAMBIO AUTOMATIZADO PARA BICICLETA  
RELATÓRIO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**CURITIBA  
DEZEMBRO / 2011**

WENDEL JORIS AYRES

**CAMB**  
**CAMBIO AUTOMATIZADO PARA BICICLETA**

Relatório apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do Curso de Engenharia Industrial Elétrica – Ênfase em Eletrônica e Telecomunicações, do Departamento Acadêmico de Engenharia Eletrônica - DAELN - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR.  
Orientador: Prof. Rubens Alexandre De Faria

CURITIBA  
DEZEMBRO / 2011



## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, por me dar forças e por me propiciar todas as oportunidades que a vida me oferece, sempre iluminando meu caminho.

Também gostaria de agradecer todos os meus colegas de curso e colegas de trabalho que me deram dicas, orientações e que de alguma forma me ajudaram na realização deste projeto.

Agradeço toda minha família, principalmente meus pais que me ensinaram a ter princípios, ser um homem digno e responsável, e que junto aos meus irmãos, acreditaram em mim, me ajudaram quando eu precisei e sempre estiveram ao meu lado.

Por fim, presto meu maior e mais valoroso agradecimento ao meu filho, Kawe, e sua mãe, minha namorada, Katrine, por ambos serem a inspiração para todos os meus feitos e minhas conquistas.

## RESUMO

AYRES, Wendel Joris. Cambio Automatizado para Bicicleta. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Industrial Elétrica – Ênfase em Eletrônica e Telecomunicações) – Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2011.

Este projeto visa o desenvolvimento do CAMB (Cambio Automatizado para Bicicletas). Para isto será desenvolvido um módulo eletrônico que fique acoplado na bicicleta e troque de marcha automaticamente, ou dependendo da necessidade, e da seleção do ciclista, para o caso semiautomático. O equipamento será constituído por três partes: um módulo de controle, elementos sensores e motores elétricos para a troca de marcha. O resultado deste projeto será o desenvolvimento de um produto que possa ser instalado em qualquer bicicleta com sistema de cambio, apenas trocando a forma de acionamento do mesmo. Além disso, o CAMB visa contribuir no incentivo de uma maior utilização da bicicleta como meio de transporte e como lazer, auxiliando pessoas com possíveis dificuldades para o ciclismo.

**Palavras-Chave:** bicicleta, ciclismo, cambio automático para bicicletas, automação bicicletas.

## **ABSTRACT**

AYRES, Wendel Joris. Automatic Gear to Bicycles. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Industrial Elétrica – Ênfase em Eletrônica e Telecomunicações) – Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2011.

This project aims to develop CAMB (Automatic Gear to Bicycles). To this will be developed an electronic module that it is engaged in the bike and change gears automatically or depending on need, and the selection of the rider in case semiautomatic. The equipment will consist of three parts: a control module, sensors and electric motors for changing gears. The result of this project is to develop a product that can be installed on any bike with a system of exchange, just by changing the form of the same drive. In addition, the CAMBA aims to contribute in encouraging greater use of bicycles for transportation and entertainment, helping people with possible difficulties for cycling.

**Keywords:** bicycle, cycling, automatic gear to bicycles, bicycles automation.

## LISTA DE IMAGENS

Figura 1 - Posicionamento de Componentes do Sistema .....	16
Figura 2 - Diagrama de Comunicação do Sistema.....	16
Figura 3 - <i>Mercedes-Benz Automatic Bike</i> .....	21
Figura 4 - <i>LandRider Bike (AutoShift)</i> .....	21
Figura 5 - <i>Shimano Coasting</i> .....	22
Figura 6 - <i>Cyber Nexus</i> .....	22
Figura 7 - <i>Dura Ace Di2</i> .....	23
Figura 8 - PIC16F876A .....	31
Figura 9 - Diagrama de Blocos PIC16F876A Fonte – <i>Microchip</i> , 2011.....	31
Figura 10 - Ligação do Cristal Oscilador .....	32
Figura 11 - Circuito de Gravação do PIC .....	32
Figura 12 - <i>Reed-Switch</i> .....	34
Figura 13 - Ligação dos <i>Reed-Switches</i> .....	34
Figura 14 – Ligação dos LEDs .....	35
Figura 15 - Chave DIP .....	36
Figura 16 - Ligação da Chave DIP .....	37
Figura 17 - Push-Button .....	38
Figura 18 - Ligação dos Botões.....	38
Figura 19 - Controle do Servo-Motor.....	40
Figura 20 - Servo Motor .....	41
Figura 21 - Drive para os servos motores .....	42
Figura 22 - Alimentação do módulo de controle .....	43
Figura 23 - Layout da PCI do Módulo.....	44
Figura 24 - Layout da PCI dos Motores.....	45
Figura 25 - PCI do Módulo .....	45
Figura 26 - PCI dos Motores .....	45
Figura 27 - Fluxo do Programa.....	49
Figura 28 - Relação errada de marchas.....	50
Figura 29 - Relações de marchas corretas .....	50
Figura 30 - Placa Montada .....	54
Figura 31 - Resultado dos Testes Gerais.....	56
Figura 32 - Resultado dos Testes de Bancada .....	56

Figura 33 - Resultado dos Testes de Campo.....	57
Figura 34 - Divisão Modal Dos Transportes .....	68
Figura 35 - Segmentação do Mercado .....	69
Figura 36 - Proposta de Valor .....	72
Figura 37 - Organograma da TEMBIKE .....	77
Figura 38 - Fluxo de Caixa .....	84



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Combinação da Chave DIP .....	37
Quadro 2 - Modo Automático .....	51
Quadro 3 - Resultados dos Testes.....	55
Quadro 4 - Cronograma Resumido e Datas Importantes .....	59
Quadro 5 - Cronograma detalhado das Atividades .....	60
Quadro 6 - Custos Estimados .....	61
Quadro 7 - Riscos .....	62
Quadro 8 - Cronograma da TEMBIKE.....	77
Quadro 9 - Quadro de Pessoal.....	79
Quadro 10 - Investimento Inicial.....	80
Quadro 11 - Despesas Fixas.....	80
Quadro 12 - Custos Variáveis de Produção .....	81
Quadro 13 - Ponto de Equilíbrio .....	81
Quadro 14 - DRE.....	82
Quadro 15 - Fluxo de Caixa .....	83

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1. JUSTIFICATIVA .....	14
1.2. OBJETIVOS .....	14
1.2.1. Objetivo Geral.....	15
1.2.2. Objetivos Específicos .....	15
1.2.3. Descrição do Projeto .....	15
1.3. RESULTADOS ESPERADOS.....	17
1.3.1. Tecnológicos.....	17
1.3.2. Científicos.....	17
1.3.3. Econômicos .....	17
1.3.4. Sociais .....	17
1.3.5. Ambientais.....	18
1.4. METODOLOGIA .....	18
1.5. APRESENTAÇÃO DO DOCUMENTO .....	19
<b>2. ESTUDOS E ESPECIFICAÇÕES</b> .....	<b>20</b>
2.1. ANÁLISE DE MERCADO.....	20
2.1.1. CLIENTES .....	20
2.1.2. PARCERIAS.....	20
2.1.3. CONCORRÊNCIA .....	21
2.1.4. PATENTES.....	23
2.2. ESPECIFICAÇÃO DE <i>HARDWARE</i> .....	25
2.3. ESPECIFICAÇÃO DE <i>FIRMWARE</i> .....	26
2.3.1. Linguagem De Programação De <i>Firmware</i> .....	26
2.3.2. Algoritmo .....	26
2.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE ESTUDO E ESPECIFICAÇÕES.....	27
<b>3. DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>29</b>
3.1. <i>HARDWARE</i> .....	29
3.1.1. Recursos para o desenvolvimento de Hardware .....	29
3.1.2. Microcontrolador .....	30
3.1.3. Sensores .....	33
3.1.4. Interfaces.....	35
3.1.5. Motores.....	39
3.1.6. Alimentação .....	42
3.1.7. Placa.....	44

3.2.	FIRMWARE.....	46
3.2.1.	Recursos Utilizados .....	46
3.2.2.	Controle dos motores .....	47
3.2.3.	Controle dos sensores.....	47
3.2.4.	Controle dos botões.....	48
3.2.5.	Fluxograma.....	48
3.2.6.	Tabela de Marchas .....	49
3.2.7.	Algoritmo .....	51
3.3.	CONSIDERAÇÕES SOBRE DESENVOLVIMENTO.....	52
<b>4.</b>	<b>TESTES E RESULTADOS .....</b>	<b>53</b>
4.1.	TESTE DE HARDWARE.....	53
4.2.	TESTE DE FIRMWARE .....	54
4.3.	TESTE DO EQUIPAMENTO.....	55
4.4.	CONSIDERAÇÕES SOBRE TESTES .....	57
<b>5.</b>	<b>GESTÃO DO PROJETO.....</b>	<b>58</b>
5.1.	ESCOPO.....	58
5.2.	CRONOGRAMA.....	59
5.2.1.	Cronograma Resumido e Datas Importantes .....	59
5.2.2.	Cronograma Detalhado .....	59
5.3.	CUSTO.....	60
5.4.	RISCOS .....	61
5.5.	CONSIDERAÇÕES SOBRE GESTÃO DO PROJETO.....	62
<b>6.</b>	<b>PLANO DE NEGÓCIOS .....</b>	<b>63</b>
6.1.	SUMÁRIO EXECUTIVO.....	63
6.2.	DESCRIÇÃO DO NEGÓCIO.....	64
6.2.1.	Natureza do Negócio .....	64
6.2.2.	Missão .....	64
6.2.3.	Visão.....	64
6.2.4.	Objetivos.....	65
6.3.	PRODUTO .....	65
6.3.1.	Descrição do Produto .....	65
6.3.2.	Análise Comparativa.....	66
6.3.3.	Tecnologia .....	66
6.3.4.	Produtos Futuros .....	67
6.4.	ANALISE DE MERCADO.....	67

6.4.1.	Segmentação de Mercado.....	68
6.4.2.	Segmentação Alvo de Mercado.....	69
6.4.3.	Necessidades e Tendências do Mercado.....	69
6.4.4.	Análise da Indústria .....	70
6.5.	DEFINIÇÃO DA PROPOSTA DE VALOR.....	70
6.6.	ESTRATÉGIA E IMPLEMENTAÇÃO .....	72
6.6.1.	Diferenciais Competitivos e Proposta de Valor.....	72
6.6.2.	Estratégia de Marketing.....	73
6.6.3.	Plano de Vendas .....	75
6.6.4.	Parcerias e Alianças Estratégicas .....	76
6.6.5.	Cronograma.....	76
6.7.	GESTÃO .....	77
6.7.1.	Estrutura Organizacional .....	77
6.7.2.	Equipe .....	78
6.7.3.	Quadro de Pessoal.....	79
6.8.	PLANO FINANCEIRO.....	79
6.8.1.	Investimentos e Despesas.....	80
6.8.2.	Ponto de Equilíbrio Operacional .....	81
6.8.3.	Projeção de Resultados.....	81
6.8.4.	Projeção do Fluxo de Caixa.....	82
6.9.	CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE PLANO DE NEGÓCIOS .....	84
<b>7.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>86</b>
<b>8.</b>	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>87</b>
<b>9.</b>	<b>APENDICE A – Esquemático Completo CAMB.....</b>	<b>88</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O mundo está em constante evolução, seja pela própria natureza ou pela interferência humana, sendo esta última de parcela mais significativa. O homem evoluiu muito, sempre criando e inovando, algumas vezes de maneira boa, outras vezes de maneira ruim, tanto para ele próprio quanto para o meio ambiente. Há muitos anos a natureza e a sociedade tem sido afetada pelo desenvolvimento, que muitas vezes é planejado para ser bom para todos, porém beneficiam uma pequena parte e agridem o restante.

A tecnologia é deve ser usada de maneira benéfica, que traga alguma melhoria para todos, então, este projeto engloba o uso de tecnologias eletrônicas com objetivo de alcançar resultados científicos, tecnológicos, sociais, econômicos e ambientais. Assim se encaixando perfeitamente no conceito de desenvolvimento sustentável.

O número de carros em circulação vem crescendo exacerbadamente. Com isso o trânsito das grandes cidades está cada vez mais caótico. Uma solução economicamente viável é o uso de bicicletas como meio de transporte. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de bicicletas e possui um projeto chamado Programa Brasileiro de Mobilidade Por Bicicleta (Ministério das Cidades, 2007) este visa viabilizar um maior uso da bicicleta nas grandes cidades. A bicicleta é o único meio de transporte acessível a todos, independente da classe social, sendo que o único empecilho real para o uso desta são problemas de saúde.

Aliado a estes fatores, o projeto CAMB (Cambio Automatizado Para Bicicletas) visa como principal resultado o uso da bicicleta como meio de transporte. Este projeto planeja o desenvolvimento de um dispositivo eletrônico que automatize o sistema de marchas de bicicletas, sendo o produto um módulo que pode ser comercializado individualmente e que possa ser instalado em qualquer bicicleta com sistema de seleção de velocidades tradicional. Na sequência são apresentados os dados e a documentação do projeto do projeto, onde está exposto todo o desenvolvimento.

## 1.1. JUSTIFICATIVA

“Sustentabilidade” é a palavra certa para descrever esse projeto. Afinal a definição de desenvolvimento sustentável é o que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades (Relatório Brundtland, 2009). Significa possibilitar que as pessoas, agora e no futuro, atinjam um nível satisfatório de desenvolvimento social e econômico e de realização humana e cultural, fazendo, ao mesmo tempo, um uso razoável dos recursos da terra e preservando as espécies e os hábitat naturais.

O Brasil é o 3º maior produtor mundial de bicicletas, porém do total de meios de transporte apenas 3% são bicicletas (Abraciclo, 2010). Focado neste contexto e na definição de sustentabilidade este projeto visa fazer utilização de novas tecnologias e inovações para incentivar as pessoas a usarem a bicicleta com mais frequência tanto como meio de transporte quanto como lazer ou esporte. Ele se encaixa perfeitamente nessa necessidade de sustentabilidade, pois tem benefícios sociais, ecológicos e econômicos. A principal maneira de observar isso é vendo a bicicleta como uma alternativa no transporte urbano, pois com isto temos uma redução no tráfego de carros, que significa um grande alento para as grandes metrópoles. A diminuição no número de carros em circulação traz como benefícios: a economia de combustível (econômico); diminuição no nível de stress devido ao trânsito (social); combate ao sedentarismo (social); redução de emissão de gases (ambiental).

A priori o foco é estimular as pessoas a utilizar a bicicleta para o uso cotidiano, pois o equipamento facilitará o ato de andar de bicicleta. Mas, dependendo do andamento, também poderá ser utilizado por ciclistas profissionais de alto nível, visando melhorar seu desempenho.

## 1.2. OBJETIVOS

O termo objetivo diz respeito a um fim que se quer atingir. A definição clara de objetivos é de extrema importância em várias áreas de atuação humana, em nível administrativo e de gestão, orientando a ação dos indivíduos. Neste contexto são

apresentados os objetivos específicos e gerais deste projeto, sendo que o objetivo geral deve descrever de modo claro e sucinto uma meta a ser atingida.

### 1.2.1. Objetivo Geral

Desenvolver um módulo eletrônico que fique acoplado na bicicleta e troque de marcha automaticamente dependendo da necessidade, para o caso automático, ou da seleção do ciclista, para o caso semiautomático.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

- Desenvolver um sistema simples de interface, para troca de informações entre ciclista e sistema;
- Desenvolver sistema de controle para fazer o processamento de dados dos sensores e de interface;
- Desenvolver um sistema de mudança de marcha utilizando motores;

### 1.2.3. Descrição do Projeto

Como já exposto nos objetivos, o projeto CAMB visa desenvolver um equipamento composto por um módulo eletrônico, interface LCD ou leds, interface de botões e sensores de captura de dados. Esses sensores podem ser sensores de força e/ou sensores de indução magnética. Este equipamento é autônomo e pode ser instalado em qualquer bicicleta que possua seleção de velocidades (marcha) convencional.

A intenção é criar um módulo que possua o circuito eletrônico e a interface, este poderá ser acoplado ao guidão ou ao Quadro da bicicleta e se conectará aos periféricos por meio de cabo de dados compostos por fios de cobre. O sensor de força será instalado no pedivela (é a peça formada pelos braços que interligam os pedais com o eixo das coroas), já os sensores magnéticos serão instalados no Quadro da bicicleta, um para contar as voltas do pedivela e outro para contar as voltas da roda, sendo que todos estes sensores enviarão suas informações para o módulo de controle. Já os motores serão ligados nos câmbios dianteiros e traseiro,

sendo responsáveis pela troca de marcha segundo comando do módulo. Por fim serão instalados, no guidão junto ao manete de freio, dois botões seletores para interface de comunicação do ciclista com o módulo de controle.

A posição dos componentes está disposta na Figura 1, já o diagrama de comunicação de cada parte do sistema está exposto na Figura 2.

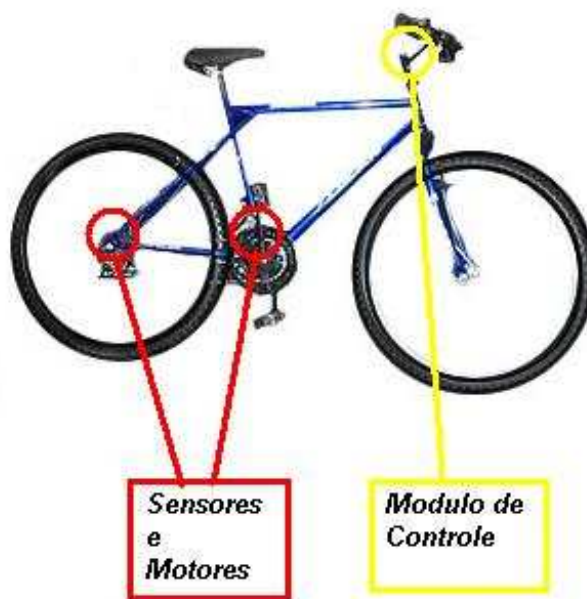


Figura 1 - Posicionamento de Componentes do Sistema

Fonte – Própria

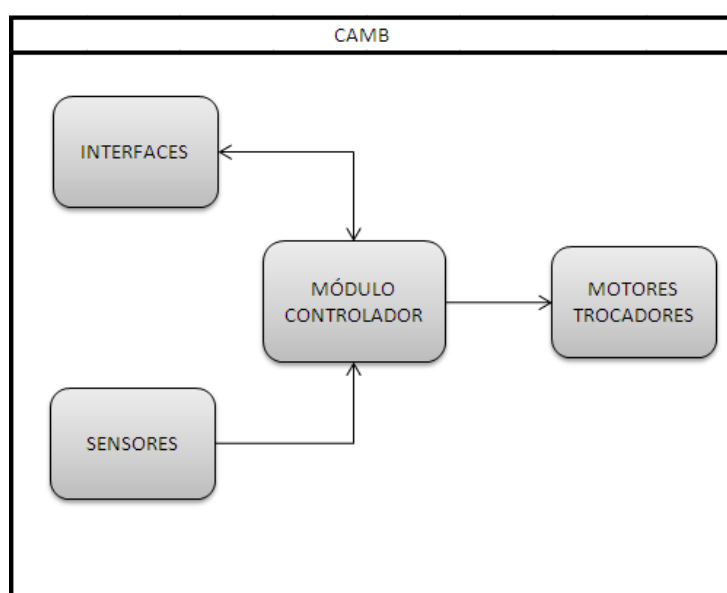


Figura 2 - Diagrama de Comunicação do Sistema

Fonte – Própria



### 1.3. RESULTADOS ESPERADOS

O projeto deve ter algum sentido, a proposta expõe um problema a ser resolvido e para o sucesso ele deve prover resultados. Tais resultados devem servir para beneficiar alguém ou alguma coisa, podendo ser a natureza a sociedade ou mesmo apenas uma parcela dela. Para tanto, a seguir são apresentados todos os resultados esperados, sendo eles tecnológicos, científicos, econômicos, sociais e ambientais.

#### 1.3.1. Tecnológicos

Um dispositivo que automatize o sistema de cambio de uma bicicleta, sendo ele completamente automático ou semiautomático.

#### 1.3.2. Científicos

Um artigo científico com tema voltado para o desenvolvimento de novas tecnologias voltadas para ciclismo e meios de transporte urbanos.

#### 1.3.3. Econômicos

Redução de até 30% nas despesas com combustível e manutenção do carro, para uma pessoa que utiliza o carro como meio de transporte, substituindo por uma bicicleta.

#### 1.3.4. Sociais

Incentivo ao uso da bicicleta como meio de transporte e lazer. Auxiliando, respectivamente, no combate ao trânsito das grandes cidades e ao sedentarismo. Chegando a um aumento de 10% na utilização da bicicleta como meio de transporte.

### 1.3.5. Ambientais

Redução de na emissão de gases poluentes. Ao substituir o uso do carro pelo uso da bicicleta haverá uma redução na emissão de gases poluentes.

## 1.4. METODOLOGIA

A realização do projeto será dividida em três grandes fases onde as ações são: Pesquisar; Desenvolver; Testar e Melhorar. Sendo que ao final de cada fase será feita uma documentação que será incorporada à parte escrita do projeto.

Em primeiro lugar será realizada uma pesquisa de mercado com análise de requisitos. Esta pesquisa será feita baseada em dados encontrados na internet, em visitas a lojas e fabricas de equipamentos para bicicletas. Assim serão levantados dados de todos os concorrentes possíveis e de todas as parcerias em potencial, incluindo fornecedores que possam auxiliar com a doação ou ao menos descontos de peças para a bicicleta. Seguindo ainda com a pesquisa serão levantadas todas as necessidades para uma boa aceitação do produto no mercado.

Em seguida serão feitos testes no uso de uma bicicleta com cambio comum para um levantamento de dados das varias maneiras de pedalar. Esses dados serão utilizados na hora do desenvolvimento do protótipo.

O próximo passo será pesquisa das possíveis tecnologias a serem utilizadas, fazendo a escolha dos melhores itens para a implementação do *hardware*, incluindo a pesquisa e decisão de motores, placas, fontes de energia, interfaces e principalmente de sensores. Será dada uma atenção maior na pesquisa e na escolha dos sensores, pois é uma das partes mais importantes do projeto, devido ao fato que os dados precisam ser colhidos com precisão para um processamento adequado e um bom funcionamento do sistema.

Terminada a fase de pesquisas será dado inicio a fase de desenvolvimento, começando pela elaboração de diagramas e esquemáticos de como funcionará o produto. Então o *hardware* começará a ser desenvolvido, primeiramente com testes de sensores, motores, interfaces e alimentação. Em seguida o *hardware* será montado para depois ser desenvolvido o *software* embarcado que servirá para

receber dados de sensores e interface como entrada para depois processá-los, tomar decisões de troca de marcha e retornar informações pela interface.

Posteriormente serão feitos testes no protótipo já montado, analisando os erros e os corrigindo. Os testes serão feitos tanto com a bicicleta em movimento, quanto com ela parada, observando o comportamento do sistema em todas as possíveis adversidades. Por fim, será feita uma análise de possíveis melhoras, que, se for o caso, serão implementadas.

O projeto será encerrado com a conclusão da documentação e defesa do mesmo perante a banca.

## 1.5. APRESENTAÇÃO DO DOCUMENTO

Este documento expõe todos os dados do projeto detalhadamente, demonstrando e documentando todas as fases, desde o objetivo até a finalização.

O Capítulo 2, Estudos e Especificações, descreve toda a pesquisa feita sobre a análise de mercado, trazendo uma análise detalha de clientes, concorrentes, parceiros e patentes. Depois estão apresentadas as especificações de projeto de hardware e firmware, detalhando cada parte necessária para o sistema.

O Capítulo 3, Desenvolvimento, descreve a parte de desenvolvimento, tanto de hardware quanto de firmware, expondo como foi desenvolvido, para que serve e como funciona cada parte do sistema.

No Capítulo 4, Testes e Resultados, são documentados os resultados de todos os testes feitos antes, durante e depois do desenvolvimento.

O Capítulo 5, Gestão de Projeto, trata da parte de gestão, onde estão colocados e explicados o escopo do produto e do projeto e todos os cronogramas, riscos e custos do projeto.

Por fim, no Capítulo 6, Plano de Negócios, é apresentado o Plano de Negócios que descreve detalhadamente o negócio a ser criado, com sua possível viabilidade economia e mercadológica.

## **2. ESTUDOS E ESPECIFICAÇÕES**

### **2.1. ANÁLISE DE MERCADO**

O objetivo principal da análise de mercado é levantar dados a partir de pesquisas para ver se é possível o produto em questão se encaixar no mercado. Para isto são analisados detalhadamente os clientes, os parceiros, os concorrentes e as patentes.

#### **2.1.1. CLIENTES**

Como já citado antes, o bicicleta representa apenas 3% de todos os meios de transporte utilizados, porém possui a 5ª maior frota mundial de bicicletas (Abraciclo 2010). Então a clientela é muito grande, pois já existem muitas bicicletas em circulação que poderiam ser incrementadas com o CAMB, além do número elevado de bicicletas que são compradas todos os anos.

Em entrevistas feitas com usuários de bicicleta, foi levantado que o produto pode ter uma boa aceitação por parte de pessoas que usam a bicicleta no dia-dia, pois facilitará ao enfrentar as adversidades encontradas nos percursos. Dificuldades como trânsito e relevo.

#### **2.1.2. PARCERIAS**

Foi feita uma pesquisa e levantado que Curitiba possui uma vasta quantidade de lojas de bicicletas, sendo mais de 30 lojas de grande porte. Algumas dessas lojas foram visitadas e se comprometeram a fornecer peças e equipamentos com descontos para o desenvolvimento do projeto, e posteriormente até comercializar o produto.

Também existem possibilidades de parceiros para o fornecimento de produtos eletrônicos para desenvolvimento do módulo.

### 2.1.3. CONCORRÊNCIA

Existem cerca de 150 fabricantes de bicicletas e de peças para bicicletas no mundo inteiro, sendo que todos estes podem ser considerados possíveis concorrentes à medida que podem desenvolver produtos semelhantes ou com o mesmo objetivo.

Existem alguns produtos semelhantes no mercado, como a *Mercedes-Benz Automatic Bike* e *LandRider Bike (AutoShift)*. As duas são bicicletas que já são comercializadas dotadas de dispositivos de troca automática de marcha sendo que podem ter até 8 e 14 velocidades, respectivamente.



**Figura 3 - Mercedes-Benz Automatic Bike**

**Fonte - Mercedes-Benz, 2010**



**Figura 4 - LandRider Bike (AutoShift)**

**Fonte – LandRider, 2010**

Porém, a principal concorrência está por parte da *Shimano*, uma empresa multinacional que desenvolve e comercializa produtos para ciclismo, pesca e

canoagem. Esta empresa é a mais conhecida no ramo de bicicletas e tem uma boa fama. Ela é a maior depositante de patentes sobre bicicletas. Além de tudo, a *Shimano* é uma grande concorrente em potencial, pois possui três produtos semelhantes já sendo comercializados no mercado de bicicletas. O primeiro produtos é o *Shimano Coasting*, um sistema de cambio automático de três velocidades puramente mecânico que está sendo comercializado em bicicletas de dez empresas diferentes. A seguir é apresentada uma bicicleta com o sistema *Shimano Coasting* em uma bicicleta de design IDEO, mostrada na Figura 5.



**Figura 5 - Shimano Coasting**

**Fonte - Shimano, 2010**

Já o segundo produto da Shimano é o mais semelhante ao CAMB, é um sistema de troca automática de marcha da por meio de processamento eletrônico chamado *Cyber Nexus*. Ele possui interface com o ciclista e sistema de troca automática ou por seleção. A Figura 6 mostra o produto da *Shimano*.



**Figura 6 - Cyber Nexus**

**Fonte – Shimano, 2010**

Por último, a *Shimano* também possui a bicicleta *Dura Ace Di2*, que se trata de uma bicicleta dotada de um sistema de trocas de marcha por motores alimentados por uma bateria com quatro alavancas para seleção de marchas. Ela é mostrada na Figura 7.



**Figura 7 - Dura Ace Di2**

**Fonte – Shimano, 2011**

A grande diferença entre os produtos *Shimano* e o CAMB é que os produtos já existentes no mercado não se aplicam em qualquer bicicleta, apenas em bicicletas de alto nível, pois o sistema de mudança de marcha não é convencional, é um sistema que fica dentro do cubo da bicicleta.

#### 2.1.4.PATENTES

Para verificação de patentes foram feitas pesquisa em diferentes bases de patentes, entre elas o INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial) e no EP (*European Patents*). Foram encontradas as seguintes patentes semelhantes:

- N° do Pedido: PI0301289-1 A2

##### TRANSMISSAO AUTOMATICA PARA BICICLETA

Consiste num estrelado modificado de bicicleta que tem a sua ligação com o eixo dos pedais através do uso de amortecedores. Os amortecedores aliviam o esforço do ciclista, mais ou menos conforme a pressão aplicada nos pedais, deixando passar para a roda de tração somente o necessário para o deslocamento

da bicicleta. Quando o esforço do ciclista é pequeno, o movimento integral do pedal é passado à roda da bicicleta. Quanto maior o esforço aplicado nos pedais, cada vez menos movimento é passado para a roda de tração, aliviando desse modo o esforço do ciclista, exatamente como faria a redução de marcha no sistema convencional.

- N° do Pedido: PI8301977-4 A2

#### TRANSMISSÃO AUTOMÁTICA DE RELAÇÃO VARIÁVEL E BICICLETA

Um disco fixo para ela e um segundo disco (27) montado para rotação / parente. Cada disco tem unidade segmentos (21,22) que são montados em / move radialmente em uníssono sobre a rotação relativa. Uma mola é posicionada / em torno do eixo que liga o segundo disco a ele. Os movimentos primavera / disco para mover a unidade de segmentos de travamento radialmente exteriormente (36,37) / elementos seletivamente, reter os discos juntos quando acionado por um controle externo /. Uso de transmissão de energia na bicicleta.

- N° do Pedido: PI9106544-5 A2

#### SISTEMA CAMBIADOR DESCARRILADOR AUTOMÁTICO

Um sistema cambiador descarrilador automático, por exemplo, para uma bicicleta, inclui um cubo (11) ao qual é fixado um conjunto de roda de corrente (16) e um sistema descarrilador para movimentar a corrente ali associada a partir de roda de corrente para roda de corrente para um sistema de mudança de engrenagem. dentro do cubo associado com as rodas de corrente e provido um sistema de mudança automática que inclui um elemento acoplado ao conjunto de roda de corrente que porta um parafuso helicoidal (47) cooperando com o parafuso de modo que a rotação do parafuso em relação a manga (34) provoca que a manga se movimente axialmente. O movimento axial da manga é inibido por uma mola (78) e o movimento giratório da manga é impedido pelo engate com o cubo. Portanto, as variações no esforço de rotação aplicadas do conjunto de corrente para o cubo através do parafuso na manga provocam o movimento axial da manga que aciona mudança das engrenagens pelo movimento para o conjunto descarrilado. a mola pode ser interna ao cubo ou pode ser provida no lado de fora do cubo. Adicionalmente o movimento da manga pode provocar movimento giratório de um



segundo elemento de parafuso (60,70) numa extremidade oposta do cubo o qual pode ser utilizado para mudar um conjunto de roda de corrente da frente nos pedais.

Todas as patentes encontradas dizem respeito a algum modo de mudança de marcha de modo automático para bicicletas, porém nenhuma delas faz referencia a um modulo eletrônico para troca de marcha. Por tanto nenhuma delas tem identidade igual ao CAMB.

## 2.2. ESPECIFICAÇÃO DE *HARDWARE*

Neste projeto o *hardware* será composto por cinco componentes bem definidos e detalhados a seguir, sendo eles sensores, microcontrolador, placas, fontes de energia e motores, além dos outros componentes eletrônicos como resistores, capacitores, indutores, cristal oscilador, entre outros.

Será necessário um microcontrolador que possua periféricos como: memória de programa; memória *flash*; temporizador e contador; interrupção; pinos I/O; baixo consumo de energia. É necessário memória de programa para gravar o *firmware* a ser desenvolvido, já os temporizadores, contadores, interrupções pinos I/O serão utilizados para a implementação do algoritmo do *firmware*. Como o sistema deve ter uma boa autonomia, o consumo de energia do *hardware* inteiro deve ser baixo, começando pelo microcontrolador.

Os motores ficarão responsáveis por comandar os trocadores de marcha e serão controlados pelo sistema. Para esta aplicação serão utilizados servos motores devido à resolução necessária para a troca de marcha. Os servos motores são característicos pela qualidade na exatidão e resolução e pelo fato de não girarem em torno de seus eixos. Eles têm margem de giro de até 200 graus. São controlados por PWM.

Como fontes de energia serão utilizadas uma ou duas baterias, dependendo da necessidade do sistema, preferencialmente baterias recarregáveis, para garantir o perfil ecológico do projeto.

As interfaces serão compostas por botões para a entrada de informações do usuário para o sistema. Também será utilizado como interface um display LCD e ou leds para saída de informações do sistema para o usuário.

## 2.3. ESPECIFICAÇÃO DE *FIRMWARE*

Nesta sessão serão apresentadas as considerações sobre o *firmware* utilizado para este projeto, como o algoritmo e a linguagem utilizada para a programação.

### 2.3.1. Linguagem De Programação De *Firmware*

Uma linguagem de programação é um método padronizado para expressar instruções para um controlador. Para este projeto será utilizada linguagem de programação C ou C++, pois ambas atendem perfeitamente as necessidades do sistema e são suportadas pelos possíveis microcontroladores a serem utilizados.

O C é uma linguagem de programação compilada de propósito geral, estruturada, imperativa, procedural, de alto nível, padronizada pela ISO, é uma das linguagens de programação mais populares e existem poucas arquiteturas para as quais não existem compiladores para C. A linguagem C tem influenciado muitas outras linguagens de programação (*History of the C Programming Language*, 2010).

Já o C++ é uma linguagem de programação multiparadigma e de uso geral. A linguagem é considerada de médio nível, pois combina características de linguagens de níveis alto e baixo. Desde os anos 1990 é uma das linguagens comerciais mais populares, sendo bastante usada também na academia por seu grande desempenho e base de utilizadores. Originalmente foi criada como um adicional à linguagem C. Novas características foram adicionadas com o tempo, como funções virtuais, sobrecarga de operadores, herança múltipla, gabaritos e tratamento de exceções.

Ambas as linguagem possuem um bom histórico e podem se encaixar perfeitamente em vários sistemas. O C++ possui uma vantagem muito evidente da Programação Orientada a Objetos, com o uso de classes. Podendo ser um diferencial para o desenvolvimento do sistema CAMB.

### 2.3.2. Algoritmo

Um algoritmo é uma sequência finita de instruções bem definidas e não ambíguas cada uma das quais pode ser executada mecanicamente num período de tempo finito e com uma quantidade de esforço finita. Em programação o conceito de

algoritmo é muito utilizado para botar em prática o atendimento das necessidades do sistema, sendo o algoritmo responsável por receber dados e processá-los de maneira correta (Enciclopédia Verbo Luso-Brasileira da Cultura, Edição Século XX, 1998).

Neste projeto será feito uso de alguns algoritmos que serão planejados e implementados de forma adequada para atender a exigências propostas. Será utilizado um algoritmo para fazer controle da interface homem máquina e outro, principal, que será utilizado para processar os dados recebidos dos sensores e fazer o controle dos motores de troca de marcha.

O algoritmo para troca de marcha levará em consideração os dados recebidos, sendo eles força do ciclista, giros do pedivela e giros do eixo. Então por meio de cálculos físicos deverá trocar de marcha conforme a necessidade.

## 2.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE ESTUDO E ESPECIFICAÇÕES

O produto pode se encaixar perfeitamente no mercado brasileiro, pois tem algumas vantagens, como o fato de poder ser instalado em qualquer bicicleta. A clientela é consideravelmente grande.

Existem produtos concorrentes, porém nenhum exatamente igual, todos os outros possuem um custo muito elevado, são complexos e/ou já vem instalados em bicicletas. Portanto o CAMB pode ser uma boa alternativa para quem deseja ter um sistema como este, pois tende a possuir um custo mais baixo que o da concorrência.

No que diz respeito a patentes não haverá problemas, pois existem patentes parecidas, porém nenhuma que se encaixem no contexto do CAMB, todas possuem diferenças consideráveis.

Existem possibilidades de parcerias que podem reduzir os custos estimados do projeto.

A montagem do *hardware* pode ser uma parte crítica do projeto, pois os custos podem ser maiores que os esperados e pode haver falhas na montagem. Porém com um planejamento bem feito e com predefinição de todas as partes, no final o sucesso é quase garantido.

O *hardware* representa a parte mais cara do projeto, pois é necessária a compra de todas as partes, e caso alguma parte não se encaixe perfeitamente ela deve ser descartada e substituída, assim aumentando ainda mais os gastos.

O *Firmware* é uma parte muito importante do projeto, pois é responsável por fazer a comunicação e integrar todas as partes do sistema. Todo o tempo dedicado ao seu desenvolvimento deve ser bem aproveitado para evitar falhas.

Deverão ser estudadas detalhadamente as funções da linguagem de programação a ser utilizada para fazer um bom proveito da memória disponível.

### 3. DESENVOLVIMENTO

Neste tópico será explicado tudo que foi abordado e realizado para o desenvolvimento do projeto. Sendo que para um melhor entendimento e exibição, será dividido em tópicos de *hardware* e *firmware*.

#### 3.1. HARDWARE

Foram feitas análises e testes a partir das especificações, assim algumas partes do projeto tiveram algumas alterações em relação ao previsto no escopo inicial. Tudo sobre o desenvolvimento do *hardware*, com as alterações feitas, será abordado a seguir, incluindo os sensores, as interfaces, controlador, alimentação e motores. Por fim, no tópico sobre o esquema elétrico, será descrito como foram feitas todas as interconexões entre as partes do sistema e como foi feita a placa de circuito impresso.

##### 3.1.1. Recursos para o desenvolvimento de Hardware

Para o desenvolvimento dos esquemáticos foi utilizados o programa Proteus ISIS, da *Labcenter Eletronics*, que combina a facilidade de uso com ótimas ferramentas de edição. Ele também oferece um alto grau de controle sobre a aparência de desenho, em termos de larguras de linha, estilos de preenchimento, fontes, entre outros. Esses recursos são plenamente utilizados para fornecer os gráficos necessários para a animação do circuito.

Juntamente com o Proteus ISIS, foi utilizado o programa Proteus ARES que tem por função a criação de *layouts* para placas de circuito impresso. Os dois programas funcionam em paralelo, sendo que o ARES já cria as listas de ligações a partir da criação do esquemático no ISIS.

Também foram utilizadas ferramentas diversas, como chaves de fenda e *phillips*, chaves de boca, alicates de bico e de corte, entre outros. E por fim, foram utilizados equipamentos como ferro de solda, fontes lineares, osciloscópio, entre outros, além de um protoboard para testes dos circuitos e periféricos.

### 3.1.2. Microcontrolador

A família de processadores mais estudada e abordada para a elaboração do projeto foi a família dos microcontroladores PIC da *Microchip Technology*. Esta é uma família de microcontroladores que processam dados de 8 bits, de 16 bits e até de 32 bits. Contam com extensa variedade de modelos e periféricos internos possuindo alta velocidade de processamento devido a sua arquitetura Harvard e conjunto de instruções RISC (conjuntos de 35 instruções e de 76 instruções) caracterizando uma forma de programação mais direta, sucinta e agradável, com recursos de programação por Memória *flash*, EEPROM e OTP (*Microchip Technology, 2010*).

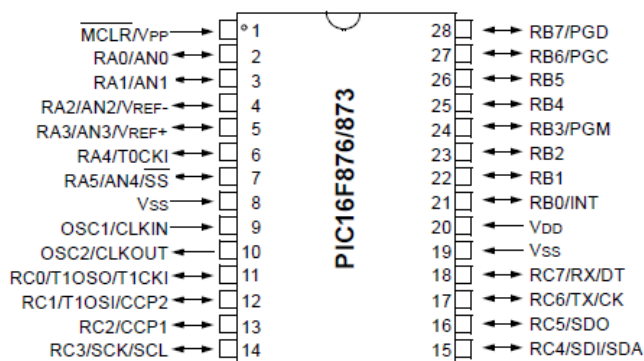
Para o processamento do sistema o microcontrolador escolhido foi o PIC16F876A. Sendo o PIC16 muito simples, tendo somente 33 instruções de 12 bits de largura fixa, incluindo diversas instruções de salto condicionais a flags para a próxima instrução, assim produzindo um código enxuto importante para aplicações em sistemas embarcados. A escolha deste microcontrolador se deu devido ao fato de possuir várias vantagens começando pelo baixo custo, pois tem um preço inferior aos similares. Este é facilmente encontrado no mercado, tem uma boa capacidade de processamento e atende todas as premissas do projeto.

Algumas das características do PIC16F876A são apresentadas a seguir (*Microchip Technology, 2010*).

- frequência de operação de até 20MHz;
- 3 ports (ports A,B e C);
- 8k bytes de memória flash de programa;
- 368 bytes de memória de dados;
- 256k bytes de memória EEPROM;
- 13 interrupções;
- 2 temporizadores/contadores de 8 bits;
- 1 temporizador/contador de 16 bits;
- 2 módulos CCP (Capture/Compare/PWM)
- Comunicação serial MSSP e USART;
- 5 canais ADC de 10-bit;

- tensão de alimentação de até 7,5V.

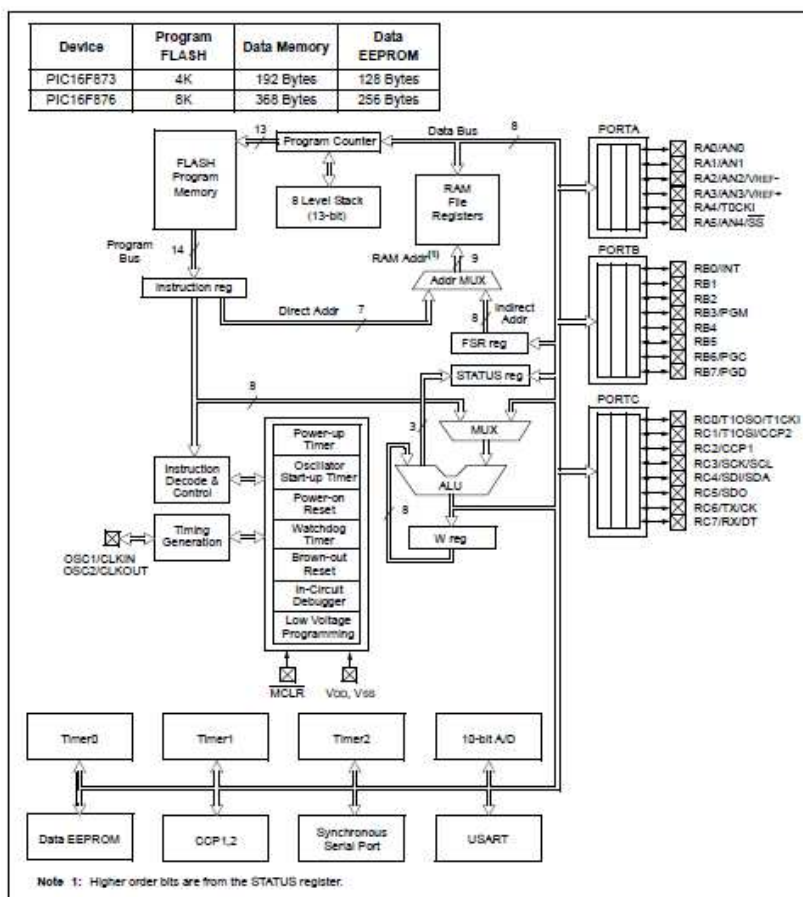
Na Figura 8 são apresentados os pinos do PIC16F876A.



**Figura 8 - PIC16F876A**

Fonte – Microchip, 2011

Na Figura 9 é apresentado o diagrama de blocos do PIC16F876A.



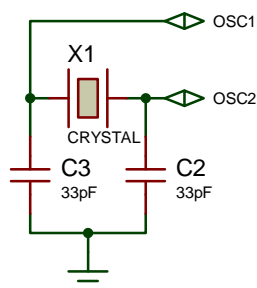
**Figura 9 - Diagrama de Blocos PIC16F876A**

Fonte – Microchip, 2011.

Para o funcionamento deste processador foi determinado uma tensão de alimentação de 5V, pois é mais padrão e compatível com outros componentes do sistema. Para a alimentação do MCRL, foi utilizada uma conexão com um resistor de 4,7k $\Omega$ , limitando a corrente.

A frequência escolhida para operação foi de 4MHz, pois como cada instrução é executada em quatro ciclos de clock, o tempo de execução de cada função é fixado em 1 $\mu$ s, o que padroniza e facilita na hora de programar temporizações no sistema. Para isso foi utilizado um cristal oscilador externo de 4MHz, interligado com dois capacitores cerâmicos de 33pF, seguindo recomendações do datasheet.

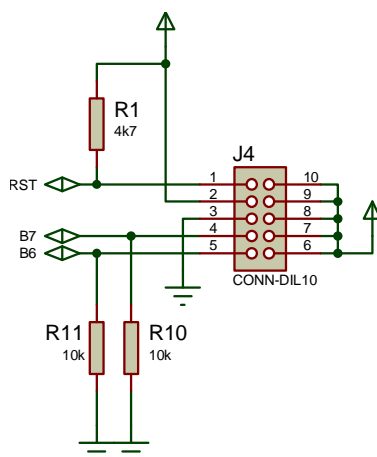
As ligações do clock estão apresentadas na Figura 10.



**Figura 10 - Ligação do Cristal Oscilador**

**Fonte - Própria**

Para a gravação do microcontrolador foi utilizado o esquema apresentado na Figura 11:



**Figura 11 - Circuito de Gravação do PIC**

**Fonte - Própria**



Este circuito consiste em um circuito de gravação on-board, sendo necessárias as ligações com o MCRL (pino 1), com o terra (pinos 8 e 19), com a alimentação (pino 20), e com o PGD e PGC para gravação (pinos 27 e 28). Sendo que para a gravação foi utilizado um gravador da WorldPic, juntamente com o programa PicBurner.

O circuito de alimentação do PIC16F876A será apresentado no tópico sobre alimentação do sistema. Já as demais interligações do sistema serão apresentadas a seguir, junto à explicação de cada parte do sistema.

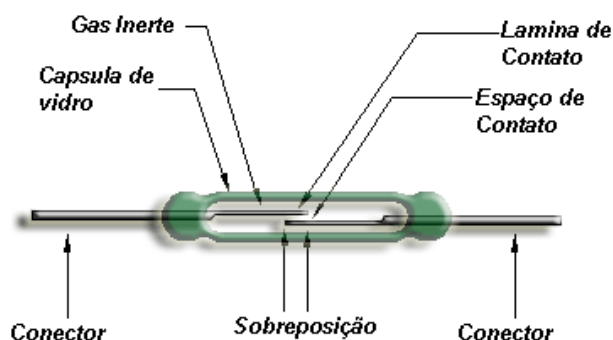
### 3.1.3. Sensores

Segundo estudos e pesquisas, foi levantado que uma boa utilização da bicicleta diz respeito á manter o mais estável possível a cadência e a força. Porém, utilizar sensores de força ou torque encareceria o projeto, pois são sensores mais caros e mais complicados de instalar em uma bicicleta, tornando muito instável, assim fugindo do objetivo inicial de fazer um produto barato.

Baseado nisto, foi decidido que as trocas automáticas de marcha são feitas baseadas apenas na aquisição da velocidade e da cadencia da bicicleta, fazendo o tratamento dos dados para tomada se decisão de qual marcha selecionar. Sendo que com um algoritmo de controle bem planejado pode-se atingir o objetivo de automatizar a troca de marcha.

Seguindo estas especificações para este sistema foram utilizados apenas dois sensores magnéticos juntamente com dois ímãs. Os sensores magneticos são os reed-switchs, estes são dispositivos que funcionam como interruptores acionados por campos magnéticos produzidos por ímãs ou eletroímãs dele aproximados.

O *reed-switch* é composto de uma cápsula de vidro e de duas lâminas de um material ferromagnético (ligas de níquel e ferro). As duas lâminas são colocadas muito próximas, sem que haja contato entre elas, com as extremidades afixadas no vidro e mergulhadas num gás inerte, para não sofrerem oxidação ou deformação mecânica (para durarem mais) (Electric Relays: Principles and Applications, 2005). Seu esquema está representado na Figura 12.

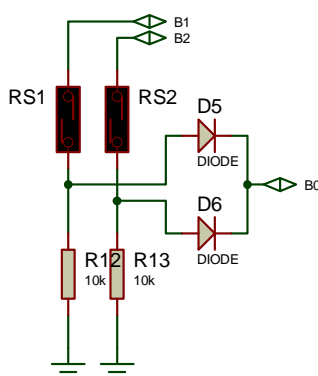


**Figura 12 - Reed-Switch**

Fonte – RRE, 2011

Para a indução dos sensores magnéticos foram utilizados ímãs comuns, sendo estes fixados um no raio da roda traseira e outro no pedivela junto ao pedal. Já os sensores magnéticos foram instalados no Quadro da bicicleta, um junto à roda e outro junto ao pedivela. Assim toda vez que o ímã passa próximo ao sensor, ele fecha um circuito enviando um sinal elétrico a cada volta do pedivela e da roda.

Os sensores foram ligados de uma maneira que ambos, quando excitados, provocam um pulso no port B0 do microcontrolador, sendo este o port referente à interrupção externa. Para que cada um provoque esta interrupção, o comando deste foi colocado nos port B1 e B2, sendo ambos conectados a dois diodos para acionar o mesmo port B0. Desta forma, B1 e B2 são ativados alternadamente. Esta ligação é apresentada na Figura 13.



**Figura 13 - Ligação dos Reed-Switches**

Fonte - Própria

O modo com a informação do sensor é tratada será abordado no tópico sobre desenvolvimento do firmware.

### 3.1.4. Interfaces

As interfaces dizem respeito ao meio como as informações são trocadas entre o usuário e a máquina. Por tanto, para o desenvolvimento deste projeto foram necessárias dois tipos de interfaces, uma para o módulo exibir informações de funcionamento e outra para o usuário passar informações ao sistema.

A princípio caso havia sido prevista a utilização de um display LCD, porém seguindo as necessidades do projeto, percebeu-se que não se fazia necessário, sendo que as únicas informações que devem ser passadas para o usuário são do modo de funcionamento e da marcha que está engatada. Para isto, optou-se pela utilização de quatro Leds.

Neste projeto, eles são acionados pelo microcontrolador, estando ligados ao port A, de A0 até A3, sendo que entre o port e o anodo do led é colocado um resistor de  $330\Omega$ , assim limitando a corrente em 15mA. O led é aceso quando o port fica em alto, com 5V de tensão. Na Figura 14 é apresentada a ligação dos leds.

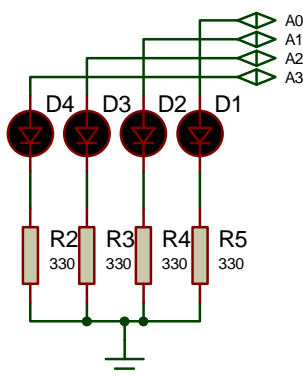


Figura 14 – Ligação dos LEDs

Fonte – Própria

A informação exibida nos leds se dá da seguinte forma: no caso de o módulo estar funcionando no modo semiautomático todos os leds permanecem acesos e no caso de o módulo estar funcionando no modo automático, sendo que podem ser

selecionados quatro modos automáticos, cada um com uma cadencia média para troca de marchas, apenas um led fica aceso, sendo um led aceso para cada modo.

Também, para qualquer um dos casos, no momento em que a marcha é trocada os leds piscam duas vezes retornando a informação de qual marcha está engatada, referenciando a uma exibição binária sendo o um led aceso para a primeira marcha e quatro leds acesos para a 15ª marcha se for o caso.

Já para a passagem de informações do usuário para o módulo são utilizadas duas interfaces. A primeira é um componente do tipo chave DIP de quatro posições, como mostrado na Figura 15.



**Figura 15 - Chave DIP**

**Fonte – Wikipédia, 2011**

Sendo esta chave é necessária para o usuário pré-estabelecer a quantidade de marchas que a bicicleta, na qual o equipamento está sendo instalado, possui. Para isso foi criada uma tabela referenciado a combinação da chave DIP com o numero de marchas, esta relação está representada no Quadro 1.

**Continua**

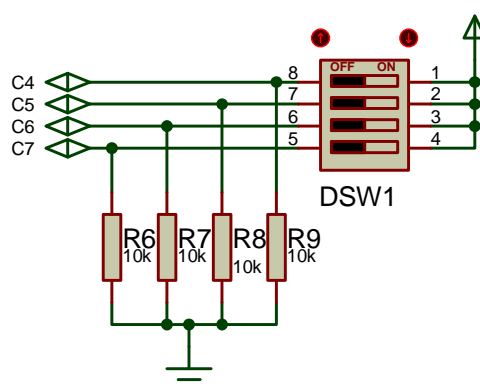
<b>Combinação</b>	<b>Coroas</b>	<b>Pinhões</b>
<b>0000</b>	1	4
<b>0001</b>	1	5
<b>0010</b>	1	6
<b>0011</b>	1	7
<b>0100</b>	1	8
<b>0101</b>	2	4
<b>0110</b>	2	5
<b>0111</b>	2	6
<b>1000</b>	2	7
<b>1001</b>	2	8

<b>1010</b>	3	4
<b>1011</b>	3	5
<b>1100</b>	3	6
<b>1101</b>	3	7
<b>1110</b>	3	8
<b>1111</b>	3	9

**Quadro 1 - Combinação da Chave DIP**

**Fonte – Própria**

A combinação habilitada na chave é lida pelo microcontrolador que, com seu firmware, interpreta e configura o numero de marchas que os motores estarão habilitados a acionarem, tanto no trocador traseiro quanto no dianteiro. Esta chave DIP é interligada ao microcontrolador no port C, de C4 a C7. A ligação consiste em quatro dos pinos do DIP estarem conectados a alimentação 5V em série com um resistor de 10kΩ para cada uma das ligações. Entre a chave e o resistor se encontra a ligação com o port do microcontrolador. Desta forma, quando a chave estiver fechada a entrada no port é alta e quando estiver aberta a entrada no port é baixa. Esta ligação é mostrada na Figura 16.



**Figura 16 - Ligação da Chave DIP**

**Fonte - Própria**

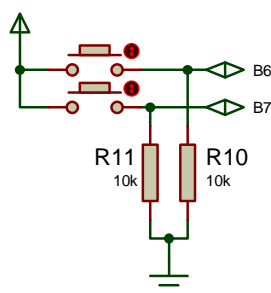
A última interface são dois botões do tipo push-button de contato momentâneo e de circuito normalmente aberto, iguais ao mostrado na Figura 17, que são ligados ao módulo e fixados um em cada lado do guidão, assim facilitado o acesso do usuário.



**Figura 17 - Push-Button**

**Fonte – Wikipedia, 2011**

Os botões são ligados de forma semelhante à chave DIP, são interligados ao microcontrolador no port B, em B6 e B7. A ligação consiste em um dos terminais dos botões estarem conectados a alimentação 5V em série com um resistor de 10k $\Omega$  para cada uma das ligações. Entre os botões chave e os resistores se encontram as ligações com os ports do microcontrolador. Desta forma, quando o botão é pressionado a entrada no port é alta e quando não estiver pressionada a entrada do port é baixa. Esta ligação é mostrada na Figura 18.



**Figura 18 - Ligação dos Botões**

**Fonte - Própria**

Os dois botões são utilizados pelo usuário para executar e selecionar as funcionalidades do sistema. Quando os dois são pressionados ao mesmo tempo o sistema muda de modo, caso esteja em automático muda para semiautomático e vice e versa. Quando o sistema está no modo semiautomático, no qual a marcha é trocada pela seleção do usuário, ao pressionar o botão posicionado do lado direito

do guidão, a marcha sobe. E quando pressionado o botão posicionado do lado esquerdo do guidão a marcha desce.

Por fim, quando o módulo está no modo automático, os botões servem única e exclusivamente para selecionar a força de operação do modo, sendo que pressionado o botão do lado esquerdo a força diminui e pressionado o botão do lado direito a força sobe.

### 3.1.5. Motores

Como o objetivo do projeto não dizia respeito de modificar a mecânica de trocas de marcha da bicicleta, sendo assim a melhor maneira encontrada para atuar eletricamente na troca de marchas foi a utilização de motores. Neste caso o motor deve ser instalado de tal forma que ele tencione o cabo de comando do trocador de marchas. Também foi considerado que a força do motor seja relativamente grande e que possa ter uma posição definida.

Tendo estas considerações em foco, o motor escolhido é um motor do tipo servo utilizado normalmente em modelismo. Servo motor é um atuador que se caracteriza por apresentar movimento proporcional a um comando, sendo que não gira ou se move livremente como a maioria dos motores. Eles são dispositivos de malha fechada, ou seja, recebendo um sinal de controle, verifica a posição atual e atua no sistema se movendo a posição desejada.

Em contraste com os motores contínuos que giram indefinidamente, o eixo dos servos motores possui a liberdade de apenas cerca de 180° a 200° graus, porém são extremamente precisos quanto à posição.

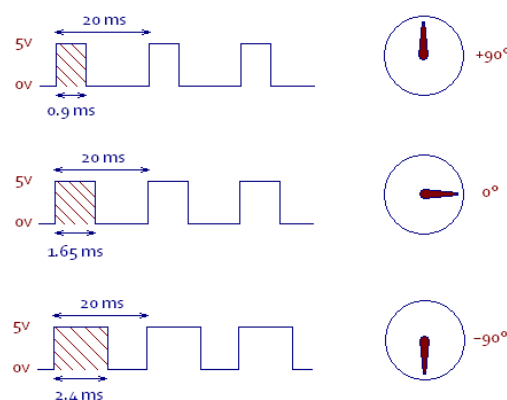
Para isso possuem três componentes básicos:

- O sistema atuador que é constituído por um motor elétrico, juntamente com um conjunto de engrenagens que forma uma caixa de redução com uma relação bem longa o que ajuda a amplificar o torque.
- O sensor, responsável por verificar a posição do motor, que normalmente é um potenciômetro instalado no mesmo eixo do servo. O valor de sua resistência elétrica indica a posição angular em que se encontra o eixo. Quanto maior a qualidade e precisão do sensor maior é a precisão, estabilidade e vida útil do servo motor.

- O circuito de controle que é formado por componentes eletrônicos discretos ou circuitos integrados e geralmente é composto por um oscilador e um controlador PID (controle proporcional integrativo e derivativo) que recebe um sinal do sensor e o sinal de controle e aciona o motor no sentido necessário para posicionar o eixo na posição desejada.

Servos motores possuem três fios de interface, normalmente dispostos na seguinte ordem: o primeiro é o fio de referencia (terra), o segundo é o fio de alimentação, e o terceiro é a via para o sinal de controle. O sinal de controle utiliza o protocolo PWM (modulação por largura de pulso) que possui três características básicas: largura mínima, largura máxima e taxa de repetição.

A largura do pulso de controle é responsável por determinar a posição do eixo, sendo a largura máxima equivale ao deslocamento do eixo em  $+90^\circ$  da posição central, a largura mínima equivale ao deslocamento do eixo em  $-90^\circ$  e demais larguras determinam a posição proporcionalmente. Em sua generalidade, os servos motores trabalham em uma frequência de operação de 50Hz para o sinal de comando, o que corresponde a um período de 20ms, sendo largura mínima do pulso de cerca de 1ms, a largura máxima do pulso de cerca de 2ms e a largura do pulso para a posição central de cerca de 1,5ms (Fundamentos de Máquinas Elétricas, 1999). Uma representação do pulso de controle dos servos motores pode ser vista na Figura 19.



**Figura 19 - Controle do Servo-Motor**

Fonte – ByteEater, 2011

Para este projeto o motor escolhido foi o MG995 da “Tower pro”, com as seguintes características do fabricante (Tower Pro, 2011):



- peso - 55.0g;
- dimensões - 40.7x19.7x42.9 mm;
- torque - 8.5kg/cm(4.8V) ou 10kg/cm(6V);
- velocidade de Operação - 0.20s/60°C(4.8v) ou 0.16s /60°C(6v);
- tensão de Operação - 4.8 - 7.2V;
- temperatura - 0°C-55°C;

Este é um servo motor utilizado em modelismo, característico por ter um alto torque, porém seu consumo é um pouco elevado. Possui um conjunto de engrenagens de aço para a caixa de redução, tornando muito forte e pouco suscetível a danos. Já vem com um cabo de comando de 30 cm.

Na Figura 20 é apresentada uma imagem do servo motor MG995.



**Figura 20 - Servo Motor**

**Fonte – Tower Pro**

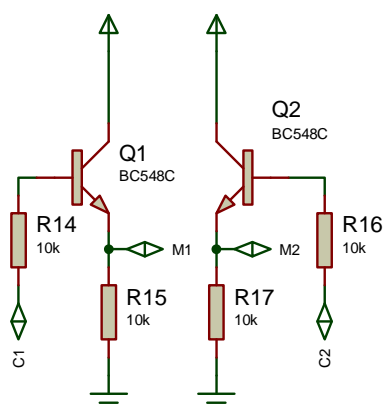
Foram realizados diversos testes para descobrir o melhor funcionamento do motor, levantando a tensão mais adequada e descobrindo as larguras dos pulsos de controle. Foram levantados os seguintes aspectos:

- tensão mais adequada de 7,2V;
- giro de aproximadamente 200°;
- período do pulso de controle de 20ms;
- largura mínima de pulso de controle de 0,7ms
- largura máxima de pulso de controle de 2,3ms;
- corrente de movimentação com carga no eixo de até 1A.

- corrente de permanência com carga de aproximadamente 300mA;
- corrente máxima para o sinal de controle de 100mA;

Como será visto em tópicos mais adiante, os motores foram interligados à bateria por meio de uma placa, esta placa sendo ligada ao módulo de controle por fios que comandam o motor.

Os sinais de controle dos motores são fornecidos nos ports C1 e C2, porém como a corrente do sinal de controle é de até 100mA, foi necessário o emprego de um drive na placa do módulo de controle, pois a corrente máxima fornecida por estes ports é de 25mA. Então o drive elaborado consiste em um transistor modelo BC548C, com o coletor ligado a alimentação 5V, o port ligado a sua base por meio de um resistor de 10kΩ e o emissor ligado a referência por meio de outro resistor de 10kΩ. O sinal é retirado da ligação entre o emissor e o resistor, desta forma quando o port está com a saída em alto a saída do drive também será em alto. A maneira como a ligação deste drive foi feita está na representada na Figura 21.



**Figura 21 - Drive para os servos motores**

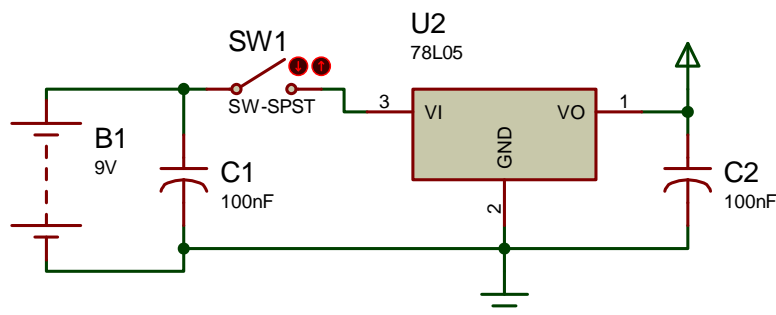
**Fonte - Própria**

### 3.1.6. Alimentação

Devido à necessidade maior de corrente dos motores, foi necessária a utilização de duas baterias, uma para o módulo de controle e outra para alimentação dos motores.

A bateria utilizada para o módulo de controle é uma bateria de 9V recarregável de níquel-hidreto metálico (Ni-MH) – ou, mais corretamente, bateria de hidreto metálico de níquel, de alta capacidade, suporta em média 1000 recargas sem viciar. Como a alimentação do circuito foi definida em 5V, foi necessário implementar um circuito regulador, utilizando um regulador de tensão 78L05, nele foram conectados dois capacitores de 100nF, seguindo especificações do datasheet. Entre a bateria e o circuito regulador foi empregada uma chave para ligar e desligar o sistema. Na Figura 22 é apresentado este circuito.

Para esta aplicação a bateria tem uma durabilidade de até 50 horas, sendo que para recarregá-la é necessário retirá-la do sistema e utilizar um carregador para este tipo de bateria.



**Figura 22 - Alimentação do módulo de controle**

**Fonte - Própria**

Para a alimentação dos motores foi escolhida uma bateria de lítio polímero (Li-PO), com 7,4V de tensão nominal e 5Ah, com as seguintes características (Howell, 2011).

- capacidade de 700 recargas sem viciar;
- impedância máxima de 140mΩ;
- corrente de carga de 1<sup>a</sup>;
- corrente de descarga máxima de 1,4<sup>a</sup>;
- peso de 200g;
- dimensões de 19x64x75mm;

Para recarregá-la foi previsto, no circuito de interligação dos motores, um plug para carregados externos de 7V a 9V.

### 3.1.7. Placa

Como já citado anteriormente, foi necessário a elaboração de duas placas, uma para o circuito do módulo de controle e outra para a interligação dos motores com a bateria. Os layouts de ambas as placas foram projetadas no programa Proteus Ares, possuindo a mesma característica as duas:

- dimensão da via de alimentação de 1mm;
- dimensão da via de sinal de 0,75mm;
- folga de 0,75mm;
- espaço preenchido com relação ao terra (GND);
- apenas uma camada (inferior);

Nas Figuras 23 e 24 são apresentados os layouts das placas.

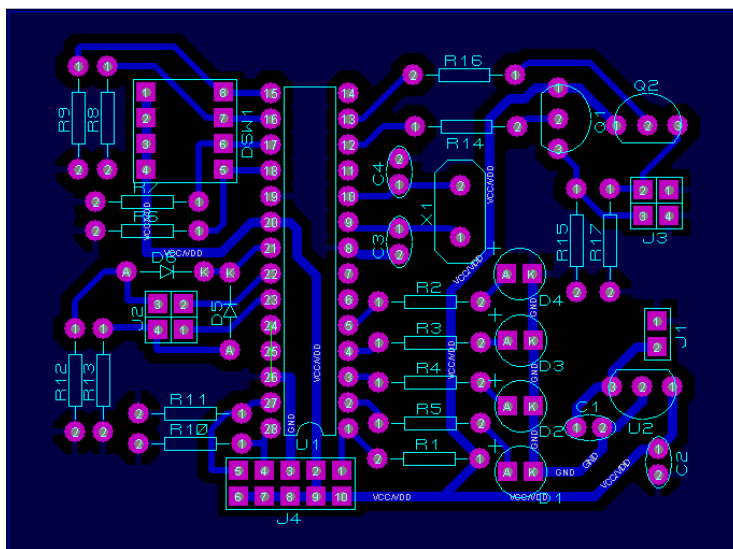
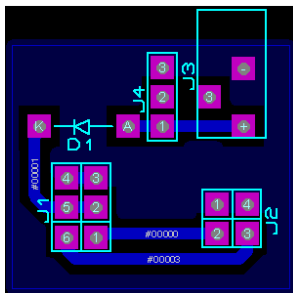


Figura 23 - Layout da PCI do Módulo

Fonte – Própria

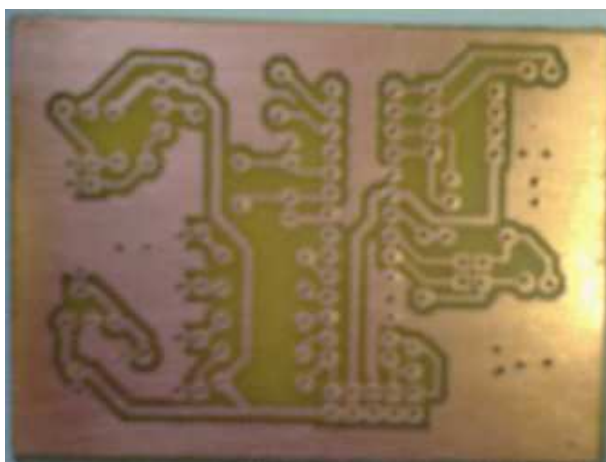


**Figura 24 - Layout da PCI dos Motores**

**Fonte – Própria**

A segunda placa tem dimensões de 21x24mm. A primeira placa possui dimensões 72x53 mm.

Para efeito de protótipo, as placas foram confeccionadas utilizando o método artesanal, sendo feitas, corroídas, furadas e soldadas pelo próprio autor do projeto. Desta forma as placas confeccionadas são apresentadas nas Figuras 25 e 26.



**Figura 25 - PCI do Módulo**

**Fonte – Própria**



**Figura 26 - PCI dos Motores**

**Fonte – Própria**

## 3.2. FIRMWARE

O Firmware é o programa que roda dentro do microcontrolador executando as funcionalidades do sistema. Nos itens a seguir serão abordadas todas as considerações sobre o firmware, como ele funciona e como foi desenvolvido.

### 3.2.1. Recursos Utilizados

Foi determinado que a linguagem utilizada para a programação do firmware é a linguagem C, pois é a que mais se adequa a este tipo de sistema embarcado. Seguindo esta linha, o compilador escolhido para o desenvolvimento foi o PCW CCS. Este fornece um conjunto muito completo de ferramentas integradas para desenvolvimento e depuração de aplicações embarcadas em execução em PIC16. As ferramentas de desenvolvimento oferecidas pela CCS incluem um compilador C otimizado, programadores in-circuit e depuradores.

O PCW CCS traz com ele várias bibliotecas já programadas para diversos dispositivos PIC e também outras bibliotecas de interfaces para periféricos externos como LCD, memórias, conversores, motores, entre outros. Destas bibliotecas somente foi utilizada a biblioteca PIC16f876A.h, que já trás pré-estabelecidas as definições de ports, periféricos e interrupções para o microcontrolador utilizado.

Este programa tem uma interface bem amigável, com exemplos, ajudando o programador e caso de dificuldades. Ao compilar o código escrito, ele já gera o arquivo hexadecimal utilizado para ser inserido na memória de programa do microcontrolador fazendo o firmware executar.

Também foi utilizado o programa PicBurner, este com finalidade de gravar o microcontrolador. Ele também oferece ferramentas para visualização de registradores e memórias internas do PIC.

Por fim, também foi utilizado o Proteus ISIS, já que ele é uma poderosa ferramenta de simulação, permitindo ao programador simular seu programa e funcionalidades antes de montar o circuito físico real. Assim foram testadas as funcionalidades dos periféricos e das comunicações.

### 3.2.2. Controle dos motores

Para o controle dos motores foram utilizadas as funcionalidades do temporizador 1, funcionando como um temporizador de 16 bits, que gera interrupções no seu overflow. Como o controlador está trabalhando em 4MHz, o temporizador incrementa a cada 1us.

Como são dois motores, foi desenvolvida uma rotina que aciona em alto os ports C1 e C2, verifica qual possuía a menor faixa de pulso em alto e reconfigura o temporizador com este tempo. Ao ser gerada uma nova interrupção, ele habilita em nível baixo o pulso que deve ter a menor faixa e reconfigura o temporizador para o tempo restante de faixa do outro pulso, sendo que na próxima interrupção ele habilita em nível baixo este pulso e por fim reconfigura para o tempo restante para completar o tempo de 20ms, fazendo um ciclo de pulsos.

Tudo isso é feito utilizando a interrupção do temporizador 1, dois pinos e três variáveis: duas para os ciclos e uma auxiliar para verificar o tamanho dos ciclos.

### 3.2.3. Controle dos sensores

O controle dos sensores é feito pela interrupção externa no port B0, por pinos de controle utilizando os ports B1 e B2 e pelo temporizador 2.

A interrupção em B0 é configurada para receber dois pulsos de cada sensor, sendo primeiro dois pulsos do pedivela e depois dois pulsos da roda. No primeiro pulso tanto de um quanto de outro a interrupção do temporizador 2 é ativada e este é configurado para gerar uma interrupção a cada 1ms, incrementando uma variável de contagem. Quando é recebido o segundo pulso em B0 o a interrupção do temporizador 2 é desativada e o valor da variável de contagem é recuperado, assim é adquirido o tempo, em ms, que a roda ou o pedivela demoraram a dar uma volta completa.

Para que sejam capturados os sinais do pedivela e da roda separadamente, os sensores são ativados alternadamente pelos ports B1 e B2.

Desta forma também é possível permitir que os motores sejam reconfigurados para troca de marcha apenas nos momentos em que o usuário estiver pedalando.

A interrupção ativada pelo sensor de cadencia sempre está ativa, independente do modo de funcionamento. Com isso o pulso de controle dos motores só é modificado, ou seja, a marcha da bicicleta só é trocada, quando são detectadas estas interrupções, assim garantindo que a troca de marcha nos motores só será feita quando o usuário estiver pedalando.

#### 3.2.4. Controle dos botões

O controle dos botões é feito pela interrupção do port B, esta interrupção é ativada por uma mudança de níveis nos ports B4 a B7. Os botões foram conectados aos ports B6 e B7, sendo que para evitar interrupções indesejadas os ports B4 e B5 foram ligados a referencia (terra).

Quando acontece uma interrupção o programa verifica qual botão foi pressionado, ou se os dois botões foram pressionados juntos, então utiliza uma variável para o sistema sabe qual botão foi pressionado o que deve ser feito na sequencia.

#### 3.2.5. Fluxograma

Para um melhor entendimento, a seguir serão explicados os principais tópicos do programa.

Ao ligar o equipamento a programa começa na função principal e em seguida é chamada a função de inicialização, na qual são inicializados e configurados todos os periféricos e interrupções. Depois de feita a configuração o programa retorna para a função principal, então se dá um inicio a um loop infinito. Dentro deste loop existem chamadas condicionais que dependem de valores de variáveis, sendo que estes valores só são mudados à medida que acontecem interrupções. Estas interrupções são as mesmas citadas anteriormente em controle de botões, motores e sensores.

Quando a variável de botão recebe algum valor, o programa sai do loop principal e vai para a função de menu. Nesta função a variável de botão é interpretada e são tomadas ações de mudança de marcha ou de modo. Depois de feito isso a saída dos leds é reconfigurada e o programa volta para o loop infinito.



Quando o módulo está em modo automático, toda a vez que são recebidas informações dos sensores, o programa executa a função de tratamento automático, decidindo se é necessário ou não trocar de marcha.

Na Figura 27 é apresentado um fluxograma do sistema.

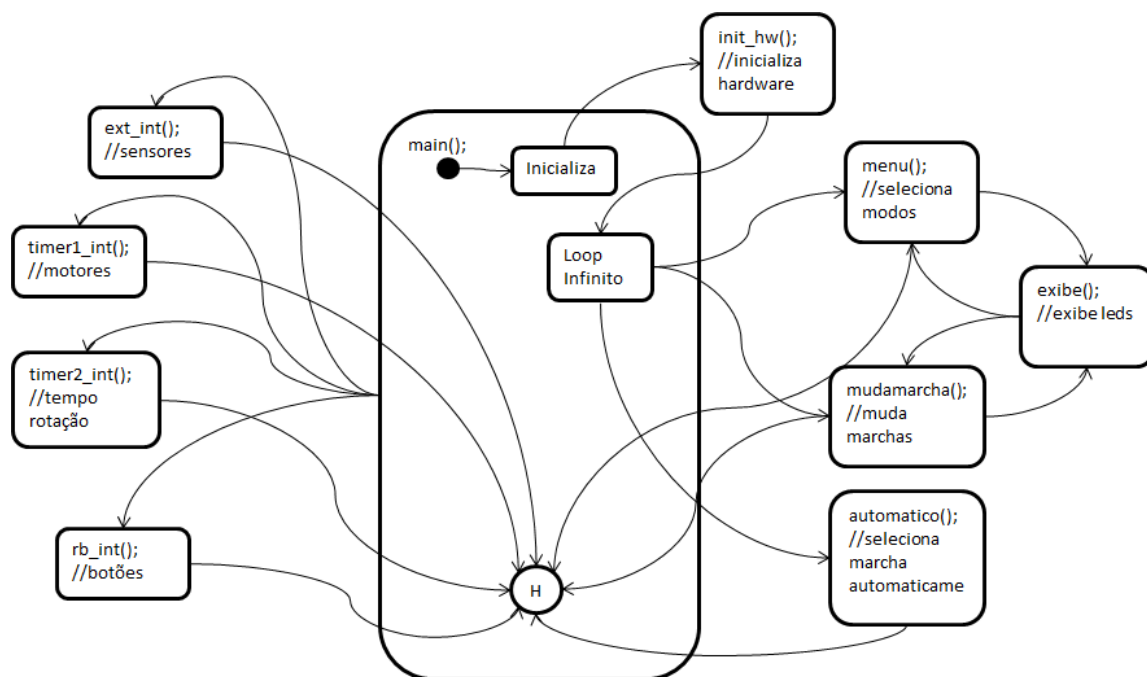


Figura 27 - Fluxo do Programa

Fonte - Própria

### 3.2.6. Tabela de Marchas

A boa utilização do cambio da bicicleta diz respeito a utilizar uma sequencia correta de marchas, na combinação de coroas com pinhões, para otimizar a pedalada. Também é preciso salientar que muitos fabricantes dizem que as bicicletas têm o numero de marchas correspondente ao numero de relações, porém a uma necessidade de se evitar as chamadas marchas cruzadas. Estas marchas cruzadas são quando são utilizadas combinações entre pinhões e coroas opostos, assim torcendo a corrente, isto aumenta o desgaste e pode fazer a corrente escapar ou até mesmo arrebentar (EcoViagem, 2011).

Quando é utilizada a coroa maior com os pinhões maiores a corrente tenciona muito e quando é utilizada a coroa menor com o pinhão menor a corrente fica muito

folgada, o que também implica nos problemas já mencionados acima. Estes tipos de combinações erradas estão representados na Figura 28.



Figura 28 - Relação errada de marchas

Fonte - <http://www.fazfacil.com.br>

Tendo isto especificado, foram criadas tabelas pré-definidas de marchas que já possuem a sequência de relações corretas e que evitam a utilização de marchas cruzadas. Quando a marcha da frente estiver na coroa maior os pinhões maiores não são acionados, quando a marcha da frente estiver na coroa menor os pinhões menores não são acionados e por fim quando a marcha da frente está na coroa central os pinhões das extremidades são evitados, como na representação da Figura 29.

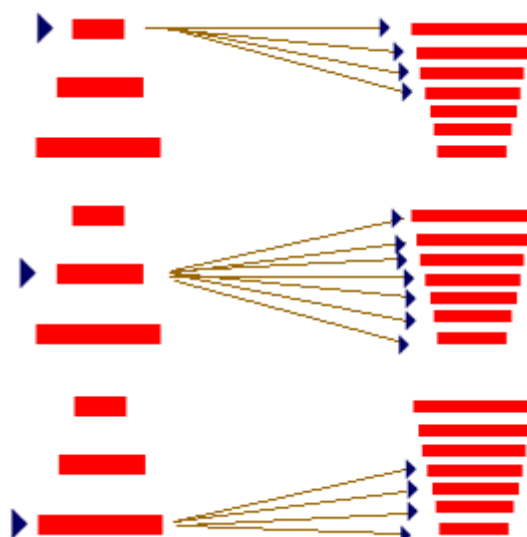


Figura 29 - Relações de marchas corretas

Fonte - <http://www.fazfacil.com.br>

Para cada numero de marchas, a tabela de sequencia de marchas é uma, sendo que podem ser excluídas mais ou menos combinações.

### 3.2.7. Algoritmo

O algoritmo para troca de marchas automáticas foi feito baseado em uma lógica simples, levando em conta apenas duas medidas de período da rotação da roda e do pedivela.

Foram criados quatro seleções para o modo automático, variando a rotação média do pedivela, conforme ao Quadro 2.

<b>Modo Automático</b>	<b>Leds</b>	<b>Cadencia (RPM)</b>	<b>Período Pedivela (s)</b>
1	0001	45	1,333
2	0010	60	1,000
3	0100	75	0,800
4	1000	90	0,666

**Quadro 2 - Modo Automático**

**Fonte - Própria**

Com base neste quadro, a função do algoritmo de controle do modo automático é tentar manter o mais estável possível a cadencia em relação ao selecionado.

O algoritmo funciona por meio de funções condicionais, sendo que se a cadencia aumenta em mais de 25% da cadencia média definida a relação então a marcha é mudada aumentando a relação de transferência entre a coroa e o pinhão e se a cadencia diminui em menos de 25% da cadencia média então a marcha é mudada diminuindo a relação de transferência de força entre a coroa e o pinhão. Essas são as condições principais de controle.

Porém, existem algumas outras condições, como se a velocidade estiver diminuindo consideravelmente e a cadencia diminuir em 10% então a relação é diminuída e se a velocidade estiver aumentando consideravelmente então mesmo que a cadencia esteja permanente, a relação é aumentada garantindo a transmissão de força.

### 3.3. CONSIDERAÇÕES SOBRE DESENVOLVIMENTO

O projeto foi desenvolvido completamente, atendendo os objetivos iniciais e as especificações levantadas. Tudo foi desenvolvido do zero, sendo que não foram utilizados itens como ferramentas prontas ou kits de desenvolvimento prontos, assim apresentando a vantagem do acompanhamento do início ao fim do projeto, tornando mais fácil identificar e arrumar erros ou falhas tanto no firmware quanto no hardware desenvolvido.

Analisando o escopo inicial pode-se dizer que tudo foi feito, a únicas alterações consideráveis feitas tratam-se da não utilização de um display LCD e de sensores de força, sendo substituídos por leds e sensores magnéticos, respectivamente.

Havia um risco na escolha em fazer a placa utilizando o método artesanal, porém a primeira placa confeccionada não apresentou nenhum defeito, assim podendo ser utilizada para montagem do equipamento.

O detalhe mais crítico aconteceu por um erro de levantamento, pois se acreditava que o servo motor poderia ser controlado configurando o módulo CCP do PIC, porém este módulo funciona a uma frequência mínima de 1,22kHz e o servo motor funciona a uma frequência de 50Hz. Para superar este erro, criou-se a necessidade de implementar uma rotina de controle para o motor baseada em interrupções do temporizador 1.

## 4. TESTES E RESULTADOS

Para verificar e comprovar a funcionalidade do sistema se fez necessário um montante de testes, tanto dos periféricos quanto do sistema como um todo. Nesta sessão são abordados os testes e os resultados destes.

### 4.1. TESTE DE HARDWARE

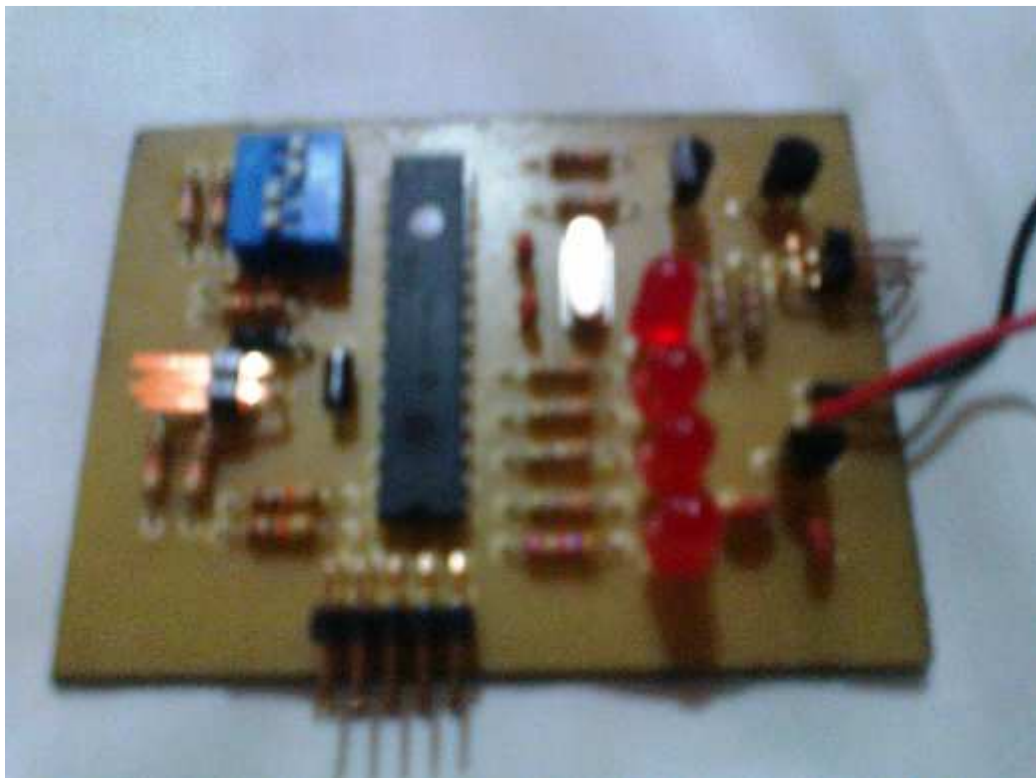
Os testes de hardware tiveram início antes mesmo da execução do projeto como um todo, pois foi necessário testar os periféricos do sistema, para ver se atendiam as necessidades especificadas. Para isto foram utilizadas ferramentas como protoboard, osciloscópio, gerador de função e multímetro.

O primeiro teste feito foi sobre o motor, sendo montado um circuito no protoboard com o próprio microcontrolador PIC16F876A e nele colocado um sistema de controle para detectar os pulsos de controle do motor, assim chegando aos pulsos já citados no tópico sobre o desenvolvimento. Junto com isto, também foi verificada a eficiência do motor para a troca de marchas da bicicleta.

Em seguida foram feitos teste com os sensores, verificando se as suas ligações e as posições onde foram instaladas eram corretas para um bom funcionamento.

Por fim, com o sistema inteiro integrado, após a confecção das placas e soldagem dos componentes, foram feitos testes de continuidade e nível de tensão, confirmando que todas as partes e periféricos estavam se comunicando entre elas, como botões, sensores e motores, ligados com o módulo de controle.

Foram realizados mais alguns testes em bancada para verificar o funcionamento do sistema, simulando todas as interrupções.



**Figura 30 - Placa Montada**

**Fonte - Própria**

## 4.2. TESTE DE FIRMWARE

Os testes de firmware começaram no início do desenvolvimento, a medida que o firmware começou a ser implementado ele foi testado utilizando o Proteus ISIS para simulação. Com isso foi possível comprovar o bom sequenciamento do programa.

Os primeiros itens a serem analisados foram as interrupções, analisando se estas estavam sendo ativadas e se realizavam a rotina desejada. Depois foi testada a sequência de funcionamento do programa.

Ao longo do desenvolvimento do projeto, o firmware sofreu alterações constantes, sendo que a cada alteração feita o firmware era testado no ambiente de simulação.

### 4.3. TESTE DO EQUIPAMENTO

Foram realizados testes com o equipamento já montado em uma bicicleta, tanto com ela suspensa quanto com ela em movimento, assim podendo simular várias situações.

Para ambos os casos foram testadas os modos automático e semiautomático, a fim de comprovar o funcionamento de botões, sensores e motores. Também analisando se a sequência de marchas estava correta.

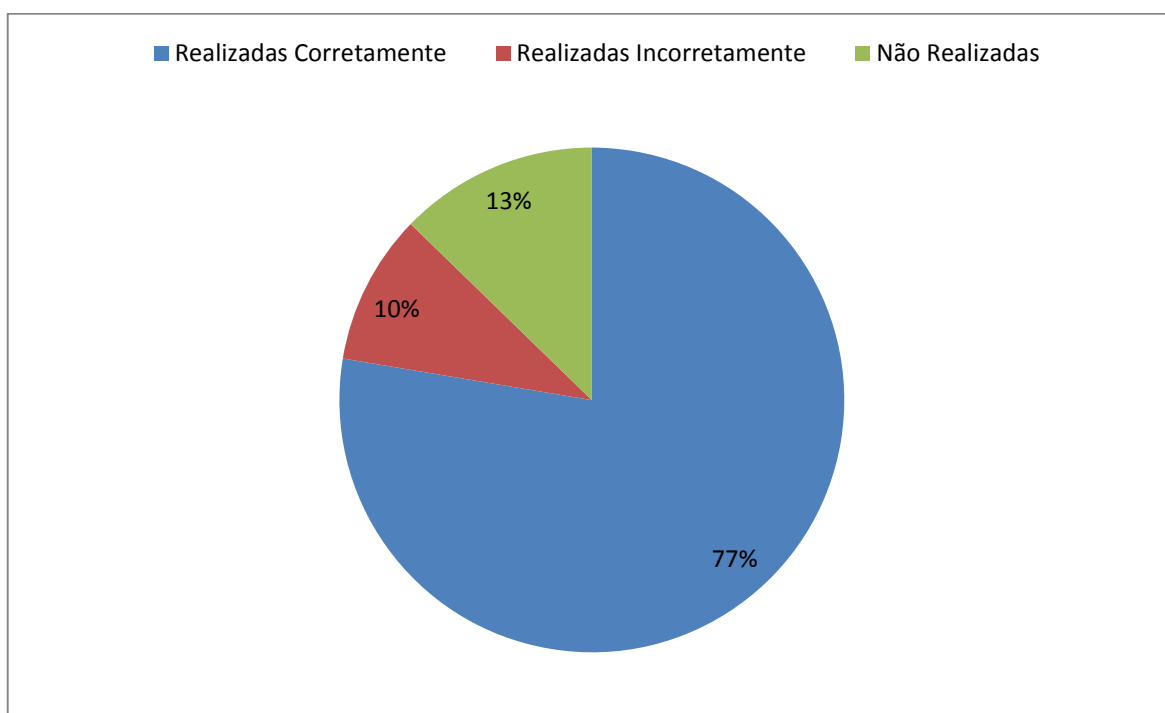
Com a bicicleta suspensa alguns agravantes do sistema são minimizados, com, por exemplo, a tensão da corrente de relação. Assim foram realizados vários testes de níveis de cadencia e velocidade, verificando se as trocas no modo automático correspondiam com o esperado.

Alguns resultados dos testes são apresentados no Quadro 3 e nas Figuras 31, 32 e 33.

Teste	Modo	Trocas de Marchas			
		Previstas	Realizadas Corretament e	Realizadas Incorretament e	Não Realizadas
Bancada	Semiautomático	300	233	47	20
	Automático 1 (45rpm)	250	208	28	14
	Automático 2 (60rpm)	250	202	27	21
	Automático 3 (75rpm)	250	210	19	21
	Automático 4 (90rpm)	250	203	22	25
Campo	Semiautomático	300	208	32	43
	Automático 1 (45rpm)	250	185	19	46
	Automático 2 (60rpm)	250	180	21	49
	Automático 3 (75rpm)	250	183	18	49
	Automático 4 (90rpm)	250	193	16	41
Total		2600	2005	249	329

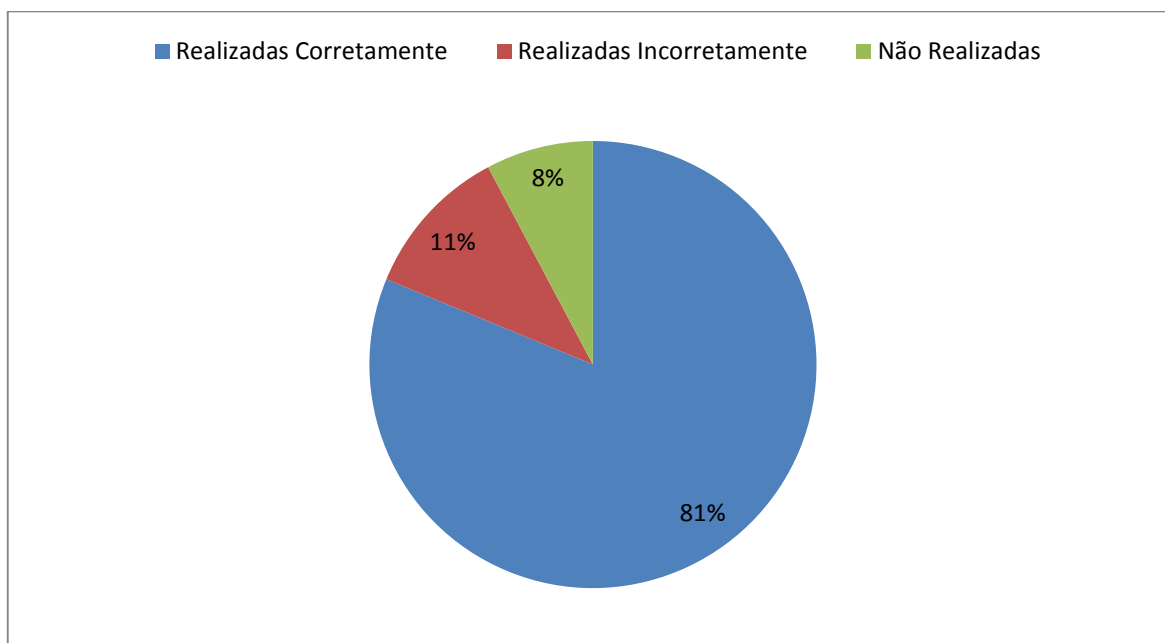
Quadro 3 - Resultados dos Testes

Fonte - Própria



**Figura 31 - Resultado dos Testes Gerais**

Fonte – Própria



**Figura 32 - Resultado dos Testes de Bancada**

Fonte – Própria



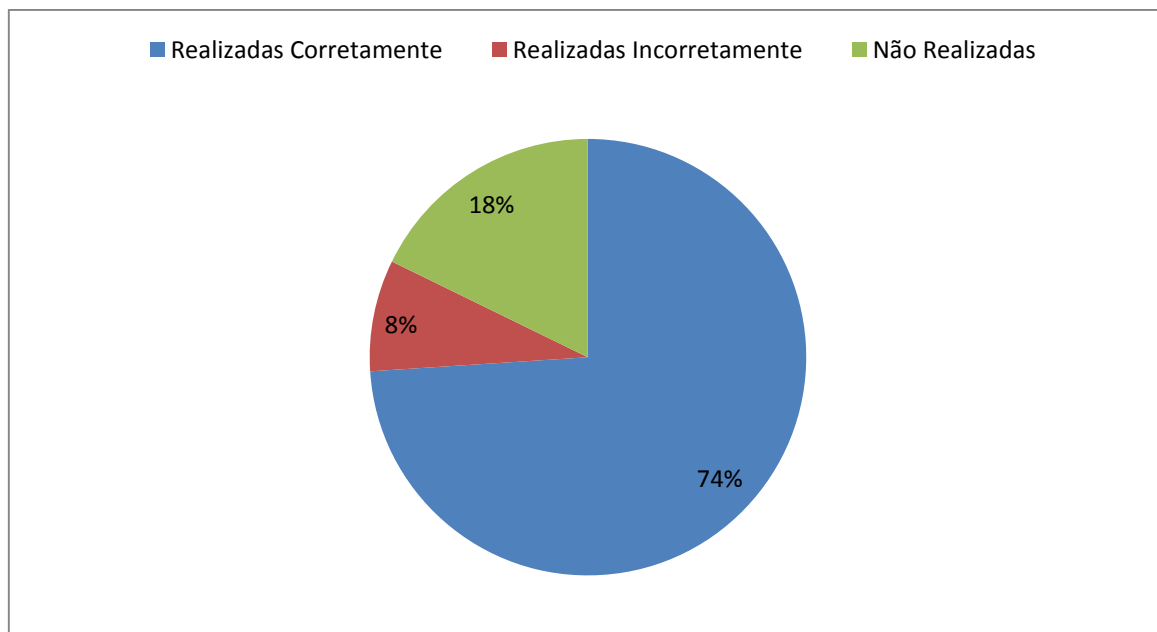


Figura 33 - Resultado dos Testes de Campo

Fonte – Própria

#### 4.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE TESTES

Os resultados dos testes do protótipo final mostram que o equipamento possui um nível de falhas acima do esperado, levando em conta que ele possui uma eficiência de aproximadamente 77%. Porém, do montante de 23% de erros, 13% são representados por trocas de marcha erradas, neste caso o próprio sistema regula a marcha na próxima troca. Este erro acontece principalmente quando o trocador traseiro está passando a relação de pinhões maiores para pinhões menores, então a corrente escapa pulando mais de um pinhão por vez.

Percebe-se uma diferença entre os testes de bancada e os testes de campo com a bicicleta em movimento. Esta diferença ocorre pelo fato de a corrente ser mais tencionada quando a bicicleta está em movimento, assim dificultando a atividade do motor em trocar as marchas, por isto ocasionando num aumento de 8% para 18% de trocas de marcha não realizadas. Porém, pelo mesmo motivo, percebe-se uma diminuição nas trocas de marcha erradas, passando de 11% para 8%.

## 5. GESTÃO DO PROJETO

A parte de gestão do projeto diz respeito ao que foi planejado inicialmente e ao que realmente foi realizado, levando em conta o tempo, as atividades, o escopo do produto, os custos e os riscos. Quando o planejamento é bem feito, as atividades ficam bem definidas e os resultados condizem com os esperados.

Nos tópicos a seguir será detalhado o planejamento do projeto e os resultados sobre eles.

### 5.1. ESCOPO

Como já citado anteriormente, houve algumas modificações entre o planejado para o equipamento e o realizado. Sendo que as principais alterações foram em relação à interface e aos sensores. Foi dispensada a utilização do display de LCD e de sensores de força, substituindo apenas por leds e sensores magnéticos.

O equipamento trata-se de um sistema que automatiza a funcionalidade de trocas de marcha de uma bicicleta. Seu sistema de aquisição de dados é composto por dois sensores magnéticos presos ao Quadro da bicicleta, um próximo a roda traseira e outro próximo ao pedivela, e são excitados por ímãs presos na roda traseira e no pedivela, respectivamente.

O mecanismo utilizado para troca de marcha consiste em dois servos motores que tencionam os cabos dos trocados dianteiros e traseiros. Estes motores são conectados com uma placa que possui a finalidade de interligar o módulo de controle com os motores e a baterias que alimenta os motores.

Já as interfaces são compostas por dois botões de contato momentâneo para entrada de dados no sistema e por quatro leds para exposição de dados pelo sistema. Tudo isto é interligado com o módulo de controle que fica posicionado no quando da bicicleta e é montado dentro de uma caixa plástica de dimensões 10x8x5 cm.

O sistema possui dois modos de funcionamento, um deles é o semiautomático, no qual o usuário seleciona a marcha e o outro é o automático, no qual o usuário seleciona uma entre quatro níveis de cadencia e o sistema faz as trocas de marcha automaticamente conforme a necessidade.

## 5.2. CRONOGRAMA

### 5.2.1. Cronograma Resumido e Datas Importantes

No Quadro a seguir são expostas as principais atividades previstas e suas respectivas datas.

<b>Atividade</b>	<b>Data</b>
1. Iniciar o projeto	Setembro de 2010
2. Entregar a proposta	Outubro de 2010
3. Apresentar a proposta do Projeto	Outubro de 2010
4. Iniciar as pesquisas	Novembro de 2010 - Dezembro de 2010
5. Iniciar o desenvolvimento	Abril de 2011
6. Iniciar a fase de testes	Agosto de 2011
7. Defender o projeto	Novembro de 2011 - Dezembro de 2011

**Quadro 4 - Cronograma Resumido e Datas Importantes**

Fonte - Própria

### 5.2.2. Cronograma Detalhado

No Quadro 5 a seguir são expostas todas as atividades planejadas e seu respectivo período de execução.

**Continua**

<b>Ação</b>	<b>Início</b>	<b>Fim</b>	<b>Horas</b>
1.1. Determinar o projeto	25/08/2010	29/09/2010	25h
2.1. Escrever a proposta	06/10/2010	13/10/2010	10h
2.2. Aprovar a proposta	13/10/2010	20/10/2010	5h
3.1. Escrever relatório	20/10/2010	24/11/2010	30h
3.2. Apresentar o projeto	24/11/2010	08/12/2010	5h
4.1. Estudar as necessidades do consumidor	01/02/2011	15/02/2011	10h
4.2. Analisar mercado	15/02/2011	04/03/2011	10h
4.3. Estudar as tecnologias viáveis	04/03/2011	11/03/2011	10h
4.4. Estudar e definir sensores	11/03/2011	25/03/2011	20h

4.5. Estudar e definir motores	28/03/2011	30/03/2011	5h
4.6. Estudar e definir interfaces	30/03/2011	01/04/2011	5h
4.7. Estudar e definir microcontroladores	04/04/2011	08/04/2011	10h
4.8. Estudar e definir baterias	08/04/2011	12/04/2011	5h
4.9. Definir escopo do hardware	12/04/2011	28/04/2011	20h
4.10. Desenvolver documentação - 1	28/04/2011	09/05/2011	20h
5.1. Desenvolver o hardware	09/05/2011	23/05/2011	30h
5.2. Testar hardware	23/05/2011	27/05/2011	10h
5.3. Desenvolver o software	30/05/2011	30/06/2011	50h
5.4. Testar software	01/07/2011	08/07/2011	10h
5.5. Montar o protótipo	08/07/2011	15/07/2011	30h
5.6. Desenvolver documentação - 2	01/08/2011	08/08/2011	20h
6.1. Testar o protótipo	09/08/2011	15/08/2011	15h
6.2. Planejar e efetuar soluções de problemas	16/08/2011	12/09/2011	10h
6.3. Aperfeiçoar o protótipo	12/09/2011	30/09/2011	10h
6.4. Elaborar relatórios	03/10/2011	13/10/2011	20h
6.5. Desenvolver documentação - 3	14/10/2011	07/11/2011	20h
7.1. Defender o Projeto	07/11/2011	20/12/2011	5h
		<b>Horas totais</b>	<b>420h</b>

**Quadro 5 - Cronograma detalhado das Atividades**

Fonte - Própria

### 5.3. CUSTO

Os custos do projeto foram estimados em não serem muito altos, levando em utilização de componentes alternativos e não os componentes de maior valor agregado. Também é levado em conta o custo em horas de pesquisa, pois pode haver alguns outros gastos. Para tanto se estima um valor de R\$ 100,00.

Continua

<b>Componentes</b>	<b>Preço estimado</b>
Caixa externa	R\$ 5,00
Baterias	R\$ 25,00

Sensores Magnéticos	R\$ 5,00
Microcontrolador	R\$ 15,00
Placas de circuito impresso	R\$ 15,00
Motores	R\$ 50,00
Componentes eletrônicos	R\$ 10,00
<b>Valor total</b>	<b>R\$ 125,00</b>

**Quadro 6 - Custos Estimados**

**Fonte - Própria**

O esperado para o custo total do projeto era de até 300 reais, já considerando possíveis erros e perdas de componentes, porém o custo final do projeto foi de apenas 150 reais, sendo que não foram compradas ferramentas, todas as ferramentas utilizadas foram fornecidas pela empresa onde o autor do projeto trabalha.

Este valor foi alcançado já considerando que foram comprados quatro motores, pois um modelo diferente comprado anteriormente não atendeu os requisitos do projeto. E também foi necessária a compra de dois microcontroladores, pois o primeiro foi queimado por um erro de manuseio do projetista.

#### 5.4. RISCOS

No Quadro a seguir são expostos os principais riscos do projeto, com sua probabilidade de ocorrência, impacto e ação reparatória.

**Continua**

<b>Grau</b>	<b>Descrição / Efeito</b>	<b>P (0 a 1)</b>	<b>I (0 a 1)</b>	<b>Ação</b>
Alto	Erros de pesquisa e levantamento de requisitos.	0.8	0.8	Eliminar: fazer todas as alterações necessárias para tornar o a proposta aceitável
Médi o	Atrasos de cronograma. Falha na organização.	0.4	0.4	Conviver: reorganizar cronograma de atividades.
Médi o	Falta de verba ou aumento excessivo nos custos do projeto.	0.4	0.4	Mitigar: procurar parceria com empresas privadas e/ou encontrar tecnologias alternativas

Mé- di- o	Erros de software, hardware e integração de partes.	0.4	0.4	Conviver: dedicar tempo extra na revisão do projeto e montar um novo protótipo
-----------------	---	-----	-----	--

**Quadro 7 - Riscos**

**Fonte - Própria**

## 5.5. CONSIDERAÇÕES SOBRE GESTÃO DO PROJETO

O resultado da gestão do projeto consiste principalmente na análise dos riscos. De todos os esperados houve a ocorrência de dois. O primeiro foi o risco de erros de pesquisa, sendo que este aconteceu pelo fato de que o módulo CCP do PIC, que seria utilizado para controlar os motores, não pode ser utilizado. Para resolver isto, foi necessário a implementação de uma rotina de PWM utilizando as interrupções do temporizador1. Tudo funcionou, não causando maiores impactos no projeto.

O segundo risco a acontecer foi o de atraso no cronograma, sendo que este foi o mais grave problema do projeto. Como o projeto foi desenvolvido por apenas um aluno, houve certa desatenção e falta de policiamento quanto ao tempo, assim foram gastas quase 60 horas a mais do que o planejado para os estudos, atrasando o projeto em mais de um mês. A medida tomada para consertar este erro, foi acelerar o processo de desenvolvimento e testes, chegando com o projeto pronto no limite do previsto.

Os custos finais correspondem a apenas 50% do esperado. E, apesar dos atrasos, o tempo gasto foi de aproximadamente 380 horas, o que corresponde a 90% do total estimado. Isto aconteceu pois o cronograma planejado superestimou o tempo a ser utilizado para o projeto.

## 6. PLANO DE NEGÓCIOS

O plano de negócios é um documento com o objetivo de estruturar as principais ideias e opções que o empreendedor analisará para decidir quanto à viabilidade da empresa a ser criada.

### 6.1. SUMÁRIO EXECUTIVO

O objetivo deste plano de negócios é apresentar a empresa TEMBIKE, uma empresa que atua no ramo de equipamentos e peças para a bicicleta, utilizando tecnologias de todas as áreas para tal, sendo o principal foco incentivar o uso da bicicleta tanto como meio de transporte quanto como lazer. Tem como missão “Desenvolver equipamentos que visam incentivar o uso da bicicleta como meio de transporte e lazer, utilizando tecnologias mecânicas, elétricas e eletrônicas. Contribuindo para o aumentando do bem-estar cotidiano de nossos clientes.”, e visão de “Nos próximos três anos, estar entre os cinco maiores desenvolvedores brasileiros de equipamentos e peças para bicicleta. Atingindo todo o território nacional e contribuindo para um aumento considerável do uso da bicicleta por parte da população.”.

O principal produto da empresa é o CAMB, que se trata de um cambio automatizado para bicicletas, sendo que este pode ser instalado em qualquer bicicleta com marchas.

Atualmente só são encontrados produtos semelhantes no mercado externo, ou seja, somente produtos importados. Sendo que estes produtos, que possuem a mesma finalidade, têm um preço muito elevado. Estes dois fatores são os principais motivos de não alcançarem todo o mercado brasileiro, levando em conta todas as classes sociais e faixas etárias.

Inicialmente, o segmento alvo do mercado serão pessoas que já possuem bicicletas e que a utilizam como meio de transporte, o que corresponde a 53% deste montante. No entanto, outros segmentos de mercado poderão ser explorados no futuro, uma vez que o produto pode ser um atrativo para todas as faixas etárias e classes sociais, incentivando também um maior uso da bicicleta como lazer.

No plano financeiro, foi previsto um saldo de mais de R\$200.000,00, ao final de três anos de funcionamento, estimando a venda de 4750 produtos. Sendo que para se obter esse faturamento é necessário um investimento inicial de R\$20.000,00, valor recuperado em aproximadamente 24 meses.

Todos os tópicos a seguir demonstram um estudo e análise detalhada da inserção da empresa (TEMBIKE) e de seu produto (CAMB) no mercado de peças e equipamentos para bicicleta. Para tanto é detalhado a empresa, o produto e o mercado, levantando também a viabilidades dos aspectos econômicos e financeiros.

## 6.2. DESCRIÇÃO DO NEGÓCIO

### 6.2.1. Natureza do Negócio

A empresa TEMBIKE estará inserida e competirá no mercado de desenvolvimento de equipamentos e peças para bicicletas, utilizando novas tecnologias para tal. O negócio será desenvolver, produzir e comercializar equipamentos e peças para bicicletas, tendo confiabilidade e qualidade para satisfazer as necessidades do cliente foco. O principal objetivo do negócio é ter como clientela pessoas que utilizam a bicicleta como meio de transporte ou lazer. Porém, dependendo de seu desenvolvimento da empresa, também podendo atingir aceitação de atletas amadores e profissionais.

### 6.2.2. Missão

Desenvolver equipamentos que visam incentivar o uso da bicicleta como meio de transporte e lazer, utilizando tecnologias mecânicas, elétricas e eletrônicas. Contribuindo para o aumentando do bem-estar cotidiano de nossos clientes.

### 6.2.3. Visão

Nos próximos três anos, estar entre os cinco maiores desenvolvedores brasileiros de equipamentos e peças para bicicleta. Atingindo todo o território



nacional e contribuindo para um aumento considerável do uso da bicicleta por parte da população.

#### 6.2.4. Objetivos

Os objetivos da empresa são criar facilidades que incentivem o uso da bicicleta, contribuindo para um aumento de 5% da frota nacional atual e atingindo em até três anos todo o território nacional. Para isto são descritos os objetivos abaixo:

- Lançar o produto até janeiro de 2013.
- Vender mais de 4500 equipamentos nos três primeiros anos.
- Alcançar todo o território nacional até final de 2015.

### 6.3. PRODUTO

A seguir é feita uma explanação sobre a produção da empresa, descrevendo seu principal produto e as tecnologias nele aplicadas, exibindo uma análise corporativa do mesmo em relação aos concorrentes. Por fim também são expostos os objetivos futuros de produção da empresa.

#### 6.3.1. Descrição do Produto

O principal produto desenvolvido pela TEMBIKE, chamado de CAMB, é um módulo micro controlado de troca de marcha automática. Este módulo tem por finalidade trocar a marcha da bicicleta de modo automático, tomando decisões, ou semiautomático, dependendo da seleção do usuário.

Para tanto o módulo micro controlado recebe sinais dos sensores de velocidade e cadencia, faz o tratamento destes sinais e transforma em velocidade de rotação da roda e do pedivela.

O módulo possui dois tipos de interface com o usuário, sendo que para expor dados são utilizados leds e para receber dados são utilizados botões de seleção.

Todos os dados de programa e dados do sistema são gravados e armazenados dentro do próprio microcontrolador.

### 6.3.2. Análise Comparativa

Estudando o mercado e fazendo uma comparação com outras empresas e produtos que possuem os mesmos objetivos, pode-se notar que existem diferenças vantajosas. Os principais concorrentes do CAMB são equipamentos desenvolvidos por grandes fabricantes, porém que não possuem as mesmas utilidades e facilidades, sendo que estas vantagens serão abordadas na Proposta de Valor. Estes produtos normalmente não são vendidos em separado, apenas são comercializados juntamente com a bicicleta o que encarece a utilização da tecnologia. Assim o foco destes fabricantes não são todos os consumidores, mas sim apenas aqueles que possuem maior poder aquisitivo.

Veem-se vantagens em relação ao preço, sendo que todos os recursos utilizados no projeto do CAMB são baixo custo e que se produzido em grande quantidade o custo total de produção reduzirá, tornando o produto muito barato em relação aos semelhantes de mercado. Com isso o TEMBIKE planeja alcançar todas as classes sociais. Também se destaca o fato de que o CAMB pode ser instalado em qualquer bicicleta com suporte para troca de marchas, sem necessidade de outras peças.

### 6.3.3. Tecnologia

Com relação à tecnologia empregada, o CAMB utiliza componentes baratos ou de fácil aquisição, todos seus componentes são de alta qualidade, porém de baixo custo e sendo um módulo independente pode ser instalado em qualquer bicicleta que possua sistema de marchas com trocadores já instalados. Esta característica possibilita a redução do preço final do produto, permitindo à TEMBIKE ter acesso ao mercado de todas as classes que utilizam a bicicleta, popularizando seu produto.

O circuito é simples e barato, sendo que o microcontrolador utilizado é o PIC16F876A que apresenta todas as características necessárias para o projeto como uma taxa de processamento alta, módulos de PWM, interrupções e portas I/O. Os sensores utilizados são de indução, sendo ativados quando um ímã se aproxima, são os mesmo utilizados em velocímetros para bicicleta. Já os motores para troca

mecânica da marcha, são servo motores utilizados normalmente em modelismo, foram escolhidos estes devido ao seu baixo consumo de energia, alto torque e baixo custo.

#### 6.3.4. Produtos Futuros

Todos os produtos da TEMBIKE visam incentivar um maior uso da bicicleta no dia a dia, tornando seu uso mais fácil, seguro e agradável, para que as pessoas vejam e sintam vantagens em relação a outros meios de transportes. Futuramente, já estando inserida no mercado, a empresa pretende oferecer produtos evoluídos do CAMB, com foco em melhorias nas partes de adaptabilidade, localização e autonomia. Para isso serão utilizadas mais facilidades, com sensores variados, maior número de informações e emprego de inteligência artificial, automatizando outras funcionalidades como os freios. Também com sistemas de GPS e memórias para armazenar dados de trajetos e viagens, para o usuário poder ter um histórico do uso da bicicleta. Melhorando o sistema de baterias, visando uma maior autonomia, com sistemas para recarregar as baterias durante o tempo que a bicicleta está em movimento.

Posteriormente, será iniciada uma empreitada pra inserção no mercado de bicicletas elétricas, utilizando tecnologias elétricas e mecânicas para tal. Serão desenvolvidas não somente peças, mas também a bicicleta em si, esta possuirá mecanismos para utilizar um motor elétrico para dar tração à bicicleta, ou para apenas ajudar o usuário em situações mais críticas nas quais ele esteja empregando muito esforço para se movimentar.

Pretende-se também dar um foco maior na segurança sob a bicicleta, levando-se em conta que nos países em desenvolvimento ocorrem 85% dos casos mundiais de mortes no trânsito e o maior número de vítimas são pedestres e ciclistas, correspondendo entre 55% a 70% das vitimas.

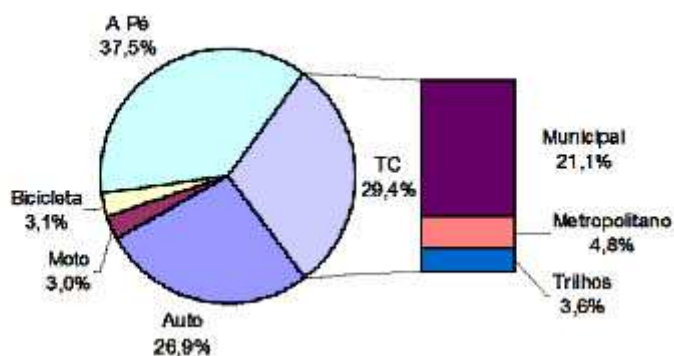
#### 6.4. ANALISE DE MERCADO

Segundo dados da ABRACICLO (Associação Brasileira de Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicycletas e Similares) o Brasil é o terceiro maior fabricante mundial de bicicletas com cerca de 5,3 milhões de unidades

produzidas por ano. Menos de 1% deste montante produzido corresponde a exportação. O nível de importação de bicicletas para o Brasil subiu cerca de 50% nos últimos cinco chegando a 250 mil unidades importadas no ano de 2010. Com isso o Brasil alcançou o posto de quinto maior consumidor mundial de bicicletas, sendo que possui uma frota de aproximadamente 60 milhões de bicicletas.

#### 6.4.1. Segmentação de Mercado

De acordo com dados da ANTP (Associação Brasileira de Transportes Públicos), o uso da bicicleta corresponde somente a 3% de todos os transportes no Brasil, sendo um número muito inferior inclusive aos trajetos percorridos a pé, que corresponde a mais de 37%. Os dados são apresentados no gráfico da Figura 34.



**Figura 34 - Divisão Modal Dos Transportes**

Fonte - ANTP 2009

Com isto, é possível ter uma visão bem elaborada do panorama atual do uso da bicicleta no país. Podendo-se concluir que a bicicleta possui um potencial enorme, porém pouco aproveitado.

No gráfico da Figura 35, retirado do site da ABRACICLO, com dados de 2010, é apresentada a segmentação da utilização da bicicleta no país.

De acordo com o gráfico nota-se que a maior parcela do uso da bicicleta é referente ao transporte, sendo justamente este o principal segmento alvo.

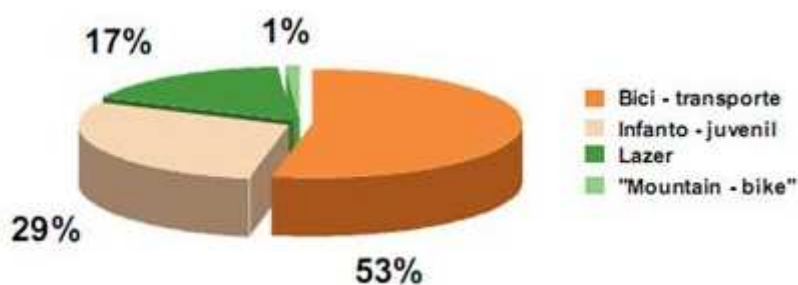


Figura 35 - Segmentação do Mercado

Fonte - ABRACICLO 2010

#### 6.4.2. Segmentação Alvo de Mercado

Inicialmente, o segmento alvo do mercado serão pessoas que já possuem bicicletas e que a utilizam como meio de transporte, o que corresponde a 53% do montante. Porém também é necessário destacar que o objetivo da empresa é incentivar o uso da bicicleta, tanto como meio de transporte quanto como lazer. Assim o público alvo estende-se também a pessoas que utilizam a bicicleta como lazer e até mesmo ao público infante-juvenil que pode aderir ao produto devido a sua praticidade e funcionalidade. Somando-se tudo, o público alvo corresponderia a mais de 90% de todos os usuários que já possuem bicicletas.

#### 6.4.3. Necessidades e Tendências do Mercado

Olhando em outros aspectos, percebe-se que o país tem problemas crescentes no que diz respeito a transportes. Sociedade se desenvolve, a população cresce, juntamente com ela cresce o número de carros em circulação o que tem tornado o trânsito cada vez mais caótico. Com isso a necessidade de aumentar a porcentagem do uso da bicicleta é muito grande, levando-se em conta que a bicicleta não fica parada nos congestionamentos, não gasta combustíveis fósseis, não polui e é silenciosa. Estes, entre outros, são motivos mais do que suficientes para promover um maior uso da bicicleta no dia a dia.

Porém não é só isso, também é necessário promover desenvolvimentos para incentivar o uso da bicicleta e realmente mostrar que ela possui vantagens sobre outras formas de transporte. Assim sendo aparatos eletrônicos mecânicos se fazem cada vez mais necessários para facilitar a vida dos usuários de bicicletas.

#### 6.4.4. Análise da Indústria

Feito um estudo foram levantados os produtos existentes que possuem função igual ou semelhante ao CMB, sendo encontrados três produtos da mesma fabricante: Shimano Coasting, Cyber Nexus e Di2.

O Shimano Coasting é um sistema composto de um cubo dianteiro que gera energia elétrica para as mudanças de marcha, um trocador central e um cubo traseiro que também funciona como freio, sendo tudo controlado por um circuito eletrônico que tem o único ajuste de força, diz-se o quanto o usuário aguenta. Mas este controle é colocado antes de começar a rodar. Durante o pedal você somente pedala e nada mais. Possui no máximo cinco velocidades. Seu custo é elevado devido ao fato que este sistema não é vendido separadamente, ele é comercializado apenas já instalado em bicicletas da linha. Menor preço encontrado no mercado de U\$1500,00.

Cyber Nexus é o que mais se assemelha, sendo um conjunto de peças composto que forma um sistema automático de transmissão com opção de trocas manuais. Também é composto por um conjunto de freios e de um cubo dianteiro que gera energia elétrica para os periféricos da bicicleta. Possui no máximo cinco velocidades. Este módulo é vendido em separado, porém ainda não é comercializado no Brasil, possui um preço muito alto e é de difícil manutenção. Menor preço encontrado no mercado de U\$1500,00.

A Dura Ace Di2 é uma bicicleta dotada do sistema Di2, este se trata de um sistema com trocas de marcha semiautomáticas, dotado de trocadores por motores elétricos e alimentado por baterias, porém é um produto de difícil acesso por ser muito caro. Menor preço encontrado no mercado de U\$2500,00.

Estes produtos são de boa qualidade, porém não atingem o público alvo do CMB, pois são de custo muito elevado, são fabricados somente fora do país, não podem ser instalados em qualquer bicicleta e são de difícil manutenção.

#### 6.5. DEFINIÇÃO DA PROPOSTA DE VALOR

A proposta de valor é definida levando-se em conta três aspectos básicos: características do produto, características do mercado e características do cliente.

Estes são os pilares para o desenvolvimento do negócio, à medida que não se pode deixar de lado nenhuma especificação levantada em relação a estes.

O produto trata-se do CAMB, com características já mencionadas anteriormente, sendo de um ótimo custo-benefício, por ser simples e desenvolvido com produtos comumente encontrados no mercado, seu preço chega a ser doze vezes mais baratos que os produtos semelhantes encontrados no mercado. Também é caracterizado por ser adaptável e de fácil uso. Sua adaptabilidade se dá por poder ser instalado em qualquer bicicleta com mecanismo de transmissão mecânica. E sua facilidade está no fato de ser um sistema simples, de interfaces e comandos facilmente entendíveis.

O cliente, que também é referenciado como o público alvo, já tem características bem definidas, sendo principalmente pessoas que utilizam a bicicleta no dia a dia, como forma de meio de transporte ou lazer, visando atingir todas as faixas etárias de todas as classes sociais. A princípio serão desconsiderados os atletas, pois ainda é necessário verificar a possibilidade da utilização de tecnologias como esta em competições, sendo que também se faz necessário um estudo mais detalhado para um produto com resposta mais rápida e com maior precisão.

Em relação ao mercado, estima-se que a frota nacional de bicicleta esteja em torno de mais de 50 milhões de unidades. Utilizando este dado e considerando os cinco milhões a mais de unidades que entram em circulação no ano e considerando que o público alvo corresponda até 50% deste montante, temos em média mais de 20 milhões possíveis clientes para a TEMBIKE em todo o território nacional. Isto representa um mercado amplo com várias possibilidades. Esse número se torna ainda mais relevante se considerar que a concorrência é diminuta devido às diferenças de preço.

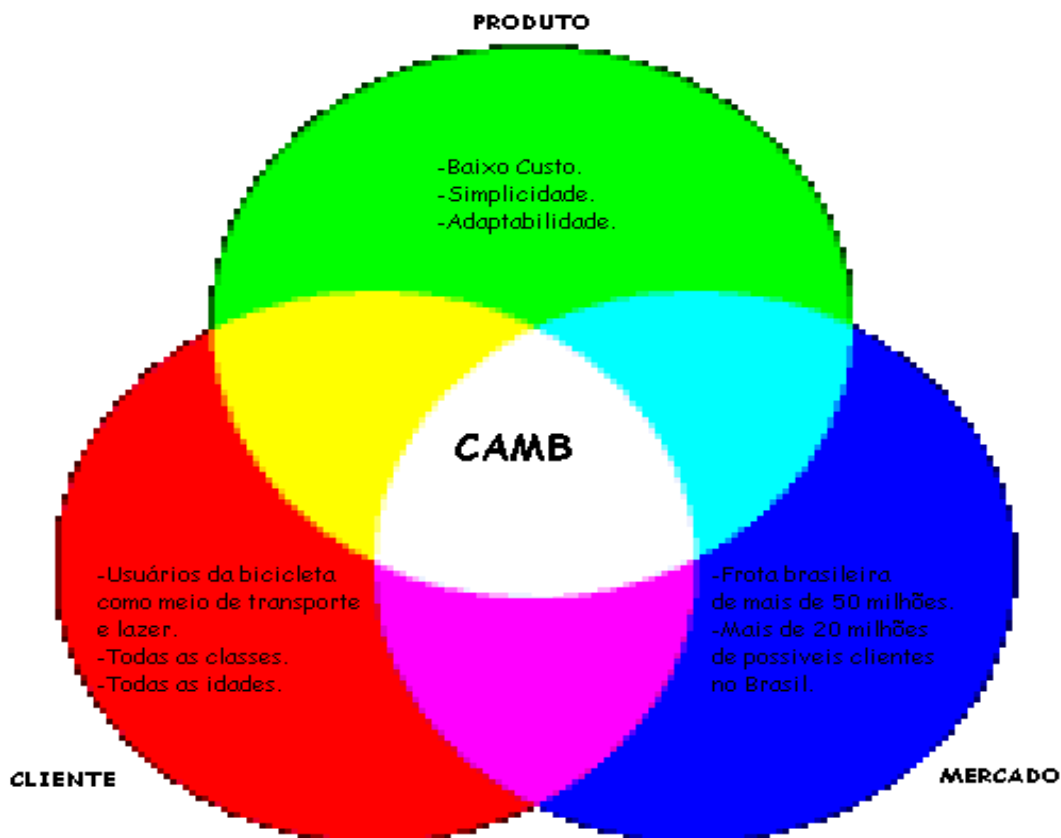


Figura 36 - Proposta de Valor

Fonte - Própria

## 6.6. ESTRATÉGIA E IMPLEMENTAÇÃO

Estando bem delineadas as características do produto, do mercado e do cliente se faz necessário iniciar o planejamento de como a empresa irá se portar neste cenário. Sendo preciso fazer um planejamento detalhado de todas as etapas e de como será feita a inserção do produto e da empresa no mercado.

Tendo isto em vista são apresentados a seguir pontos importantes da estratégia da empresa, tomando os principais aspectos do planejamento para marketing, vendas e possíveis parcerias.

### 6.6.1. Diferenciais Competitivos e Proposta de Valor

Como já definido na proposta de valor, o CAMB apresenta alguns diferenciais competitivos que fazem dele um concorrente muito forte no mercado de peças e



equipamentos para a bicicleta. O principal fator é o seu custo-benefício, por ser simples e desenvolvido com produtos comumente encontrados no mercado, seu custo é muito inferior aos dos concorrentes, sendo assim torna-se acessível a todas as classes sociais.

Outro fator é o fato de ser um produto adaptável, podendo ser instalado em qualquer bicicleta já dotado com sistemas de troca de marcha. Este ponto é importante à medida que o cliente não precisa comprar uma bicicleta já dotada mecanismo, ele pode continuar com sua bicicleta atual fazendo apenas uma atualização ao instalar o CAMB.

Com estes diferenciais do produto CAMB, a empresa TEMBIKE tem grandes possibilidades de atingir todo o território nacional com seu grande mercado consumidor.

## 6.6.2. Estratégia de Marketing

Pode-se definir o Marketing como o conjunto de métodos e atividades relacionadas com o fluxo de bens e serviços do produtor para o consumidor, correspondendo à implantação da estratégia comercial. Sendo assim a empresa visa conquistar o cliente para este compre os produtos oferecidos, utilizando-se de estratégias de marketing baseadas na divulgação, no preço e na forma de distribuição.

### 6.6.2.1. Estratégia de Divulgação

O principal objetivo da estratégia de divulgação é fazer com que o público alvo e o mercado como um todo tenha conhecimento da existência da empresa e dos produtos, sendo divulgado de uma forma positiva. Aliado a tentativa de demonstrar os benefícios do uso da bicicleta, ainda mais com a utilização dos produtos da empresa.

O principal meio de divulgação será a internet, sendo elaborado um site da empresa, tendo neste vários atrativos para usuários e interessados em bicicleta. O site terá informações da empresa, dos produtos e de seus benefícios, também haverá espaços com histórias sobre bicicletas, notícias relacionadas ao ciclismo,

anúncios de eventos, tutoriais e explicações sobre o uso da bicicleta e manutenção, fóruns de discussão e outras informações. Podendo ter um espaço com links para outros sites relacionados.

Também será feita a utilização de outras redes sociais, blogs, sites e fóruns relacionados à área. E, por fim, haverá a participação em competições, feiras, eventos culturais e sociais, podendo haver a disponibilização de patrocínio por parte da empresa, caso haja interesse e disponibilidade de verba. Assim atingindo vários públicos, além daqueles alcançados por meio da internet.

#### *6.6.2.2. Estratégia de Preços e Promoções*

A intenção inicial é encaixar o produto no mercado, atingindo o público. Visando isso, a estratégia de preços foi elaborada a partir de pesquisas e comparações com a concorrência. O primeiro aspecto levantado é o mais importante, sendo o que rege a estratégia, é que o público geralmente procura produtos de baixo preço e de boa qualidade como requisitos iniciais, porém depois de acostumado com uma marca específica continuam comprando esta marca independente do preço.

Tendo isto em mente, a tática da empresa será fazer uma promoção do produto a preço de custo, ou seja, um preço suficiente apenas para cobrir as despesas com mão-de-obra, matéria prima, custos operacionais e administrativos, entre outros. Para isto, o produto será disponibilizado em sites de grupos de descontos, onde os usuários poderão comprar a promoção e depois retirar o produto diretamente com a TEMBIKE. Com isso além de o preço do produto ser minimizado, o que será um atrativo muito grande, também ajudará na divulgação e promoção do produto.

O produto também será vendido a preço de custo para lojas e distribuidores de peças e equipamentos para bicicleta, pois estes já estão mais próximos do público, o que possibilita uma maior divulgação. Como os produtos serão vendidos a preço de custo, estes estabelecimentos poderão revender a um preço ainda acessível.

Em todos os casos será dada garantia de seis meses do fabricante, sendo esta garantia válida apenas para casos estabelecidos no certificado de garantia.

### 6.6.2.3. *Estratégia de Distribuição*

A distribuição segue o critério adotado na estratégia de preços e promoções. Inicialmente a produção será feita sob demanda, ou seja, o produto só será produzido à medida que já houver compradores certos para eles.

Para todos os compradores, sendo eles usuários finais ou revendedores, serão feitas entregas por meio de transportadoras particulares ou pelos serviços dos Correios. Dependendo de aspectos como preço, prazos de entrega e segurança. Inicialmente o frete será pago pelos compradores, pois o produto já está sendo vendido a preço de custo.

### 6.6.3. Plano de Vendas

Como já citado na estratégia de preços e promoções, as vendas serão feitas tanto para revendedores quanto para consumidores finais. A única diferenciação será na forma como esta venda será disponibilizada.

Para consumidores finais a venda será feita através do site da empresa, de outros sites de venda online ou através de grupos de descontos online. No caso do site da empresa ou de outros sites de venda toda negociação será feita diretamente pelo site, podendo ser feito pagamento via depósito em conta, boleto bancário ou cartão de crédito. No caso de sites de grupos de descontos, o cliente fará a negociação diretamente com o site, posteriormente receberá um cupom que representará o comprovante para compra no site da empresa. Por fim também há a possibilidade da montagem de pontos de venda em competições, feiras, eventos culturais e sociais, sendo que nestes casos o pagamento só poderá ser feito em dinheiro, porém o cliente já leva o produto na hora.

Para revendedores a negociação será feita diretamente com a equipe da empresa, sem necessidade de passar por sites. Este tipo de venda só poderá ser feito para pessoas Jurídicas e para lotes de mais de dez unidades. A forma de pagamento poderá ser negociada, levando em conta a confiabilidade do comprador e o número de peças que estão sendo compradas.

#### 6.6.4. Parcerias e Alianças Estratégicas

O mercado de bicicletas é muito diversificado, sendo que existem muitos lugares que vendem bicicletas, peças e equipamentos, de diversos tipos, modelos e marcas. Neste sentido, tem-se uma boa oportunidade de parceria com lojas especializadas que podem revender e divulgar o produto. Esta parceria pode ser feita de modo exclusivo, onde apenas um ou dois estabelecimentos serão parceiros, ou também pode ser feita de forma mais geral, disponibilizando o equipamento para vários revendedores.

Também pode ser criada uma aliança alguma marca patrocinadora de ciclistas. Ou, se necessário, pode haver a criação de uma parceria com grupos de investidores. E por fim, uma tentativa mais ousada seria tentar um apoio do governo, já que estão feitas constantes estudos e investimentos para incentivar o uso da bicicleta. Por fim, serão desenvolvidas parcerias com fabricantes de bicicletas, acionando a possibilidade de serem fabricadas bicicletas já com o sistema CAMB. Este tipo de parceria já ajudará como divulgação, pois fazendo parceria com grandes marcas o produto será mais bem visto no mercado.

#### 6.6.5. Cronograma

Feito todos os estudos e definidas as estratégias, então foi elaborado um cronograma para as principais etapas e ações da empresa nos três primeiros anos após a abertura. Este cronograma é apresentado no Quadro 8.

Continua

Item	2013				2014				2015			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Abrir a TEMBIKE	X	X										
Finalizar do Produto	X	X										
Oferecer Site da TEMBIKE		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Participar de eventos			X	X	X	X	X		X	X	X	
Vender para Distribuidores					X	X	X	X	X	X	X	X
Vender em Grupos de Desconto			X	X	X	X						
Vender online			X	X	X	X	X	X				

Realizar P&D				X		X	X	X		X	X	X
--------------	--	--	--	---	--	---	---	---	--	---	---	---

Quadro 8 - Cronograma da TEMBIKE

Fonte - Própria

## 6.7. GESTÃO

Nesse item é abordada a estrutura organizacional da empresa TEMBIKE, demonstrando toda a equipe necessária juntamente com as principais atividades. Apresentando de uma forma que todos os colaboradores saibam sua posição e seus deveres.

### 6.7.1. Estrutura Organizacional

A estrutura organizacional foi criada baseando-se nas estratégias da empresa, assim sendo dividida em quatro setores, dentro dos quais as atividades estarão bem definidas para que haja foco. Tendo os seguintes setores: Diretoria, Engenharia, Operações e Administrativo. Na Figura 37 é apresentado o organograma da empresa, com posterior explicação sobre cada setor.



Figura 37 - Organograma da TEMBIKE

Fonte - Própria

A Diretoria é o setor que comanda a empresa, sendo que todos os outros setores devem se reportar a este. Fica a cargo do setor de diretoria tomar todas as principais decisões da empresa, podendo cobrar ou intervir a qualquer hora em todos os outros setores. Também se atribui a função de estipular prazos e metas a

serem cumpridas por toda a empresa. Por fim, é responsabilidade da diretoria a parte comercial e marketing, pondo em prática as estratégias pré-definidas.

O setor Administrativo é responsável por toda a parte financeira e contábil da empresa. A parte financeira cuidará de todas as contas a pagar, a receber e o fluxo de caixa, demonstrando os resultados em forma de indicadores financeiros. A parte contábil ficará responsável por toda a parte fiscal, dando entrada e emitindo notas, sempre visando à legalidade da empresa, sem possíveis furos com a receita, e por fim, fazendo toda a contabilidade final, sem necessidade da contratação de serviços de terceiros para isso. Também fica a cargo do setor administrativo, juntamente com a Diretoria, cuidar do setor jurídico da empresa, fazendo a gestão de contratos.

O setor de engenharia é responsável pela melhoria de produtos já comercializados e desenvolvimento de novos produtos. A partir do levantamento de requisitos do mercado, a engenharia ficará a cargo de a engenharia transformar isto em um produto com as qualidades propostas pela empresa. A princípio toda a assistência técnica necessária também será feita pela engenharia.

Por fim, o setor de operações ficará responsável por dar suporte a todas as outras áreas da empresa. Para atender a todas as áreas, ficará responsável pela infraestrutura e TI. Porém a principal atividade será o apoio à engenharia, ficando responsável pelo subsídio das necessidades da engenharia para o desenvolvimento e assistência técnica, comprando materiais e contratando serviços. Será responsável também por dar apoio no pré-venda e pós-venda.

Este é um planejamento para os três primeiros anos de funcionamento da empresa. Posteriormente serão feitas mudanças seguindo novas necessidades futuras, podendo haver a criação de novos setores, subdividindo as ações e responsabilidades, sempre com foco nos resultados e na satisfação do cliente.

### 6.7.2. Equipe

Inicialmente a equipe será composta por um integrante em cada área, para que haja uma distinção das atividades, sendo a diretoria composta pelo desenvolvedor do projeto e da empresa, Wendel Joris Ayres. Para os outros setores serão contratadas pessoas com formações específicas e de preferência recém-formadas, para que possa haver uma negociação de salários.

Porém, com o crescimento esperado para a empresa devido a um maior volume de pedidos do produto, novas contratações serão realizadas para atender as necessidades do mercado. Assim, no próximo item, é apresentado o Quadro de pessoa previsto para os três primeiros anos de funcionamento, já com as contratações esperadas para o futuro.

### 6.7.3. Quadro de Pessoal

A seguir é apresentado o Quadro de pessoal, sendo que é demonstrado o custo anual de cada um para a empresa, tomando como base o piso salarial de cada um e a inflação do ano anterior para o aumento dos salários anualmente.

Setor	Colaborador	2013	2014	2015
Diretoria	Diretor	R\$ 26.000,00	R\$ 26.000,00	R\$ 26.000,00
<b>Subtotal</b>		<b>R\$ 26.000,00</b>	<b>R\$ 26.000,00</b>	<b>R\$ 26.000,00</b>
Administrativo	Administrador	-	R\$ 20.800,00	R\$ 22.300,00
	Contador	-	-	R\$ 20.800,00
<b>Subtotal</b>		<b>-</b>	<b>R\$ 20.800,00</b>	<b>R\$ 43.100,00</b>
Operações	Técnico	-	-	R\$ 20.800,00
	Estagiário	-	R\$ 12.000,00	-
<b>Subtotal</b>		<b>-</b>	<b>R\$ 12.000,00</b>	<b>R\$ 20.800,00</b>
Engenharia	Analista	R\$ 26.000,00	R\$ 30.000,00	-
	Engenheiro	-	-	R\$ 62.000,00
	Estagiário 1	-	R\$ 12.000,00	R\$ 12.900,00
<b>Subtotal</b>		<b>R\$ 26.000,00</b>	<b>R\$ 42.500,00</b>	<b>R\$ 74.900,00</b>
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 52.000,00</b>	<b>R\$ 101.300,00</b>	<b>R\$ 164.800,00</b>

Quadro 9 - Quadro de Pessoal

Fonte - Própria

A diretoria tem a proposta de receber um salário baixo e fixo nos três primeiros anos, para facilitar o fluxo de caixa da empresa e sua entrada no mercado.

## 6.8. PLANO FINANCEIRO

O Plano Financeiro apresenta a maneira como a empresa se comportará nos três primeiros anos do ponto de vista financeiro, descrições e cenários, pressupostos

críticos, situação histórica, fluxo de caixa, análise do investimento, demonstrativo de resultados, projeções de balanços e outros indicadores. Isto será apresentado nos próximos itens.

### 6.8.1. Investimentos e Despesas

Neste item são especificados os custos com as instalações, suprimentos, equipamentos e mobiliário necessários para a implantação do negócio. Estas especificações ajudarão no levantamento do investimento fixo – ativo permanente – necessário para implantação da empresa. Todos os dados de investimento levantados são apresentados no Quadro 10.

<b>Item</b>	<b>Tipo</b>	<b>Estimativa de</b>
Móveis	Imobilizado	R\$ 6.000,00
Informática	Imobilizado	R\$ 5.500,00
Equipamentos	Imobilizado	R\$ 2.000,00
Ferramentas	Estoque	R\$ 1.500,00
Matéria-Prima	Estoque	R\$ 2.500,00
Abertura da	Despesa	R\$ 2.500,00
<b>Total</b>		<b>R\$ 20.000,00</b>

**Quadro 10 - Investimento Inicial**

**Fonte - Própria**

No Quadro 11 são apresentados os custos fixos de operação da empresa. E no Quadro 12 são demonstrados os custos variáveis de produção.

<b>Item</b>	<b>Estimativa de</b>
Salários	R\$ 4.000,00
Aluguel	R\$ 1.000,00
Outras Despesas	R\$ 1.500,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 6.500,00</b>

**Quadro 11 - Despesas Fixas**

**Fonte – Própria**



<b>Item</b>	<b>Estimativa de</b>
Placa	R\$ 13,20
Motores	R\$ 50,00
Componentes	R\$ 16,80
Bateria	R\$ 15,00
Mão de Obra	R\$ 15,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 110,00</b>

**Quadro 12 - Custos Variáveis de Produção**

Fonte – Própria

### 6.8.2. Ponto de Equilíbrio Operacional

O cálculo do ponto de equilíbrio ajuda o empreendedor a encontrar qual o nível de vendas em que a receita será igual a todas as saídas de caixa da empresa. Isto é importante porque indica qual o nível mínimo de vendas que a empresa deverá manter para que não opere com prejuízo. Para o cálculo foram usados os dados das despesas fixas, o custo variável e o preço final do produto, tudo isso em relação a um mês de funcionamento. O custo variável de produção, somando matéria-prima e mão de obra, gira em torno oitenta reais. O preço de venda, com os impostos, é estimado em duzentos reais. Com estes dados, o resultado é que o volume de vendas seja de pelo menos oitenta e dois equipamentos por mês. O resultado é apresentado no Quadro 13.

<b>Item</b>	<b>Estimativa de</b>
Preço de Venda	R\$ 200,00
Preço de Venda	R\$ 190,00
Custo de	R\$ 110,00
Despesas Fixas	R\$ 6.500,00
<b>Ponto de</b>	<b>81,25 ~ 82</b>

**Quadro 13 - Ponto de Equilíbrio**

Fonte – Própria

### 6.8.3. Projeção de Resultados

No quadro 14 é apresentada a DRE da empresa, considerando o volume de vendas estimado para os próximos três anos, juntamente com todas as despesas fixas e custos de produção.

<b>DRE</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
<b>Preço Unitário</b>	200,00	250,00	300,00
<b>Produtos Vendidos</b>	<b>1000</b>	<b>1500</b>	<b>2250</b>
Vendas de Produtos	200000,00	375000,00	675000,00
<b>RECEITA BRUTA</b>	200000,00	375000,00	675000,00
Impostos sobre venda	(20000,00)	(37500,00)	(67500,00)
<b>RECEITA LÍQUIDA</b>	180000,00	337500,00	607500,00
<b>CUSTOS</b>	-	-	-
Mão de obra	(15000,00)	(22500,00)	(33750,00)
Materiais Diretos	(95000,00)	(142500,00)	(213750,00)
<b>DESPESAS</b>	-	-	-
Salários	(52000,00)	(101300,00)	(164800,00)
Aluguel	(12000,00)	(12000,00)	(12000,00)
Outras Despesas	(18000,00)	(18000,00)	(18000,00)
Investimento inicial	(20000,00)	-	-
<b>DESPESAS + CUSTOS</b>	(212000,00)	(296300,00)	(442300,00)
<b>LUCRO OPERACIONAL</b>	(32000,00)	41200,00	165200,00
Imposto de Renda	-	(6180,00)	(24780,00)
<b>LUCRO LÍQUIDO</b>	(32000,00)	35020,00	140420,00
<b>% da Receita Líquida</b>	-	10,38%	23,11%

Quadro 14 - DRE

Fonte – Própria

#### 6.8.4. Projeção do Fluxo de Caixa

Para o fluxo de caixa são consideradas todas as saídas e entradas monetárias da empresa. Em relação a isso, as entradas de caixa para TEMBIKE são representadas única e exclusivamente pelo volume de vendas. Já para as saídas são tomados os investimentos, custos de manutenção empresarial e custos de matéria-prima, além do percentual gasto no pagamento de impostos.

O fluxo de caixa estimado para os três primeiros anos de funcionamento da TEMBIKE é exposto no Quadro 15, sendo que foram estimadas as vendas trimestrais e o custo de investimento inicial foi dividido para pagamento ao longo do primeiro ano de funcionamento.

Descrição	Tipo	Ano	1º trimestre	2º trimestre	3º tri mestre	4º trimestre
Saldo Anterior	Entrada	2013	0,00	(21000,00)	(35000,00)	(38500,00)
Vendas de Produtos	Entrada		10000,00	30000,00	60000,00	100000,00
<b>TOTAL</b>			10000,00	9000,00	25000,00	61500,00
Impostos sobre venda	Saída		1000,00	3000,00	6000,00	10000,00
Mão de obra	Saída		750,00	2250,00	4500,00	7500,00
Materiais Diretos	Saída		4750,00	14250,00	28500,00	47500,00
Salários	Saída		12000,00	12000,00	12000,00	16000,00
Aluguel	Saída		3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Outras Despesas	Saída		4500,00	4500,00	4500,00	4500,00
Impostos sobre renda	Saída		0,00	0,00	0,00	0,00
Investimento inicial	Saída		5000,00	5000,00	5000,00	5000,00
<b>TOTAL</b>			31000,00	44000,00	63500,00	93500,00
<b>SALDO ACUMULADO</b>			(21000,00)	(35000,00)	(38500,00)	(32000,00)
Descrição	Tipo		Ano	1º trimestre	2º trimestre	3º tri mestre
Saldo Anterior	Entrada	2014	(32000,00)	(34126,92)	(29960,38)	(12568,85)
Vendas de Produtos	Entrada		62500,00	75000,00	100000,00	137500,00
<b>TOTAL</b>			30500,00	40873,08	70039,62	124931,15
Impostos sobre venda	Saída		6250,00	7500,00	10000,00	13750,00
Mão de obra	Saída		3750,00	4500,00	6000,00	8250,00
Materiais Diretos	Saída		23750,00	28500,00	38000,00	52250,00
Salários	Saída		23376,92	23376,92	23376,92	31169,23
Aluguel	Saída		3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Outras Despesas	Saída		4500,00	4500,00	4500,00	4500,00
Impostos sobre renda	Saída		0,00	(543,46)	(2268,46)	(3687,12)
Investimento inicial	Saída		0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>			64626,92	70833,46	82608,46	109232,12
<b>SALDO ACUMULADO</b>			(34126,92)	(29960,38)	(12568,85)	15699,04
Descrição	Tipo		Ano	1º trimestre	2º trimestre	3º tri mestre
Saldo Anterior	Entrada	2015	15699,04	36938,65	67378,27	116217,88
Vendas de Produtos	Entrada		120000,00	135000,00	165000,00	255000,00
<b>TOTAL</b>			135699,04	171938,65	232378,27	371217,88
Impostos sobre venda	Saída		12000,00	13500,00	16500,00	25500,00
Mão de obra	Saída		6000,00	6750,00	8250,00	12750,00
Materiais Diretos	Saída		38000,00	42750,00	52250,00	80750,00
Salários	Saída		38030,77	38030,77	38030,77	50707,69
Aluguel	Saída		3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Outras Despesas	Saída		4500,00	4500,00	4500,00	4500,00
Impostos sobre renda	Saída		(2770,38)	(3970,38)	(6370,38)	(11668,85)
Investimento inicial	Saída		0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>			98760,38	104560,38	116160,38	165538,85
<b>SALDO ACUMULADO</b>			36938,65	67378,27	116217,88	205679,04

Quadro 15 - Fluxo de Caixa

Fonte – Própria

O resultado do levantamento de fluxo de caixa é apresentado no gráfico da Figura 38. Sendo que o resultado final é muito favorável.

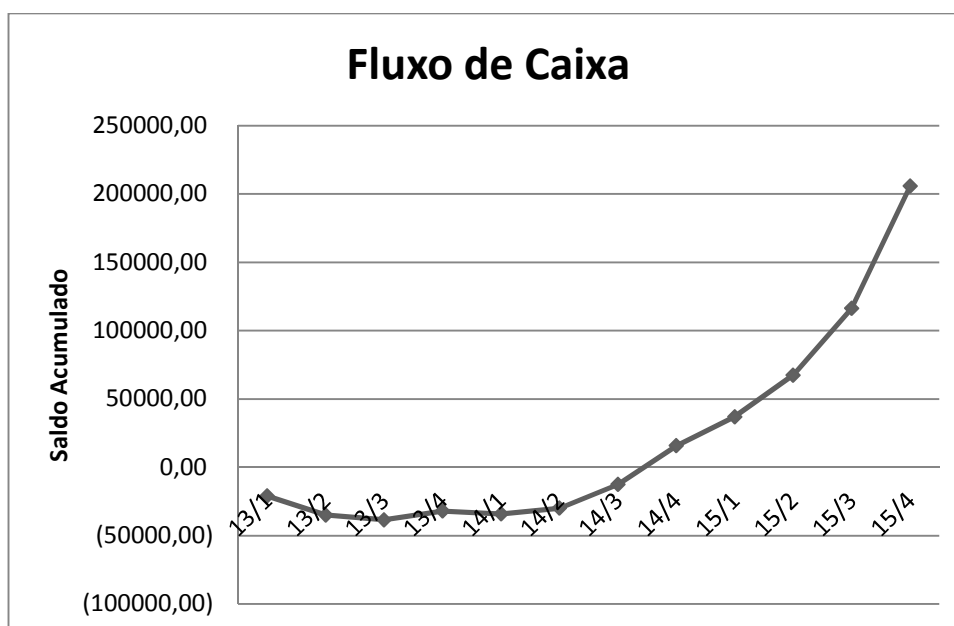


Figura 38 - Fluxo de Caixa

Fonte – Própria

## 6.9. CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE PLANO DE NEGÓCIOS

Os resultados apresentam um panorama favorável ao crescimento da empresa. Apesar de investimentos iniciais e gastos elevados o retorno futuro é muito bom, o que valida a viabilidade econômica e financeira da empresa. O retorno esperado para três anos é muito grande sendo um saldo ao final do terceiro ano quase de 800% sobre o investimento inicial.

Entretanto, o investimento inicial é considerado muito alto tratando-se de uma microempresa que está começando do zero, chegando a um valor de R\$ 20.000 ou mais de investimento. Mas a perspectiva de retorno deste valor é favorável, sendo que o retorno para zerar o valor do investimento inicial é alcançado ao fim de 22 meses.

A perspectiva é muito boa, pois o mercado a ser atingido é muito amplo e com muitas possibilidades de clientes de todas as classes sociais e faixas etárias, chegando a um montante de 20 milhões de possíveis clientes em todo o território nacional. Porém para empresa conseguir se manter e se fixar no mercado o ideal é

conseguir alianças principalmente com um investidor externo e com canais de venda que ajudem na divulgação do produto, para isso tentando fixar as parcerias com clubes de desconto e com lojas revendedoras.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este relatório apresentou todas as etapas e procedimentos utilizados para realização e criação do CAMB, um módulo de trocas de marcha automáticas ou semiautomáticas. Foram analisados todos os planejamentos, pesquisas, especificações, desenvolvimento e testes, encontrando-se alguns erros e problemas ao longo do percurso, porém nada que impedisse a conclusão e validação deste.

Chegando ao fim deste relatório podemos observar que os objetivos planejados foram alcançados e que o andamento inicial do projeto esteve avançado em relação ao cronograma, visto que a fase de pesquisa foi iniciada antes do esperado. Porém, isto foi perdido devido ao prolongamento das pesquisas e arrumado com a aceleração do desenvolvimento. Foi gasto 90% do tempo e 50% dos gastos previstos do planejamento inicial.

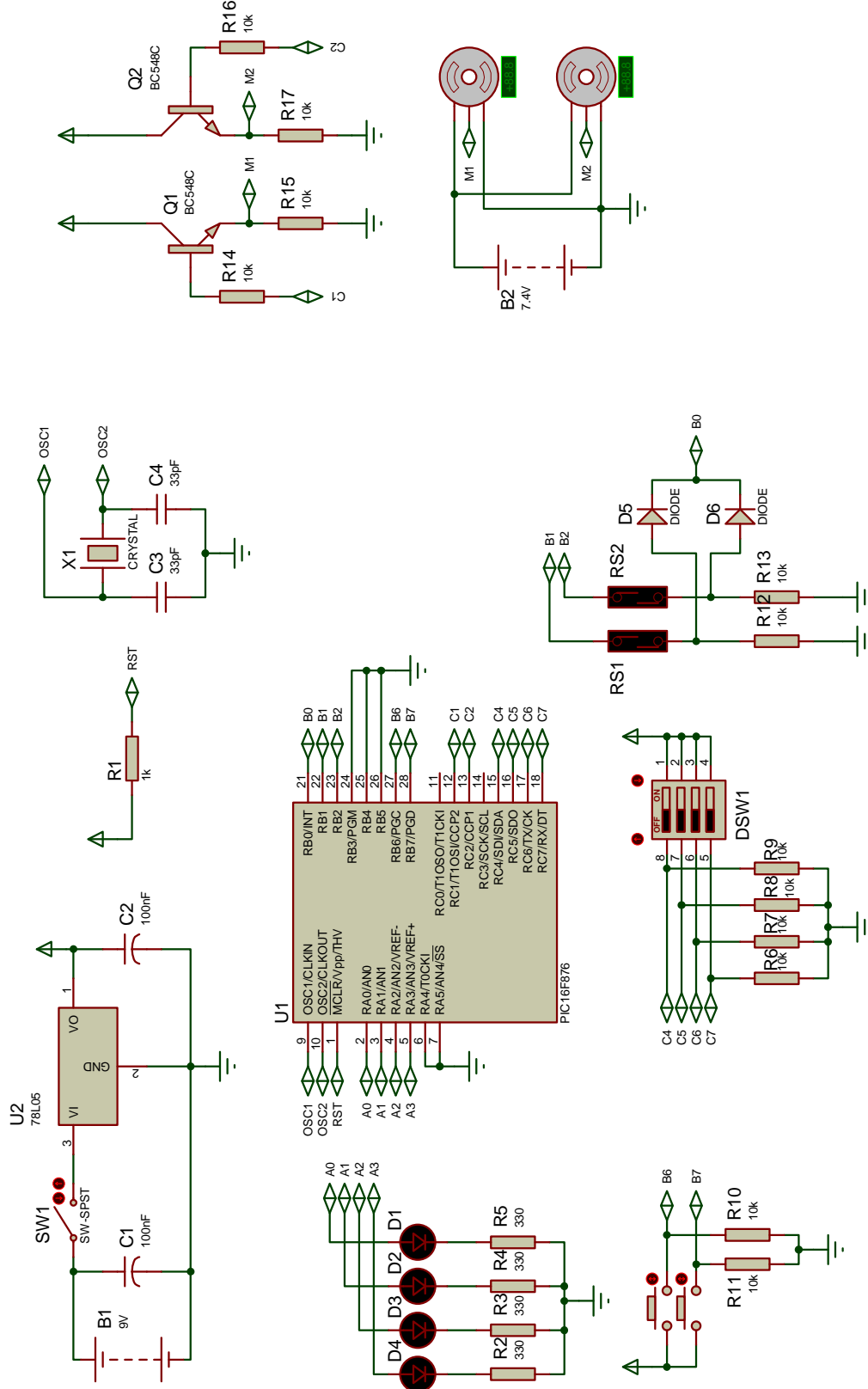
A escolha de componentes e partes tornou-se a principal etapa do projeto, sendo necessário testar e validar o funcionamento de tudo para o bom desempenho do sistema.

O plano de negócios revelou um futuro promissor, porém com um investimento inicial relativamente alto para uma nova empresa de apenas um sócio. Foi previsto um gasto inicial de R\$20.000,00 com um retorno de até 800% ao final de três anos. Entretanto, para o produto ser lançado no mercado, ele ainda precisa de alguns ajustes, pois o índice de falhas é alto, chegando a 23%.

## 8. REFERENCIAS

- [1] Programa Brasileiro de Mobilidade por Bicicleta <<http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/transporte-e-mobilidade/arquivos/Livro%20Bicicleta%20Brasil.pdf/view?searchterm=pdf%>>> Acesso em 27 set. 2011.
- [2] Busca de componentes e ferramentas eletrônicas. Disponível em <<http://www.nei.com.br/>> Acesso em 27 set. 2011.
- [3] Artigos sobre ciclismo. Disponível em <<http://www.pedal.com.br/artigos/artigos.asp>> Acesso em 29 abr. 2011.
- [4] Confederação Brasileira de Ciclismo. Disponível em <<http://www.cbc.esp.br/default/index>> Acesso em 29 abr. 2011.
- [5] BOARETO, Renato. A mobilidade urbana sustentável. Revista dos Transportes Públicos, São Paulo: ANTP, ano 25, n. 100, p. 49-56, 2003.
- [6] Busca de datasheets. Disponível em All datasheet <[www.alldatasheet.com](http://www.alldatasheet.com)> Acesso em 30 nov. 2011.
- [7] Busca de componentes e ferramentas eletrônicas. Disponível em Farnell Newark <<http://www.farnell.com.br/>> Acesso em 30 nov. 2011.
- [8] Shimano <<http://www.shimano.com/>> Acesso em 21 nov. 2011.
- [9] Busca de patentes. Disponível no Instituto Nacional de Propriedade Industrial <<http://www.inpi.gov.br/>> Acesso em 30 nov. 2011.
- [10] Busca de patentes. Disponível no European Patent Office <<http://ep.espacenet.com/>> Acesso em 30 nov. 2011.

# 9. APENDICE A – Esquemático Completo CAMB



	AUTOR	WENDEL JORIS AYRES
	PROJETO	CAMB
	DATA	22/10/2011