

**FACULADE DE TECNOLOGIA DE SAO BERNARDO DO CAMPO
“ADIB MOISES DIB”**

**FABIO NEGRINI
JAIRO DOS SANTOS SILVA
JEFFERSON MARTINS DA SILVA
JOÃO VICTOR FERREIRA DA SILVA**

BICICLETÁRIO AUTOMATIZADO

São Bernardo do Campo – SP
Junho/2015

**FABIO NEGRINI
JAIRO DOS SANTOS SILVA
JEFFERSON MARTINS DA SILVA
JOÃO VICTOR FERREIRA DA SILVA**

BICICLETÁRIO AUTOMATIZADO

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Tecnologia de São Bernardo do Campo “Adib Moisés Dib” como requisito parcial para a obtenção do título de tecnólogo em Automação Industrial.

Orientador: Prof. Me. Francisco José de Oliveira Maia

São Bernardo Do Campo - SP
Junho/2015

**FABIO NEGRINI
JAIRO DOS SANTOS SILVA
JEFFERSON MARTINS DA SILVA
JOÃO VICTOR FERREIRA DA SILVA**

BICICLETÁRIO AUTOMATIZADO

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Tecnologia de São Bernardo do campo “Adib Moisés Dib” como requisito parcial para a obtenção do título de tecnólogo em Automação Industrial.

Trabalho de conclusão de curso apresentado e aprovado em: ____/____/_____

Prof. Me. Francisco José de Oliveira Maia, FATEC SBC – Orientador

Prof. Me. Maurício Marsura, FATEC SBC – Avaliador

Prof. Esp. Antonio Hernandes Gonçalves, FATEC SBC – Avaliador

RESUMO

O trabalho de conclusão de curso intitulado como Bicicletário Automatizado trata-se de um projeto de automação fundamentado em uma pesquisa de natureza experimental. Tem por objetivo construir um sistema de armazenamento de bicicleta de forma ágil, prática e tecnológica, dando aos usuários segurança e confiabilidade, integrando tecnologias de circuitos eletrônicos, servomotores, sensores, comunicação RFID (*Radio Frequency Identification – Identificação por Rádio Frequência*) e estrutura mecânica. O equipamento é a forma mais segura, prática e organizada de guardar bicicletas, é também um produto exclusivo no mercado nacional que pode ser aplicado ao setor público ou privado. No setor público é engajado para complementar projetos de mobilidade urbana, que tem sido um grande desafio das metrópoles ao redor do mundo. Assim como a cidade de São Paulo, que vem introduzindo projetos e leis de incentivo para uso de bicicleta, pode-se integrá-lo com bilhetes eletrônicos de transporte público. No setor privado, empresas que incentivam essas iniciativas, podem utilizar como estacionamento para funcionários ou como propaganda de ações sociais. Visando um retorno financeiro, podem-se agregar outros serviços, construindo não só um bicicletário, mas também um complexo com oficina para bicicletas, academia, lanchonete, utensílios esportivos etc.

Palavras-chave: Automação. Bicicletário. Mobilidade urbana. Precisão. Segurança.

ABSTRACT

The paper term titled as Bicicletário Automatizado (Automated Bike Park) it is a reasoned automated project in an experimental nature of research. It aims to build an agile, practice and technologic bike storage system, giving users security and reliability by integrating electronics technology, servomotors, sensors, RFID (Radio Frequency Identification) communication and mechanical structure. The equipment is the safest, easiest and organized way to store bikes; it is also a unique product in the national market that can be applied to a public or private sector. In the public sector is engaged to complement urban mobility projects, which has been a major challenge for cities around the world. As well as the city of São Paulo, which has introduced projects and incentive laws for bicycle use, you can integrate it with e-tickets for public transport. In the private sector, companies that encourage that initiatives, can use as parking for employees or as propaganda of social actions. Seeking a financial return, they can build not just a bike park but also a complex with workshop for bikes, gym, cafeteria, sports utensils, etc.

Keywords: Automation. Bike Park. Urban Mobility. Accuracy. Safety.

Primeiramente agradecemos a Deus pela oportunidade concedida. Agradecemos as empresas Aerocom, iDevices, EF Preparações, Somai Tecnologia, ao Vô Orlando e alguns colegas pelo auxílio prestado. Também agradecemos aos funcionários da faculdade, amigos e familiares pela paciência e incentivo para que o projeto fosse construído.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	08
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
1.1 História da bicicleta.....	10
1.2 Bicicletário.....	11
1.3 Mobilidade urbana.....	14
1.4 Automação.....	15
1.5 Sensores.....	17
1.6 Motores elétricos.....	18
1.7 Microcontroladores.....	19
1.8 Arduino.....	22
1.8.1 Arduino Mega.....	22
1.9 Sistemas de comunicação.....	23
1.9.1 Comunicação serial síncrona	24
1.9.2 Comunicação serial assíncrona	24
1.9.3 Comunicação SPI.....	25
2 METODOLOGIA.....	27
2.1 Problema e justificativa.....	27
3 DESENVOLVIMENTO.....	31
3.1 Descritivo de funcionamento.....	31
3.2 Descritivo técnico.....	32
3.3 Construção mecânica.....	33
3.4 Desenvolvimento eletrônico.....	43
3.4.1 Circuito de potência.....	43
3.4.2 Circuito de controle.....	45
3.4.3 Placas de circuito impresso.....	46

3.4.4 Identificação por rádio frequência.....	48
3.4.5 Controlador Arduino Mega.....	49
3.5 Programação.....	49
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
REFERÊNCIAS.....	55
APÊNDICES.....	57
ANEXOS.....	61

INTRODUÇÃO

O primeiro projeto conhecido sobre a criação da bicicleta acredita-se que tenha sido em meados do ano de 1490 em manuscritos de Leonardo da Vinci, onde se consiste em pedais e tração por corrente. Diversas tentativas foram testadas entre os séculos XV e XVI, sendo que acionadas por mecanismos compostos de correntes, alavancas e outros dispositivos.

Segundo BIGELLI (2011), em 1791, Monsieur de Sivrac construiu um simples protótipo da bicicleta, o celerífero, que possuía rodas de madeira unidas por uma estrutura fixa onde não se tinha assento nem direção, apenas uma barra de apoio para as mãos.

A utilização do celerífero consistia em apenas empurrá-lo numa descida para pegar velocidade e assim, tentar manter o equilíbrio por alguns metros. Pelos manuscritos e desenhos, percebe-se que este modelo era muito pesado e rígido. Após esta invenção, o modelo de bicicleta que conhecemos hoje, sofreu inúmeras alterações de melhorias e esse meio de transporte é utilizado até hoje por milhares de pessoas. Porém, no decorrer dos séculos, observamos a criação dos veículos automotores e, consequentemente, seu uso para o deslocamento nos grandes centros urbanos, gerando assim, problemas de mobilidade urbana.

A mobilidade urbana tem sido um grande desafio das cidades contemporâneas ao redor mundo, pois antigamente a opção pelo automóvel era uma resposta eficiente de necessidade de circulação, e com o aumento da população, gerou o aumento do trânsito, poluição, ocupação do espaço público etc., daí a necessidade de criação de um plano de mobilidade urbana, onde se restringe o uso de automóveis e incentiva-se o uso de meios de transporte alternativos, dentre eles, a bicicleta.

A cidade de São Paulo vem introduzindo projetos e leis de incentivo para uso de bicicleta como meio de transporte, investindo em sistemas ciclovários, como ciclofaixas (disponíveis apenas em finais de semana), ciclovias, criação de novas

leis de trânsito, visando a segurança e bem estar do ciclista. Porém, não há ainda investimento em projetos para acondicionar as bicicletas dos usuários, no que diz respeito à segurança, rapidez, comodidade e conservação das mesmas.

O projeto Bicicletário Automatizado visa armazenar bicicletas de maneira ágil, prática e segura, trabalha de forma independente, ou seja, a bicicleta é entregue a um sistema eletromecânico, que armazena e devolve a bicicleta quando solicitado, vinte e quatro horas por dia, sem a interferência humana durante o processo.

O trabalho é apresentado da seguinte maneira:

O primeiro capítulo intitulado Fundamentação Teórica contém a teoria que fundamenta o tema abordado.

O segundo capítulo intitulado Metodologia descreve o caminho percorrido para a construção lógica do projeto.

O terceiro capítulo intitulado Desenvolvimento do projeto é composto pelo desenvolvimento do trabalho Bicicletário Automatizado.

E finalmente, as Considerações finais onde são descritas as análises dos resultados obtidos em relação aos objetivos propostos, relações entre a teoria e os fatos verificados, vantagens e desvantagens e possíveis sugestões.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo encontra-se a teoria de renomados autores, os quais dão sustentação ao desenvolvimento do projeto intitulado Bicicletário Automatizado.

1.1 História da bicicleta

Alcorta (2003) aponta que, devido à imprecisão do ano e de quem de fato inventou a bicicleta, é impossível afirmar quem fez o primeiro modelo, mas o modelo com melhores possibilidades de movimento foi desenvolvido pelo alemão Barão Karl Von Drais. Ele modificou um celerífero instalando um sistema de direção possibilitando fazer mais curvas e com isto manter o equilíbrio da bicicleta. Foi instalado também um sistema de freio e um selim, que é o assento triangular com regulagem de altura, esse equipamento foi patenteado em 1818 com o nome de draisiana. Após esses acontecimentos os inventores da época se empenharam em desenvolver um sistema com propulsão.

O princípio para movimentá-la era bastante simples: sentado no selim da draisiana com os pés apoiados no chão bastava sair andando ou correndo até que se chegasse ao equilíbrio. A partir daí o condutor levantava os pés até que fosse necessário mais impulso para manter a velocidade e o equilíbrio. (ALCORTA, 2014).

Em 1839, Kirkpatrick Macmillan modificou a draisiana inserindo pedais em balanço ligados por um sistema de virabrequim no eixo da roda traseira através de alavancas; a bicicleta funcionou bem, mas não se popularizou.

Já em 1860, Pierre Michaux instalou o sistema de propulsão na roda dianteira batizando com o nome de Velocípede, mas quem o patenteou foi Pierre Lallement, em 1866. Porém, dois anos depois, James Starley construiu um modelo totalmente diferente dos anteriores, composto por uma roda dianteira de aproximadamente 50 polegadas de diâmetro; foi a máquina com maior velocidade já construída, pois quanto maior o diâmetro da roda, maior a distância percorrida em cada giro. O modelo foi patenteado em 1870 pela marca Ariel.

Ainda conforme Alcorta (2014), na última década do século XIX o modelo criado por Starley já não era mais bem visto devido a sua falta de segurança, pois o condutor pedalava sentado sobre o eixo da roda dianteira, dificultando o desvio de qualquer obstáculo, e ao frear, perdia velocidade bruscamente, arremessando o ciclista para frente. Como a altura do selim (acento) era alta, o tombo geralmente tinha consequências sérias. Esse problema de segurança foi resolvido com a padronização dos pneus para o mesmo tamanho, bem como o acento posicionado entre as rodas, o qual é o modelo que conhecemos nos dias atuais.

À partir desse momento, a preocupação maior foi com o conforto. Foram otimizados os sistemas de propulsão através do câmbio de marcha, bem como novas tecnologias foram desenvolvidas para os pneus em relação a sua matéria prima e sistemas de amortecimento para diminuir impactos ao se deparar com percursos irregulares.

1.2 Bicicletário

Segundo o dicionário de língua portuguesa Michaelis (2014), bicicletário é: “Local em logradouros públicos ou coletivos reservado para estacionamento de bicicletas”.

Conforme Ascobike (2014), o maior objetivo da existência destes espaços é promover a segurança da bicicleta e organização dos espaços, sejam eles públicos ou privados, evitando até mesmo a poluição visual. Existem diversos tipos de bicicletários, alguns são simplesmente partes fixas disponíveis para que as bicicletas sejam presas conforme ilustra a figura 1.1.

Figura 1.1 – Bicicletário aberto



Fonte: Autoria própria, 2014

Outros, que parecem ser mais seguros, apresentam funcionários que fazem a segurança, mas também é necessário prender as bicicletas conforme a figura 1.2.

Figura 1.2 – Bicicletário com vigilantes e controle das bicicletas



Fonte: Autoria própria, 2014

Há também modelos onde as bicicletas são apenas penduradas. Este modelo parece funcionar apenas para a organização do ambiente, uma vez que não é possível assegurar que a bicicleta seja retirada sem a ciência do dono, conforme ilustra a figura 1.3.

Figura 1.3 – Bicicletário para organizar o ambiente



Fonte: Autoria própria, 2014

Existem bicicletários com controle de acesso de entrada e saída de bicicletas, estes funcionam a partir de um pré-cadastro, onde somente após cadastrado o usuário pode deixar a bicicleta no local mediante apresentação de identificação, neste caso também é de responsabilidade do usuário a fixação da bicicleta. O pré-cadastro é o único processo automatizado, ou seja, que depende do uso de computadores. Os principais problemas encontrados nos bicicletários atuais são:

- Falhas humanas nos registros de entrada e saída das bicicletas;
- Tempo de espera excessivo nos processos de coleta e armazenamento, podendo durar até alguns minutos.

Existem leis que regulamentam a existência de um local específico para o armazenamento de bicicletas, conforme:

Fica estabelecida a obrigatoriedade de criação de estacionamentos para bicicletas em locais de grande afluxo de público, em todo Município de São Paulo. (Lei nº 13.995, de 10 de junho de 2005, artigo 1º JOSÉ SERRA, Prefeito do Município de São Paulo).

Os terminais e estações de transferência do SITP, os edifícios públicos, as indústrias, escolas, centros de compras, condomínios, parques e outros locais de grande afluxo de pessoas deverão possuir locais para o estacionamento de bicicletas, bicicletários e paraciclos como parte da infraestrutura de apoio a esse modal de transporte. (Lei nº 14.266, de 06 de fevereiro de 2007, artigo 8º GILBERTO KASSAB, Prefeito do Município de São Paulo).

[...] que introduz alterações na Lei nº 11.228, de 25 de julho de 1992, no que tange à previsão de vagas destinadas a bicicletas em estacionamentos.
[...] (Lei nº 15.649, de 5 de dezembro de 2012, decreto nº 53.942, de 28 de maio de 2013, FERNANDO HADDAD, Prefeito do Município de São Paulo).

1.3 Mobilidade urbana

Segundo Mobilize (2014) a movimentação e mobilidade tornaram-se um desafio nos centros urbanos e grandes metrópoles por todas as partes do mundo. A opção pelo automóvel - o que parecia ser uma resposta no século XX à necessidade de circulação - levou a paralisação do trânsito, desperdício de tempo e combustível, aumento dos níveis de poluição atmosférica, problemas ambientais e a grande ocupação do espaço público.

No Brasil, a frota de automóveis e motocicletas teve um crescimento de 400% nos últimos dez anos, tornando mais difícil a locomoção em massa. Esse aumento urbano obriga, com urgência, organizar o deslocamento de bens e pessoas, com eficiência, conforto, segurança, além de minimizar impactos ambientais, visuais, bem como poluição sonora e atmosférica.

O município deve garantir a universalização e a acessibilidade do serviço, priorizar o transporte não motorizado (pedestre e o uso da bicicleta), a dedicação de espaço exclusivo nas vias públicas para os serviços de transporte público, podendo adotar medidas para restringir o uso de veículos individuais, como forma de desestimular seu uso habitual.

De acordo com Mobilize, a mobilidade urbana sustentável envolve a implantação de sistemas sobre trilhos, como metrôs, trens e bondes modernos (VLTs), ônibus “limpos”, com integração a ciclovias, esteiras rolantes e elevadores de grande capacidade. Soluções inovadoras, como os teleféricos de Medellín (Colômbia), ou sistemas de bicicletas públicas, como os implantados em Copenhague, Paris, Barcelona, Bogotá, Boston e várias outras cidades.

A bicicleta é um modo de transporte alternativo para curtas e médias distâncias e se integrada aos outros modais, permite alcançar destinos variados

conforme o tamanho e topografia da localidade. Além de favorecer a saúde, bem estar e meio ambiente, reduz custos nos deslocamentos e agrega outros fatores que contribuem na democratização do uso da via pública.

A Secretaria Municipal do Meio Ambiente do Rio de Janeiro, em nota afirmou:

A bicicleta passou a fazer parte de um movimento de modernização como um modal de transporte de curtas distâncias, servindo como alimentador das redes de transporte de massa. Por ser 100% não poluente, também contribui para redução dos gases do efeito estufa. (O POVO ON LINE, 2014).

Segundo o site de notícias Globo G1, o Brasil tem hoje cerca de 70 milhões de bicicletas, mas quase não há lugares exclusivos e seguros para se trafegar e armazenar, especialmente nas metrópoles.

O problema é que não é dada prioridade a quem realmente precisa. Mais de um terço das viagens no país é feita a pé, a maior parte por uma população que não tem dinheiro para se locomover. Não construir calçadas mais largas e ciclovias é um absurdo. (DELIJAICOV, 2014).

1.4 Automação

A automação está cada vez mais visível em nosso cotidiano, e é muito comum ver a intervenção de robôs em tarefas simples que às vezes nem percebemos, por exemplo, é difícil imaginar quem gostaria de morar no 10º pavimento de um prédio sem que houvesse um elevador.

Goeking (2010) relata que a automação surgiu com o intuito de reduzir a participação humana em processos industriais; uma das primeiras criações feitas com o propósito de reduzir a quantidade de pessoas e facilitar o trabalho humano foi o moinho hidráulico para fornecimento de farinha, criado no século X, essa máquina podia substituir o trabalho de dez a vinte homens.

Ainda conforme Goeking (2010), a necessidade de evoluir fez com que o homem fosse cada vez mais longe, outro grande fato importante na automação e mecanização de processos foi a criação da máquina a vapor no século XVIII que

impulsionou a revolução industrial, substituindo o serviço braçal por máquinas que executavam a mesma tarefa, porém com mais eficiência e qualidade, acelerando ainda mais a busca pelo desenvolvimento tecnológico. Mas foi graças ao inventor James Watt que a máquina a vapor se tornou mais eficiente com a implantação de um regulador de velocidade, unindo as tecnologias pneumáticas e hidráulicas.

As máquinas movidas e a eletricidade começaram a surgir em meados do século XIX, com o esforço de diversos pesquisadores, entre eles Michael Faraday e André-Marie Ampère que estudaram a utilização da eletricidade e do magnetismo em conjunto, levando ao desenvolvimento dos primeiros motores utilizados para acionar alavancas.

A Segunda Guerra Mundial (1939-1945) também contribuiu para a evolução da automação, desenvolvendo aplicações para sistemas de lançamentos de mísseis. Em 1946 o conceito de automação foi empregado nos Estados Unidos em fábricas automotivas. Já em 1947, a criação do transistor ajudou ainda mais a impulsionar o desenvolvimento da automação, nesse mesmo período surgiram os primeiros robôs mecânicos a incorporar sistemas de microprocessamento e unir tecnologias mecânicas e elétricas.

Ao final da década de 1960, as empresas automobilísticas produziam em massa com rapidez e qualidade, mas não ofereciam muitas opções aos clientes pelo seu sistema produtivo rígido, qualquer acessório específico ou até mesmo uma cor diferente levava meses para ser produzido. Percebendo a necessidade desse mercado, a montadora General Motors (GM) solicitou à empresa Allen-Bradley que desenvolvesse um produto que atendesse essa versatilidade à produção. A empresa que produzia contatores e dispositivos elétricos desenvolveu, em 1968 um equipamento chamado Controlador Lógico Programável (CLP), substituindo os convencionais relés permitindo rápidas modificações no processo produtivo. Essas rápidas mudanças no processo eram feitas através de programação, enquanto nos sistemas convencionais, a relés dependiam de mudanças físicas. Essa tecnologia chegou ao Brasil na década de 1980. Os CLPs são dispositivos digitais que permitem controlar o processo fabril graças a uma memória programável que reúne as instruções e as organizam através de um programa antes de repassarem as

tarefas às máquinas responsáveis, e com o tempo o CLP foi evoluindo e adquirindo novas funções e tornando-se ideais para operações complexas e modulares.

A automação era destinada às indústrias automobilísticas e petroquímicas, mas a medida em que a tecnologia foi dominada, o conceito de automação se encaixou muito bem em outros segmentos como indústrias alimentícias, siderúrgicas, laboratórios, farmácias e até mesmo em residências e automóveis, tornando a automação domesticável.

1.5 Sensores

Conforme Thomazini e Albuquerque (2005) a evolução da automação está ligada à utilização dos sensores. Com o uso dos mesmos, foi possível encontrar uma resposta correta para aplicar nos atuadores. A grande diversidade de sensores vem sendo aperfeiçoada desde os anos 1970. Existem inúmeros tipos de sensores, como por exemplo, indutivos, capacitivos, ultrassônicos, posição, fotoelétricos etc.

Segundo Ribeiro (2004), um sensor é um dispositivo que mensura o valor de uma grandeza física. Esses sensores têm como objetivo apenas mensurar, não efetuando qualquer tipo de alteração ou correção no sistema. Para existir qualquer tipo de mudança, é necessário utilizarmos atuadores, como motores, válvulas ou até mesmo amplificadores, para que o sinal do sensor atue sobre outro componente.

Os sensores podem ser classificados como ativos e passivos. Os sensores ativos medem através da emissão de energia para o ambiente, tendo como exemplo sensores ultrassônicos. Já os sensores passivos, apenas recebem energia do ambiente e as transformam em sinais elétricos.

Conforme Thomazini e Albuquerque (2005), para escolher um sensor adequado a realizar medições necessárias, precisamos considerar algumas características, como as citadas abaixo:

- Sensibilidade;
- Resolução;
- Precisão (exatidão);
- Linearidade;
- Velocidade de resposta;
- Faixa de atuação (range);
- Preço.

1.6 Motores elétricos

Moura (2006) diz que o motor elétrico foi criado em 1866 pelo cientista Werner Von Siemens, quando ele criou o primeiro gerador de corrente que podia funcionar tanto como gerador de eletricidade quanto como motor elétrico. Essa incrível máquina de acionamento revolucionou a indústria, mesmo com o alto custo da época, o motor elétrico apresentava vantagens em relação à máquina a vapor, a roda d'água e a força animal. Isso levou muitos pesquisadores a melhorar a invenção de Siemens. Em 1879 a firma Siemens e Halske apresentou na feira industrial de Berlim a primeira locomotiva acionada por um motor elétrico de dois quilowatts.

Galileu Ferraris, engenheiro eletricista, construiu um motor de corrente alternada de duas fases, dezenove anos passados da descoberta de Siemens. Ele foi o responsável por inventar o motor de campo girante. Depois de Galileu, outro cientista, Nikola Tesla, apresentou a uma empresa norte-americana o protótipo de um motor de indução bifásico. Mas apenas em 1889, que o engenheiro eletricista Dolivo-Dobrowolsky apresentou o primeiro motor trifásico, na ocasião o modelo construído possuía oitenta watts. Dois anos depois, Dobrowolsky desenvolveu a primeira fabricação em série de motores na Europa. O motor era ideal para o acionamento de indústrias e oficinas, pois era de simples construção, silencioso, mais robusto, econômico, e possuía uma ótima partida, exigindo pouca manutenção.

1.7 Microcontrolador

Zanco (2006) aponta que o microcontrolador é a evolução do microprocessador que foi comercialmente lançado pela Intel em 1971. O primeiro microprocessador foi denominado de 4004, constituído por registradores de 4 bits. A ideia partiu do projeto da empresa japonesa Busicom, a qual consistia em criar uma calculadora eletrônica. O engenheiro Marcian Hoff, procurado para desenvolver o projeto pensou em criar algo programável ao invés de simplesmente um chip para calculadora.

A empresa Intel comprou a licença da Busicom e após criar o 4004, se empenhou em otimizar o componente, criando o 8008 em 1972 primeiro processador de 8 bits, e logo em seguida, o 8080 em 1974 com o dobro de velocidade que na época foi um sucesso e se tornou base para os primeiros microcomputadores da época.

Ainda de acordo com Zanco (2006), funcionários que saíram da Intel fundaram a Zilog e lançaram o Z80 em 1976 compatível com o 8080 da Intel, mas com inúmeras vantagens. Neste mesmo ano a Intel lança o 8085 visando maior compatibilidade com o Z80, mas não obtém sucesso e o Z80 vira padrão de mercado em microprocessadores.

Apesar do microprocessador ter sido uma grande invenção, para seu funcionamento se faz necessário utilizar componentes adicionais como memória Rom e Ram, porta paralela, porta serial, temporizadores e conversores AD e DA, onde se obtém uma placa controladora de tamanho razoável. Foi dessa limitação que surgiu a ideia do microcontrolador unificar tudo em um único CI.

O microcontrolador foi desenvolvido pela Texas Instruments no início da década de 1970, aproximadamente na mesma época em que o primeiro microprocessador foi criado pela Intel.

Gary Boone e Michael Cochram criaram o TMS 1000 em 1971, que era um microcontrolador de 4 bits com ROM e RAM incorporados que foi utilizado em suas

calculadoras, de 1972 a 1974. Em 1974, ele foi disponibilizado para comercialização em várias configurações de tamanhos de RAM e ROM, em meados de 1983 cerca de 100 milhões de dispositivos TMS 1000 haviam sido vendidos.

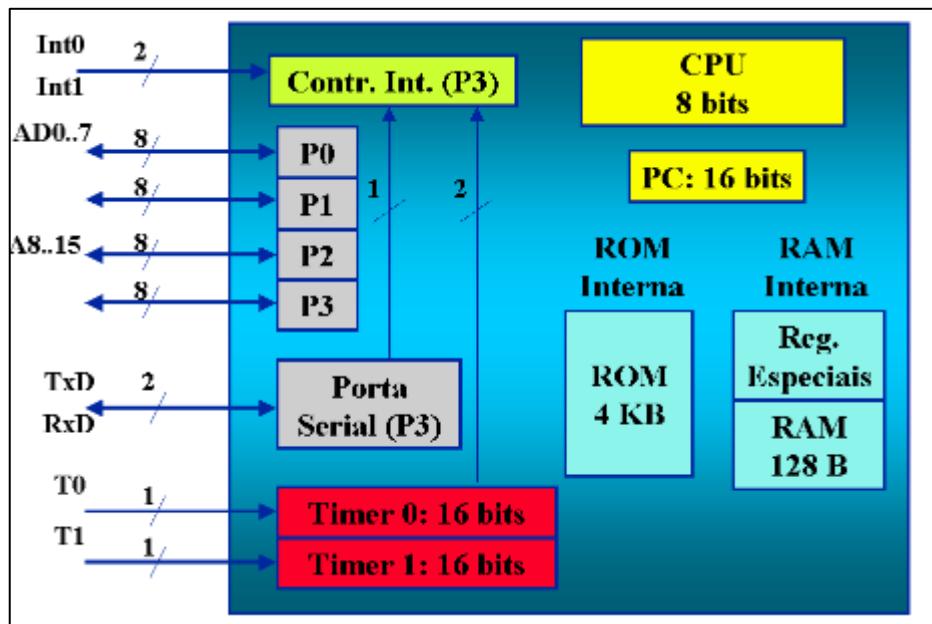
Além de produzir o primeiro microprocessador, a Intel também desenvolveu muitos microcontroladores importantes, dois deles sendo o 8048 e o 8051. Introduzido em 1976, o 8048 foi um dos primeiros microcontroladores da Intel e foi utilizado como o processador no teclado do computador da IBM. É estimado que mais de um bilhão de dispositivos 8048 tenham sido vendidos. O 8051 o seguiu em 1980, e se tornou uma das famílias mais populares de microcontroladores. Variantes da arquitetura do 8051 ainda são produzidas atualmente, tornando o 8051 um dos projetos eletrônicos mais duradouros da história.

A arquitetura do modelo 8051 é composta por uma CPU de 8 bits, um contador de programa (PC) de 16 bits, o que permite até 64 KB de memória de programa, um outro registrador de 16 bits é usado para acessar a memória de dados, o que permite 64 KB de dados, memória RAM interna tem 256 bytes dividida em dois blocos de 128 bytes. O bloco inferior destina-se a trabalhar como memória de dados, enquanto que o bloco superior está dedicado aos registradores especiais que controlam os diversos recursos do microcontrolador. Também oferece quatro portas paralelas de 8 bits, denominadas de P0, P1, P2 e P3. Essas portas são bidirecionais e podem ser usadas para receber ou para gerar sinais digitais. Elas também podem ser acessadas bit a bit, ou seja, cada bit da porta pode ser programado como entrada ou como saída.

Segundo Zanco (2006) com relação ao modelo 8051, quando se usa memória externa ao CI, as portas P0 e P2 são consumidas na construção dos barramentos de endereços e dados. Para a geração de pulsos com duração precisa ou para a medição de intervalos de tempo em sinais digitais, existem dois contadores e temporizadores de 16 bits, denominados de "*Timers*". O bloco denominado "Controlador de Interrupções" trabalha com cinco interrupções. Duas dessas interrupções podem ser pedidas externamente através dos pinos INT0 e INT1, sendo que outras duas interrupções podem ser provocadas pelos contadores e temporizadores. A quinta interrupção é gerada pela porta serial.

Esta arquitetura especifica uma porta serial capaz de atender aos requisitos mais usuais de comunicação, por isso a quantidade de bits e a velocidade são programáveis, e a porta serial gera uma interrupção tanto na transmissão, quanto na recepção de um byte, conforme ilustra a figura 1.4.

Figura 1.4 – A arquitetura 8051



Fonte: www.mzeditora.com.br, 2014

Hoje em dia, uma grande quantidade de fábricas de semicondutores oferece microcontroladores. Dentre elas, citamos a Zilog com sua família Z8, a National com o COP8, a Motorola com o 6811 e a Microchip com seus PICs.

Os microcontroladores operam a uma frequência muito baixa se comparados com os microprocessadores atuais, no entanto são adequados para a maioria das aplicações de controle. Tem consumo na casa dos miliwatts e geralmente possuem modo de espera (*Sleep* ou *Wait*) aguardando por uma interrupção ou evento externo, como por exemplo, o acionamento de uma tecla, ou um sinal que chega via uma interface de dados.

Os microcontroladores PIC são uma família de microcontroladores fabricados pela Microchip Technology, que processam dados de 8 bits, 12 bits, 14 bits e 16 bits de núcleo de processamento e trabalham em velocidade de 0Hz (ou DC) a 48MHz

usando ciclo de instrução mínimo de 4 períodos de *clock*, permitindo que uma velocidade chegue ao máximo de 10 MIPS. Há o reconhecimento de interrupções tanto externas, como de periféricos internos. Funcionam com tensões de alimentação de 2 V a 6 V e os modelos possuem encapsulamento de 6 a 100 pinos.

1.8 Arduino

Segundo Prates (2013) o Arduino foi criado em 2005, na cidade de Ivre, na Itália, pelo professor Massimo Banzi, ele desejava ensinar eletrônica e programação de computadores para seus alunos do curso de design, porém encontrava muita dificuldade, uma vez que não eram alunos da área de exatas habituados com programação e eletrônica. Pensando nestes problemas, Massimo Banzi convidou o engenheiro eletrônico David Cuartielles para projetar sua própria placa e um aluno da Interaction Design Institute, David Mellis, que ficou responsável por desenvolver a linguagem de programação.

Massimo contratou Gianluca Martino para criar o protótipo comercial para fabricação em grande escala. A princípio foram fabricadas somente duzentas placas, vendidas a escolas com o lucro de cerca de um Euro. A nova placa foi chamada Arduino devido um bar frequentado por membros do corpo docente e alunos do instituto. O Arduino popularizou-se e alunos de outras áreas como os de engenharia começaram a se interessar pelo mesmo, a demanda de solicitações aumentou e foram criadas diversas versões de placas. Estima-se que já foram vendidas 300.000 placas.

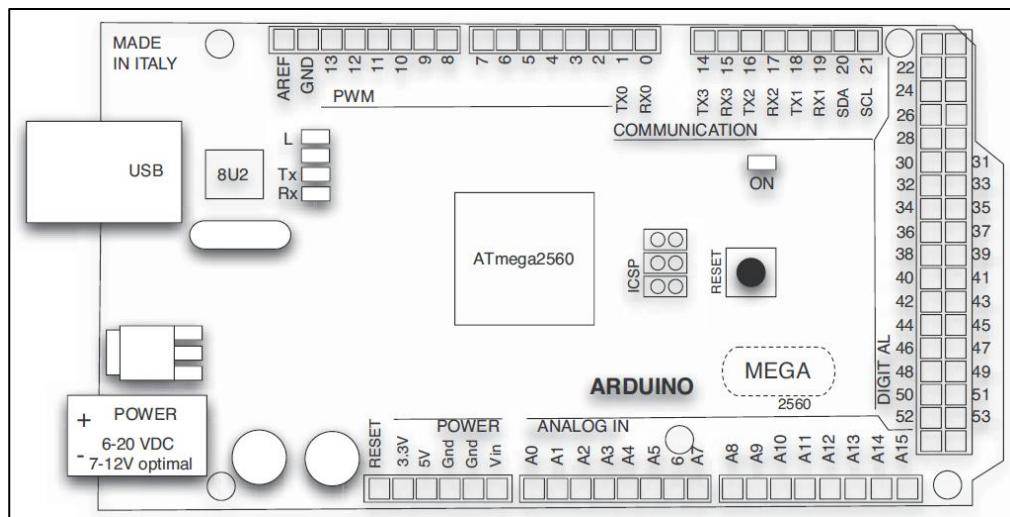
Das diversas versões de placas criadas todas partem da mesma concepção um microprocessador de 8 bits Atmel AVR *reduced instruction set computer* (RISC).

1.8.1 Arduino Mega

Segundo Prates (2013) o Arduino Mega tem um ganho significativo de entrada-saída em relação ao Arduino padrão, portanto, é ideal para aplicações com grande quantidade de I/O, ou com a necessidade de utilizar mais de uma porta serial de hardware no caso do Mega possui quatro, ele possui também 54 pinos digitais de I/O, cujo 14 podem fornecer saída analógica, 16 pinos de entrada analógica.

. A comunicação SPI e o suporte para dispositivos I2C/TWI estão também disponíveis. A placa também inclui um conector ICSP e um botão de reset. Um ATmega8U2 substitui o chipset FTDI usado pelo seu antecessor e processa a comunicação serial USB a figura 1.5 mostra o layout da placa.

Figura 1.5 – Layout Arduino Mega



Fonte: NOVATEC, 2013

1.9 Sistema de comunicação

Segundo Sacco (2015) existem dois tipos de comunicação, paralela e serial. A comunicação paralela se caracteriza por possuir uma via para cada bit de comunicação, ou seja, a quantidade de fios físicos usados para transmitir os dados a partir de um dispositivo implica em mais de um fio além da conexão de alimentação, geralmente utilizado em máquinas do tipo impressora.

Os principais tipos de comunicação paralela são:

- GPIB;
- ISA;
- ATA;
- SCSI;
- PCI;
- Front side bus;
- IEEE-488.

A comunicação serial tem como principal característica a transmissão ou recebimento de um bit por vez, ou seja, a quantidade de fios físicos usados para transmitir os dados a partir de um dispositivo implica em um fio, esse tipo de comunicação é dividido em síncrona e assíncrona.

1.9.1 Comunicação serial síncrona

Segundo Cugnasca (2006) possuem dois fios onde um é para enviar o valor de bit de dados e outro para sincronismo, onde cada pulso de *clock* é transmitido um bit válido, sua transferência é feita em blocos onde cada bloco contém:

- Caracteres de sincronismo;
- Dados;
- *Check* de erro.

Os principais tipos de comunicação serial síncrona são:

- RS-232;
- RS-423;
- RS-485;
- Ethernet;
- SPI;
- I2C;
- SMBus;
- Memory Sticky Serial.

1.9.2 Comunicação serial assíncrona

Segundo Cugnasca, possuem apenas um fio e usa como sincronismo o tempo, onde cada período de tempo transmite ou recebe um bit, possui como sinal de controle bits para indicar início ou fim da transmissão de um caractere, sua transferência é feita por bytes onde cada byte contém:

- Start bit;
- Bit de paridade;
- Stop bit.

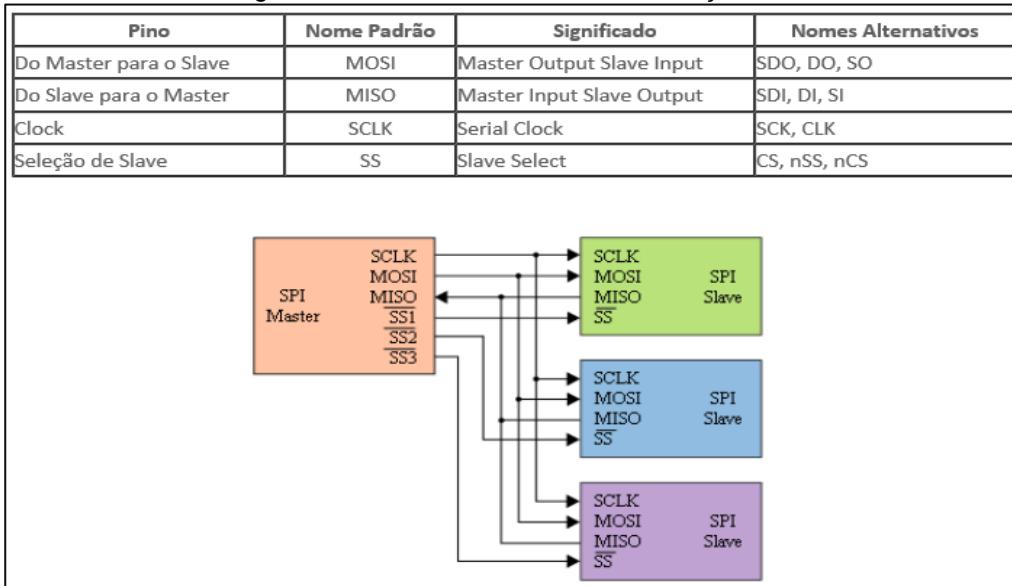
Os principais tipos de comunicação serial assíncrona são:

- RS-232;
- RS-423;
- RS-485;
- USB;
- IEEE-1349;
- CAN.

1.9.3 Comunicação SPI

Segundo Pinheiro (2015) o SPI é um protocolo de comunicação do tipo mestre/ escravo o que lhe permite executar em modo *full duplex* ele não é padronizado podendo haver variações de uso dependendo do fabricante que utiliza este protocolo. Os pinos de comunicação entre dispositivos SPI podem ser ilustrados conforme a figura 1.6.

Figura 1.6 – Pinos básicos da comunicação SPI



Fonte: SACCO, 2014

O sinal de SS funciona como seleção de escravo, ou seja, o mestre pode escolher com qual dos escravos se comunicar. É um sinal em nível baixo, que seleciona o dispositivo quando o pino de SS encontra-se em nível baixo. Muitos dispositivos utilizam este sinal como sincronismo de frame.

2 METODOLOGIA

Este capítulo é dedicado ao caminho percorrido para a realização do trabalho e encontra-se inserida uma sequência de etapas para a construção lógica do trabalho.

Severino (2002) aponta que a metodologia é a preparação metódica e planejada de um trabalho científico, compreendendo uma sequência de etapas:

- determinação do tema – problema do trabalho;
- levantamento da bibliografia referente ao tema proposto;
- leitura e documentação dessa bibliografia após a seleção;
- construção lógica do trabalho;
- redação de texto.

A construção lógica do trabalho tem como base as normas da ABNT e o manual de TCC da Fatec São Bernardo do Campo. O texto está escrito em uma linguagem simples, concisa, seguido de um raciocínio lógico.

2.1 Problema e a justificativa

O TCC intitulado **Bicicletário Automatizado** trata-se de um projeto de automação fundamentado em uma pesquisa de natureza experimental. Tem por objetivo construir um sistema de armazenamento de bicicletas de forma ágil, prática e tecnológica, dando aos usuários segurança e confiabilidade.

Para a construção lógica do trabalho são utilizadas sequências de etapas:

Primeira etapa: a ideia de construir este projeto originou-se a partir de uma conversa no estacionamento da Fatec São Bernardo do Campo. Discutiu-se em uma maneira de construir uma grande edificação com um sistema automatizado central, que pode recolher a bicicleta e alojá-la em sua devida vaga, mantendo-a segura e livre da ação do tempo.

Com base na dificuldade encontrada atualmente para se estacionar uma bicicleta, pesquisa-se maneiras de tornar este processo de armazenagem uma ação fácil de ser realizada pelo usuário, dando segurança e proteção a seu patrimônio.

Segunda etapa: como a bibliografia tem por objetivo dar sustentação ao trabalho, fez-se uma vasta leitura de livros, artigos, revistas, boletins técnicos e sites.

Terceira etapa: após a leitura de uma vasta bibliografia fez-se a classificação das mesmas e são selecionadas aquelas que especificamente interessam para dar sustentação ao trabalho, conforme capítulo 1 – fundamentação teórica.

Quarta etapa: estudo da viabilidade econômica dos materiais a serem adquiridos, servomotores, fim de curso, motores AC e DC, sensores, microcontrolador, rolamentos, componentes eletrônicos, materiais utilizados no protótipo, o custo para a confecção de chapas de acrílico cortadas a laser e peças fabricadas em processo de usinagem e realizada a aquisição, conforme ilustra a tabela 2.1 (apêndice D).

Quinta etapa: pesquisou-se um dos principais componentes, que é o servomotor de giro livre para transmissão do fuso da plataforma elevatória, que tem a função de movimentar verticalmente a bicicleta, e outro para a rotação da base que tem a função de posicionar o ângulo da bicicleta.

Após testes realizados definiu-se a utilização do servomotor, pois o motor de passo não atingiu torque necessário.

Sexta etapa: para a movimentação do sistema coleta da bicicleta, é utilizado um motor DC com transmissão por engrenagens e cremalheira, fazendo o movimento linear que leva a garra até entrada do bicletário. Para abertura e fechamento da garra, será utilizada uma bobina solenoide, que é semelhante a de fechadura de portão elétrico.

Sétima etapa: para testar o funcionamento do mecanismo, utilizou-se Arduino pela sua simplicidade, porém o dispositivo usará PIC, portanto é necessária a transcrição das lógicas do código do Arduino para a linguagem C, natural do PIC.

Oitava etapa: definiu-se a geometria da estrutura física do bicicletário através do desenvolvimento e criação utilizando o software *Solid Works*.

Nona etapa: definiu-se o escopo da plataforma elevatória, que faz a movimentação vertical da bicicleta, através de desenhos feitos no software *Solid Works*.

Décima etapa: ainda utilizando o software *Solid Works*, projetaram-se modelos de garra, que foi escolhida entre elas, pelo melhor desempenho.

Décima primeira etapa: foi construída a estrutura externa do bicicletário, utilizando placas de acrílico cortadas a laser. Também construído o mecanismo interno com a função de rotação e elevação da plataforma que faz o transporte da bicicleta a sua devida posição.

Décima segunda etapa: em paralelo com o desenvolvimento mecânico são testados circuitos eletrônicos de potência e controle através do software *Isis Protheus*, escolhido para simulações.

Décima terceira etapa: após montar e testar circuitos na *protoboard* é decidido separar o circuito em duas placas, uma de potência e outra de controle (PIC).

Décima quarta etapa: foram confeccionadas as placas com o processo de corrosão do cobre, existente na placa de fenolide, com o agente químico percloroeto de ferro. Logo após passaram por um processo de testes de continuidade.

Décima quinta etapa: foi adotado um display 16X2 posições e um módulo RFID. Após iniciar o desenvolvimento do programa, surgiram barreiras na comunicação entre o RFID e o PIC, adotou-se então o microcontrolador Arduino.

Décima sexta etapa: definiu-se a lógica do programa através de um fluxograma. A partir daí são escritos os códigos do programa.

Décima sétima etapa: realiza-se testes com o código desenvolvido, com o circuito eletrônico e com a estrutura mecânica, e encontram-se falhas em algumas partes do código e na parte eletrônica.

Décima oitava etapa: confeccionou-se uma nova placa e foram feitos ajustes no código de programação. Executa-se o processo completo sem falhas.

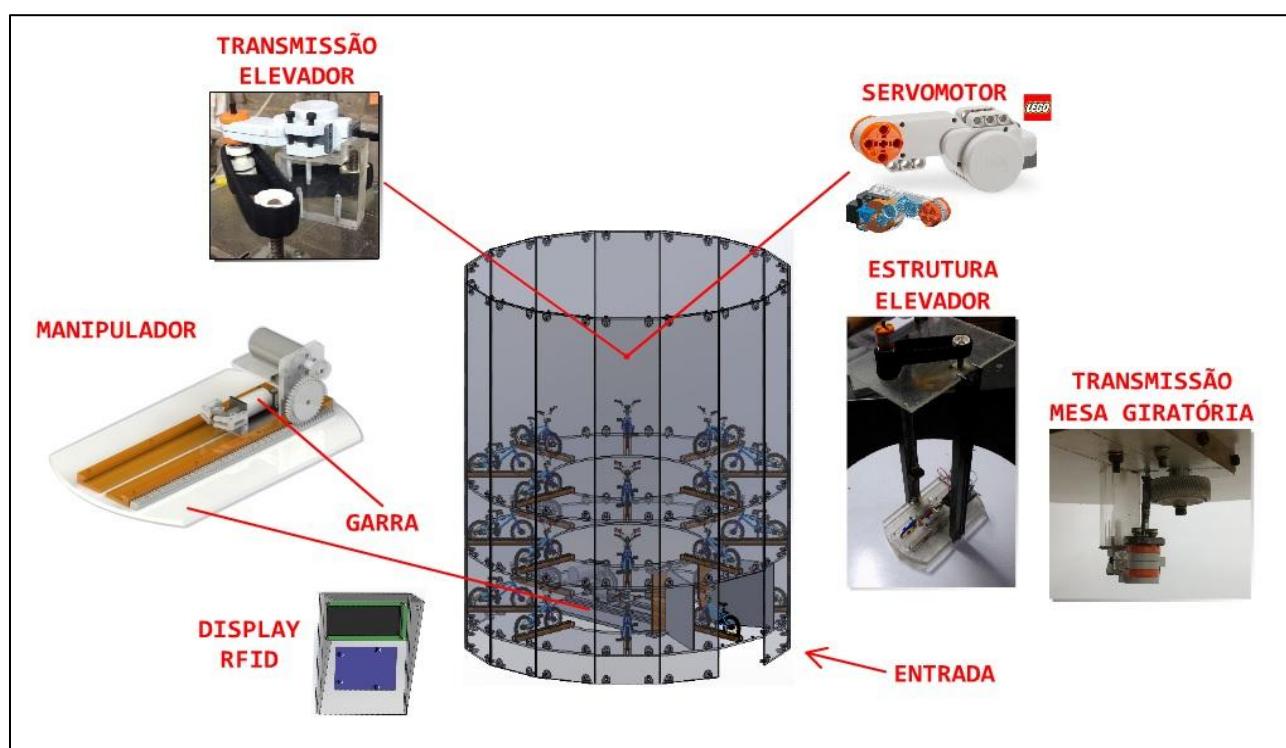
3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O projeto intitulado Bicicletário Automatizado consiste na união de uma estrutura mecânica conciliada a motores e circuitos eletrônicos de controle que simula o armazenamento de bicicletas. A dimensão do projeto é concebida em escala 1:10, empregando algumas peças fabricadas pela empresa *Lego Education*.

3.1 Descritivo de funcionamento

O bicicletário funciona quando o usuário deposita a bicicleta em uma estação apropriada na entrada do bicicletário, e utiliza um cartão para a identificação da sua bicicleta. Essa identificação é feita por um sistema RFID (*Radio Frequency Identification* – Identificação por Rádio Frequência) (anexo A), que gera um número chave (TAG) e o associa ao cartão. Após gerar esse número, a porta do equipamento se abre através de um servomotor (anexo B) e o sistema captura a bicicleta através do manipulador por uma garra. O diagrama abaixo representa o sistema.

Figura 3.1 - Diagrama do sistema



Fonte: Autoria própria, 2015

O conjunto leva a bicicleta para uma vaga que está vazia, a verificação de vagas não é através de sensores e sim por uma concepção de matriz inserida na programação.

A vantagem desse tipo de equipamento é que há pouco risco e acidente, uma vez que o conjunto só é acionado quando o usuário já não está mais próximo da bicicleta. Toda a movimentação de elevação é feita por programação e não necessita de intervenção humana diminuindo possíveis erros e agilizando o processo.

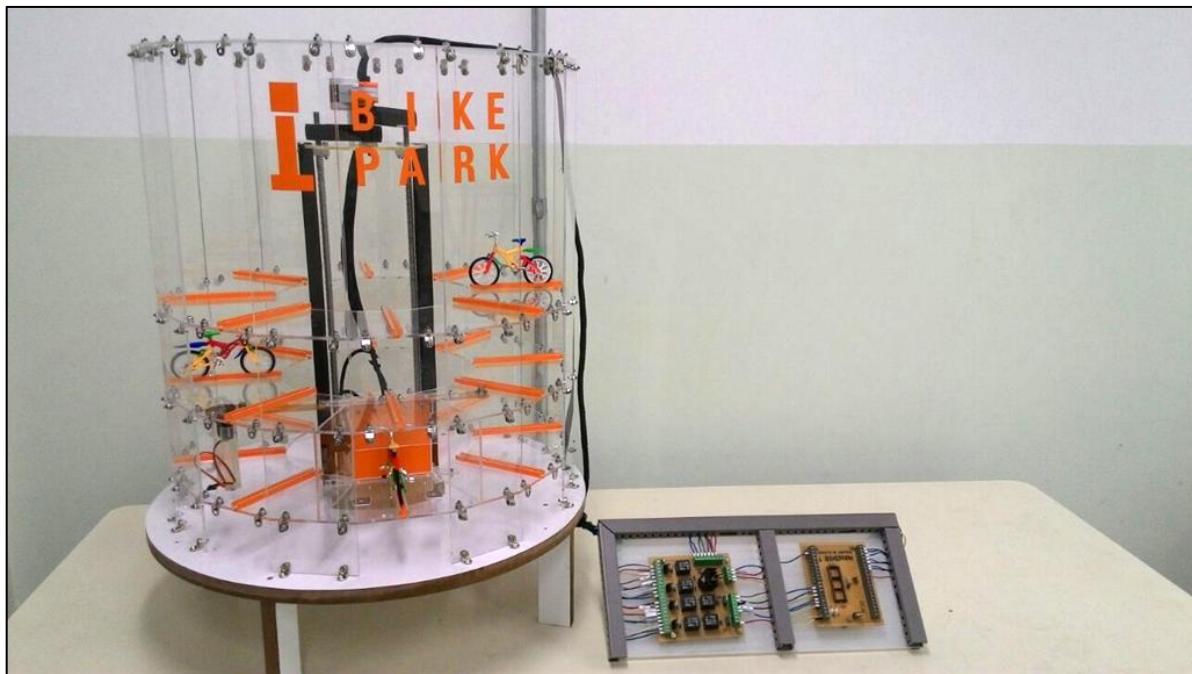
3.2 Descritivo de técnico

Na construção do protótipo utiliza-se um microcontrolador programado com as condições necessárias para operar. São utilizados dois servomotores (anexo C), um para a mesa giratória, que utiliza redução por engrenagens, e o outro para o elevador, que é feito a transmissão através de polias e correias para um fuso trapezoidal. A estrutura do protótipo é parte cortada no laser e parte confeccionada manualmente, praticamente 95% em acrílico e 5% em perfil de alumínio.

Em escala real para o controle pode-se usar de forma análoga, um CLP que teria uma maior e capacidade de utilização, fuso de esfera que permite uma maior velocidade e precisão e a estrutura de aço. É importante salientar que o protótipo não é construído nessa concepção devido a custo.

Para analisar a viabilidade do projeto foi desenvolvido um plano de negócio conforme apêndice A. A conciliação dos conhecimentos teóricos e pesquisas específicas, adicionados a vivência profissional de cada integrante do grupo possibilitou a construção desse projeto cujo resultado final pode ser ilustrado pela figura 3.2.

Figura 3.2 - Bicicletário automatizado



Fonte: Autoria própria, 2015

3.3 Construção mecânica do projeto

Iniciou-se a busca de materiais considerando utilizar materiais viáveis e funcionais, mas com valor agregado relativamente baixo.

A primeira montagem do projeto foi a plataforma elevatória utilizando material de sucata, utilizou-se dois perfis de alumínio de 450 mm como coluna de sustentação e duas placas de MDF 150 X 250 mm conforme figura 3.3.

Figura 3.3 - Plataforma



Fonte: Autoria própria, 2015

Em seguida, alterou-se a plataforma de MDF para acrílico e utilizou-se uma barra roscada em conjunto com uma porca fixada em uma peça de tecnopolímero para a elevação da plataforma conforme figura 3.4.

Figura 3.4 - Barra roscada



Fonte: Autoria própria, 2015

A barra roscada não foi funcional e tornou o sistema lento devido ao pequeno passo entre os filetes da rosca e foi trocada por um fuso trapezoidal com castanha de passo maior, dando maior agilidade ao sistema conforme figura 3.5.

Figura 3.5 - Barra roscada



Fonte: Autoria própria, 2015

Após a troca do fuso, foi possível observar a otimização do sistema elevatório, realizando testes de subida e descida por inúmeras vezes. No elevador, a transmissão do servomotor para o fuso utilizou-se peças, polias e correias dentadas de lego conforme figura 3.6.

Figura 3.6 - Polias e engrenagens



Fonte: Autoria própria, 2015

Nesse momento os testes são realizados de forma manual sem utilizar o circuito de controle. Após constatação do funcionamento foi construído um suporte de MDF para fixação do motor conforme figura 3.7.

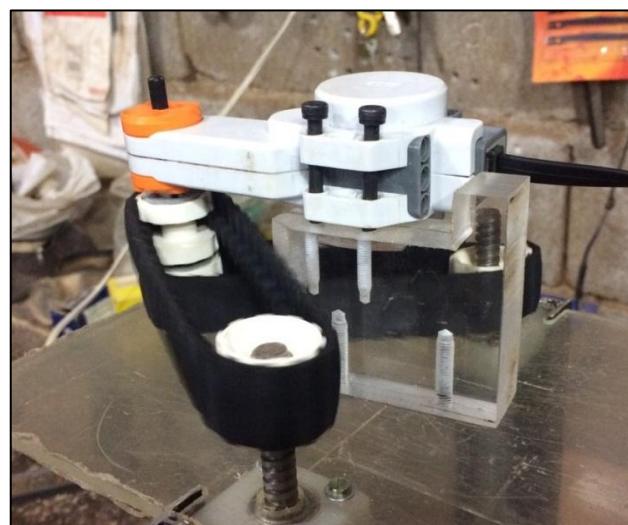
Figura 3.7 - Suporte de MDF



Fonte: Autoria própria, 2015

O suporte de MDF não suportou torque do parafuso que fixou o motor, é substituído por um suporte de acrílico.

Figura 3.8 - Suporte de acrílico



Fonte: Autoria própria, 2015

Para a mesa rotativa é utilizado uma transmissão com redução entre engrenagens de dentes helicoidais, que suaviza seu movimento. Também são confeccionadas duas peças de tecnopolímero para transmissão entre o servo e a mesa rotativa, um flange e uma haste para a fixação da engrenagem conforme figura 3.9.

Figura 3.9 - Flange de tecnopolímero



Fonte: Autoria própria, 2015

A rosca feita na haste espanou, e foi necessário confeccionar uma nova peça de metal para evitar o mesmo imprevisto. Esta é fabricada de aço inteiriço e logo após foi fixado à engrenagem maior do sistema de redução. Para a transmissão com o servomotor é utilizada uma flange ligada ao eixo da engrenagem menor conforme figura 3.10.

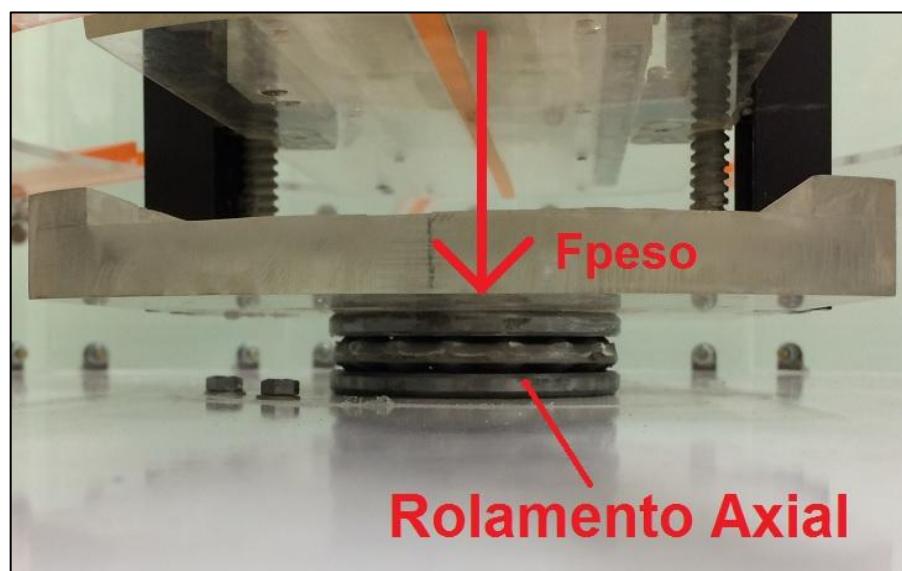
Figura 3.10 - Transmissão de engrenagens com redução.



Fonte: Autoria própria, 2015

Um rolamento axial é adicionado entre a mesa giratória e a base para reduzir a força peso da estrutura exercida sobre o eixo. Para melhor entendimento do sistema pode-se observar a figura 3.11.

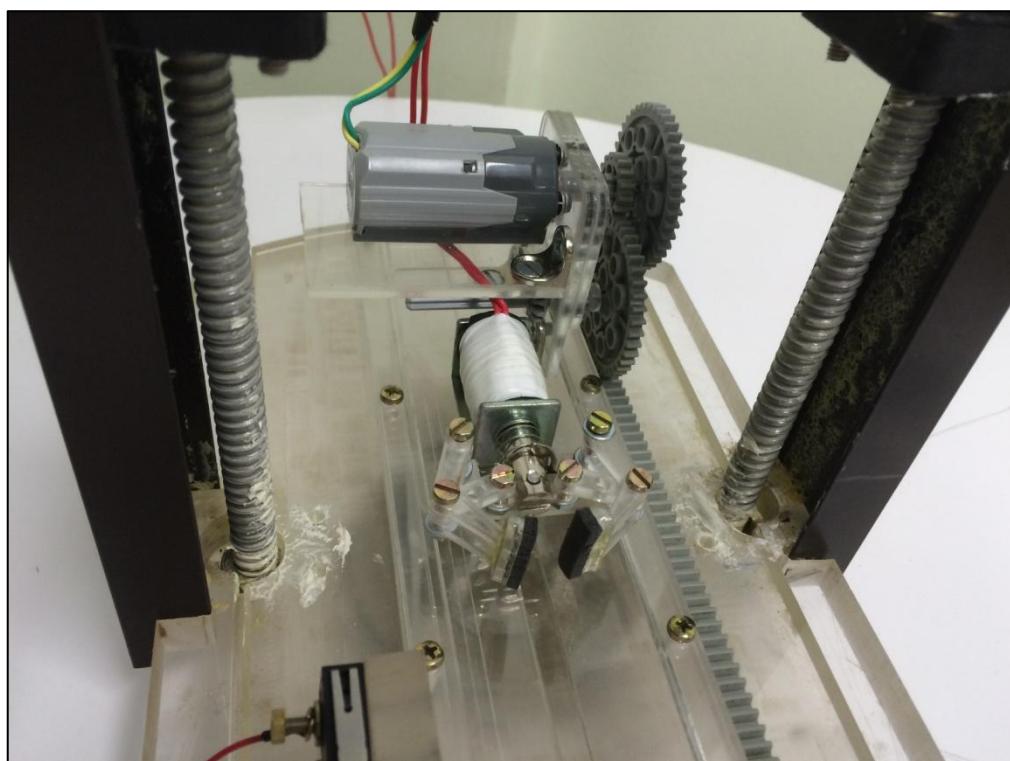
Figura 3.11 - Sistema de rotação



Fonte: Autoria própria, 2015

Em seguida, é desenvolvido o sistema de captura e devolução da bicicleta, que consiste no movimento de avanço e retorno do conjunto da garra através de um motor com engrenagens e cremalheira. Sobre esse conjunto, também é fixado uma bobina solenoide acoplada no mecanismo de uma garra para sua abertura e fechamento. Todo este conjunto tem como avanço e retorno, um motor DC de 8 V e é interrompido através de contatos fim de curso conforme mostra figura 3.12.

Figura 3.12 - Conjunto da garra



Fonte: Autoria própria, 2015

Após a construção de toda estrutura de transporte, que é composta pelo elevador, a mesa giratória e conjunto da garra, iniciou-se a construção da estrutura externa do bicicletário.

A estrutura externa consiste em três plataformas alinhadas em alturas diferentes, que representam os andares do bicicletário, sustentadas por placas laterais que são fixadas em seu perímetro. A plataforma contém marcações das posições das vagas onde são colados seus respectivos trilhos.

Figura 3.13 – Estrutura externa em acrílico

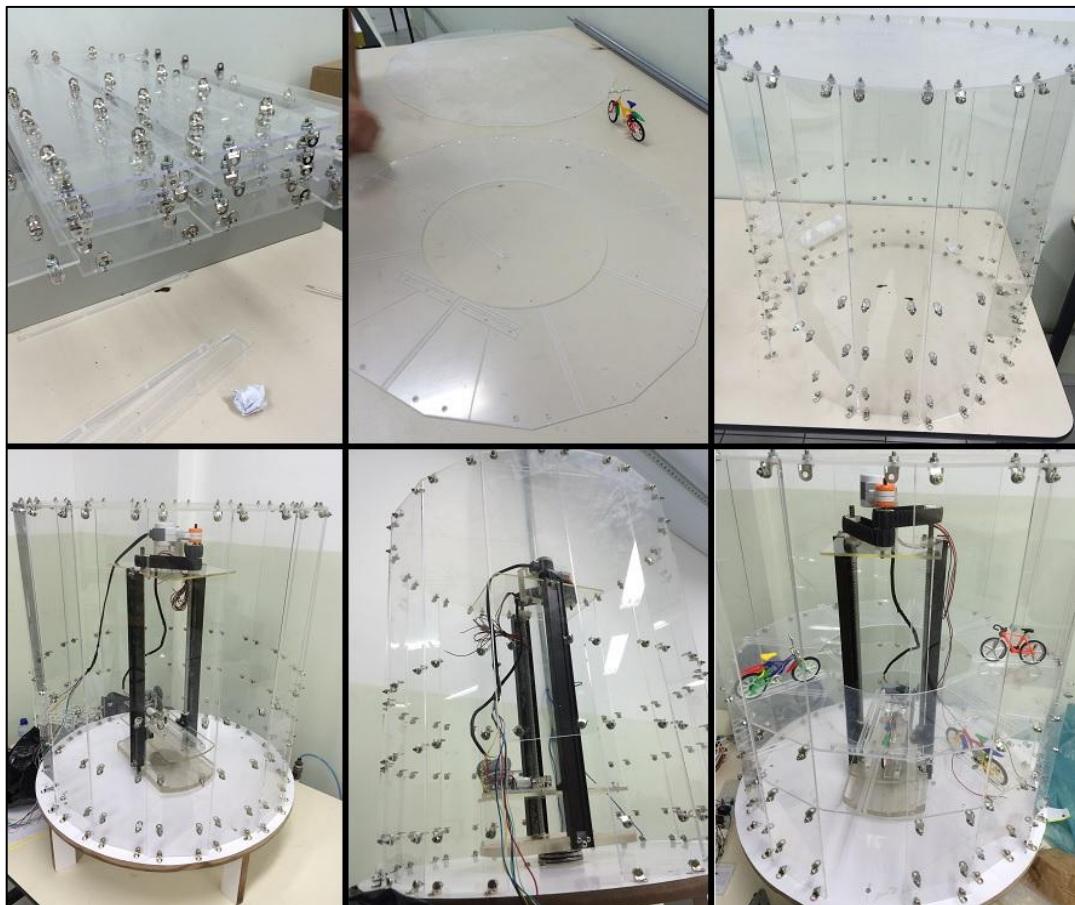


Fonte: Autoria própria, 2015

Dando andamento nessa montagem, fixam-se primeiramente as cantoneiras nas placas laterais, que por sua vez servem de base para adicionar cada plataforma, gradativamente, utilizando parafusos, porcas e arruelas.

Demarcado o ponto de fixação central da estrutura e em seguida é fixado à base como mostra a figura 3.14.

Figura 3.14 – Estrutura externa montada



Fonte: Autoria própria, 2015

Utiliza-se adesivo de cor laranja para que áreas de maior destaque, como vagas e porta, ganhem melhor visibilidade e entendimento, conforme a figura 3.15.

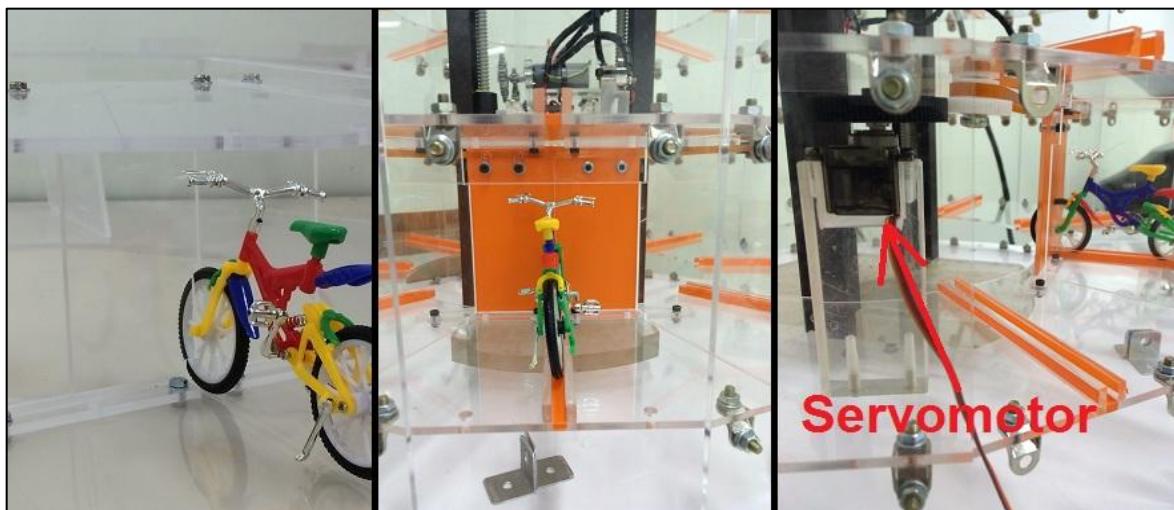
Figura 3.15 – Estrutura externa adesivada



Fonte: Autoria própria, 2015

Após a fixação da base, é construída a entrada do bicicletário. Esta corresponde a uma divisão em uma de suas laterais onde possui um trilho de entrada e uma porta automática. A porta automática é controlada por um servomotor de 180°, ligado a uma correia dentada, fazendo com que cada metade da porta trabalhe no sentido oposto uma da outra. Também possui um espaço reservado para que o usuário possa inserir parte da roda dianteira da bicicleta e mantê-la equilibrada, conforme a figura 3.16.

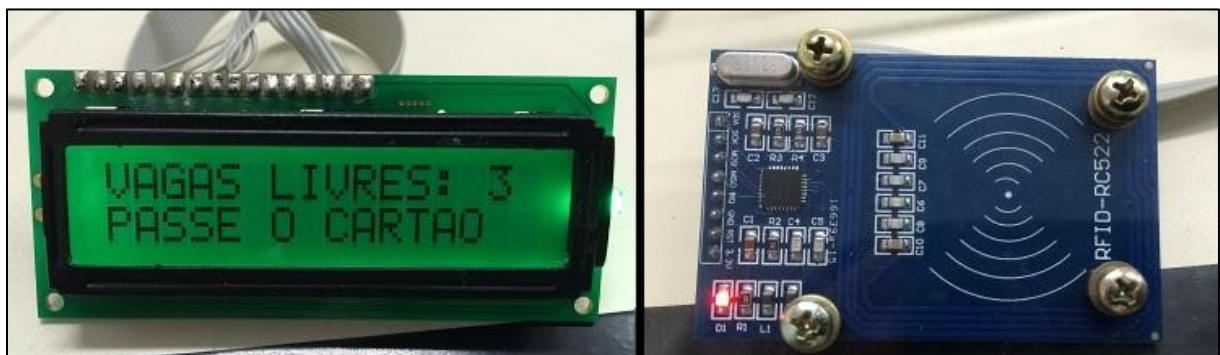
Figura 3.16 – Porta de entrada



Fonte: Autoria própria, 2015

Na entrada, é colocado um painel de acesso constituído por um display LCD 16x2 e um módulo RFID-RC522 para a interface com o usuário, de acordo com a figura 3.17.

Figura 3.17 – LDC e módulo RFID



Fonte: Autoria própria, 2015

Após finalizar a construção de todo mecanismo e estrutura do bicicletário, iniciou-se o desenvolvimento dos circuitos eletrônicos.

3.4 Desenvolvimento eletrônico

Inicialmente montou-se o circuito provisório em uma *protoboard* para realização de testes de controle. Após constatar o funcionamento do mecanismo através do circuito criado, desenvolve-se um circuito para potência e um circuito para controle utilizando o software Isis Proteus.

3.4.1 Circuito de potência

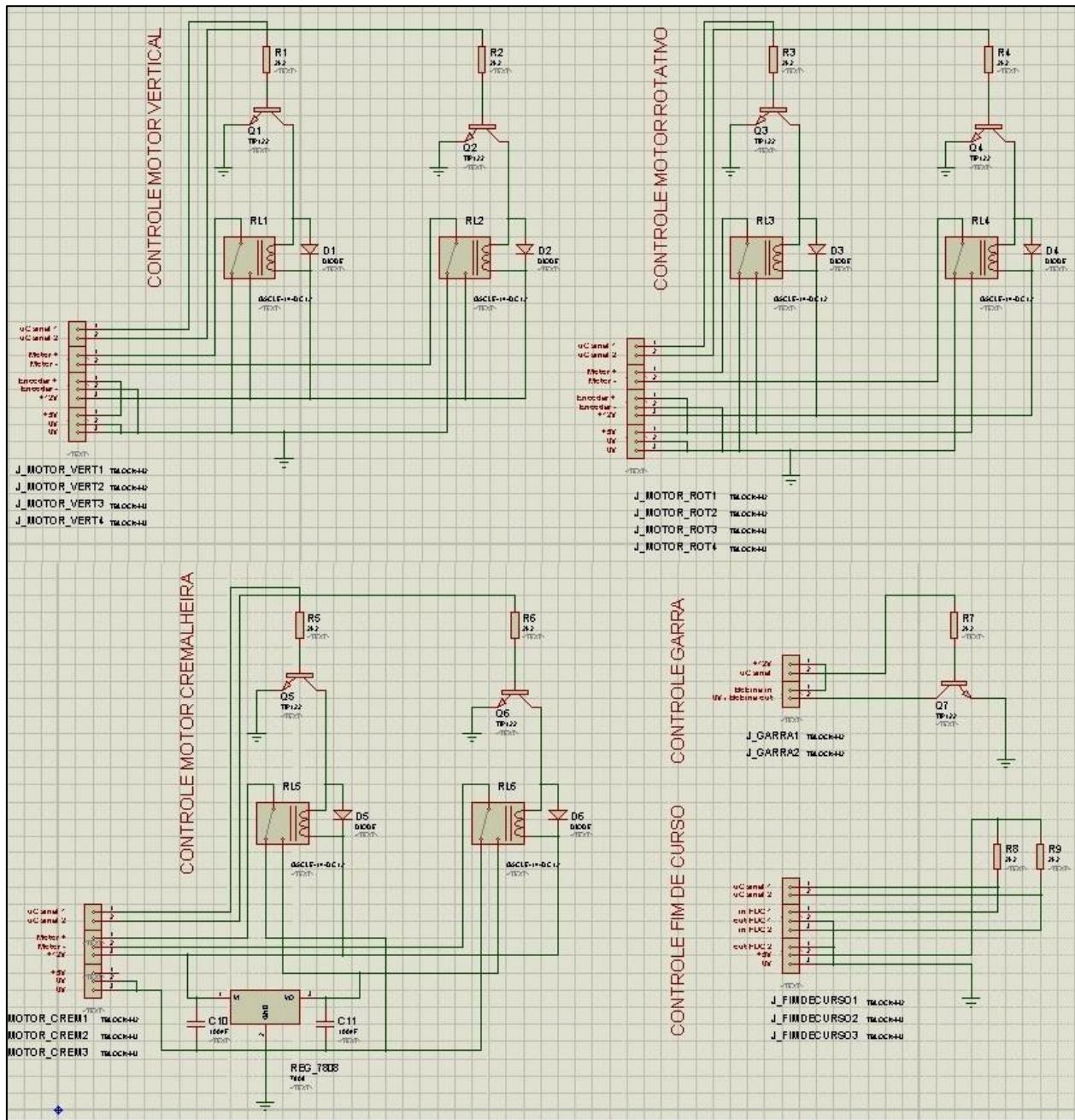
O Circuito de potência é desenvolvido para acionamentos e comandos enviados pelo microcontrolador. Uma contagem de pulsos enviados pelo *encoder* do motor é armazenada em variáveis de programação e sinais para a alimentação dos motores são enviados através de relés chaveados por um transistor NPN, fazendo então a polarização e direção que o motor deve seguir.

A movimentação do conjunto da garra depende do acionamento de contatos de fim de curso, que quando tem seus contatos fechados, enviam sinal lógico 1 para o microcontrolador indicando sua posição. Para o controle da alimentação do motor foi utilizado um regulador de tensão LM7808 que tem como função converter 12V para 8V.

O controle da garra é feita pelo acionamento do microcontrolador em um transistor TIP122, que permite a passagem da corrente elétrica pela bobina solenoide.

Pode-se observar todo o circuito eletrônico de acordo com a figura 3.12.

Figura 3.12 – Circuito de potência



Fonte: Autoria própria, 2015

3.4.2 Circuito de controle

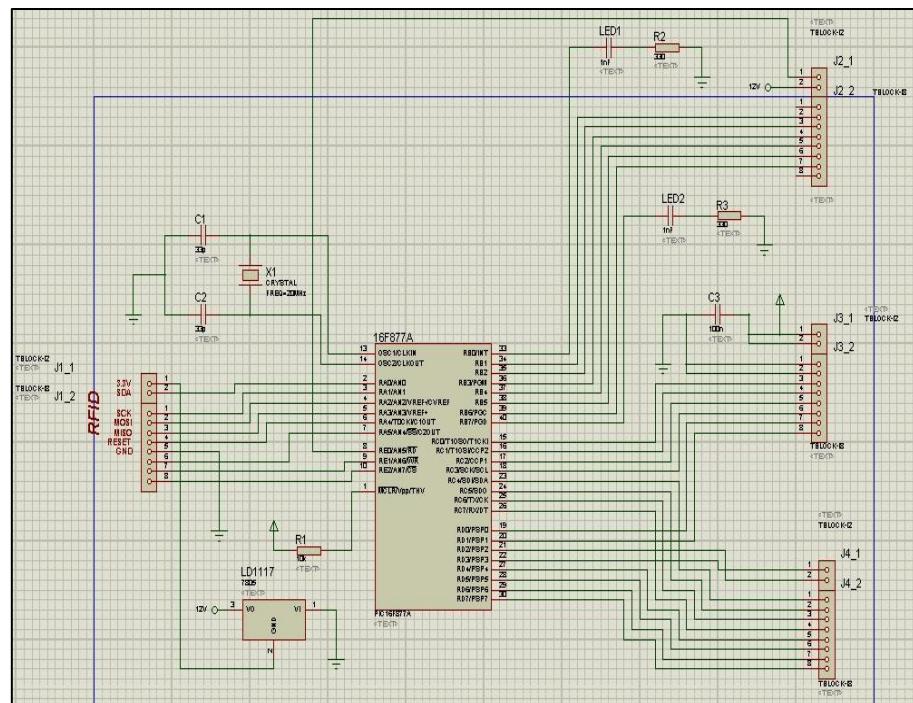
O circuito de controle é desenvolvido com o propósito de facilitar as conexões entre o microcontrolador e o circuito de potência, tendo em vista todos os elementos e componentes necessários para o melhor desempenho do hardware.

Para a conexão com o módulo RFID MCR5222, é utilizado parte dos conectores de acordo com necessidade. Para a alimentação do mesmo é incluído um regulador de tensão LD1117 que tem como função transformar 12 V para 3,3 V.

Com a definição da frequência de trabalho para o microcontrolador, é utilizado um cristal (X1) de 20 MHz, que está aterrado por dois capacitores cerâmicos de 33 pF (C1 e C2).

A inclusão de um capacitor cerâmico de 100 nF (C3) entre a alimentação (VDD) e o GND (VSS) do microcontrolador tem como finalidade filtrar ruídos na tensão de entrada que podem ser geradas no circuito. A figura 3.13 ilustra o circuito de controle.

Figura 3.13 – Circuito de controle

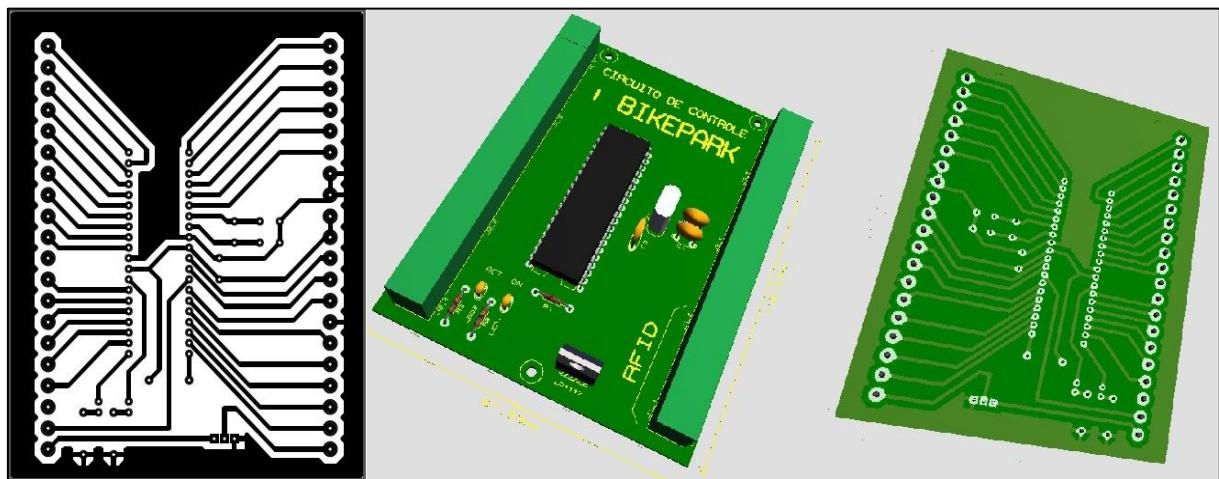


Fonte: Autoria própria, 2015

3.4.3 Placas de circuito impresso

Utilizando o *software Ares*, são importados os circuitos elétricos desenvolvidos para que se crie o *layout* da placa. Com isso é realizado o posicionamento dos componentes, o traçado de trilhas de cobre e o dimensionamento da placa. Ao final, utiliza-se o *software* para exportar a visualização 3D e o *layout* da placa de controle, conforme mostra as figuras 3.14.

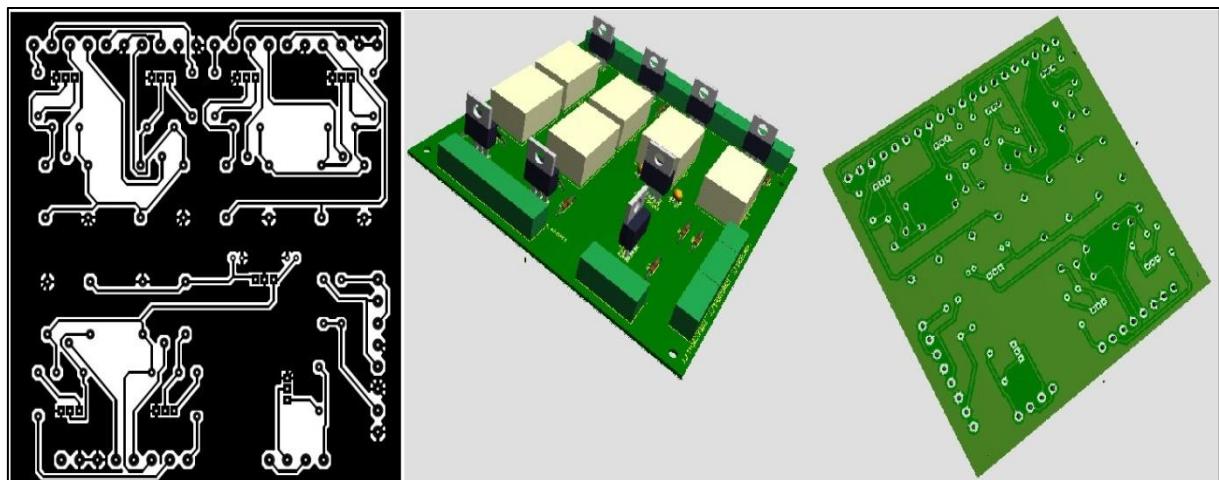
Figura 3.14 - Trilhas e visualização 3D da placa de controle



Fonte: Autoria própria, 2015

Também desenvolve-se o circuito de potência, e com o auxílio do *software Ares* e projeta-se o *layout* da placa inserindo todos os elementos e componentes necessários para o acionamento dos motores, conforme ilustra a figura 3.15.

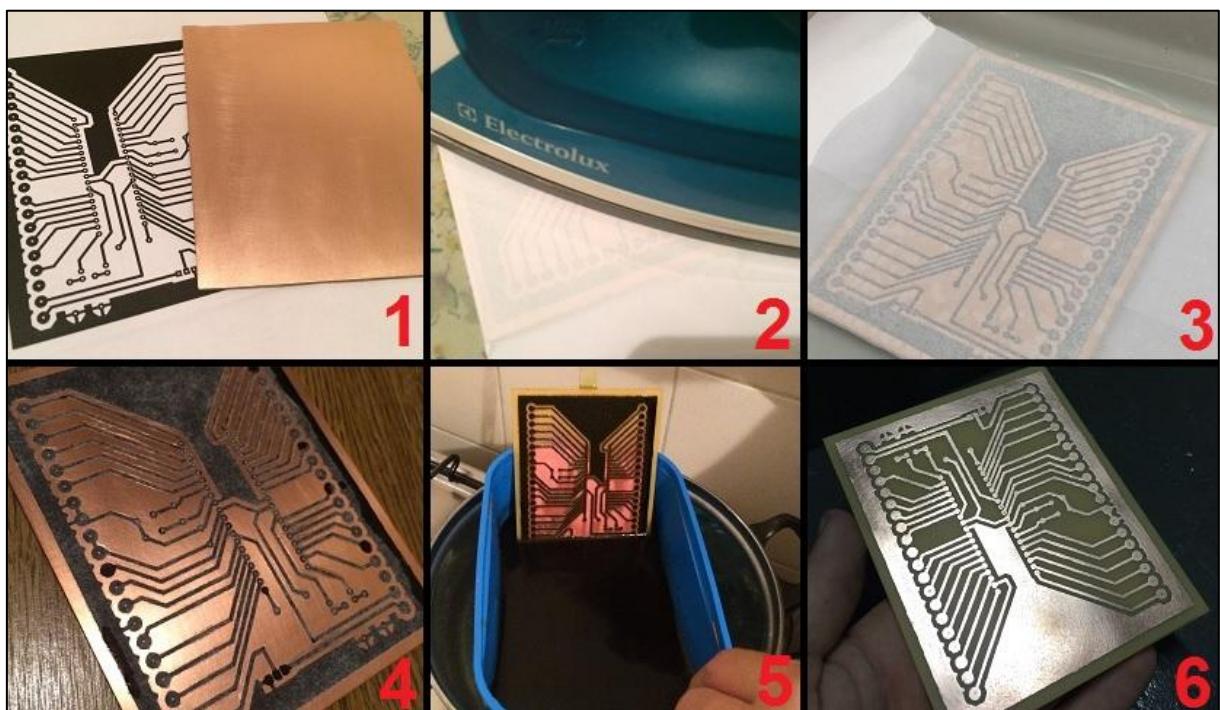
Figura 3.15 - Trilhas e visualização 3D da placa de potência



Fonte: Autoria própria, 2015

Dando continuidade, inicia-se a confecção das placas de circuito impresso. Primeiramente é feito a impressão do layout das trilhas previamente desenvolvido (1). Em seguida posiciona-se a impressão sobre uma placa de fenolide com face de cobre e utiliza-se um ferro de passar quente para transferir a tinta do papel para a placa (2). Logo em seguida, a placa é depositada em um recipiente com água fria (3). Após a absorção da água pelo papel, removem-se as sobras deixando apenas a tinta sobre a placa (4), que em seguida é submersa na solução de percloro de ferro a fim de remover o cobre em toda parte não coberta pela tinta (5), restando somente o fenolide. Após esse procedimento, a placa é lavada com água para retirar os resíduos da solução. A placa é limpa com uma esponja de aço removendo o restante da tinta que compõe o *layout* deixando apenas as trilhas de cobre sobre a placa (6), conforme ilustra a figura 3.16.

Figura 3.16 - Confecção da placa de controle



Fonte: Autoria própria, 2015

Todas as trilhas passam por teste de continuidade para certificar que não há interrupção das trilhas ou curto circuito. Este processo é passível de falhas, o que pode ocasionar resíduos de cobre entre as trilhas ou falhas. Esses resíduos são retirados manualmente e as trilhas interrompidas são restauradas através de *jumpers*.

A próxima etapa consiste em executar a furacão das ilhas nas extremidades das trilhas para a fixação dos componentes (1). Os componentes são encaixados e soldados um a um utilizando estanho e ferro de solda (2), conforme ilustra a figura 3.17.

Figura 3.17 - Confecção da placa de controle

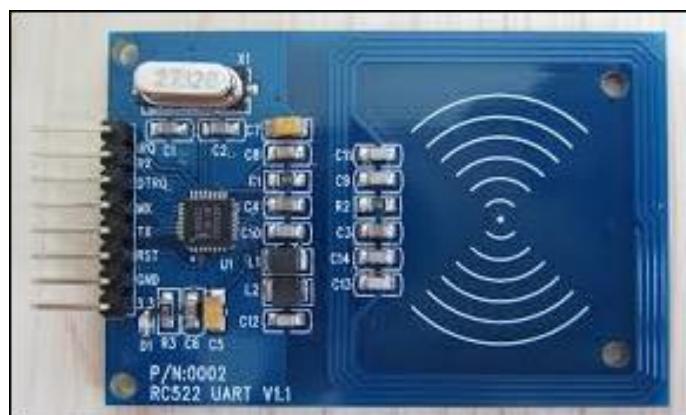


Fonte: Autoria própria, 2015

3.4.4 Identificação por rádio frequência

Um módulo de identificação por rádio frequência (RFID) é adquirido com a função de fazer a comunicação entre o usuário e o bicicletário. Ao passar o TAG, ou cartão de identificação, o módulo realiza a leitura do código hexadecimal por sinais de ondas e que são enviados a uma variável do programa pelo protocolo de comunicação SPI, que fica armazenada em vetores que vai definir a posição que a respectiva bicicleta se encontra, conforme ilustra a figura 3.18.

Figura 3.18 – Módulo RFID

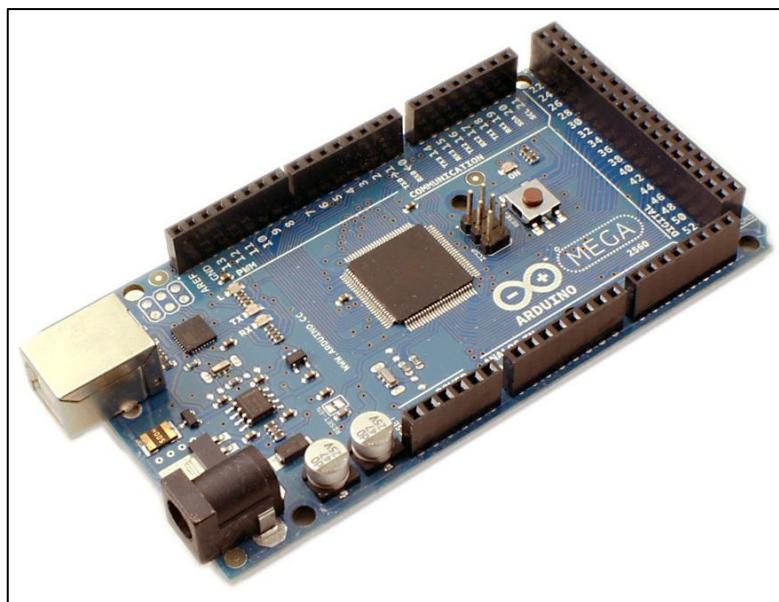


Fonte: Autoria própria, 2015

3.4.5 Controlador Arduino Mega

Após várias tentativas de comunicação entre o módulo RFID com o microcontrolador PIC 16F877A, encontra-se uma grande barreira para decifrar o conteúdo enviado e recebido. Antes de implementar o PIC para controlar o sistema desenvolvemos os testes com o controlador Arduino Uno pela sua praticidade, portanto opta-se pela economia de tempo utilizando o controlador Arduino Mega, que contém um grande número de entradas e saídas exigidas pelo processo conforme ilustra a figura 3.19.

Figura 3.19 – Arduino Mega



Fonte: www.arduino.cc, 2015

3.5 Programação

Inicialmente são feitos testes com os servomotores e o controlador Arduino Uno, utilizados no controle de altura e rotação, a fim de decodificar os sinais dos sensores. É construído um algoritmo para computar, em graus, o movimento de cada motor. Após decodificar os sinais de posições dos motores, é construído um código simples para o controle de cada motor. Neste instante, é necessário o uso do circuito eletrônico para ser possível mudar do sentido o motor. Converte-se esse algoritmo de controle para a linguagem do microcontrolador PIC.

É criado um passo a passo com uma sequência lógica do que deve ser acionado. Após isso, é criado um fluxograma com as condições e comandos, separando em duas partes, sendo uma de guardar e outra de devolver que se encontra nos apêndices C e D.

Além das rotinas de guardar e devolver a bicicleta percebe-se que é necessário existir algumas regras antes das mesmas serem executadas, como por exemplo, se há bicicleta a ser armazenada ou se a identificação do cartão (TAG) se encontra em uso em alguma vaga.

Para isso é criado a rotina principal (apêndice B), onde são desenvolvidas verificações a fim de evitar erros durante a execução do processo. Nesta rotina, primeiramente, aguarda-se a leitura da TAG para verificar se o respectivo número de identificação (ID) já está vinculado a alguma vaga. Se o ID já estiver em uso, é necessário verificar se a plataforma da bicicleta está vaga e se estiver, o mecanismo é direcionado até a vaga onde a bicicleta se encontra. Caso a plataforma não está vazia, o *display* informa que há algo errado.

Ao ler a TAG e identificar que o ID não é usado em nenhuma vaga, é verificado se a bicicleta a ser armazenada encontra-se na plataforma. Caso positivo, a mesma é guardada pelos mecanismos. Se caso a bicicleta não estiver na plataforma, é exibida uma mensagem de erro no display.

Também é informado ao usuário se há vagas, a quantidade ou se o bicicletário está cheio. Para isso, é feita uma contagem nas variáveis da rotina de programação. Nestas variáveis são armazenadas o ID de cada cartão, que também é usado para saber se a vaga está ocupada ou vazia, a posição de todas as vagas disponíveis, o valor da posição dos motores e valor de leitura dos demais sensores empregados.

No que diz respeito a leitura da TAG é usado um o RFID, que lê o número chave dos cartões (ID) e transmite essa informação ao microcontrolador. Para o PIC não há bibliotecas prontas, sendo necessário desenvolver todo o código de interface da comunicação para a transmissão dos dados. Desta forma, é adotado o Arduíno,

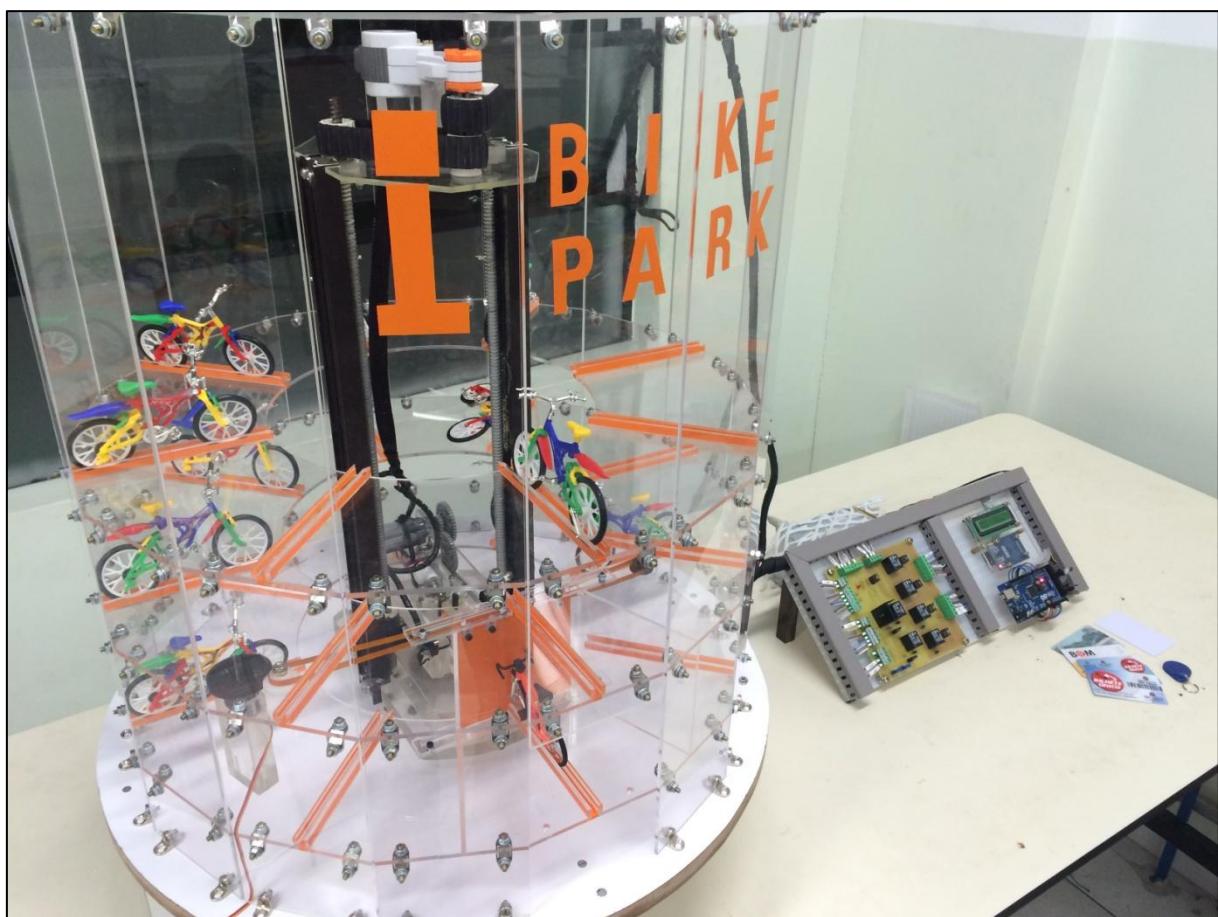
pois já existe a comunicação SPI desenvolvida, sendo apenas necessário desenvolver a lógica de funcionamento do bicicletário.

Para o controle do servomotor que abre e fecha a porta também é um código já existente que controla o motor, sendo necessário apenas informar a posição desejada. Para o motor de avanço e retorno da garra são usadas chaves, que são colocadas no fim do curso. Quando o mecanismo chega ao destino, uma das chaves é acionada, enviando o sinal o microcontrolador. É feita a leitura da informação e com isso é enviado o comando para o motor desligar.

Os códigos prontos utilizados no programa são chamados de bibliotecas, que são desenvolvidos ser a interface com outros equipamentos.

Enfim, o projeto é concluído conforme ilustra a figura 3.20.

Figura 3.20 – Bicicletário automatizado



Fonte: Autoria própria, 2015

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desse projeto é construir um sistema de armazenamento de bicicleta automatizado agregando segurança, agilidade, precisão e confiabilidade ao sistema, tendo como foco obter um equipamento diferente dos bicicletários convencionais já existentes.

A partir de estudos realizados a respeito das tecnologias utilizadas nesse projeto, nota-se uma gama de soluções disponíveis que atingem a mesma necessidade. Os critérios adotados para a escolha da tecnologia mais adequada, na maioria dos casos, são disponibilidade de mercado, preço, informações técnicas e correlação com as matérias lecionadas na grade curricular do curso de Automação Industrial.

O projeto proposto impacta diretamente em um assunto em pauta atualmente no mundo inteiro, que é a mobilidade urbana. Essa tem sido um grande desafio das cidades ao redor mundo, e vem sendo discutido devido ao aumento da população que opta pela a utilização do automóvel, trazendo como consequência aumento do trânsito, poluição, e ocupação do espaço público. Para minimizar esses transtornos deve-se incentivar o uso de meios de transporte alternativos, dentre eles, a bicicleta.

Para contextualização desse objetivo, que é solucionar um problema social, iniciaram-se estudos desde os primeiros escopos de uma bicicleta em meados do ano de 1490, em manuscritos de Leonardo Da Vinci, e toda a evolução desse equipamento, que teve diversas nomenclaturas como o celerífero, criado por Monsieur de Sivrac, a draisiana criada por Barão Karl Von Drais e o velocípede criado por Pierre Michaux, e a evolução dessas ideias iniciais que são conhecidas nos tempos atuais como bicicleta.

Pesquisou-se também sobre os bicicletários existentes hoje no Brasil e verificou-se que o maior objetivo da existência destes espaços é promover a segurança da bicicleta e organização dos espaços, sejam eles públicos ou privados, evitando até mesmo a poluição visual.

Porém encontrou-se diversas desvantagens nos tipos de bicicletários existentes. Alguns são simplesmente partes fixas disponíveis para que as bicicletas sejam inseridas. Outros bicicletários funcionam com controle de acesso de entrada e saída de bicicletas, porém é necessário realizar um pré-cadastro onde, somente depois de cadastrado, o usuário pode deixar a bicicleta no local mediante apresentação de identificação; este caso também é de responsabilidade do usuário a fixação da bicicleta.

A automação é algo imprescindível para conclusão da ideia, pois ela está cada vez mais presente no cotidiano e é muito comum ver a intervenção de robôs em tarefas simples.

Conforme a evolução de estudos para se automatizar processos foram surgindo diversos componentes que unificados possibilitam automatizar um processo como controle de motores, servomotores, motores de passo, sensores de presença, sensores ópticos, sensores de pressão, sensores de temperatura equipamentos pneumáticos como válvulas e atuadores ou até mesmo sistemas de comunicação entre dispositivos.

As tecnologias utilizadas para esse projeto são: circuitos eletrônicos elaborados através de softwares específicos, servomotores, sensores, comunicação RFID e microcontrolador para a programação e integração dessas tecnologias, todas elas unificadas em um sistema.

É importante ressaltar que inicialmente o microcontrolador Arduino só é utilizado para testes devido sua maior agilidade. Desenvolveu-se a placa para utilizar o PIC, mas devido a problemas de comunicação com o RFID, o mesmo deixa de ser utilizado, adotando-se então o Arduino.

Esse não é o único contratempo que surge ao longo do desenvolvimento do projeto, há diversas dificuldades para prosseguir nas etapas que são explanadas a seguir em ordem cronológica.

Primeiramente, a estrutura física do projeto, a falta de ferramentas adequadas para confecção e montagem das peças, como suportes para os servomotores, a base do elevador, a pilastra do elevador e a base geral do bicicletários.

Circuitos eletrônicos inicialmente foram utilizados em placa *protoboard*, que é uma placa em que se conectam os componentes de forma rápida e prática através de fios, sem a necessidade do uso de solda e como consequência, por diversas vezes, os fios se soltam causando falha no funcionamento e perda de tempo para encontrar o problema.

A principal dificuldade é com a programação, pois é necessário testar cada funcionalidade do bicicletários à parte. Testou-se a rotação da base, a subida e descida do elevador e após constatar o perfeito funcionamento de ambos iniciam-se os testes com o manipulador da garra, até obter o mesmo sucesso dos anteriores. Por fim testa-se a abertura e fechamento da porta, também com sucesso. Surgem dificuldades ao unificar todas as rotinas pois o circuito começa a apresentar falhas elétricas e isso demanda horas de empenho e análise para solucionar o problema.

Contudo, é de grande importância cada etapa do processo de construção do bicicletário, tanto fundamentação teórica, metodologia e desenvolvimento possibilitam a concretização do objetivo proposto.

Tudo isso possibilita o crescimento pessoal de cada integrante do grupo, pois as pesquisas efetuadas e os problemas superados agregam conhecimento, além dos obtidos durante o curso.

Como melhoria e para futuros desenvolvimentos desse projeto, integrá-lo com um sistema de supervisório o qual não foi implementado nessa oportunidade devido ao tempo hábil para finalizá-lo.

Esse projeto pode também ser utilizado como uma ferramenta didática onde os alunos podem desenvolver toda a programação que tem certa complexidade e desenvolver também um supervisório conforme já comentado.

REFERÊNCIAS

ALCORTA, ARTURO, **Escola da bicicleta** capítulo 14, 2013. Disponível em: <<http://www.escoladebicicleta.com.br/historia.html>> Acesso em: 12 ago. 2014.

ASCOBIKE, **Manual para implantação de bicicletários**, 2014. Disponível em: <http://ascobike.org.br/artigos/artigo_1.asp> Acesso em: 20 ago. 2014.

AYCOCK, STEVE, **Ehow Brasil**, Disponível em: <www.ehow.com.br/historia-microcontroladores-info_42970/> Acesso em: 29 set. 2014.

BIGELLI, KLAUS, **Bike Magazine**, história da bicicleta, 2011. Disponível em: <www.bikemagazine.com.br/2011/03/historia-da-bicicleta/> Acesso em: 05 set. 2014.

CESARE GUALDONI, FRANCO BASSI, LUCA PRATELLA, FIORELLA BASERGA, **La bicicleta**. Milano: Ed. BE-MA Editrice, 1989.

DELIJAICOV, ALEXANDRE. **G1 Brasil**, ciclovias representam apenas 1% da malha viária das capitais no país. Disponível em <g1.globo.com/brasil/noticia/2014/03/ciclovias-representam-apenas-1-da-malha-viaria-das-capitais-no-pais.html> Acesso em: 10 aug. 2014

FORESTI, B. HENRIQUE **Robolivre.org**, 2013. Disponível em: <www.robofre.org/conteudo/microcontroladores> Acesso em: 29 set. 2014.

GOEKING, WERKINK **Portal o setor elétrico**, 2010 Disponível em: <www.osetoreletrico.com.br/web/component/content/article/57-artigos-e-materias/343-xxxx.html> Acesso em: 04 set. 2014.

GREENPEACE BRASIL, 2014. Disponível em: <www.greenpeace.org/brasil/pt/Noticias/Melhor-mobilidade-urbana-tem-que-deixar-de-ser-promessa-/> Acesso em: 16 ago. 2014.

LIMA, S.P.R, **Mobilidade urbana**, educação geografia, 2013 Disponível em: <educacao.globo.com/geografia/assunto/actualidades/mobilidade-urbana.html> Acesso em: 16 ago. 2014.

MICHAELIS, **Dicionário escolar língua portuguesa**, Brasil:Ed. Melhoramentos, 1998.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2014. Disponível em: <www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/mobilidade-sustent%C3%A1vel> Acesso em: 16 ago. 2014.

MOBILIZE, **mobilidade urbana sustentável brasil**, 2014. Disponível em: <www.mobilize.org.br/sobre-o-portal/mobilidade-urbana-sustentavel/sustent%C3%A1vel> Acesso em: 16 ago. 2014.

MOURA, L.F.H.A, **A história das máquinas ABIMAQ 70 anos.** São Paulo: Ed. Magma Cultural, 2007.

O POVO ON LINE, **O uso de bicicletas pode ajudar na mobilidade urbana**

Disponível em:

<<http://www.opovo.com.br/app/opovo/brasil/2014/03/24/noticiasjornalbrasil,3224932/o-uso-de-bicicletas-pode-ajudar-na-mobilidade-urbana.shtml>> Acesso em: 14 out. 2014

CUGNASCA, HIRAKAWA, **Departamento de engenharia de computação e sistemas digitais**, 2006. Disponível em:

<<http://www.pcs.usp.br/~pcs2497/aula%20serial.pdf>> Acesso em: 18 mai. 2015.

PINHEIRO, ALAN P., **Universidade Federal de Uberlândia**, 2015. Disponível em:

<http://www.alan.eng.br/disc_microprocessadores/pratica8_spi.pdf> Acesso em: 15 mai. 2015.

PRATES, RUBENS **Arduino em ação.** São Paulo: Ed. Novatec, 2013.

PREFEITURA DE SÃO PAULO, Disponível em:

<http://www3.prefeitura.sp.gov.br/cadlem/secretarias/negocios_juridicos/cadlem/integra.asp?alt=11062005L%20139950000> Acesso em: 17 set. 2014.

RAUCK, MAX J. B.; Gerd, Volke; Paturi, Felix R., **História de lá bicicleta**. Barcelona: Ed. Blume, 1981.

RIBEIRO, I.M, **Sensores em robótica** Enciclopédia Nova Activa Multimédia, Volume de Tecnologias, pags. 228-229, 2004. Disponível em:

<http://robolivre.org/uploads/documentos/sensores/sensores_1_1361772207.pdf> Acesso em: 22 set. 2014.

SACCO, FRANCESCO, **Embarcados**, 2015. Disponível em:

<<http://www.embarcados.com.br/spi-parte-1/>> Acesso em: 06 mai. 2015.

SEVERINO, Antonio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 22a ed. São Paulo: Cortez, 2002. p. 73-86

THOMAZINI, D. ; ALBURQUEQUE, P. U. B.. **Sensores Industriais**: Fundamentos e Aplicações. 1 ed. São Paulo: Ed. Erica 2005.

ZANCO,WAG. SIL, **Microcontroladores PIC**. São Paulo: Ed. Erica, 2006.

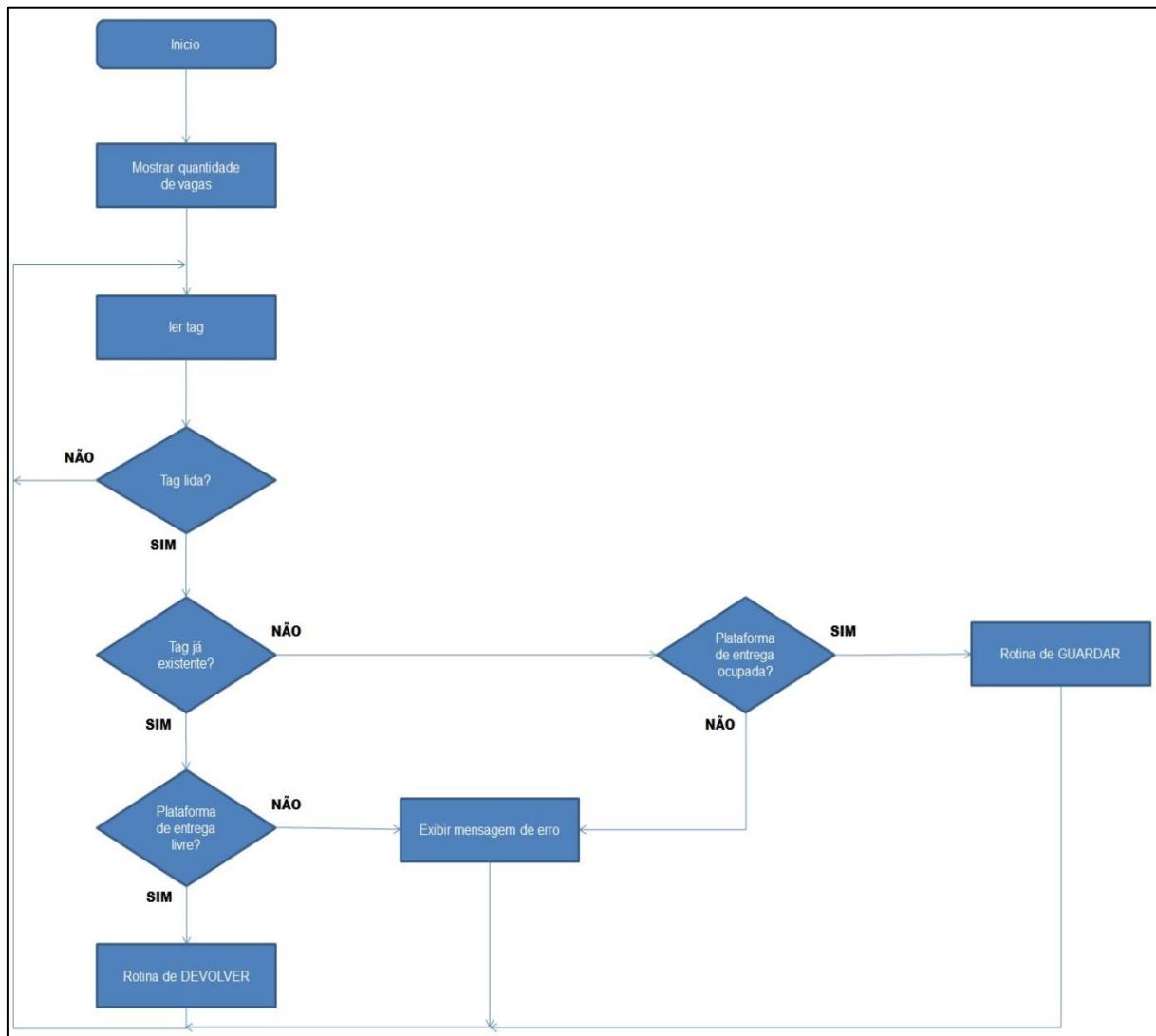
ZELENOVSKY, RIC.; MENDONÇA, ALEX., **Arquitetura de Microcontroladores Modernos**, 2002. Disponível em:

<http://www.mzeditora.com.br/artigos/mic_modernos.htm> Acesso em: 29 set. 2014.

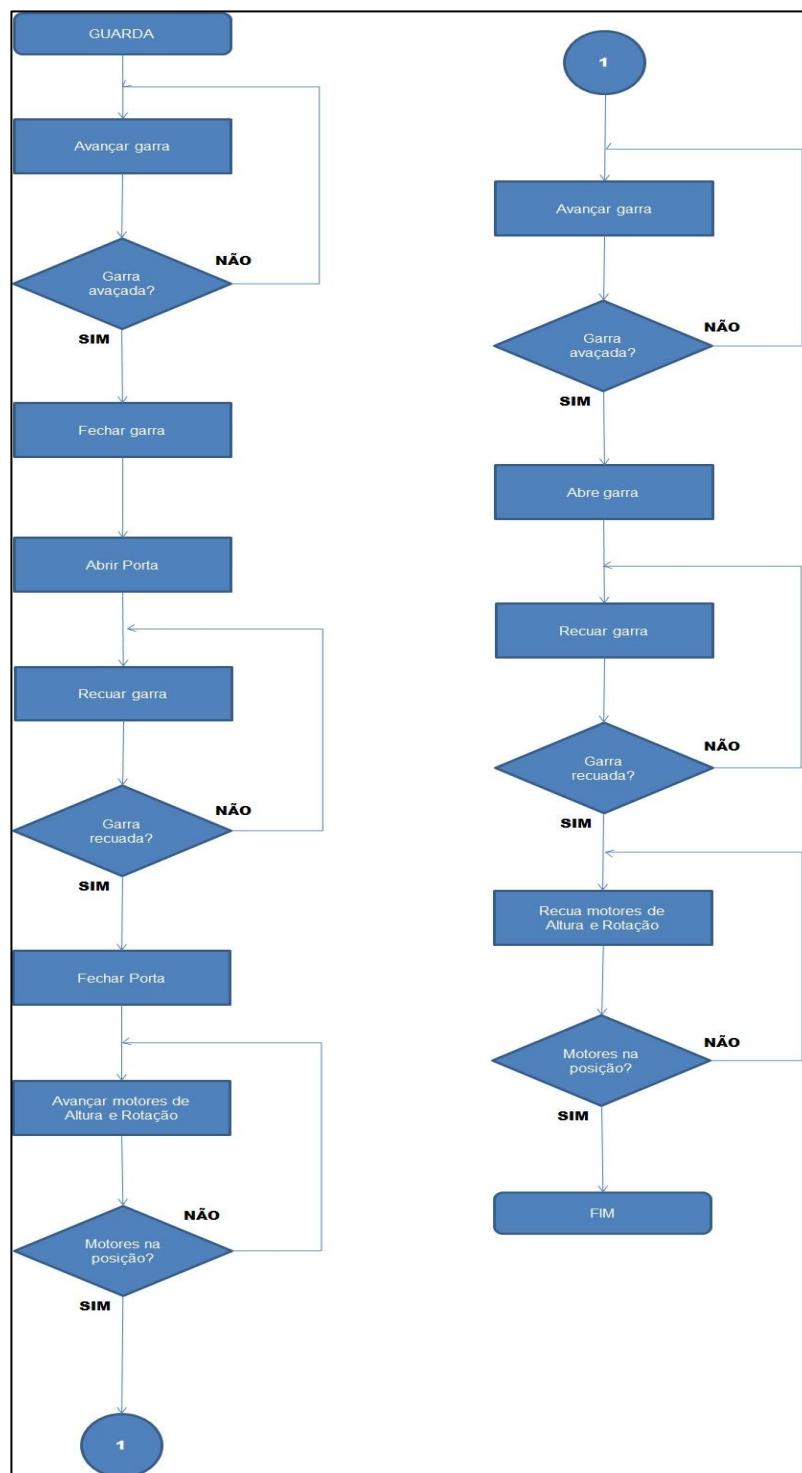
APÊNDICE A – AQUISIÇÃO DE MATERIAIS

LISTA DE MATERIAIS			
Quantidade	Item	Valor unitário	Valor Total
2	Motor LEGO NXT	R\$ 400.00	R\$ 800.00
1	Motor LEGO Medium	R\$ 200.00	R\$ 200.00
2	Correia LEGO	R\$ 30.00	R\$ 60.00
3	Engrenagem LEGO	R\$ 5.00	R\$ 15.00
6	Cremalheira LEGO	R\$ 2.00	R\$ 12.00
1	Eixo LEGO	R\$ 5.00	R\$ 5.00
10	Demais peças LEGO	R\$ 2.00	R\$ 20.00
2	Sensor fim de curso	R\$ 5.00	R\$ 10.00
40	Borne	R\$ 1.50	R\$ 60.00
10	Diodo	R\$ 0.50	R\$ 5.00
5	Capacitor	R\$ 0.25	R\$ 1.25
20	Resistor	R\$ 0.10	R\$ 2.00
9	Transistor	R\$ 0.50	R\$ 4.50
2	Regulador de tensão LM7808	R\$ 2.00	R\$ 4.00
1	Regulador de tensão LD1117	R\$ 2.00	R\$ 2.00
10	Relé 12V	R\$ 2.00	R\$ 20.00
1	Módulo RFID	R\$ 35.00	R\$ 35.00
1	Display 16x2	R\$ 15.00	R\$ 15.00
2	Protoboard	R\$ 20.00	R\$ 40.00
2	Jogo de Jumper	R\$ 13.00	R\$ 26.00
50	Cabo estanhado 0.5mm ² (m)	R\$ 0.50	R\$ 25.00
1	Calha 20mm x 20mm	R\$ 2.00	R\$ 2.00
5	Termoretratil variados (m)	R\$ 2.00	R\$ 10.00
5	Barra de pinos	R\$ 1.00	R\$ 5.00
3	Placa de fibra de vidro	R\$ 15.00	R\$ 45.00
1	Percloreto de ferro 250g	R\$ 10.00	R\$ 10.00
5	Impressão em transparência	R\$ 3.00	R\$ 15.00
2	Fuso e castanha	R\$ 60.00	R\$ 120.00
1	Rolamento axial 100mm	R\$ 25.00	R\$ 25.00
4	Rolamento 6mm	R\$ 25.00	R\$ 100.00
1	Placa de acrílico e corte a laser	R\$ 350.00	R\$ 350.00
1	Estanho	R\$ 10.00	R\$ 10.00
1	Multímetro	R\$ 30.00	R\$ 30.00
1	Ferro de solda 40W	R\$ 50.00	R\$ 50.00
1	Arduino Mega	R\$ 100.00	R\$ 100.00
1	Macho M4	R\$ 25.00	R\$ 25.00
3	PIC 16F877A	R\$ 30.00	R\$ 90.00
1	Suporte para microcontrolador	R\$ 3.00	R\$ 3.00
200	Parafuso, porca e aruela	R\$ 1.00	R\$ 200.00
100	Cantoneira	R\$ 1.00	R\$ 100.00
1	Adesivo contact laranja (m ²)	R\$ 5.00	R\$ 5.00
12	Mini-bicicleta	R\$ 6.00	R\$ 72.00
1	MDF 20mm (m ²)	R\$ 30.00	R\$ 30.00
TOTAL			R\$ 2,758.75

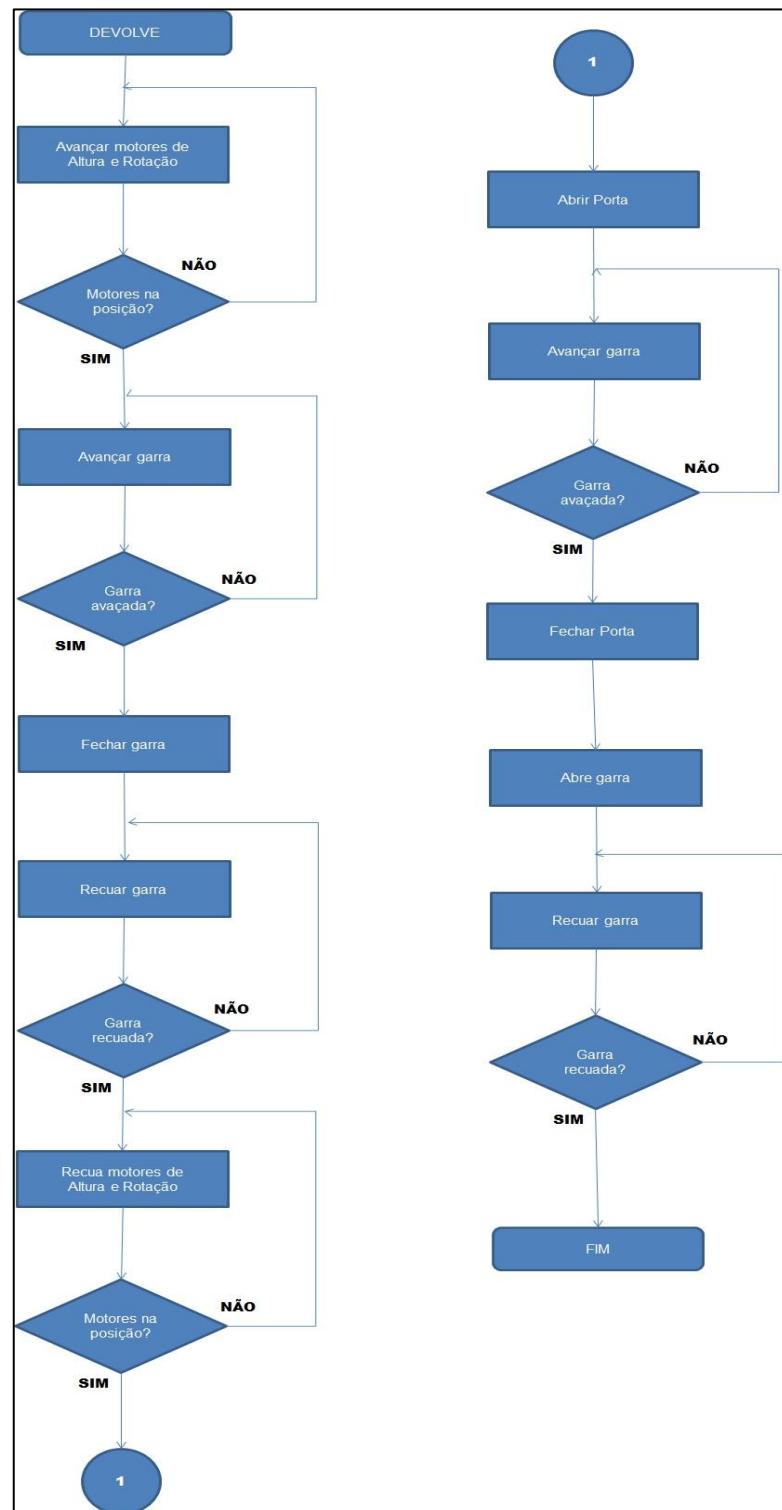
APÊNDICE B – FLUXOGRAMA DA ROTINA PRINCIPAL

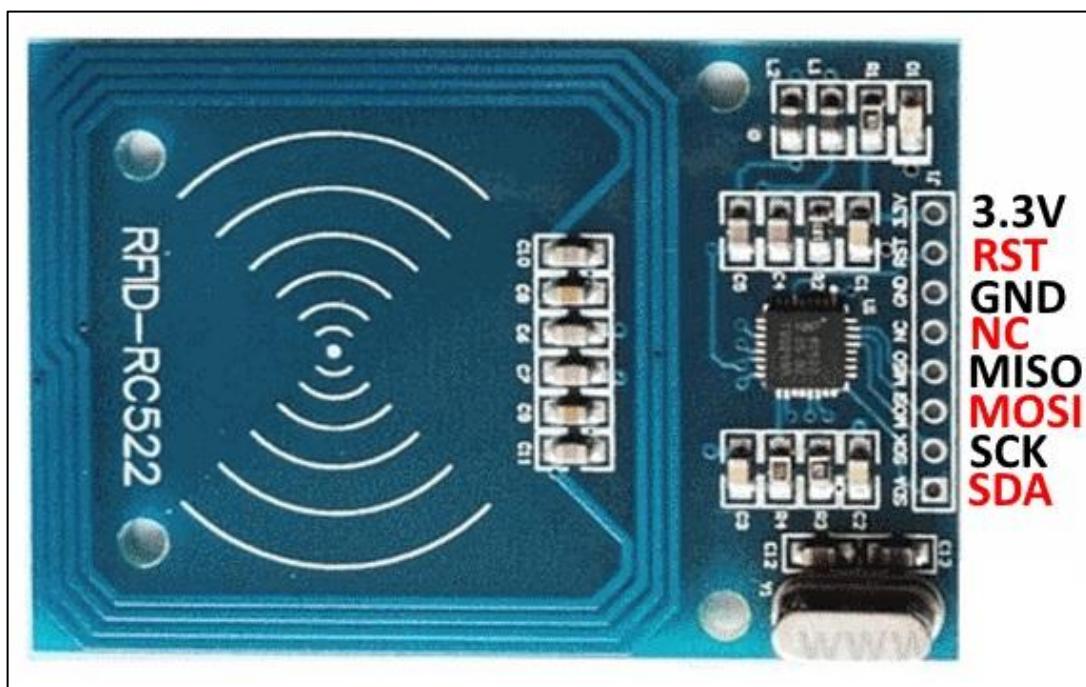


APÊNDICE C – FLUXOGRAMA DA SUB-ROTINA DE GUARDAR BICICLETA



APÊNDICE D – FLUXOGRAMA DA SUB-ROTINA DE DEVOLVER BICICLETA



ANEXO A – RFID

ANEXO B – DATASHEET DO SERVOMOTOR TG9



oomlout.com

Micro Servo Motor

.:Technical Summary:.
.Turnigy Tg9:.

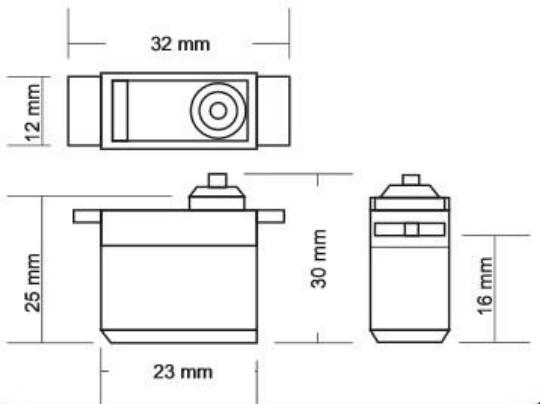


Specifications

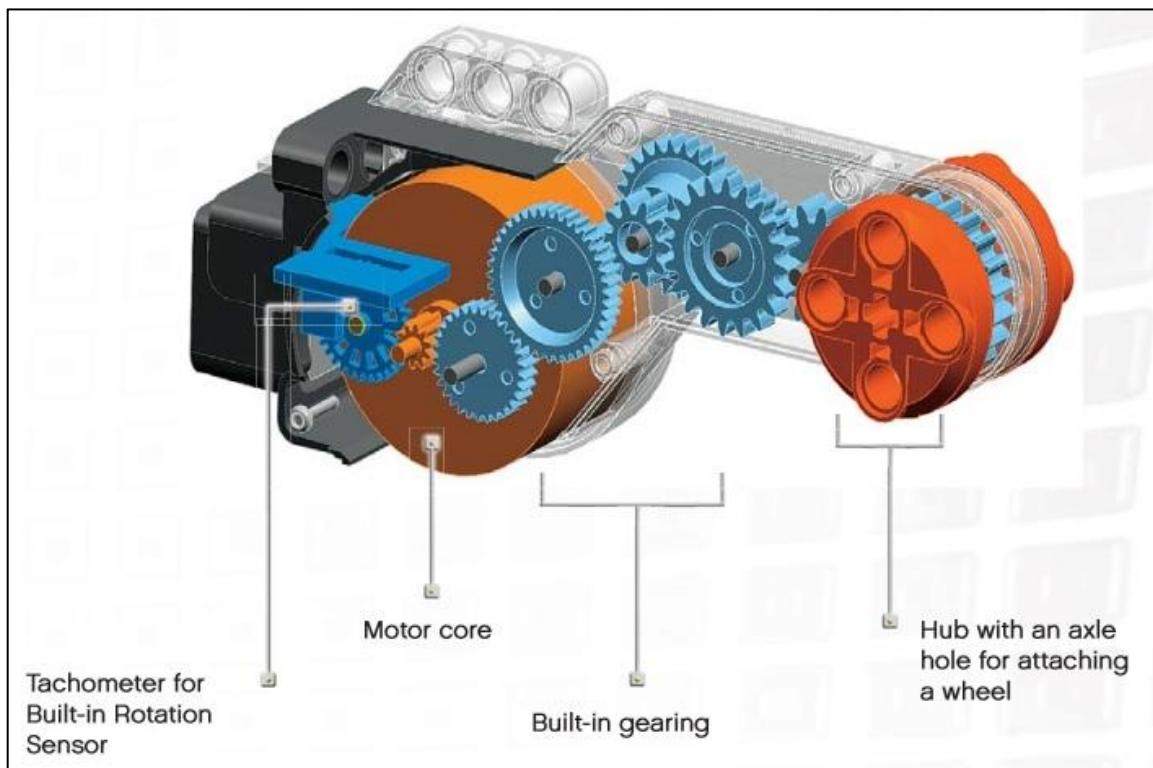
Manufacturer: Turnigy
Model: TG9
Voltage: **3v - 6v**
Weight: **9g**
Speed: **0.12 sec / 60 degrees (4.8v)**
Torque: **1.6 kg-cm**

.. for more details visit: <http://tinyurl.com/nsuwln> ..

Dimensions



ANEXO C – DATASHEET DO SERVOMOTOR LEGO



Pin number of original nxt-cable	cable color	function	signal / polarity	signal form
1	white	motor power supply	DC 9V + or -	DC
2	black	motor power supply	DC 9V - or +	DC
3	red	rotation detector supply	ground (0V)	DC
4	green	rotation detector supply	+ 4.3 (to 5.0 V)	DC
5	yellow	rotation detector output 1	0 / 4.3 V against 3, -4.3V / 0V against 4	rectangle
6	blue	rotation detector output 2	0 / 4.3 V against 3, -4.3V / 0V against 4	rectangle