

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA  
CAMPUS JOINVILLE  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM  
MECATRÔNICA INDUSTRIAL**

**THIAGO JOSÉ IARGAS  
VINÍCIUS GUILHERME HOFFMANN**

**DESENVOLVIMENTO DE UM DISPENSADOR ELETRÔNICO  
DE COMPRIMIDOS PARA AUXILIAR IDOSOS NO USO DE  
MEDICAMENTOS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**



**THIAGO JOSÉ IARGAS  
VINÍCIUS GUILHERME HOFFMANN**

**DESENVOLVIMENTO DE UM DISPENSADOR ELETRÔNICO  
DE COMPRIMIDOS PARA AUXILIAR IDOSOS NO USO DE  
MEDICAMENTOS**

**JOINVILLE, 2017**



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA  
CAMPUS JOINVILLE  
CURSO MECATRÔNICA INDUSTRIAL**

**THIAGO JOSÉ IARGAS  
VINÍCIUS GUILHERME HOFFMANN**

**DESENVOLVIMENTO DE UM DISPENSADOR ELETRÔNICO  
DE COMPRIMIDOS PARA AUXILIAR IDOSOS NO USO DE  
MEDICAMENTOS**

**Trabalho de Conclusão de  
Curso submetido ao Instituto Federal  
de Educação, Ciência e Tecnologia de  
Santa Catarina, como parte dos  
requisitos para a obtenção do título  
de Tecnólogo em Mecatrônica  
Industrial.**

**Orientador: Prof. Dr. Michael Klug**

**JOINVILLE, 2017**

largas, Thiago José. Hoffmann, Vinícius Guilherme.  
Desenvolvimento de um dispensador eletrônico de comprimidos para auxiliar idosos no uso de medicamentos / largas, Thiago José;  
Hoffmann, Vinícius Guilherme – Joinville: Instituto Federal de Santa Catarina, 2017. 97 p.

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal de Santa Catarina, 2017. Graduação. Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial. Modalidade: Presencial.  
Orientador: Michael Klug, Dr.

1. Mecatrônica 2. Dispensador 3. Medicamento 4. Eletrônica

I. DESENVOLVIMENTO DE UM DISPENSADOR  
ELETRÔNICO DE COMPRIMIDOS PARA  
AUXILIAR IDOSOS NO USO DE MEDICAMENTOS

**DESENVOLVIMENTO DE UM DISPENSADOR ELETRÔNICO  
DE COMPRIMIDOS PARA AUXILIAR IDOSOS NO USO DE  
MEDICAMENTOS**

**THIAGO JOSÉ IARGAS  
VINÍCIUS GUILHERME HOFFMANN**

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Tecnólogo em Mecatrônica Industrial e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso Mecatrônica Industrial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

**Joinville, 12 de abril de 2017.**

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Michael Klug, Doutor  
Orientador

---

Prof. Ary Victorino da Silva Filho, Mestre  
Avaliador

---

Prof. Emerson Oliveira, Mestre  
Avaliador

---

Prof. Rodrigo Coral, Doutor  
Avaliador





## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a Deus por ter nos dado saúde, sabedoria e força para superarmos as dificuldades e atingir nossos objetivos.

A esta instituição, seu corpo docente, direção, administração e demais funcionários que nos deram a oportunidade de cursar uma graduação pública e de qualidade.

Ao orientador Michael Klug, pela sua orientação, dedicação e paciência. Mostrando-se sempre prestativo desde as aulas ministradas para nos, até a finalização deste trabalho. No qual fez com que desejássemos sua orientação desde o primeiro contato em sala de aula.

Aos colegas e amigos, por dividir com nos seus conhecimentos, opiniões e conselhos.

Aos nossos familiares, por nos apoiarem em todas as etapas do curso de maneira incondicional. Sempre nos incentivando, e nos compreendendo pelos momentos difíceis que foram dedicados aos estudos.



## RESUMO

Este trabalho descreve as etapas do desenvolvimento de uma máquina dispensadora de comprimidos, em que o usuário poderá escolher o fornecimento de remédios em horas e quantidades definidas por ele, através de programação local. Ao atingir a hora programada a máquina emitirá sinais sonoros e visuais para chamar a atenção da pessoa, e caso ocorra alguma falha no uso deste remédio a máquina encaminhará uma mensagem de texto, via celular, á tutores ou familiares que estejam cadastradas na sua memória interna. O objetivo é priorizar a segurança e a saúde da pessoa que faz o uso dos remédios. Devido ao formato complexo de algumas peças, certos componentes do protótipo precisaram ser desenvolvidos através do uso da impressão 3D. A automação está presente em quase todo projeto, através da programação de um microcontrolador foi feita toda a etapa de acionamentos e comandos eletrônicos, foi implementada uma tela *touchscreen* para facilitar a interação com o usuário e também uma placa GSM que dará informações via SMS para familiares ou tutores dos usuários do dispensador, no caso de ocorrer alguma falha na rotina de consumo dos remédios.

**Palavras-chave:** Dispensador. Medicamentos. Automação. Eletrônica.



## **ABSTRACT**

This paper describes the stages of development of a dispensing machine of pills, in which the user can choose the supply of medicines in hours and quantities defined by him, through local programming. Upon reaching the machine's scheduled time, it will emit sound and visual signals to draw the person's attention, and in the event of a fault in the use of this medicine, the machine will send a text message, via cell phone, to tutors or family members that are registered in its internal memory . The goal is to prioritize the safety and health of the person who uses the medicines. Due to the complex shape of some parts, certain components of the prototype needed to be developed through the use of 3D printing. Automation is present in almost every project, through the programming of a microcontroller was made the whole step of electronic controls and drives, a touchscreen was implemented to facilitate interaction with the user and also a GSM board that will give information via SMS to family members or tutors of the users of the dispenser, in the event of any failure in the medication routine.

**Keywords:** Dispenser. Medicines. Automation. Electronics.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema mecatrônico .....	33
Figura 2 - Exemplo de Buzzer .....	37
Figura 3 - Exemplos de relés .....	38
Figura 4 - Exemplo de microcontrolador.....	39
Figura 5 - Figura 5 - Arduino Mega.....	42
Figura 6 - Arduino IDE.....	43
Figura 7 - Fonte Chaveada .....	45
Figura 8 - Motor de passo .....	47
Figura 9 - Tela touchscreen .....	48
Figura 10 - Módulo GSM .....	49
Figura 11 - Alertmed.....	54
Figura 12 - Carcaça feita na impressão 3D .....	56
Figura 13 - Tampa do compartimento de comprimidos .....	57
Figura 14 - Aleta de movimentação dos comprimidos.....	57
Figura 15 - Caixa do compartimento de comprimidos .....	58
Figura 16 - Compartimento de comprimidos montado .....	59
Figura 17 - Rampa direcionadora .....	60
Figura 18 - Sistema de entradas e saídas do protótipo.....	61
Figura 19 - Fluxograma do projeto.....	62
Figura 20 - Tela inicial .....	64
Figura 21 - Tela de configuração do relógio local.....	64
Figura 22 - Tela de configuração dos compartimentos de comprimidos .....	65
Figura 23 - Tela de configuração do <i>DISPENSER</i> .....	66
Figura 24 - Tela de configuração do intervalo de consumo do remédio.....	66
Figura 25 - Tela de configuração do horário inicial do consumo do remédio.....	67
Figura 26 - Tela de abastecer <i>DISPENSER</i> .....	68
Figura 27 - Tela dos números cadastrados para o envio de SMS .....	68
Figura 28 - Módulo Detector de obstáculo.....	70
Figura 29 - Sistema de segurança de alimentação .....	71
Figura 30 - Porta pilhas .....	72

Figura 31 - Módulo DS1302 .....	72
Figura 32 - Versão final da estrutura do protótipo .....	76
Figura 33 - Interior do protótipo .....	77



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Idosos notáveis e suas contribuições.....	28
Tabela 2 - Especificações técnicas do Arduino Mega .....	41
Tabela 3 - Preços dos dispositivos adquiridos.....	80



# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>21</b>
1.1	JUSTIFICATIVA.....	22
1.1.1.	OBJETIVO GERAL.....	23
1.1.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>25</b>
2.1	Idoso .....	25
2.1.1	O olhar da sociedade .....	26
2.1.2	Aposentadoria .....	27
2.1.3	Convivência e relações sociais .....	29
2.1.4	Saúde do Idoso .....	30
2.1.5	Uso de medicamentos .....	30
2.1.6	Memória .....	31
2.2	Mecatrônica .....	32
2.2.1	Automação.....	34
2.2.2	Automação x Automatização .....	35
2.3	Componentes e Dispositivos .....	36
2.3.1	Buzzer.....	37
2.3.2	Relés.....	38
2.3.3	Microcontroladores e Arduino.....	38
2.3.4	Fonte de Alimentação .....	44
2.3.5	Motor de Passo .....	46
2.3.6	Tela <i>touchscreen</i> .....	47

2.3.7	Módulo GSM.....	48
2.4	Manufatura Aditiva.....	50
2.4.1	CAD.....	50
2.4.2	Impressão 3D.....	51
2.4.3	Métodos de impressão 3D.....	51
<b>3</b>	<b>DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>53</b>
3.1	Concepção do projeto.....	53
3.2	Estrutura.....	55
3.3	Sistema.....	60
3.4	Telas.....	63
3.5	Alertas.....	69
3.6	Segurança.....	71
<b>4</b>	<b>RESULTADOS OBTIDOS .....</b>	<b>75</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>79</b>
5.1	Trabalhos Futuros.....	80
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>83</b>
	<b>ANEXO A.....</b>	<b>85</b>
	<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>87</b>
	<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>89</b>
	<b>APÊNDICE C.....</b>	<b>91</b>
	<b>APÊNDICE D.....</b>	<b>93</b>
	<b>APÊNDICE E.....</b>	<b>95</b>
	<b>APÊNDICE F.....</b>	<b>97</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com base em pesquisas americanas, constatou-se que a sociedade está envelhecendo. Devido a atual baixa taxa de natalidade e a geração *baby boomer* próxima de sua aposentadoria, observou-se que está chegando próxima à primeira “sociedade geriátrica em massa”, que compreende adultos com mais de 65 anos (TAYLOR *et al.*, 2014).

No Brasil, pesquisou-se que 70% de seus idosos possuem ao menos uma patologia crônica, necessitando de medicamentos de uso regular para realizar seu tratamento. Outra pesquisa realizada constatou que 56,6% dos idosos possuem receitas com mais de quatro medicamentos de uso contínuo, fato este que torna confuso para o paciente a sua administração (SILVA, 2016).

“Um erro comum de parte dos pacientes é, simplesmente, não administrar o medicamento, seja por descuido, ou porque acreditam que o medicamento de uma dose não é importante. Há vários recursos auxiliares para lembrar o paciente de tomar o medicamento.” (TAYLOR *et al.*, 2014, p. 799)

Fundamentando-se no contexto acima, e em decorrência dos problemas vivenciados pela sociedade quanto à administração dos medicamentos como o esquecimento, seja ele por falta de tempo ou até mesmo devido a patologia do paciente, indaga-se qual seria a melhor forma de controlar o uso e a administração destes medicamentos pelos usuários?

Neste sentido este trabalho propõe o desenvolvimento de um dispensador eletrônico de comprimidos. O principal objetivo é garantir que a medicação será ingerida pelo usuário no tempo e dosagem correta, evitando possíveis complicações quanto à falta da substância no organismo. Como requisitos, este dispositivo deve ser de baixo custo e fácil manuseio, permitindo a programação local ou remota. Para o caso de pacientes que necessitem de monitoração, o dispositivo poderá emitir alertas para a pessoa cuidadora/tutora através de serviço de telefonia.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

O Dispensador Eletrônico de Comprimidos admite maior segurança no controle do uso de medicamentos, conforme prescrição médica nos horários e doses corretos, seja esse controle feito pelo próprio usuário ou por terceiros. No caso de terceiros, facilita no controle e na rotina dos familiares que não moram com o usuário dos medicamentos, eliminando assim, o risco da pessoa esquecer, de fazer uso incorreto e/ou de ingerir mais de uma vez, garantindo a qualidade e prevenindo riscos à saúde de quem usa os medicamentos.

O principal fator inspirador que motiva esta pesquisa é poder ajudar pessoas com dificuldades de memória. Comumente acontece com idosos, e devido ao crescente número destes em todo mundo, este produto torna-se um negócio viável tanto socialmente como economicamente, pois visa também a independência para os pacientes ou idosos que vivem sozinhos. O dispositivo também é de fácil manuseio/programação, pois os únicos trabalhos a serem realizados são a inserção dos dados do usuário, especificando as rotinas de ingestão e o abastecimento do dispensador quando na falta de remédios.

### 1.1.1. OBJETIVO GERAL

Desenvolver um dispositivo eletrônico que garanta segurança e controle nos horários e doses de ingestão de medicamentos.

### 1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o panorama atual do mercado, visando descobrir as necessidades, para o desenvolvimento de um protótipo do dispensador eletrônico de comprimidos;
- Modelar um protótipo que possa atender as necessidades do público-alvo do dispensador;
- Desenvolver um esquema de despertador com alarme sonoro e visual alertando o usuário a fazer a ingestão dos medicamentos e/ou reabastecimento deles;
- Criar uma ferramenta que possa informar ao cuidador/tutor, caso não for detectado o consumo do medicamento através de SMS.
- Acrescentar ao protótipo uma tela *touchscreen* para facilitar a interação com o usuário e a configuração do dispositivo.
- Realizar uma discussão dos resultados oriundos do processo de descoberta de conhecimento.





## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

Este capítulo aborda os aspectos mais relevantes a respeito do protótipo desenvolvido, dentre eles o público-alvo do produto final, que são os idosos e sua situação na sociedade, patologias e uso de medicamentos. Também se aborda o conceito de mecatrônica e as técnicas de automação voltada a um dispositivo residencial, os componentes e dispositivos eletrônicos utilizados, as técnicas de programação usadas com o intuito de fazer um dispensador que seja fácil para se usar em casa e o processo de manufatura utilizado para a fabricação de partes que não são encontradas comercialmente.

### **2.1 Idoso**

Ao abordar o tema idoso deve-se conhecer alguns conceitos básicos oriundos a esta classe, dentre eles: a geriatria, que é ramo da medicina que se dedica aos cuidados do idoso, desde o tratamento de suas doenças, a recuperação de suas funções e a reinserção na sociedade; a gerontologia, que é a ciência que estuda o envelhecimento do ser humano, sendo nos seus aspectos biológico, psicológico e social; a assistência geriátrica, no qual são um conjunto de níveis de assistenciais hospitalares, extra-hospitalares e sociais; o envelhecimento, que em resumo é o conjunto de alterações que os seres vivos sofrem ao decorrer da vida, a expectativa de vida que é o tempo médio de vida que resta à uma pessoa em um dado momento da sua existência. Em resumo a Organização Mundial da Saúde (OMS) aponta que idoso é todo indivíduo com 65 anos ou mais.

Ruipérez e Llorente (2000, p. 2) destacam que:

O Brasil, sendo um país de dimensão continental, apresenta diferenças regionais quanto à média de vida da população. Hoje, o tempo médio de vida do brasileiro é de 70 anos, sendo que, pela comparação dos últimos censos no país, percebe-se que esta média vem aumentando.

### **2.1.1 O olhar da sociedade**

No atual momento em que a sociedade está, traz um dos seus maiores desafios, como elevar a expectativa de vida do ser humano? Pesquisas apontam que os índices vêm sendo superados de cinco em cinco anos, a limites que jamais se imaginou superar. Teorias dizem que o corpo humano teria sido programado para viver 300 anos, hoje pode ser alucinação, mas amanhã? (NEGREIROS, 2007).

Negreiros (2007) indaga que se por um lado a medicina aumenta a expectativa de vida, por outro lado diminui-se a plenitude de vivê-la com qualidade. Devido aos aspectos físicos e mentais, em tempos antigos, quando não se tinha ideia do que fazer com os idosos, ditos velhos, que nesse momento viviam até seus 40 anos, estes eram abandonados em desertos ou até despencados em abismos, pois o custo para manter um idoso era alto, ainda mais que para nada poderia servir, seja em tempos de guerra ou em tempos de paz.

Negreiros (2007) observou que com o passar do tempo a civilização trouxe mais respeito à velhice, mas respeito este que nada mais é que caridoso, pena, na maioria dos casos mais constrange do que realmente auxilia este idoso, que acaba percebendo a sua inutilidade e do trabalho que pensa estar dando para à família, aos amigos e a sociedade.

### **2.1.2 Aposentadoria**

Segundo Ruipérez e Llorente (2000), a passagem da vida adulta para a velhice vem marcada pela aposentadoria, que marca o fim da vida produtiva da pessoa. Para uns é visto como um momento de libertação, para outros, este afastamento do mercado de trabalho, é visto como um caráter negativo, pelo fato de que em uma sociedade que considera à produção como suas metas fundamentais, o trabalho é visto como um meio de se ganhar o respeito dos demais.

Apesar de muitas pessoas, nesta parte da vida, estarem em plena faculdade mental e disposição física, são considerados socialmente velhos. Eles têm que ser visto como um recurso e não um encargo da sociedade, Roach (2003) apresenta na Tabela 1 alguns idosos notáveis e suas contribuições:

<b><i>Gloria Stuart</i></b>	Aos 87 anos, foi indicada ao Oscar por sua <i>performance</i> no filme <i>Titanic</i> . Isso a tornou, até então, a atriz mais velha indicada ao Oscar.
<b><i>Voltaire</i></b>	Um dos maiores autores europeus do século XVIII, escreveu seu melhor trabalho, incluindo <i>Cândido</i> , depois de 64 anos de idade.
<b><i>Benjamin Franklin</i></b>	Foi o estruturador da Constituição dos EUA aos 81 anos.
<b><i>Verdi</i></b>	Compositor italiano, escreveu a ópera <i>Falstaff</i> , aos 80 anos.
<b><i>William Harvey</i></b>	Médico inglês, descreveu a circulação do sangue e definiu o coração como uma bomba quando tinha 73 anos.
<b><i>Disraeli</i></b>	Foi Primeira-Ministra da Grã-Bretanha pela segunda vez aos 70 anos de idade.
<b><i>Golda Meir</i></b>	Aos 71 anos de idade, tornou-se a Primeira-Ministra de Israel.
<b><i>Henry Ford</i></b>	Introduziu o motor de 8 cilindros em forma de V, o V-8, aos 69 anos.
<b><i>Claude Pepper</i></b>	Congressista do Partido Democrático da Flórida com 80 anos, era defensor dos direitos do cidadão sênior.
<b><i>James Michener</i></b>	Autor de <i>Contos do Pacífico Sul</i> ( <i>Tales of the South Pacific</i> ) e outros livros, continuou a escrever até os 80 anos.
<b><i>Sohn Kee Chung</i></b>	Mais importante maratonista coreano, com 76 anos ainda corria e carregou a tocha olímpica nos Jogos de Verão de 1988.
<b><i>Mary Martin</i></b>	Tornou-se a Peter Pan favorita do mundo, no palco, aos 40 anos, e retornou ao palco com 72 anos de idade.
<b><i>Maggie Khun</i></b>	Depois de aposentar-se, fundou a Gray Panthers, organização política para pessoas idosas. Descreveu duas vantagens para estar com 80 anos: viver mais do que esperava e ser capaz de falar o que pensa.
<b><i>Ronald Reagan</i></b>	Aos 69 anos, foi o homem mais velho até então a ocupar o cargo de presidente dos Estados Unidos, o qual ocupou de 1981 a 1989.

**Tabela 1 - Idosos notáveis e suas contribuições.**  
**Fonte: ROACH, 2003. p. 9.**

### 2.1.3 Convivência e relações sociais

A partir do ponto de vista de Ruipérez e Llorente (2000), observa-se que mais da metade dos idosos vivem com suas famílias, destacando-se principalmente com os cônjuges ou algum filho. Quando as mulheres enviúvam, que é o que acontece na maioria dos casos dos idosos casados, passam a viverem só, na morada do casal, ou em menor proporção com algum filho, já os homens na grande maioria, ao enviuar, passam a morar com os filhos. O percentual que vivem em instituições é baixo, algo em torno de 3%.

Para reforçar, Negreiros (2007) também indica que no grupo das mulheres, maioria na população idosa, vêm aumentando com o passar dos anos os índices da família unipessoal.

Apesar disto Ruipérez e Llorente (2000) validam que a componente essencial da vida de um idoso, seja morando só ou com alguma companhia, é sua relação com seus familiares e com a comunidade. Isto fica mais evidente com o passar da idade, pois se tornam o centro de suas relações, deles vem à ajuda, os cuidados e a companhia.

Vale ressaltar que a tradicional crença de que a família deve cuidar de seu idoso passa a ser questionada. Isto fica mais evidente nas famílias em que os membros trabalham ou que são a partir da classe média, pois passam a delegar a terceiros os cuidados diretos do idoso. Em contrapartida, as famílias com menos recursos e menor espaço físico cuidam de seu familiar idoso. As mulheres representam a figura dominante nos cuidados, na maioria dos casos, de seus próprios pais.

#### **2.1.4 Saúde do Idoso**

Segundo Ruipérez e Llorente (2000) o envelhecimento não é uma doença, mas a partir dele se determina um grande número de transtornos, advindos da herança genética, estilo de vida, o ambiente em que vive, etc. O grupo dos idosos apresentam patologias com maior frequência, algo em torno de 80%, com quadros de pluripatologia, em que coexistem mais de uma doença.

De acordo com Roach (2003) a principal preocupação são as doenças crônicas, com destaque para doença cardíaca, diabetes, artrite e hipertensão, pois se tratam de patologias de longa duração, com pouca alteração e evolução lenta que com o passar do tempo levam a incapacidades e dificulta os cuidados.

#### **2.1.5 Uso de medicamentos**

O consumo de fármacos, como se deva imaginar, é maior no grupo dos idosos, isto é apontado por Roach (2003, p.114) dizendo que “vinte e cinco por cento de todas as prescrições são feitas para pessoas com idade acima de 65 anos, tornando os idosos os usuários do maior número de medicamentos de qualquer grupo de idade”.

Devido os quadros de pluripatologia, maior é a quantidade de medicamentos consumidos. Roach (2003) revela que um adulto idoso toma em média 5 a 12 medicações por dia, configurando um quadro de poli farmácia (prescrição e administração de muitas medicações).

Isto acaba gerando um agravante, como relata Roach (2003, p. 122-125):

Às vezes, os idosos têm dificuldade para saber qual medicamento tomar, e quando tomar, ou para lembrar se tomaram uma medicação ou não. Como as pessoas idosas geralmente tomam mais medicamentos do que os indivíduos na população em geral, correm um risco maior de terem problemas com a administração. Os erros de medicação são comuns entre os idosos. Entre os erros potenciais estão tomar medicamentos na hora errada, deixar de tomar certas substâncias prescritas e tomar medicamentos sem entender por que são prescritos. Os idosos que correm um maior risco da auto-administração são aqueles que estão confusos, têm menos instrução, vivem sozinhos, tomam várias medicações ou têm distúrbios visuais.

### **2.1.6 Memória**

A memória é de grande relevância para o ser humano, e dela obtêm-se diversas interpretações, sendo: atividade cerebral, funções psíquicas, mecanismo psicológico de reconstrução, podendo ter caráter individual, social, histórico, cultural ou coletivo. A ciência mantém um estudo constante para tentar desvendar seus segredos e suas artimanhas.

Negreiros (2007) justifica que o esquecimento de certas coisas é uma forma economicamente necessária, para dissolver partes que por diversas razões não se fazem mais necessárias. Mas alerta que o esquecimento dos idosos não é algo normal ou natural, pois as falhas de memória ou qualquer outro tipo de alteração significativa na cognição após os 65 anos indica um dado patológico, mesmo que brando, é alta a probabilidade do comprometimento leve evoluir para a demência, especialmente do tipo Alzheimer.

É notável o fato de que uma parte dos idosos lembre-se com mais facilidade de coisas antigas com precisão e nitidez e se esqueçam de coisas banais do seu dia a dia, pois sua memória desloca-se com mais facilidades em acontecimentos do passado, devido à importância do registro, ficando o entendimento de novos fatos do dia a dia dificultado pelo desgaste dos neurônios e pelo pouco significado que lhe é atribuído, esclarece Negreiros (2007).

Para Roach (2003) isto acontece pela circunstância da memória ser dividida em duas partes: memória primária e memória secundária. A memória primária, também chamada de remota, é responsável pelo armazenamento de informações que são acessadas facilmente e ativamente processadas para uso imediato, não é afetada ou apresenta pouca mudança significativa com o passar dos anos. A memória secundária mantém a informação armazenada, mas a capacidade de recobrá-la diminui com a idade, o declínio da memória de curto prazo é atribuído à dificuldade de recobrar a memória secundária, e esta perda de memória leva a demência.

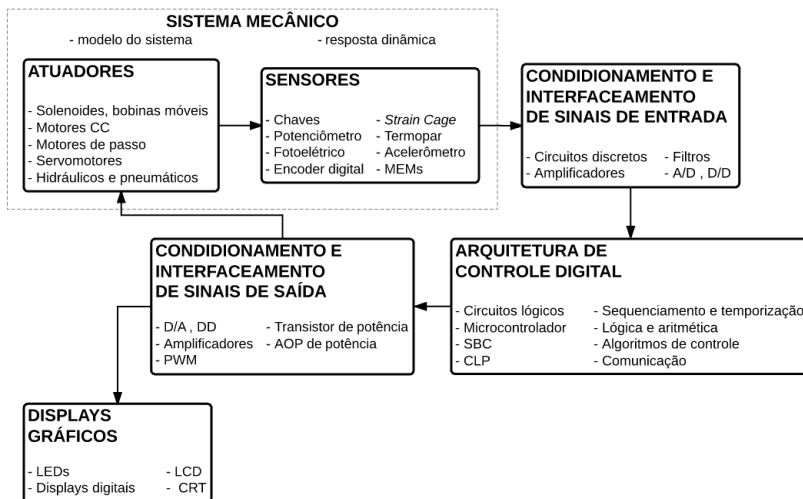
Como já explicado anteriormente devido às dificuldades para administrar os vários remédios que um idoso pode consumir, seja advinda da velhice ou por causas patológicas (como a doença de Alzheimer), pensou-se em um dispositivo que pudesse auxiliá-los a administrar seus medicamentos, proporcionando independência para eles, mas sem abrir mão da segurança, que é o que os seus familiares esperam, isso se torna possível com a integração da mecatrônica, usando componentes e dispositivos eletrônicos, para a criação de um eletrodoméstico que os ajudará, tema este que será abordado adiante.

## **2.2 Mecatrônica**

A mecatrônica, segundo Alciatore e Histan (2014), é um termo utilizado para indicar um campo interdisciplinar da



engenharia de desenvolvimento rápido, cujos produtos desenvolvidos se dão a partir da integração de componentes mecânicos, eletrônicos e que são geridos por uma arquitetura de controle. A Figura 1 apresenta de uma forma reduzida os principais componentes de um sistema mecatrônico.



**Figura 1 - Sistema mecatrônico.**

Fonte: ALCIATORE, HISTAND, 2014. p. 3.

A palavra mecatrônica foi inventada em 1969, por um engenheiro japonês, a partir da combinação das palavras meca, mecanismo, e trônica, de eletrônica. Hoje apresenta um conceito muito mais amplo, passando a destacar a integração coordenada e simultânea entre as engenharias mecânica, eletrônica e a de controle computacional, para juntas trabalharem em projetos, fabricação de produtos e processos. Isto permite uma versatilidade muito maior, agilidade de reprogramação e reprojeto, e também a eficiência do sistema realizar o envio e recepção de dados de forma imediata. (BOLTON, 2010).

É destacado por Rosário (2009) que nos últimos anos é mais frequente a utilização de componentes eletrônicos, como sensores, atuadores eletromecânicos e circuitos de controle, para realizar e controlar sistemas mecânicos. Esta característica

reforça o conceito da mecatrônica, propiciando a redução dos sistemas mecânicos, diminuindo os custos e o tempo de desenvolvimento. Como resultado esperado adquire-se produtos flexíveis, capazes de se adaptar e trabalhar em diferentes condições de atuação.

Além da mecatrônica, existe outro conceito que fundamentou o desenvolvimento do protótipo, a automação. Ambos são correlatos, de uma forma mais rudimentar diferencia-se a mecatrônica como tendo seus alicerces na engenharia mecânica, já a automação na engenharia elétrica, nesta revisão os autores irão tratar e explicar a automação como sendo um braço da mecatrônica.

### **2.2.1 Automação**

Rosário (2009) define, de uma forma resumida, a automação como um sistema que se volta a aumentar a eficiência de certo processo, isto se dá através da utilização de sistemas automáticos.

Registros históricos indicam que a automação teve seu início no começo do século XX, quando Henry Ford elaborou a linha de montagem, do famoso modelo T, com o propósito de aumentar a produtividade, diminuir os custos da produção e assegurar que no decorrer da realização de tarefas perigosas os operadores tivessem proteção. Com o passar do tempo à automação expressou um elevado crescimento, saindo da prática industrial, para ter atuação em diversos ramos, desde o agronegócio até a medicina, oferecendo também tecnologia para diversos outros setores. (ROSÁRIO, 2009).

Segundo Lamb (2015) a essência do funcionamento da automação se dá através do uso da programação e de equipamentos mecanizados, a fim de substituir atividades manuais que envolvem tomadas de decisões de seres humanos,

além disto, também reduz as necessidades sensoriais e mentais do homem, otimizando a atividade desenvolvida.

Como observa Rosário (2009), à automação substitui os esforços e decisões do homem por dispositivos (mecânicos, elétricos, eletrônicos, entre outros), *softwares* concebidos a partir de especificações funcionais e tecnológicas, e o emprego de metodologias estruturadas.

Na atualidade, a automação não tem como objetivo só a produtividade e a redução de custos, o conceito se expandiu, devido ao fato do mercado estar cada dia mais competitivo, hoje as pessoas estão com cada vez menos tempo para realizar suas tarefas do dia-a-dia, daí surge a oportunidade de se introduzir a automação com a proposta de apoiar e até mesmo realizar estas tarefas, provendo de certo modo conforto a estas pessoas. (ROSÁRIO, 2009).

Lamb (2015) evidência que a maior parte da automação está incorporada nas indústrias, principalmente nas fases de manufatura e produção, mas também cita exemplos de utilidades da automação que são encontrados fora da indústria, como por exemplo, os computadores que usam comandos e respostas em suas ações, para processamento e realização de determinadas funções.

Em meio à mecatrônica existem dois conceitos conhecidos que são bastante confundidos, em relação as suas finalidades, automação e automatização, qual seria a diferença entre eles?

## **2.2.2 Automação x Automatização**

Como dito anteriormente a automação é um conjunto de processos que compõem sistemas ativos, que através de informações recebidas, calculam a ação corretiva mais propícia para atuar com eficiência, ou seja, comportando-se como um operador humano. Já a automatização se refere à realização de

movimentos automáticos, repetitivos e mecânicos, acarretam em ação cega, sem reparações, como exemplos históricos podem-se citar as antigas rodas d'água, os pilões e os moinhos tidos como típicos sistemas automatizados. (ROSÁRIO, 2009).

Após ter fundamentado os conceitos derivados da mecatrônica descritos acima, a próxima seção têm como intenção de explicar os principais componentes e dispositivos utilizados no desenvolvimento do protótipo, pois antes que se venha a falar do desenvolvimento, faz-se necessário um breve conhecimento e entendimento de como funciona os principais itens presentes, sejam eles de forma individual ou integrados nos módulos adquiridos.

## **2.3 Componentes e Dispositivos**

Esta seção aborda uma breve definição dos principais componentes e dispositivos usados no protótipo, mas antes disto a literatura mostra o que diferencia um do outro. Braga (2016) estabelece que os componentes são elementos funcionais de uma estrutura ou circuito, por exemplo, resistores, capacitores e indutores, já os dispositivos são elementos estruturais ou circuitos formados por partes menores que trabalham em conjunto, por exemplo, motores, telas *touchscreen* e módulo GSM.

Existem componentes, que apesar de serem utilizados no desenvolvimento do protótipo, não serão especificados individualmente, pelo fato de serem de amplo conhecimento literário, como por exemplo, resistores, capacitores, indutores, diodos, transistores, LEDs, fototransistores, interruptores, chaves, interruptores e fusíveis.

### 2.3.1 Buzzer

Lima e Villaça (2012) mencionam que os buzzers são dispositivos que geram som a partir de uma tensão elétrica. Para produzir som alguns deles possuem internamente um circuito oscilador, bastando apenas alimentá-los para a produção do som. Estes são conhecidos como buzzers intermitentes, e um exemplar pode ser visto na Figura 2, cuja frequência de som é fixa.

De acordo com Braga (2016) estes dispositivos são do tipo transdutores, possuem uma alta impedância e são fabricados com pastilhas de cerâmica piezelétricas, denominadas titanato de bário, conectadas a uma placa metálica. Eles são muito sensíveis e são usados em alarmes, pois emitem sons semelhantes a uma sirene.



**Figura 2 - Exemplo de Buzzer.**

Fonte: <http://eletronicos.mercadolivre.com.br/captador-piezo-buzzer>  
Acesso em: 16 jan. 2017.

### 2.3.2 Relés

Braga (2016) define os relés como dispositivos eletromecânicos de comutação, conforme observado na Figura 3. Existe uma bobina que faz o controle dos contatos que estão normalmente abertos ou fechados e quando a bobina é percorrida por uma corrente elétrica, ela gera um campo magnético que atua sobre os contatos invertendo sua posição de aberto para fechado ou vice-versa. Quando os contatos se tocam permitem a passagem de corrente, caso contrário existe o bloqueio desta passagem.

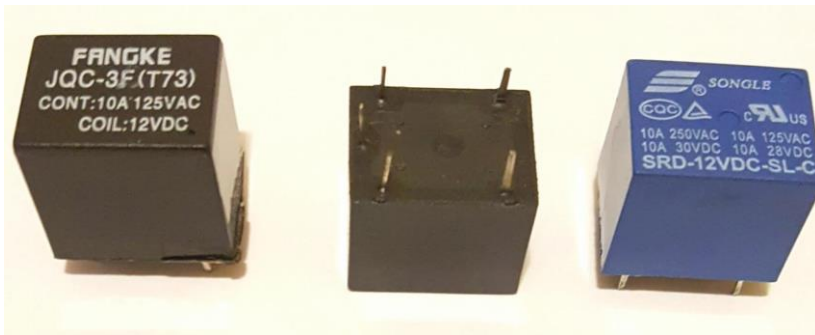


Figura 3 - Exemplos de relés. Fonte: Elaborada pelos autores.

### 2.3.3 Microcontroladores e Arduino

Os microcontroladores são circuitos integrados extremamente complexos e de uma categoria específica. Eles podem ser programados para exercer varias funções de controle, como exemplo, pode-se citar uma central de controle de um automóvel, nela são ligados sensores espalhados pelo veículo á um controlador, que gerencia quais dispositivos devem ser acionados. (BRAGA, 2016).

Bolton (2010) identifica que um microcontrolador é formado por microprocessadores que gerenciam as operações efetuadas, memórias usadas no armazenamento de dados e portas de entradas e saídas de dados que trocam sinais entre o mundo digital e externo, tudo isso integrado a um único dispositivo. Na Figura 4 observa-se um microcontrolador.



**Figura 4 - Exemplo de microcontrolador.**

**Fonte:** <https://pt.aliexpress.com/w/wholesale-atmel-atmega2560.html>  
**Acesso em:** 18 jan. 2017.

Para gerenciar o controle do protótipo desenvolvido os autores optaram pelo microcontrolador ATmega2560, que é integrado ao Arduino, que trata-se de um dispositivo muito conhecido, de programação acessível e baixo custo de aquisição.

O Arduino é um dispositivo que difere de um computador normal, pois não apresenta sistema operacional, nem interfaces para teclado, mouse ou monitor. Seu principal objetivo é controlar coisas realizando interfaces entre sensores e atuadores, através dele pode-se conectar um sensor de presença, que ao ser acionado ativa um alarme por exemplo. (MONK, 2015).

Monk (2015) descreve brevemente que o Arduino é composto por um microcontrolador e alguns componentes de apoio. São oferecidos em diversas configurações no mercado, sendo perfeitamente possível replica-lo em um protoboard, ou caso seja um produto final em uma PCI. Para ensaios ou testes as placas de Arduino tornam as coisas fáceis, mas caso o projeto fosse feito em grande escala e destinado a ser programado apenas uma vez, não seria necessário alguns componentes de apoio como, por exemplo, sua porta USB, pois após o chip ser programado e o projeto testado, o microcontrolador poderia ser removido do Arduino e o programa copiado para outros microcontroladores e instalado em projetos de placas finais.

Das configurações de Arduino disponível no mercado, a que mais se adequa aos requisitos do protótipo é o Arduino Mega. Monk (2013) explica que esta é a configuração de alto desempenho, como mostra a Tabela 2, apresenta maior quantidade de portas de entradas e saídas. Mas sem perder compatibilidade com o Arduino Uno, que é o carro chefe da empresa, e com todos os *shields* disponíveis para o Arduino.



<b>Especificações Técnicas</b>	
Microcontrolador	ATmega2560
Tensão operacional	5 V
Tensão de entrada (recomendado)	7 - 12 V
Tensão de entrada (limite)	6 - 20 V
Digital I / O Pins	54
PWM Digital I / O Botons	14
Analog Input Pins	16
Corrente DC pot pino de E / S	40 mA
Corrente de CC para o pino de 3,3 V	50 mA
Memória flash	256 kB
Memória flash para Bootloader	8 kB
SRAM	8 kB
EEPROM	4 kB
Velocidade do relógio	16 MHz
Comprimento	101,5 mm
Largura	53,3 mm
Peso	37 g

**Tabela 2 - Especificações técnicas do Arduino Mega.**

Fonte: <https://store.arduino.cc/product/A000067>

Acesso em: 22 jan. 2017.

Nesta versão o microcontrolador usado é o ATmega2560, não se trata da versão mais rápida dos chips ATmega, porém contém muito mais memória e pinos de entrada e saída. Um detalhe pertinente é que este chip possui montagem superficial, como mostra a Figura 5, ou seja, esta fixo de forma permanente no Arduino Mega, diferentemente do Uno e de outras placas familiares, no qual o microcontrolador é fixo através de soquetes, a desvantagem da montagem superficial é que em caso de algum dano acidental não é possível substituí-lo, limitando uso deste microcontrolador originário para testes e desenvolvimento de projetos. (MONK, 2015).



**Figura 5 - Figura 5 - Arduino Mega.**

Fonte: <https://store.arduino.cc/product/A000067>

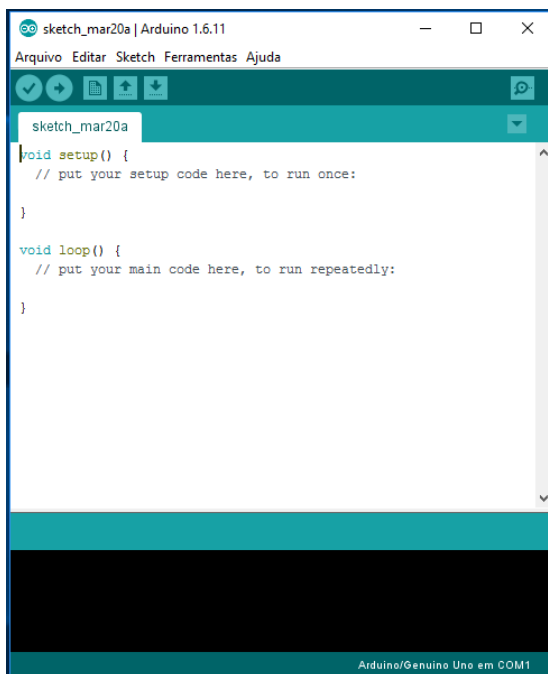
Acesso em: 22 jan. 2017.

Em relação às conexões de um Arduino, Monk (2013) lembra que uma porta de entrada e saída do Arduino pode operar com até 40 mA e 5 V, isto é suficiente para acender diretamente um LED comum, mas não é o suficiente para acionar diretamente um motor elétrico, criando a necessidade de se montar um circuito de comando para que use o sinal de saída para fazer o acionamento de um dispositivo que demande valores maiores de corrente.

Um pensamento errado a respeito do Arduino é a de que ele tem linguagem própria de programação, na realidade a linguagem de programação utilizada é a C, uma linguagem presente desde os primeiros dias da computação, o que o Arduino proporciona são conjuntos simples de comando, escritos em C, para ser usados durante sua programação. (MONK, 2015).

Backes (2013) refere-se à linguagem de programação C, como uma das mais bem sucedidas linguagens de alto nível criadas, a considera também como a linguagem de programação mais usada em todos os tempos, entende-se por linguagem de alto nível aquela que possui um nível de absorção alto, ou seja, que esta mais próxima da linguagem humana do que as dos códigos de máquina.

Para realizar a programação de qualquer Arduino é utilizado o *software Arduino Integrated Development Environment* (IDE), como mostra a Figura 6, que traduzindo significa Ambiente de Desenvolvimento Integrado de Arduino, o *software* é simples e fácil de usar, principalmente se o programador for iniciante. (MONK, 2015).



**Figura 6 - Arduino IDE. Fonte: Elaborada pelos autores.**

Após desenvolver um programa e armazená-lo no Arduino, Monk (2013) explica que qualquer programa armazenado no dispositivo permanecerá preservado, pois o Arduino trabalha com memória *flash* não volátil, isto quer dizer que a memória não esquecerá o programa, mesmo que o dispositivo não esteja sendo ligado a uma fonte de alimentação.

Devido ao fato das placas de Arduino possuírem uma pequena quantidade de memória de programa, se faz necessário à utilização apenas dos códigos de programação que realmente

são necessários para a execução das tarefas que será designada, a maneira de organizar esses códigos relacionados a cada tarefa são através das bibliotecas. Quando se esta trabalhando com Arduino, e linguagem C, a biblioteca (*library*) organiza uma coleção de códigos com funções úteis para uma determinada ação, que poderá ser incluída ou não na programação. (MONK, 2015).

### 2.3.4 Fonte de Alimentação

De forma resumida, Alciatore e Histan (2014) explicam que a energia elétrica divide-se em duas categorias: a corrente alternada (CA) e a corrente contínua (CC). A corrente alternada provém das geradoras de energia, é usada para transferir potência em longas distâncias, ela muda de polaridade várias vezes por segundo e tem sua forma de onda representada por uma função senoidal. A corrente contínua é definida por valores constantes, ou seja, independente da sua função no tempo seus valores não muda de polaridade, sendo principalmente usada para alimentar a maioria dos componentes e dispositivos do protótipo desenvolvido.

Segundo Lamb (2015) a maioria dos sistemas de controle é de natureza elétrica, nos pontos de utilização a eletricidade tem seu valor de tensão diminuído para um nível utilizável, a energia CC é convertida a partir de uma tensão CA usando uma fonte de alimentação, para depois poder ser usada pelos dispositivos do sistema.

Por definição de Braga (2017, p. 8):

Onde houver necessidade de uma alteração na forma como a energia elétrica deve ser utilizada por um circuito eletrônico, precisamos de um bloco especial que faça essa modificação. Esse bloco é a fonte de alimentação, que pode ter os mais diversos graus de complexidade.

A opção de fonte de alimentação escolhida pelos autores foi à fonte chaveada, como mostra a Figura 7. Trata-se de uma fonte de alimentação eletrônica, que inclui regulador de tensão, abarca um circuito de controle interno que chaveia a corrente ligando e desligando em alta frequência para manter a tensão da saída equilibrada. As fontes chaveadas apresentam varias vantagens, das quais se pode destacar a eficiência, o tamanho pequeno e o peso leve, tornando-a opção mais vantajosa.



**Figura 7 - Fonte Chaveada. Fonte: Elaborada pelos autores.**

### 2.3.5 Motor de Passo

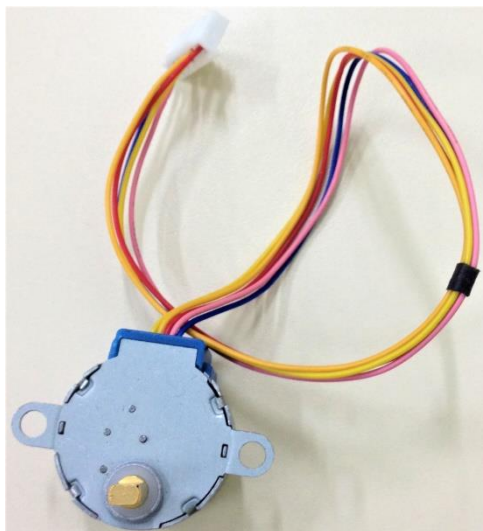
Diversas aplicações utilizam motores de corrente contínua, devido à relação de velocidade-torque ser facilmente variada. Com esta vantagem a velocidade pode ser reduzida suavemente até zero, e ser acelerada imediatamente em direção oposta. Caso necessite, os motores de corrente contínua ainda podem fornecer até cinco vezes o torque nominal sem a necessidade de parar. (PETRUZELLA, 2013).

O motor de passo é uma categoria de motor de corrente contínua. Trata-se de um motor elétrico sem comutadores no qual o rotor gira através de incrementos de posição (passos), que é resultante das alternâncias de excitação nos enrolamentos do estator. Seu rotor geralmente é constituído por imã permanente, bloco dentado de material magnetizável, ou pela combinação de ambos. Devido a esta configuração ele pode ser mantido energizado e fixo em uma posição definida, ou ainda girar em ambos os sentidos, é classificado como um atuador, pois converte entradas elétricas em movimentos mecânicos. (ORDOÑEZ; PENTEADO; DA SILVA, 2005).

Com relação ao sistema de passos, Umans (2014) descreve que em geral os motores são concebidos para produzir 50, 100 ou 200 passos por rotação, que correspondem respectivamente a  $7,2^\circ$ ,  $3,6^\circ$  e  $1,8^\circ$  de deslocamento angular por passo. O movimento acontece através de comandos em malha aberta na forma de um trem de pulsos, que irá girar ou mover um objeto por uma distância definida. O exemplar utilizado no desenvolvimento pode ser observado na Figura 8.

Como principais vantagens do motor de passo destacam-se a precisão e repetibilidade no posicionamento, sendo que os erros de posição não são cumulativos, podem operar em malha aberta, são acionados de forma digital e dispensam manutenções frequentes. Já as desvantagens mais notadas são as limitações de torque e um detalhe em relação a operação em malha aberta, uma vez sobrecarregados, perdem o passo e consequentemente a posição do rotor. Neste caso é necessário

uma reinicialização para que as bobinas sejam energizadas sequencialmente. (ORDOÑEZ; PENTEADO; DA SILVA, 2005).



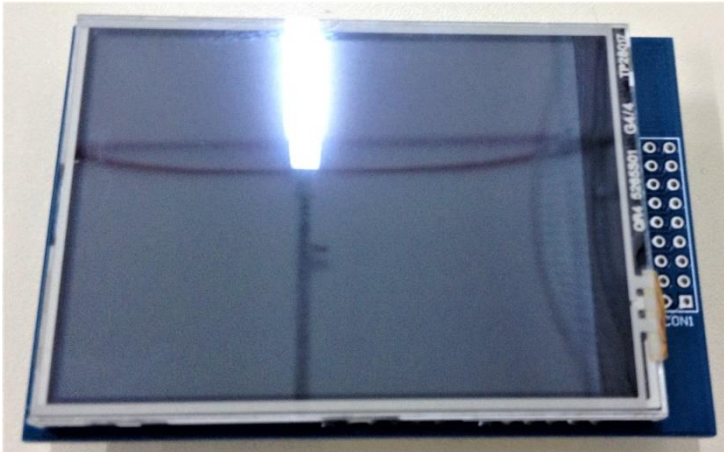
**Figura 8 - Motor de passo. Fonte: Elaborada pelos autores.**

### **2.3.6 Tela *touchscreen***

A tela *touchscreen* (sensível ao toque) é um tipo de *display* particular, pois se trata de um hardware não só de saída, mas também de entrada de dados, que ocorre através da detecção a presença do local de toque, em sua área, podendo ser feito através do dedo, mão ou caneta. A principal vantagem disto é que o usuário interage diretamente com as imagens mostradas na tela, dispensando mouse ou teclado. (EISMIN, 2015).

A tela *touchscreen* escolhida, como mostra a Figura 9, é usada para a visualização dos processos, alteração de parâmetros e acompanhamento das condições de operação do protótipo, comportando-se como uma IHM (interface homem-

máquina), ao qual o usuário poderá interagir com o sistema através dela.



**Figura 9 - Tela *touchscreen*. Fonte: Elaborada pelos autores.**

### **2.3.7 Módulo GSM**

De acordo com a Usinainfo (2017) o módulo GSM (*Global System for Mobile Communications*), que traduzindo significa Sistema Global para Comunicações Móveis, é desenvolvido para fazer a integração de projetos que utilizam microcontrolador à rede mundial de computadores por meio da comunicação GPRS, ligação via GSM ou ainda mensagens de texto via SMS, como é o propósito deste trabalho. O módulo integra um slot para cartão SIM e uma antena para comunicação e conexão, conforme mostrado na Figura 10. Com grande diversificação quanto ao seu uso, ele é indicado para quem deseja uma comunicação rápida e completa a distância para aplicações em projetos de automação.

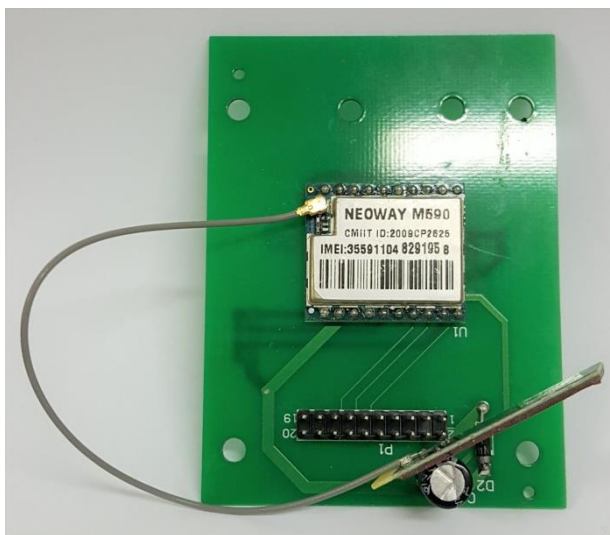
Segundo Ribeiro (2015) o GSM é um sistema de celular digital, que permite a troca de dados de usuários através do cartão SIM, e acesso rápido a serviços de internet através do sistema de comunicação GPRS. A tecnologia deste sistema é



utilizada como padrão para a telefonia mundial por apresentar a maior cobertura ao redor do planeta.

Com relação ao cartão SIM, Taurion (2005) explica que se trata de um cartão inteligente, de dimensões reduzidas (2,5 por 1,5 centímetros), equipado com um chip capaz de se comunicar com servidores da rede GSM e memória para armazenar informações, como por exemplo, agendas de contatos.

O método de comunicação será feito através do SMS, que é definido por Campos (2010) como um Serviço de Mensagens Curtas (*Short Message Service*), na qual permite aos usuários trocarem mensagens a partir de um celular. Cada mensagem pode ter até 160 caracteres e ser trocada por usuários de diferentes operadoras.



**Figura 10 - Módulo GSM. Fonte: Elaborada pelos autores.**

Com o entendimento do que são e como funcionam os principais componentes e dispositivos utilizados no desenvolvimento do protótipo, o próximo item entra com mais detalhes explicando sobre a manufatura aditiva, que foi utilizada no projeto para a confecção de peças que não são encontradas comercialmente.

## 2.4 Manufatura Aditiva

A manufatura aditiva é o processo usado para a fabricação de objetos sólidos a partir do desenho de um modelo sólido, este processo acontece através da adição sucessiva de camadas de um determinado material. É o processo contrário da usinagem que consiste na remoção sucessiva de camadas de material. Apesar deste processo não ser tão prático para a produção em escala, devido ao tempo e custos envolvidos, ele é muito útil para a concepção de protótipos. (LAMB, 2015).

### 2.4.1 CAD

Antes do início do processo da impressão 3D o primeiro passo é desenvolver o desenho do modelo sólido ao qual se quer ter em mãos. Este processo é realizado com *softwares* CAD (*Computer Aided Design*). Lamb (2015) defende que o CAD agiliza o desenvolvimento de projetos, pois permite que as pessoas criem seus próprios desenhos sem precisar depender de desenhistas industriais.

No que diz respeito ao *software* CAD Lamb (2015) descreve que são sistemas de desenhos baseados em vetores bidimensionais, modeladores de sólidos e superfícies tridimensionais, com funções extras que permitem a modelagem matemática de componentes, análises dinâmicas e resistências de montagens. Uma vantagem de sua utilização no desenvolvimento do modelo sólido é que o CAD permite a definição de métodos e estratégias para a fabricação de componentes.

## 2.4.2 Impressão 3D

Cunico (2014, p. 2) define que “todas as tecnologias de impressão 3D ou de manufatura aditiva tem como principio básico de funcionamento, a geração de objetos tridimensionais (3D) através de processo de adição de material camada por camada”.

O conceito de fabricação de objetos camada por camada é antigo, mas o desenvolvimento das impressoras 3D teve inicio só a partir dos anos 80. Nesta época o objetivo fundamental era a construção de protótipos de forma rápida, economizando tempo na construção e utilização de moldes, ou também o tempo gasto na remoção de materiais, através do uso de fresas e tornos (CUNICO, 2014).

## 2.4.3 Métodos de impressão 3D

Existem diversos métodos usados na manufatura aditiva, Lamb (2015, p. 6) cita exemplos como:

[...] a extrusão de camadas de polímero ou metal, a laminação de camadas de folhas, papéis ou película plástica e a utilização de feixes de elétrons para fundir metais granulados seletivamente, camada por camada. Métodos relacionados com a prototipagem rápida são a estereolitografia e o processamento digital de luz. Esses métodos produzem partes sólidas a partir de um líquido ao expô-lo a feixes de luz intensos, endurecendo assim o polímero exposto.

Dentre os métodos disponíveis o mais acessível para os autores foi à extrusão, pois o orientador tem a disposição uma impressora 3D com esta tecnologia. Este método consiste na

deposição de camadas, usando material termoplástico fundido por meio de um cabeçote extrusor.

Cunico (2014) explica que o filamento do termoplástico é movido para dentro de uma câmara de liquidificação, através de rolos de alimentação acionado por motores de passo. Ao redor da câmara estão posicionadas resistências térmicas que elevam a temperatura do material a valores superiores a temperatura de amolecimento, ponto de transição vítrea. Para construir o perfil de cada camada, o cabeçote se desloca pelos eixos x e y adicionando o termoplástico amolecido, ao término de cada camada, a plataforma de deposição de material se desloca no sentido z para dar início da construção da camada seguinte. Este processo se repete até a finalização da peça.

Mesmo a impressão 3D apresentando restrições como tempo e o custo, foi a melhor escolha para a fabricação das peças do protótipo, pois permitiu a obtenção de geometrias mais complexas do que os processos convencionais, como a fresa e torno. A liberdade de criação vem impulsionando o uso das impressoras 3D em diversas áreas, como a saúde e engenharia. O próximo capítulo apresenta as principais etapas do desenvolvimento do protótipo, desde a ideia conceitual até à fase de acabamento.

### **3 DESENVOLVIMENTO**

Este capítulo trata sobre as principais etapas do desenvolvimento do protótipo, partindo da ideia que motivou a sua concepção, as peças que foram desenvolvidas através da impressão 3D, a programação elaborada para o microcontrolador, os circuitos eletrônicos implementados, os acabamentos visando à segurança do usuário e os testes realizados.

#### **3.1 Concepção do projeto**

Inovação é a palavra que guiou o desenvolvimento desse projeto, pois inovar é fazer as coisas diferentes ou de outra maneira, experimentando outras soluções ou mesmo formulando outros problemas. Com inovação se satisfaz necessidades não ou insuficientemente satisfeitas.

A concepção deste projeto teve início a partir de situações vividas por um familiar de um dos autores, que possui problemas para administrar a rotina de uso de seus medicamentos. Partindo deste caso pesquisou-se a existência de algum aparelho que pudesse fazer ou pelo menos ajudar a fazer o controle desta rotina. Através de pesquisas na internet chegou-se a uma patente, que está disponível no Anexo A, mas que porém não apresentava nenhum produto final no mercado, e também a um modelo que é oferecido comercialmente, o Alertmed conforme visto na Figura 11.



**Figura 11 - Alertmed. Fonte:**

**<http://www.saredrogarias.com.br/imagens/produtos/grande/alertmed-dispensador-eletronico-medicamentos.jpg> Acesso em: 25 jan. 2017.**

Sobre o Alertmed, sua proposta de funcionamento é a de um porta comprimidos eletrônico, no qual o usuário programa os horários de sua medicação, e o Alertmed desperta disponibilizando os remédios corretos nas doses e horários certos.

Isto garante como principais benefícios ao usuário à ingestão da medicação conforme prescrição médica, ajuda as pessoas a não fazerem sua administração de modo incorreto, proporciona tranquilidade aos familiares que não moram com o usuário e traz liberdade aos usuários que moram sozinhos. Os autores tomaram estes benefícios como base, e pensaram no que mais pode ser melhorado para que se possa criar um novo produto?

Neste contexto foi identificado a partir de pesquisas que o protótipo poderia: ter um visual mais moderno, chamar mais a atenção das pessoas para que não esqueçam de que tem remédios para ser tomados, disponibilizar um sinal de alerta sonoro e visual, oferecer uma tela *touchscreen* para ser uma IHM

tornando a programação mais interativa, aumentar mais ainda a segurança dos familiares através de uma ferramenta que informe a eles se em algum momento do dia não for detectado o consumo do remédio, o protótipo informe a situação através de mensagem de texto para celular.

Com relação ao público alvo, os novos benefícios foram pensados e desenvolvidos para atender pessoas que tivessem grandes problemas com a memória, algo muito presente na classe dos idosos, que são afetados tanto pela idade quanto por patologias como o mal de Alzheimer.

Após ter definido a proposta do que seria e do que deveria ter o projeto, a próxima etapa do desenvolvimento consiste na criação de uma estrutura moderna e que chame a atenção do usuário.

### **3.2 Estrutura**

No que se refere à estrutura do protótipo, uma questão de suma importância esta relacionada ao seu volume. Determinou-se que seu espaço de ocupação no mobiliário do usuário não ultrapassasse as medidas de 400 x 400 x 400 mm, valores estes de um eletrodoméstico comum, por exemplo, um micro-ondas ou uma cafeteira.

Posteriormente foi iniciado o desenvolvimento, com o auxílio do *software* AutoCAD, das partes que são fabricadas através da impressão 3D, cujo os desenhos técnicos podem ser vistos nos apêndices A ao F. A carcaça é a primeira delas a ser desenvolvida, responsável pela proteção das partes internas do projeto, como por exemplo, o compartimento de comprimidos e os circuitos eletrônicos.

É também a primeira peça que o usuário terá contato, por isso a carcaça tem que ter um formato moderno, como mostra a figura 12. Além disso, deve oferecer segurança para as pessoas que utilizarão o aparelho, uma vez que a proteção da máquina

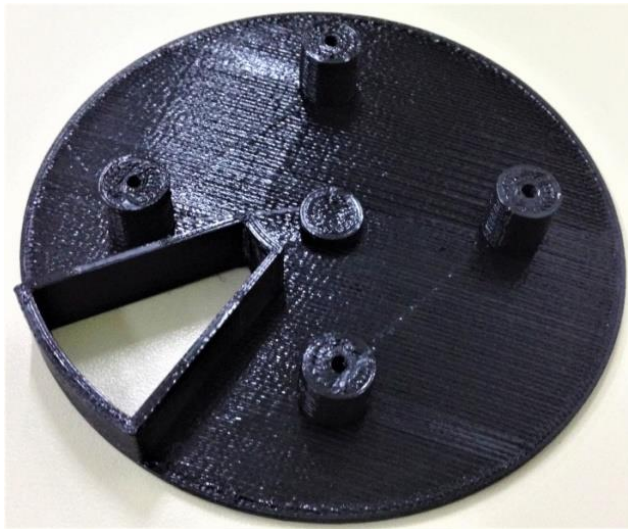
propriamente dita é de importância secundária. Todo projeto devera oferecer proteção contra a movimentação dos componentes, superfícies quentes, bordas afiadas, circuitos elétricos entre outros riscos.



**Figura 12 - Carcaça feita na impressão 3D.  
Fonte: Elaborada pelos autores.**

Na sequência foi desenvolvido o compartimento de comprimidos que irá receber, armazenar e distribuir os comprimidos para o usuário. Esta parte é dividida em três peças, sendo elas: a tampa, observada na Figura 13, que é fixada ao topo da carcaça e é por onde serão inseridos os comprimidos; a aleta de movimentação, observada na Figura 14, que é acoplada ao motor de passo e irá fazer a movimentação dos comprimidos; e a caixa, observada na Figura 15, que é por onde sai os comprimidos para a rampa direcionadora, a caixa serve também para armazenar os comprimidos em local seco e os proteger da luz do sol, recomendações básicas em relação à conservação de remédios.





**Figura 13 - Tampa do compartimento de comprimidos.**  
Fonte: Elaborada pelos autores.



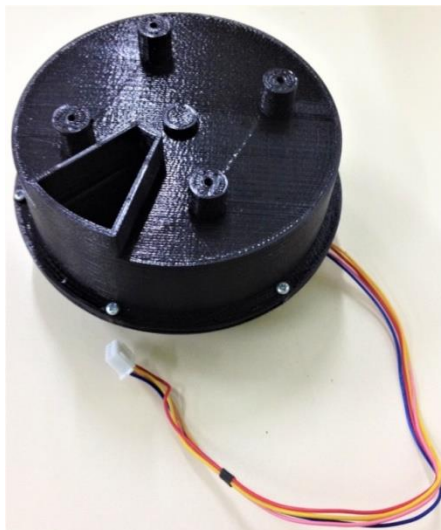
**Figura 14 - Aleta de movimentação dos comprimidos.**  
Fonte: Elaborada pelos autores.



**Figura 15 - Caixa do compartimento de comprimidos.**

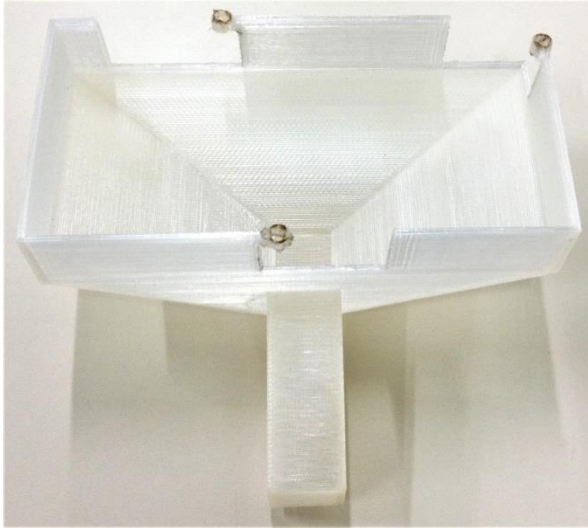
**Fonte: Elaborada pelos autores.**

Foram feitos três compartimentos de comprimidos, cada um com capacidade para armazenar 10 comprimidos, por se tratar de um protótipo, não é de maior importância as quantidades de armazenagem, mas sim realizar toda a parte do desenvolvimento e programação, porque após o programa ficar pronto, torna-se mais fácil futuramente adicionar compartimentos ou espaços nas aletas. O conjunto todo montado pode ser visto na Figura 16.



**Figura 16 - Compartimento de comprimidos montado.**  
**Fonte: Elaborada pelos autores.**

A última parte desenvolvida e impressa é a rampa direcionadora. Quando o comprimido sair do compartimento de comprimidos ele precisará ser orientado para que chegue até o acesso do usuário, após tentativas e testes realizados pelos autores quanto à forma da rampa para que atendesse os comprimidos mais comuns no mercado, chegou-se a peça que é vista na figura 17. Ela é fixada através de um encaixe simples aos três compartimentos de comprimidos.

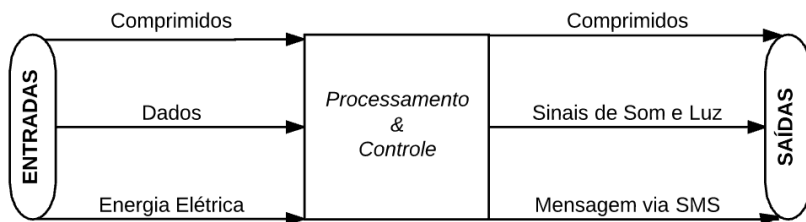


**Figura 17 - Rampa direcionadora. Fonte: Elaborada pelos autores.**

Com as peças prontas, a próxima etapa foi elaborar o sistema que controlará todas as entradas e saídas do microprocessador para atender as necessidades do usuário.

### **3.3 Sistema**

O sistema é representado por um diagrama em bloco, como é observado na Figura 18, que possui entradas e saídas. Não é de interesse no momento saber o que há dentro do bloco, mas sim a relação entre as entradas e saídas.



**Figura 18 - Sistema de entradas e saídas do protótipo.**

**Fonte: Elaborada pelos autores.**

Um sistema de processamento e controle pode ser usado em várias aplicações, como por exemplo, controle de algumas variáveis, controle de uma sequência de eventos ou o controle de ocorrência de eventos. Os três exemplos de controles são usados no sistema do protótipo, em proporções o que acaba aparecendo na maioria das vezes é o controle sequencial.

Em síntese o controle sequencial é aplicado a ações de controle ordenadas no tempo ou por eventos em sequência. Antigamente eram desenvolvidos por circuitos elétricos compostos por conjuntos de relés ou chaves com camers conectados a fim de se conseguir a sequência desejada, mas hoje em dia, devido ao uso de circuitos integrados modernos como os microprocessadores, está sequência é controlada via *software*.

Definido as ações necessárias para a execução das tarefas do protótipo, o próximo passo foi criar um sistema embarcado, que se trata da programação projetada para controle de uma gama de funções, na qual não pode ser programado pelo usuário, com isso ele não pode alterar o sistema fazendo acréscimos ou substituições no *software*. A linguagem de programação escolhida para o desenvolvimento do sistema embarcado foi a linguagem C, com códigos gerados no *software* Arduino IDE. O fluxograma apresentado na Figura 19 ilustra como é a sequência lógica do programa desenvolvido.

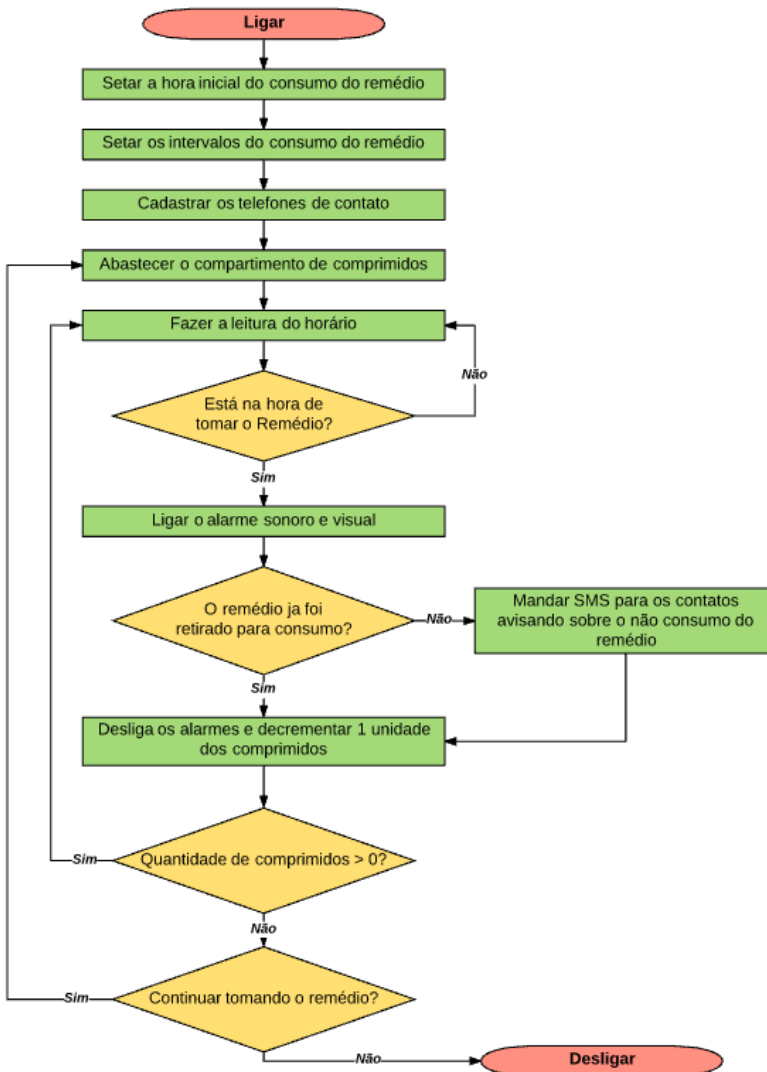


Figura 19 - Fluxograma do projeto. Fonte: Elaborada pelos autores.

O próximo item aborda as funcionalidades das principais telas que aparecem no *touchscreen*, usado como a IHM, na qual o usuário terá contato e que foram geradas através da programação para o sistema embarcado.

### 3.4 Telas

A etapa de configuração das rotinas que são programadas pelo usuário foi elaborada com o auxílio da biblioteca *UTouch*. Durante a execução do programa, é feita uma varredura na tela *touchscreen*, para detectar em que ponto, dados em coordenadas  $x$  e  $y$ , a tela foi tocada, permitindo o usuário entrar com os dados necessários.

Para o desenvolvimento dos *layouts* das telas que são mostradas no *touchscreen*, usou-se a biblioteca *UTFT*, que permite a realização de desenhos como retângulos, configuração de tamanho da fonte, cores que serão exibidas, entre outras funções.

As telas foram concebidas para que tornassem ao usuário a configuração e acompanhamento das rotinas da forma mais intuitiva possível. Isso acontece através de cores chamativas, letras e números grandes e texto enxuto. Na sequência mostram-se as principais telas exibidas no *touchscreen* e suas funções.

A primeira tela que o usuário terá contato assim que ligar o aparelho é a tela inicial vista na Figura 20. Nela é exibido um relógio com as horas e minutos local, configurada pelo próprio usuário. Existe também um botão para configurar individualmente cada compartimento de comprimidos e é exibido outro relógio, que indica quanto tempo falta para o consumo do próximo comprimido em horas e minutos. Tocando no relógio local a IHM exibe outra tela.



Figura 20 - Tela inicial. Fonte: Elaborada pelos autores.

Esta tela, apresentada na Figura 21, permite que o usuário selecione as horas e minutos locais através dos botões verdes com setas no interior, definido o horário basta tocar no botão vermelho com seta no interior, que ela fará o retorno para a tela inicial.



Figura 21 - Tela de configuração do relógio local.  
Fonte: Elaborada pelos autores.



Na tela inicial, tocando em CONFIG, o *touchscreen* irá alterar para a tela de configuração dos compartimentos de comprimidos, conforme visto na Figura 22. Estes compartimentos também são chamados de *DISPENSER*, havendo três opções de *DISPENSER* para serem escolhidos para configuração. Há também o botão de retorno para a tela inicial, outro botão para o cadastro dos telefones que receberão os devidos alertas via SMS e um botão usado para o pareamento do protótipo com celular para troca de dados via bluetooth. Este último botão está disposto apenas para sugerir uma futura melhoria, que junto com outras são sugeridas nos itens finais deste trabalho.



**Figura 22 - Tela de configuração dos compartimentos de comprimidos.**  
Fonte: Elaborada pelos autores.

Tocando em CONFIG *DISPENSER*, independente de qualquer uma das três opções, é exibida a tela de configuração individual do compartimento de comprimidos, como pode ser visto na Figura 23, mostrando o nome de qual compartimento se trata a configuração. Nesta tela são das as opções de configuração do início e intervalo do consumo dos remédios, através dos botões nomeados por TECLADO, mostrando também a quantidade de cápsulas no *DISPENSER* selecionado, há também um botão de retorno para a tela anterior, um botão para o abastecimento do compartimento de comprimidos e um botão para zerar os dados cadastrados para o *DISPENSER* selecionado.



Figura 23 - Tela de configuração do *DISPENSER*.  
Fonte: Elaborada pelos autores.

Ao tocar no botão TECLADO, que esta na mesma linha do intervalo, é aberta a tela de configuração do intervalo em que o remédio deve ser tomado, como pode ser observado na Figura 24, podendo este ser configurado em horas e minutos através dos botões verdes com seta no interior, ao fim da configuração tocando no botão vermelho com seta no interior, retorna-se para a tela anterior.



Figura 24 - Tela de configuração do intervalo de consumo do remédio.  
Fonte: Elaborada pelos autores.

Tocando no botão TECLADO, que desta vez está na mesma linha que o início, o *touchscreen* apresenta a tela de configuração do horário que será iniciado o consumo do remédio, conforme visto Figura 25. A configuração é feita por horas e minutos através dos botões verdes com seta no interior, ao fim da configuração tocando no botão vermelho com seta no interior, retorna-se para a tela anterior.



**Figura 25 - Tela de configuração do horário inicial do consumo do remédio. Fonte: Elaborada pelos autores.**

Quando o botão ABASTECER é tocado é exibida a tela de abastecer *DISPENSER*, como mostra a Figura 26, nela aparece a quantidade de comprimidos contidos, e pode ser feito o abastecimento e desabastecimento a partir dos botões + e -, que fazem a rotação em sentido horário e anti-horário do motor de passo acoplado. A quantidade de comprimidos é estimada através do sentido da execução dos passos dado pelo motor. Finalizada a operação desejada basta tocar no botão vermelho com seta no interior para voltar à tela de antes.



Figura 26 - Tela de abastecer *DISPENSER*.  
Fonte: Elaborada pelos autores.

Voltando a tela que oferece a opção de configuração dos compartimentos de comprimidos e tocando em FONE, o *touchscreen* mostra uma tela, conforme é observado na Figura 27, que apresenta os números cadastrados para os quais serão enviados SMS de alerta. A inserção do número é feita através da troca de SMS entre o protótipo e o celular que será cadastrado.

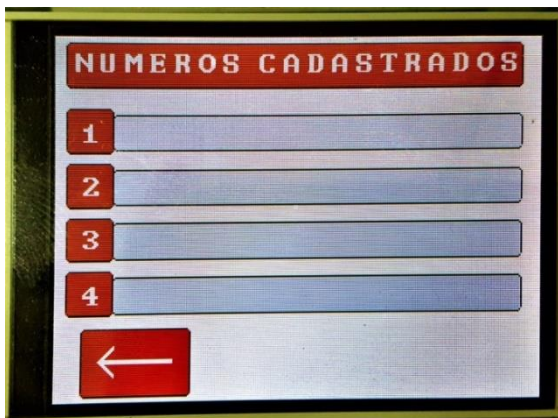


Figura 27 - Tela dos números cadastrados para o envio de SMS.  
Fonte: Elaborada pelos autores.

Feito as configurações necessárias, basta apenas que o usuário acompanhe na tela inicial o horário que indica quando será necessário o consumo do remédio, caso haja algum contratempo, e o remédio não for consumido no horário determinado, o protótipo ira acionar seus alertas, tema este que será abordado no próximo item.

### **3.5 Alertas**

Chegado o horário programado, o microcontrolador aciona o motor de passo, que rotaciona a aleta movendo o comprimido para a saída do compartimento, o comprimido descerá até a rampa direcionadora, que depositará o mesmo em um copo, esta é a hora do usuário consumir o remédio, mas e se isto não acontecer, como o protótipo deverá agir?

No espaço onde está o copo foi encaixando um módulo detector de obstáculo, Figura 28, que através de um LED e um fototransistor, detecta a presença do copo. O módulo possui três pinos, sendo dois a alimentação (GND e 5V) e o terceiro a saída. O pino de saída indica nível lógico 1 para presença do copo e 0 para não presença, que é detectado pelo Arduino.



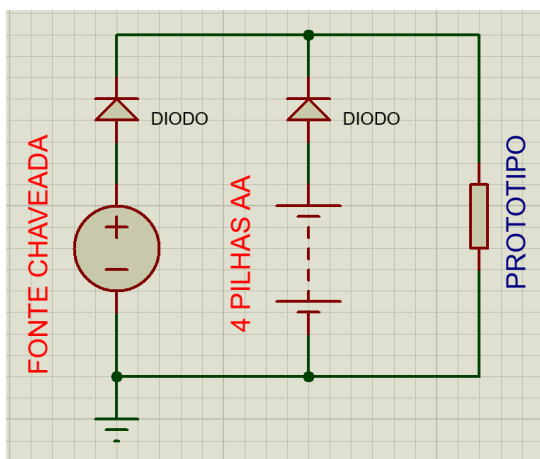
**Figura 28 - Módulo Detector de obstáculo.**  
**Fonte: Elaborada pelos autores.**

Se no tempo programado o copo for retirado, o programa volta para a leitura do horário do próximo remédio. Caso o copo não for retirado em certo tempo, é acionado alerta sonoro e visual, através do buzzer e o *touchscreen* respectivamente, para chamar a atenção do usuário quanto ao remédio que deve ser tomado. Enquanto isso o programa continua lendo o módulo detector de obstáculo aguardando a retirada do copo.

Mas se por alguma eventualidade o copo ainda não for retirado, para indicar que o usuário está tomando o remédio, o programa avança para a leitura do horário do próximo remédio. O microcontrolador também enviara uma mensagem de texto, através do módulo GSM, aos telefones cadastrados, para que o familiar ou tutor entre em contato com o usuário e tenha ciência do que estava ocorrendo no momento que não houve o consumo do remédio.

### 3.6 Segurança

Visando evitar a possibilidade de que o protótipo fique sem energia para o seu funcionamento, desenvolveu-se um sistema de emergência de alimentação, através do uso de pilhas. Este sistema é conectado em paralelo com a fonte de alimentação, conforme a Figura 29. Como a tensão da fonte é maior que as das pilhas, ela se torna a principal fornecedora de energia, mas caso ocorra queda na rede, as pilhas entram em ação tornando-se a fonte de energia de emergência. Colocou-se diodos na saída de ambas as fontes para evitar que uma transfira energia para a outra.



**Figura 29 - Sistema de segurança de alimentação.**  
Fonte: Elaborada pelos autores.

As pilhas necessárias são as do tipo AA, conhecidas também como pequenas. Este tipo de pilha é facilmente encontrado no comércio, elas são inseridas pelo usuário no porta pilhas, como é visto na Figura 30, que encontra-se instalado na parte de trás da carcaça.



**Figura 30 - Porta pilhas. Fonte: Elaborada pelos autores.**

Caso em algum momento do uso a energia das pilhas acabarem, e só depois de algum tempo a energia da rede voltar, o usuário não corre o risco de perder as horas e rotinas configuradas, pois o protótipo conta com o módulo DS1302, Figura 31, que armazena a hora local configurada pelo usuário pela última vez e também com o microcontrolador, que possui memória não volátil.



**Figura 31 - Módulo DS1302. Fonte: Elaborada pelos autores.**



Visando à segurança do usuário durante a operação no dia a dia do protótipo implantou-se uma tomada com pino de aterramento, padrão recomendado pelo atual legislação. O pino de aterramento esta ligado a um condutor que esta ligado as partes metálicas presentes no protótipo, como a fonte de alimentação, os motores e as placas de circuito impresso. Este pino oferece um caminho alternativo com menor resistência para alguma corrente de fuga que possa aparecer, reduzindo riscos de contato elétrico para as pessoas.

O próximo capítulo trata a respeito dos resultados que os autores obtiverem, na montagem e testes realizados após a etapa do desenvolvimento do protótipo.



## 4 RESULTADOS OBTIDOS

Com as peças desenhadas e impressas, os circuitos elétricos e eletrônicos confeccionados, e a programação finalizada, foi efetuada a montagem do protótipo.

Finalizada a montagem, o dispensador foi disponibilizado para testes a um familiar de um dos autores. Após 24 horas de uso o protótipo apresentou falha com relação à estrutura. Especificamente na carcaça, que não suportou o peso dos três compartimentos de comprimidos, flexionando a estrutura por completo, perdendo toda sua rigidez.

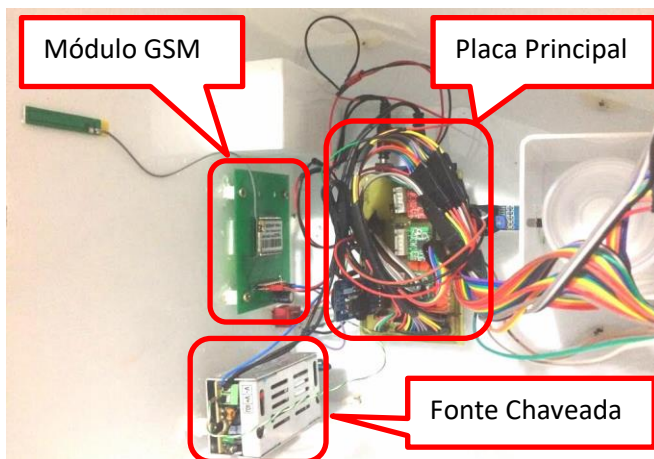
Depois de discussões a respeito do ocorrido, constatou-se que a falha aconteceu devido à espessura da parede da carcaça, que inicialmente foi impressa com 2 mm, muito fina para suportar a carga. A solução mais prática seria reimprimir a carcaça, aumentando a espessura de sua parede, porém, isto demandaria um maior tempo de impressão e aumentaria demasiadamente os custos, com o material utilizando para a impressão, inviabilizando para os autores esta opção.

A solução que apresentou o melhor custo benefício foi abrir mão do formato modernizado da carcaça, e refazer o desenho da estrutura visando um formato mais conservador, o que permitiu que sua construção fosse realizada em acrílico, para minimizar a possibilidade de uma nova flexão optou-se em aumentar a espessura da carcaça para 3mm. Após novos testes realizados com o novo formato e material usado, o protótipo manteve sua rigidez, tornando esta à versão final para a carcaça, conforme pode ser observado na Figura 32.



**Figura 32 - Versão final da estrutura do protótipo.  
Fonte: Elaborada pelos autores.**

Com relação aos circuitos eletrônicos, durante os testes apresentaram o comportamento esperado para o que foi proposto. Pois antes mesmo de serem montados, já haviam sido realizados testes de forma individual e em conjunto dos componentes e dispositivos, a fim de se evitar erros, que pudessem comprometer o projeto. O que vale destacar foi que houve uma integração dos circuitos a uma placa principal, o que facilitou a instalação dos circuitos no interior da estrutura, como é visto na Figura 33.



**Figura 33 - Interior do protótipo. Fonte: Elaborada pelos autores.**

Quanto à programação desenvolvida, foi relatado pela pessoa que fez os testes que: as ações ocorreram conforme foi configurado; os alarmes sonoro e visual eram ativados e desativados sempre no tempo certo; o remédio era fornecido nas quantidades e horas exatas; e a IHM tornava as configurações fáceis e intuitivas devido à tela *touchscreen* e o *layout* das telas.

O próximo capítulo finaliza o trabalho, apresentando as conclusões obtidas após todas as etapas abordadas anteriormente, e sugestões de futuras melhorias que poderiam ser implementadas no protótipo.



## 5 CONCLUSÕES

A sociedade geriátrica em massa está chegando, e isto pode ser visto como uma dificuldade ou uma oportunidade pelas pessoas. Foi justamente pensando nas oportunidades, que foi escolhido este tema para o trabalho de conclusão de curso.

O protótipo desenvolvido elencou vários benefícios, no qual se destacou: segurança para os idosos quanto ao consumo de medicamentos; liberdade para os familiares na administração das rotinas de cuidados com os idosos; e acessibilidade para as pessoas que possuem dificuldades de memória para o controle de horários.

A necessidade de atualização e formação contínua é constante, o conhecimento e o domínio da tecnologia são essenciais para a formação. Durante todo o desenvolvimento do protótipo houve a integração com os conhecimentos adquiridos em sala de aula. Como as peças impressas, por exemplo, que foram criadas com base no que foi ensinado na matéria de Desenho Técnico, logo no começo do curso ou a idealização das questões sociais que o protótipo oferece, como foi ensinado na matéria de Projetos de Máquinas já no final do curso.

Por se tratar de um protótipo, a ideia inicial foi desenvolver um produto que atendesse os requisitos do público-alvo, mas tentando ao máximo moderar o custos, a Tabela 3 exhibe os preços estimados dos principais dispositivos adquiridos para o projeto.

<b>Quantidade</b>	<b>Descrição</b>	<b>Valor Unitário</b>
01	<i>Arduino Mega</i>	R\$ 80,00
01	<i>Buzzer Intermitente</i>	R\$ 10,00
01	<i>Fonte Chaveada 5V 2A</i>	R\$ 40,00
03	<i>Motor de Passo 5V DC</i>	R\$ 30,00
01	<i>Tela LCD Touchscreen</i>	R\$ 120,00
01	<i>Módulo GSM M590</i>	R\$ 50,00
01	<i>Filamento PLA 1 kg</i>	R\$ 100,00
01	<i>Detector de Obstáculo</i>	R\$ 10,00
01	<i>Módulo RTC DS1302</i>	R\$ 15,00
01	<i>Estrutura de Acrílico</i>	R\$ 150,00
	<b>TOTAL</b>	R\$ 665,00

**Tabela 3 - Preços dos dispositivos adquiridos.**  
**Fonte: Elaborada pelos autores.**

## 5.1 Trabalhos Futuros

Apesar dos objetivos estabelecidos pelos autores serem atingidos, no decorrer do desenvolvimento trabalho os mesmos sentiram a necessidade de que certas melhorias poderiam ser implementadas futuramente. Tanto para que futuros acadêmicos possam usar em seus estudos, quanto para finalidade comercial. Dando destaque para:



- Desenvolver uma IHM, que possa ser operada remotamente em celulares ou tablets, via bluetooth;
- Remodelar a estrutura do protótipo, visando diminuir seu volume;
- Incluir compartimentos que possam administrar remédios líquidos;
- Elaborar uma opção de alertas que possa enviar e-mail para as pessoas, caso não houver o consumo do remédio.
- Adicionar ao programa uma opção de discagem para serviço de emergência, caso a pessoa não tome o remédio e não receba nenhum retorno do familiar ou responsável.



## REFERÊNCIAS

ALCIATORE, D. G.; HISTAND M. B. **Introdução à mecatrônica e aos sistemas de medições**. 4° Ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

BACKES, A. **Linguagem C: completa e descomplicada**. 1° Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

BRAGA, N. C. **Curso de eletrônica: eletrônica automotiva**. 1° Ed. São Paulo: NCB, 2016. v. 6.

BRAGA, N. C. **Fontes de alimentação**. 1° Ed. São Paulo: NCB, 2017.v. 1.

BOLTON, W. **Mecatrônica uma abordagem multidisciplinar**. 4° Ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CAMPOS, D. A. L. **Sistema de Alarme de Intrusão utilizando o SMS. Brasília: Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicada, UniCEUB, 2010.**

CUNICO, M. W. M. **Impressoras 3D: o novo meio produtivo**. 1° Ed. Curitiba: Concep3D, 2014.

EISMIN, T. K. **Eletrônica de aeronaves: introdução aos sistemas aviônicos**. 6° Ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

LAMB, F. **Automação industrial na prática**. 1° Ed. Porto Alegre: AMGH, 2015.

LIMA, C. B.; VILLAÇA, M. V. M. **AVR e Arduino: técnicas de projeto**. 2° Ed. Florianópolis: Ed. dos autores, 2012.

MONK, S. **Programação com Arduino: começando com Sketches**. 1° Ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

MONK, S. **Programação com Arduino II: passos avançados com sketches**. 1° Ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

NEGREIROS, T. C. G. M. **A nova velhice: uma visão multidisciplinar.** 2º Ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2007.

ORDOÑEZ, E. D. M.; PENTEADO, C. G.; da SILVA, A. C. R. **Microcontroladores e FPGAs: aplicações em automação.** 1º Ed. São Paulo: Novatec, 2005.

PETRUZELLA, F. D. **Motores elétricos e acionamentos.** 1º Ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

RIBEIRO, W. R. **VolP, o pulo do gato.** 1º Ed. Joinville: Clube de Autores, 2015.

ROACH, S. **Introdução à enfermagem gerontológica.** 1º Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

ROSÁRIO, J. M. **Automação industrial.** 1º Ed. São Paulo: Baraúna, 2009.

RUIPÉREZ, I.; LLORENTE, P. **Geriatria.** 1º Ed. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 2000.

SILVA, Roberta da.[online] Disponível na Internet via WWW. URL: <http://www.portaldafamilia.org/artigos/artigo411.shtml>. Acesso em: 1 ago. 2016.

TAURION, C. **Software embarcado: oportunidades e potencial de mercado.** 1º Ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2005.

TAYLOR, Carol R. et al. **Fundamentos da enfermagem: a arte e a ciência do cuidado de enfermagem.** 7º Ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

UMANS, S. D. **Máquinas elétricas de Fitzgerald e Kingsley.** 7º Ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

USINAINFO - [online] Disponível na Internet via WWW. URL: <http://www.usinainfo.com.br/modulos-para-arduino/modulo-gsm-arduino-sim800l-gsmgrpsms-com-slot-para-sim-3807.html>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2017.

## ANEXO A



República Federativa do Brasil  
Ministério do Desenvolvimento, Indústria  
e do Comércio Exterior  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) (21) **PI 0403434-1 A**

(22) Data de Depósito: 20/02/2004  
(43) Data de Publicação: 11/10/2005  
(RPI 1814)



(51) Int. Cl.<sup>7</sup>:  
G07F 9/00

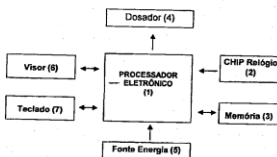
(54) Título: **DISPENSADOR AUTOMÁTICO DE MEDICAMENTOS**

(71) Depositante(s): Luiz Carlos Zancanella (BR/SC)

(72) Inventor(es): Luiz Carlos Zancanella

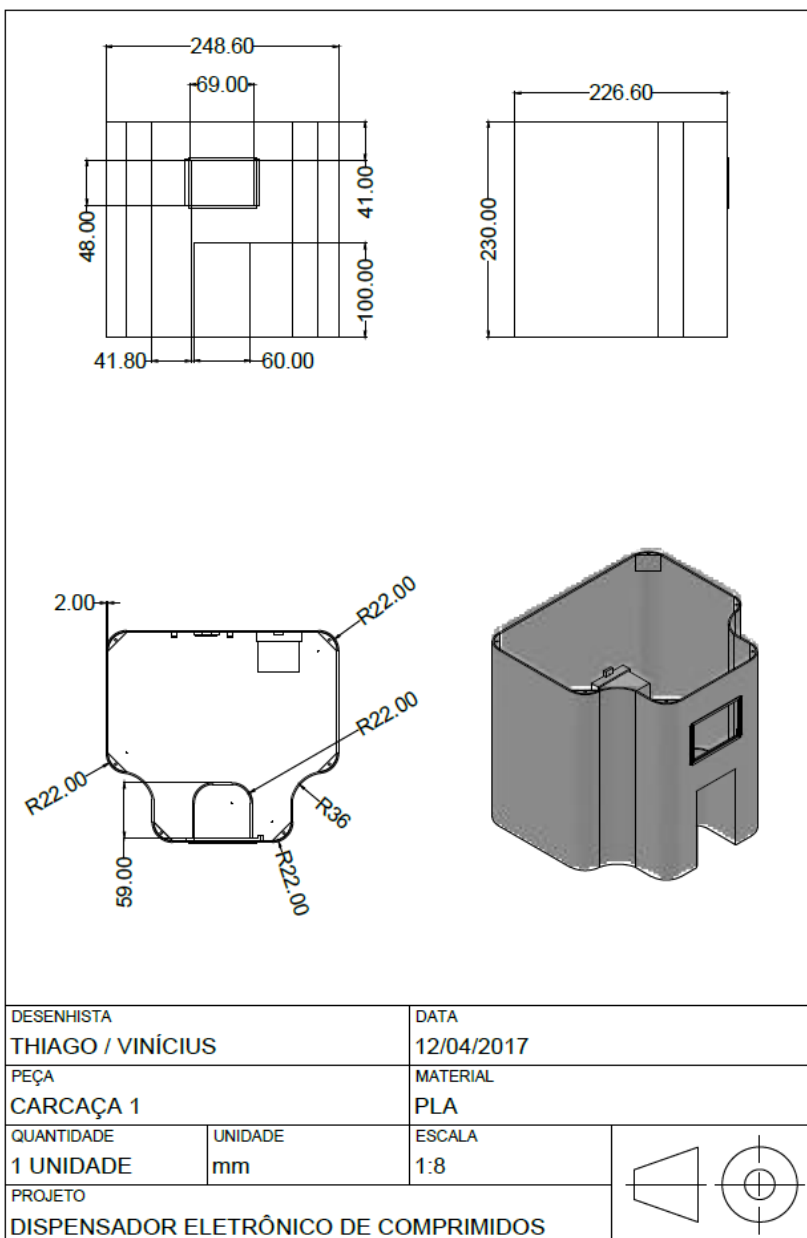
(74) Procurador: Claudio José Martins Costa Gonçalves

(57) Resumo: "DISPENSADOR AUTOMÁTICO DE MEDICAMENTOS". Idealizado para auxiliar as pessoas na programação e controle dos horários de tomar remédios, buscando evitar o esquecimento e a ingestão indevida, fazendo a papel de uma enfermeira eletrônica, sendo constituído por um processador eletrônico (1) associado a um CHIP relógio com bateria própria (2), uma memória não volátil (3), um ou mais dosadores (4), que dispensam os medicamentos nos horários programados, uma bateria recarregável permanentemente conectada a rede de energia elétrica (5), um visor (6) e um teclado (7) para realização da programação do mesmo. O dosador de medicamentos (4) apresenta a forma de um disco contendo vários compartimentos em forma de falia, cada um correspondendo a um horário programado na memória (3), assim em cada horário programado o processador (1) aciona alarmes sonoros e luminosos para avisar o usuário de que está na hora de tomar a medicação e, ao ser solicitado via teclado (7), gira o disco e disponibiliza na saída o compartimento com a dose correspondente àquele determinado horário.





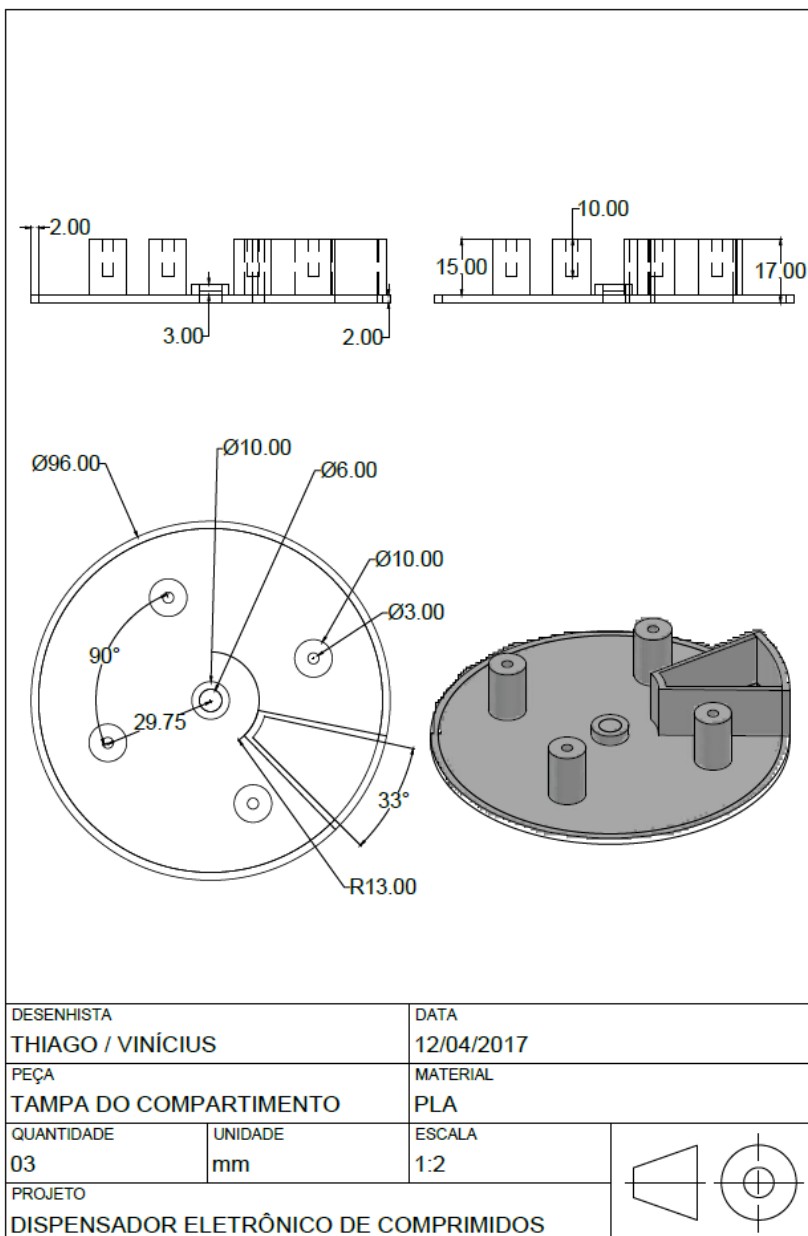
## APÊNDICE A





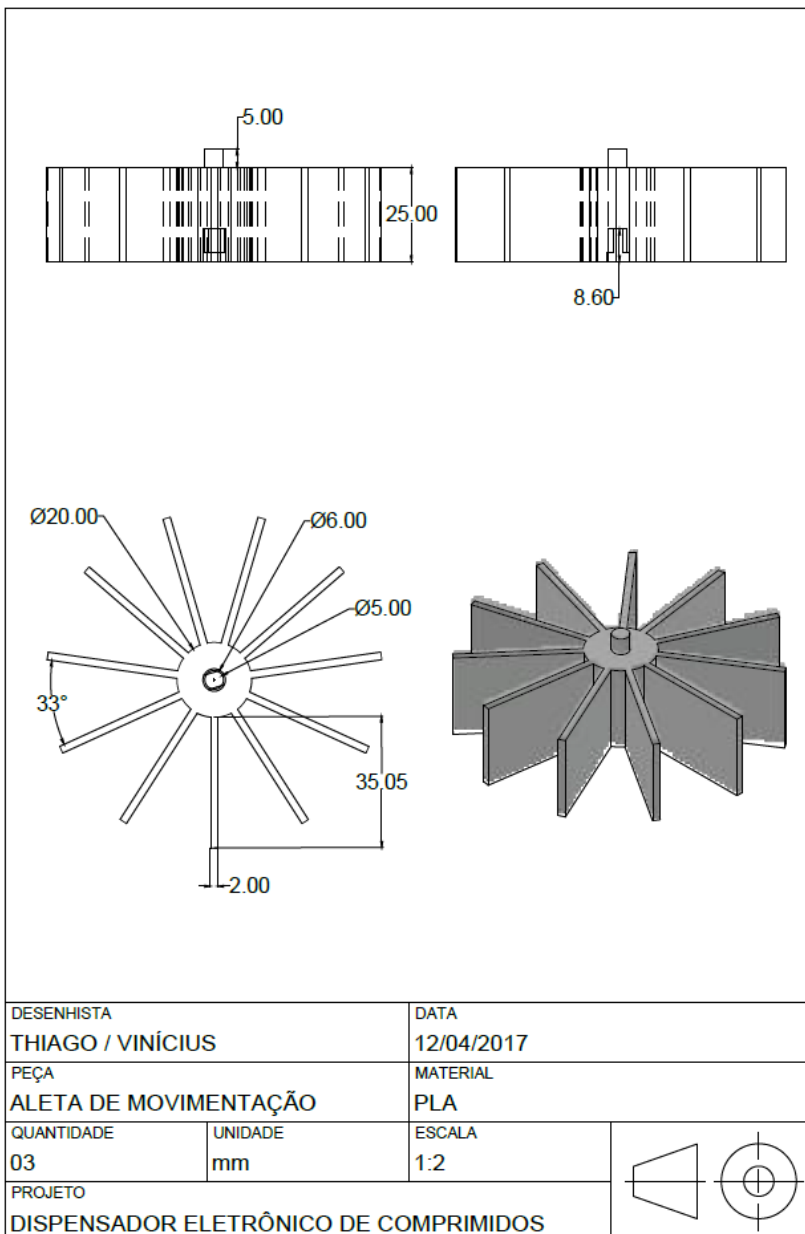


## APÊNDICE B



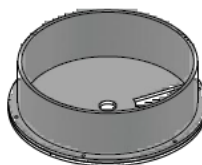
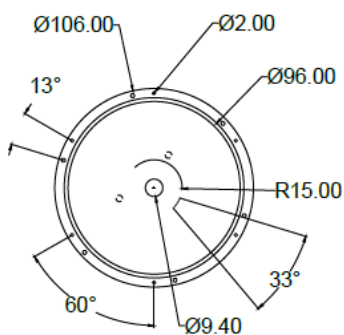
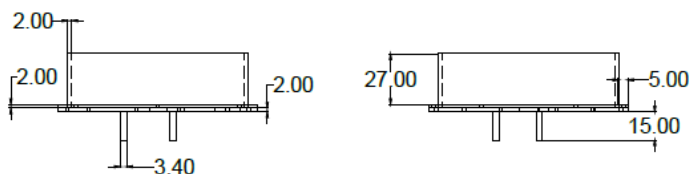


## APÊNDICE C





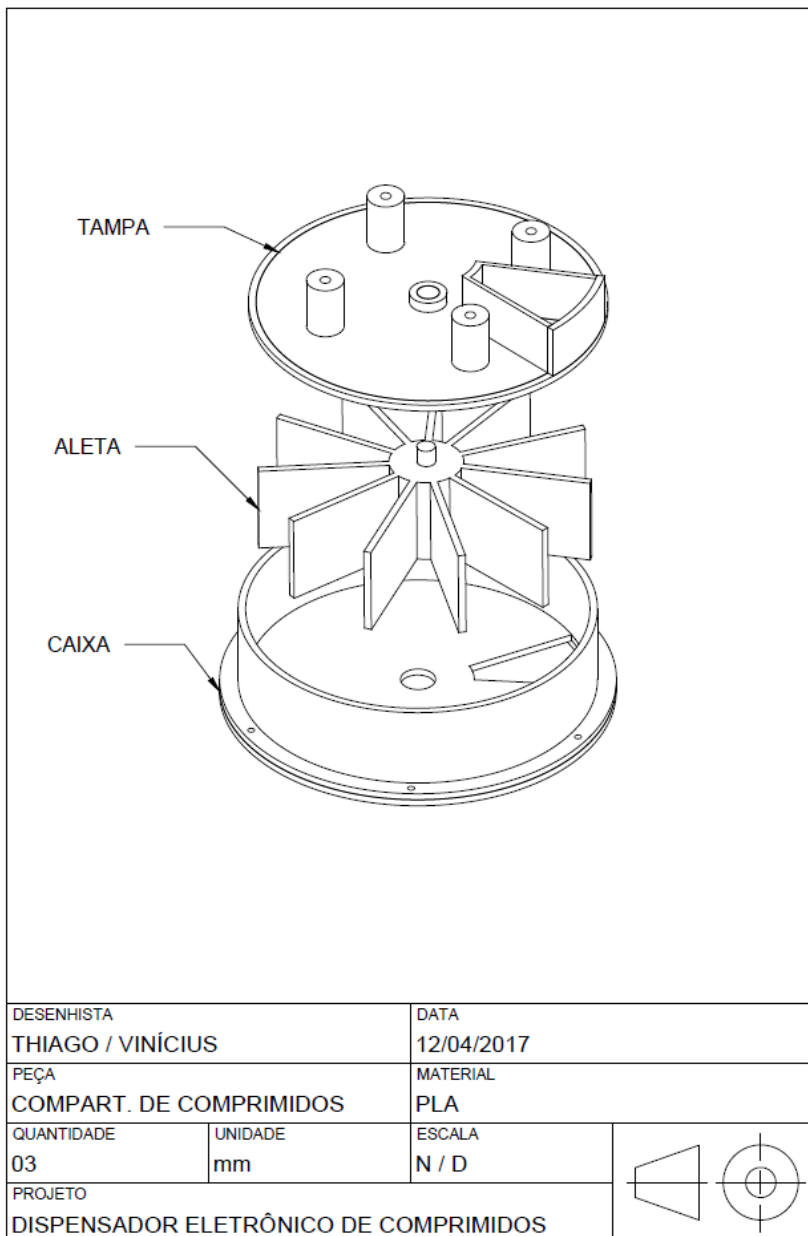
## APÊNDICE D



DESENHISTA <b>THIAGO / VINÍCIUS</b>		DATA 12/04/2017	
PEÇA <b>CAIXA DO COMPARTIMENTO</b>		MATERIAL PLA	
QUANTIDADE 03	UNIDADE mm	ESCALA 1:4	
PROJETO <b>DISPENSADOR ELETRÔNICO DE COMPRIMIDOS</b>			



## APÊNDICE E







## APÊNDICE F

