

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO**

Rian de Jesus Turibio

**DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO PILLBOX  
INTELIGENTE PARA O AUXÍLIO DO CONTROLE DE  
MEDICAMENTOS DE USO CONTÍNUO**

Araranguá

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

de Jesus Turibio, Rian

Desenvolvimento de um dispositivo pillbox inteligente  
para auxílio do controle de medicamentos de uso contínuo /  
Rian de Jesus Turibio ; orientador, Anderson Luiz  
Fernandes Perez, 2022.

67 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá,  
Graduação em Engenharia de Computação, Araranguá, 2022.

Inclui referências.

1. Engenharia de Computação. 2. ESP-32 Wroom. 3.  
Medicamentos. 4. Bluetooth. 5. Pillbox. I. Luiz Fernandes  
Perez, Anderson . II. Universidade Federal de Santa  
Catarina. Graduação em Engenharia de Computação. III. Título.

Rian de Jesus Turibio

**DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO PILLBOX  
INTELIGENTE PARA O AUXÍLIO DO CONTROLE DE  
MEDICAMENTOS DE USO CONTÍNUO**

Esta Monografia de Conclusão de Curso foi julgada aprovada para a obtenção do Título de “Bacharel em Engenharia de Computação”, e aprovada em sua forma final pelo Curso de Engenharia de Computação.

Araranguá, 24 de Março 2022.

---

Prof<sup>a</sup>. Dr Analucia Schiaffino Morales  
Coordenadora do Curso

---

Prof. Dr. Anderson Luiz Fernandes Perez  
Orientador

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Dr. Anderson Luiz Fernandes Perez  
Presidente

---

Prof. Dr. Jim Lau

---

Prof. Dr. Fábio Rodrigues De La Rocha

Para todos aqueles que este trabalho possa melhorar sua qualidade de vida, desta forma meu trabalho estará completo! E também homenagear a todos que pereceram durante a pandemia de COVID-19, minhas condolências e saudades! E por fim, a todos que diretamente me auxiliaram neste trabalho, meus pais, minha família e minha namorada!

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que direta ou indiretamente me auxiliaram durante a graduação.

Aos meus familiares que apoiaram minhas decisões e me auxiliaram a seguir o caminho correto nesta jornada. Especialmente aos meus pais, Ronei e Liliam, sendo estes os que mais colaboraram para que o sonho de fazer a graduação na Universidade Federal de Santa Catarina se concretizasse.

Agradeço os meus amigos e colegas, que de alguma forma cooperaram para que fosse possível a conclusão deste curso de graduação.

A todos os amigos que fiz no decorrer destes anos no Laboratório de Automação e Robótica Móvel - LARM, pelo companheirismo, conhecimento e ambiente agradável compartilhado.

Aos meninos que moraram comigo no decorrer da graduação, porque sem eles eu já teria desistido da universidade.

A todos os professores por compartilharem seus conhecimentos. Especialmente ao meu orientador, o professor Anderson Luiz Fernandes Perez, que serviu como inspiração acadêmica desde o início do curso, pelo suporte prestado no desenvolvimento desta monografia, pelos momentos cômicos na graduação, e por ser uma das pessoas que eu sempre vou levar no coração.

E principalmente, e não menos importante, a minha namorada Thayná, com o seu incentivo, as brigas e o auxílio foram essenciais para a minha graduação e a conclusão desta monografia.

*Fly, on your way, like an eagle. Fly as  
high as the Sun*

Flight Of Icarus - Iron Maiden

## RESUMO

Com o avanço dos diferentes tipos de tecnologia, principalmente as relacionadas a área biomédica/farmacêutica, a qualidade de vida das pessoas tem melhorado e conseqüentemente aumentando a longevidade da população. Uma das principais razões dessa longevidade é o elevado consumo diário de medicamentos, principalmente entre a população idosa. Por outro lado, esse consumo exacerbado de diversos medicamentos, torna comum ingeri-los em horários diferentes do que foi indicado pelo profissional de saúde e também promovem a automedicação. Este fato, pode levar a ocorrência de vários tipos de problemas, sendo que o principal deles são interações medicamentosas que podem agravar e gerar graves problemas de saúde que se não verificadas e corrigidas rapidamente podem levar a um agravamento da doença. A partir desta problemática, surgiu o questionamento: é possível criar um dispositivo pillbox inteligente de uso doméstico para o controle da dispensação de medicamentos de uso contínuo? Para isso foi desenvolvido um dispositivo inteligente a partir da combinação de hardware e software. O usuário insere os dados em um aplicativo de celular, que autoriza o dispositivo a dispensar o medicamento na hora exata e também informa os dados relacionados à dispensação dos medicamentos a um usuário remoto. Com os dados inseridos, é feita uma verificação dentro do dispositivo, que quando for o horário correto da dispensação, o mesmo ativa as roletas de dispensação e entrega o medicamento. Para auxiliar a visualização sobre os medicamentos dispensados, o dispositivo gera um relatório para um usuário remoto, utilizando duas plataformas, o aplicativo WhatsApp e o sistema de planilhas do Google. Durante os experimentos, o aplicativo mostrou ser de fácil manuseio pelo usuário, bem como a dispensação e as notificações de alerta sobre o medicamento dispensado. Com estas informações a pergunta inicial desta monografia é respondida, o desenvolvimento de uma pillbox inteligente é possível e consegue auxiliar o usuário a tomar suas medicações.

**Palavras-chave:** ESP-32 Wroom, Medicamentos, Bluetooth, Aplicativo, Pillbox, Qualidade de Vida.



## ABSTRACT

With the advancement of different types of technology, especially those related to the biomedical/pharmaceutical area, people's quality of life has improved and consequently increasing the longevity of the population. One of the main reasons for this longevity is the high daily consumption of medicines, especially among the elderly population. On the other hand, this exacerbated consumption of various medications makes it common to ingest them at different times from what was indicated by the health professional and also promotes self-medication. This fact can lead to the occurrence of several types of problems, the main one being drug interactions that can worsen and generate serious health problems that, if not checked and corrected quickly, can lead to a worsening of the disease. From this problem, the question arose: is it possible to create an intelligent pillbox device for home use to control the dispensing of continuous use medications? For this, an intelligent device was developed from the combination of hardware and software. The user enters the data into a mobile application, which authorizes the device to dispense the medication at the exact time and also informs the data related to dispensing the medication to a remote user. With the data entered, a verification is made inside the device, that when it is the correct time of dispensing, it activates the dispensing wheels and delivers the medicine. To help visualize the medicines dispensed, the device generates a report for a remote user, using two platforms, the WhatsApp application and the Google spreadsheet system. During the experiments, the application proved to be easy to handle by the user, as well as dispensing and alert notifications about the dispensed drug. With this information, the initial question of this monograph is answered, the development of an intelligent pillbox is possible and can help the user to take their medications.

**Keywords:** ESP-32 Wroom, Medicines, Bluetooth, Application, Pill-box, Quality of Life.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Representação das vias de administração de medicamentos.....	31
Figura 2	Tipos de Tecnologias Assistivas.....	38
Figura 3	PILLBOX 28 COMPARTIMENTOS G-LIFE.....	42
Figura 4	Pilbox®Classic.....	43
Figura 5	TimeCap & Bottle Last Opened Time Stamp with Reminder.....	44
Figura 6	Medacube.....	45
Figura 7	Hero.....	46
Figura 8	MedMinder.....	48
Figura 9	Pria.....	49
Figura 10	Arquitetura Proposta.....	51
Figura 11	Placa Esp32.....	52
Figura 12	Parte da Programação de Blocos do AppInventor.....	53
Figura 13	Diagrama de Software Proposto.....	54
	55	
Figura 15	Exemplo de dados exibidos na tela.....	56
Figura 16	Envio de dados para o aplicativo WhatsApp.....	57
Figura 17	Diagrama de Hardware Proposto.....	58
Figura 18	TP4056 e uma bateria 18650.....	59
Figura 19	Roleta de Dispensação de Medicamentos.....	60
Figura 20	Botoes de inserção junto com a chave tátil.....	61
Figura 21	LCD 16X2 com Conversor I2C.....	62
Figura 22	Dispositivo pillbox inteligente.....	63
Figura 23	Centro de Controle da Pillbox.....	64
Figura 24	Inserção de Medicamentos do Usuário 1.....	68
Figura 25	Horários Apresentados no Log Externo.....	69
Figura 26	Inserção de Medicamentos do Usuário 2.....	70
Figura 27	Log externo do usuário 2.....	71
Figura 28	Serviço CallMeBot para o Usuario 2.....	71

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Sartoretto e Bersch (2020).....	40
Tabela 2	Valores das peças presentes no projeto.....	63
Tabela 3	Comparativo entre os dispositivos pesquisados.....	64
Tabela 4	Medicamentos do Usuário 1.....	67
Tabela 5	Medicamentos do Usuário 2.....	69

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

OMS	<i>Organização Mundial da Saúde</i> .....	23
Esp32	<i>Espressif 32</i> .....	26
DDR4	<i>Double Data Rate 4</i> .....	26
RTX	<i>Ray Tracing Texel eXtreme</i> .....	26
ADA	<i>American with Disabilities Act</i> .....	38
I2C	<i>Inter-Integrated Circuit</i> .....	51
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i> .....	51
IOT	<i>Internet of Thing</i> .....	52
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i> .....	52
EIVB	<i>Envio de Informações Via Bluetooth</i> .....	55
SPDT	<i>Single Pole Double Throw</i> .....	55
NTP	<i>Network Time Protocol</i> .....	56
RTC	<i>Real Time Clock</i> .....	56
USB	<i>Universal Serial Bus</i> .....	58
GPIO	<i>General Purpose Input/Output</i> .....	59
UART	<i>Universal asynchronous receiver/transmitter</i> .....	59
SPI	<i>Serial Peripheral Interface</i> .....	59
SDIO	<i>Secure Digital Input Output</i> .....	59
I2S	<i>Inter-IC Sound</i> .....	59
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i> .....	59
LED	<i>Light-Emitting Diode</i> .....	59

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	23
1.1 MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	24
1.2 OBJETIVOS .....	25
1.2.1 Objetivo Geral .....	25
1.2.2 Objetivos Específicos .....	25
1.3 METODOLOGIA .....	26
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	26
<b>2 CONTROLE DA POSOLOGIA DE MEDICAMENTOS</b>	29
2.1 DEFINIÇÃO DE MEDICAMENTOS.....	29
2.2 VIAS DE ADMINISTRAÇÃO .....	31
2.2.1 Via Enteral .....	32
2.2.1.1 Via Sublingual .....	32
2.2.1.2 Via Retal .....	32
2.2.1.3 Via oral .....	32
2.2.2 Via Parenteral .....	32
2.2.2.1 Intramuscular .....	32
2.2.2.2 Subcutânea .....	33
2.2.2.3 Intravenosa .....	33
2.3 VIA ORAL .....	33
2.4 POSOLOGIA E INTERAÇÕES MEDICAMENTOSAS.....	34
<b>3 TECNOLOGIAS ASSISTIVAS</b> .....	37
3.1 DEFINIÇÃO DE TECNOLOGIAS ASSISTIVAS .....	37
3.1.1 Classificação das Tecnologias Assistivas .....	39
3.2 DISPENSER PARA MEDICAMENTOS.....	41
3.2.1 PILLBOX 28 COMPARTIMENTOS G-LIFE .....	41
3.2.2 Pilbox® Classic .....	42
3.2.3 TimeCap & Bottle Last Opened Time Stamp with Reminder .....	43
3.2.4 Medacube.....	44
3.2.5 Hero .....	45
3.2.6 MedMinder .....	47
3.2.7 Pria.....	48
<b>4 ARQUITETURA PROPOSTA PARA UMA PILLBOX INTELIGENTE</b> .....	51
4.1 CARACTERÍSTICAS DA ARQUITETURA PROPOSTA ..	51
4.2 ARQUITETURA GERAL .....	52
4.2.0.1 Arquitetura do Software .....	54

4.2.0.2	Arquitetura do Hardware .....	58
<b>5</b>	<b>AVALIAÇÃO DA PILLBOX INTELIGENTE PRO- POSTA .....</b>	<b>65</b>
5.1	AVALIAÇÃO DE SOFTWARE .....	65
5.2	AVALIAÇÃO DE HARDWARE .....	66
5.3	METODOLOGIA DOS EXPERIMENTOS.....	66
<b>5.3.1</b>	<b>Experimento 1 .....</b>	<b>67</b>
<b>5.3.2</b>	<b>Experimento 2 .....</b>	<b>69</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS E PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>73</b>
6.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	73
6.2	PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS .....	74
6.3	INFORMAÇÕES ADICIONAIS .....	74
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>75</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos as tecnologias avançaram muito na questão de saúde e qualidade de vida para os seres humanos, possibilitando o tratamento de doenças que antigamente não eram possíveis. Consequentemente, aumentou a expectativa de vida da população. No entanto, todo esse aparato tecnológico disponível atualmente desencadeou uma causa/efeito, tornou o ser humano muito dependente da tecnologia.

Segundo as definições de Moura (2000), qualquer inovação tecnológica, independente do nível de avanço da mesma, estão presentes no desenvolvimento da sociedade humana. Moura define ainda que é comum referenciar o período histórico de acordo com o nível técnico implementado daquela época. Por exemplo, a *Era do bronze*, *Idade da pedra ou a Idade moderna*. Contudo, somente o período histórico mais recente se denomina Era Tecnológica, onde com a *modernização da indústria*, a *revolução industrial*, na *primeira e segunda guerras mundial e, principalmente a criação do transistor*, fizeram a humanidade dar um salto gigantesco no seu desenvolvimento.

Lastres e Cassiolato (2000) explicam que a *Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico* (OCDE), em conjunto com a maioria dos países que estão no seu quadro de vigência, visam melhorar os incentivos a inovações tecnológicas, é planejada a melhoria no desenvolvimento, a difusão de novas tecnologias entre os países participantes. Com isso, estes países mostram a importância da inovação e conhecimento no mercado mundial.

Até o ano de 2025, a *Organização Mundial da Saúde (2005)* baseando-se em dados colhidos, sugere que o Brasil torne-se o sexto país no mundo com uma população de idosos registrados. Como esses dados são contabilizados mundialmente, ela explica que a faixa etária que mais aumenta, comparada as outras, é a de 60 anos ou mais. Estipula-se que entre os anos de 1970 e 2025 haverá um aumento de 233% desta faixa etária, ou seja, em torno de 694 milhões de pessoas com esta idade ou mais. Isto é um reflexo do aumento da expectativa de vida, pois este vem acompanhado da melhoria ou manutenção da saúde.

Segundo Ramos et al. (1993), 80% dos idosos brasileiros que atingem os 70 anos, 30% desenvolvem algum problema de saúde, 1 em cada 2 pode desenvolver alguma deficiência. Silvestre e Neto (2003) mostram que mesmo com doenças, isto não transforma o idoso em um pessoa inválida, não consegue ter sua autonomia para realizar ativida-

des cotidianas mas por causa destes problemas, os idosos precisam de alguma ajuda para realizar alguma tarefa.

Como esperado, com o avanço das tecnologias e da qualidade de vida, o crescimento da população idosa no Brasil tende a aumentar com os anos, começa a aparecer profissionais que trabalham com os tipos de comorbidades que afetam os idosos. Assim começa a surgir as tecnologias assistivas, que em países desenvolvidos começa a ser muito utilizada.

O termo tecnologia assistiva refere-se à diversos tipos de dispositivos de auxílios estratégicos que visam a reduzir o impacto da disfunção física, ao prover uma conexão entre as limitações funcionais do indivíduo e as demandas do meio físico.

## 1.1 MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA

Um grande problema que acontece quando uma pessoa começa a ficar com uma idade avançada ou possui alguma comorbidade grave, é a quantidade de medicamentos que a mesma passa a tomar.

Pode ocorrer um efeito chamado Interação Medicamentosa, que segundo a Anvisa (2010), é uma resposta farmacológica ou clínica causada pela interação de medicamento-medicamento, medicamento-alimento, medicamento-substância química, medicamento-exame laboratorial e não laboratorial, medicamento-planta medicinal, medicamento-doença cujo resultado final pode ser a alteração dos efeitos desejados ou a ocorrência de eventos adversos.

De acordo com Secoli et al. (2012), pacientes que possuem problemas cardiovasculares, por exemplo, são na maioria das vezes acompanhados de outras comorbidades, que implicam em vários medicamentos tomados ao longo do dia e por um tempo ilimitado, com isso aumentam as chances de acontecer alguma interação medicamentosa.

Outro problema que acontece com esses pacientes, é a quantidade de medicamentos tomados, ou polifarmácia. Silveira, Dalastra e Pagotto (2014) definem como polifarmácia o consumo de cinco ou mais medicamentos diferentes no dia, uma prática muito comum em pacientes idosos. O crescimento do marketing farmacêutico e a automedicação, contribuem para o aumento da quantidade de medicamentos tomados.

Simões (2019) explica que o maior problema em se tomar um medicamento na hora errada, é o efeito terapêutico reduzido, que altera a concentração de fármaco que pode alcançar seu local de ação, redu-



zindo seu efeito terapêutico. É importante tomar o medicamento na hora adequada, pois para o medicamento produzir seu efeito esperado no organismo é necessário que a concentração plasmática do fármaco esteja dentro de sua faixa terapêutica.

Assim é desejado disponibilizar uma ferramenta diferente das que estão disponíveis no mercado, onde seu preço e funcionalidades fazem a diferença na escolha final do produto, e traga benefícios ao usuário que utilizará este dispositivo.

Um dos problemas de uma medicação tomada em seu horário incorreto ou mesmo não tomada, é o perigo que isto possa causar ao organismo do usuário a ponto do mesmo ter que ir para o hospital, ou mesmo causando uma comorbidade permanente no seu corpo, uma situação que poderia ser evitada se fosse feito algum tipo de lembrete ao usuário para tomar seu medicamento.

Assim, o usuário teria um controle maior sobre qual medicamento e horário estaria tomando, evitando infligir algum dano recorrente do mau uso dos medicamentos.

Com base nas definições acima, este trabalho de conclusão de curso busca responder a seguinte pergunta: *É possível desenvolver um dispositivo inteligente para controlar o uso de medicamentos controlados?*

## 1.2 OBJETIVOS

Esta seção apresenta o objetivo geral e os objetivos específicos deste trabalho de conclusão de curso

### 1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um dispositivo a partir da combinação de hardware e software que auxilie o controle do uso de medicamentos para possibilitar a segurança do paciente e eficácia do tratamento em domicílio.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

1. Estudar a respeito de medicamentos e os problemas acarretados pelo tratamento farmacológico inadequado;
2. Criar um sistema de entrega de medicamento sem retirá-lo do

blister;

3. Desenvolver uma interface que auxilie o usuário a tomar seu medicamento;
4. Desenvolver um sistema de controle para que não aconteça erros ou cruzamento de medicamentos em horários diferentes do programado;
5. Avaliar os itens (2), (3) e (4) em diferentes cenários visando verificar a eficiência do dispositivo.

### 1.3 METODOLOGIA

Este trabalho é uma pesquisa tecnológica destinada ao desenvolvimento de um sistema fechado que entregue o medicamento na hora correta e auxilie na melhoria da qualidade de vida do usuário.

O software de controle embarcado no Esp32 será desenvolvido em linguagem C++ com algumas modificações, utilizando a IDE Visual Studio Code, e sendo aplicada na extensão PlatformIO.

O sistema será avaliado em um computador equipado com um processador i5-9400f, 16gb de Memória Ram DDR4, placa de vídeo RTX 2060 Super e utilizando o Sistema Operacional Windows 10 21H2

### 1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Esta monografia está organizada em mais 5 capítulos que abordam os seguintes conteúdos:

O **Capítulo 2** explora o que entende-se por medicamentos e seus problemas, onde define-se as vias de administração de um medicamento com enfoque na Via Oral e seu mecanismo de ação. É definido novas nomenclaturas como iatrogenia e polifarmácia, e os problemas das interações medicamentosas entre vários fármacos.

O **Capítulo 3** descreve as tecnologias assistivas e como elas impactam na vida do ser humano, com isso, é classificado alguns tipos de dispositivos pillbox que estão no mercado.

O **Capítulo 4** demonstra a arquitetura desenvolvida para uma Pillbox Inteligente de forma geral, com o intuito de exibir o fluxo de execução do sistema através de seus elementos. Na sequência, cada um de seus componentes são aprofundados a fim de demonstrar como desempenham suas funções.

O **Capítulo 5** demonstra como foi modelado o sistema, os passos da criação do mesmo, traz a análise e discussão dos experimentos criados para avaliação do sistema desenvolvido, e por fim, o sistema aplicado ao ambiente real, comprovando a capacidade de atuação em ambientes dinâmicos.

No **Capítulo 6**, são apresentadas as considerações finais, propostas para trabalhos futuros e informações adicionais relacionadas aos arquivos do sistema.

## 2 CONTROLE DA POSOLOGIA DE MEDICAMENTOS

Neste capítulo serão abordados alguns tópicos de suma importância para a confecção deste trabalho de conclusão de curso, visto que os medicamentos estão presentes em todas as etapas da vida de um indivíduo. Por isso será abordado uma definição sobre o que são medicamentos para entender a finalidade deste trabalho bem como descrever as vias de administração, com enfoque na principal via de administração. Por fim, verificar os problemas acarretados pelo tratamento farmacológico inadequado, causados pela ingestão de vários medicamentos, bem como a interação medicamentosa ou mesmo em horários errados.

### 2.1 DEFINIÇÃO DE MEDICAMENTOS

De acordo com o dicionário DICIO (2009), o significado de medicamento se remete a um produto farmacêutico contendo uma substância química ou mais que é administrada com a intenção de tratar um infecção ou manifestação patológica, vinda do latim *medicamentum*.

Os medicamentos são importantes ferramentas de saúde destinadas a aliviar o sofrimento, interromper o processo de doença, melhorar a qualidade de vida de pacientes com doenças crônicas.(LÚCIA et al., 1979)

Conforme descrito por Flores e Mengue (2005), atualmente as taxas de longevidade da população estão em uma crescente, devido a diminuição das taxas de mortalidade e fecundidade presentes nas últimas décadas. Em resposta a isso, tem-se o aumento populacional da faixa de idoso e com este avanço de idade, aparecem novos tipos de problemas que geram fragilidades como problemas de saúde, baixa situação econômica, ingestão de muitos medicamentos, e reações adversas a esses mesmos medicamentos. Verificou-se que de toda população brasileira, 23% delas consomem 60% de toda produção nacional de medicamentos.

Segundo Bertoldi et al. (2004), o conceito de se utilizar algum medicamento vem do desejo de melhorar a saúde do indivíduo. Voltado para a visão econômica o medicamento se torna uma importante mercadoria, gerando receitas astronômicas para quem vende. Um dos motivos para esse uso de medicamentos se refere à função simbólica dos mesmos, o mito de que eles podem resolver qualquer problema, e outro se refere à indústria farmacêutica que gera demanda de uso, muitas vezes impulsionada pela propaganda de medicamentos.

No Brasil, é garantido pelo art. 6º da Lei nº 8.080/904 (1990), o acesso gratuito a assistência terapêutica integral por meio do Sistema Único de Saúde (SUS), que regulamenta o princípio da universalidade adotado pela própria Constituição Federal de 1988, onde todos os cidadãos possam usufruir de seus serviços (OLIVEIRA; NASCIMENTO; LIMA, 2019). Com a institucionalização do Sistema Único de Saúde (SUS) em 1990, veio o direito a assistência farmacêutica, publicado no documento da Política Nacional de Medicamentos (PNM), os tópicos que estão presentes neste documento são a garantia da segurança, a promoção do uso racional, o desenvolvimento científico e tecnológico, a eficácia e qualidade dos medicamentos, e o acesso da população àqueles considerados essenciais. (VIEIRA; ZUCCHI, 2007).

A classificação de medicamentos no Brasil, divide-se em três categorias, medicamentos de referência, genéricos e similares. Com isso Lima et al. (2020) definem que o medicamento de referência é um produto original e inovador, tendo sua segurança e qualidade comprovadas cientificamente. O medicamento genérico é aquele que contém o mesmo (princípio ativo), e todas as especificações contidas no medicamento de referência, onde possui as mesmas funções e pode ser utilizado no lugar do original. O medicamento similar possui todas as especificações dos anteriores, mas pode mudar em sua validade, tamanho do produto, rótulo ou embalagem.

Carvalho et al. (1999) explicam que para se administrar um medicamento, três áreas são fundamentais para que ocorra o processo com eficácia e segurança, que são: medicina, a farmácia e a enfermagem. Começa com o médico prescrevendo o medicamento, segue para o farmacêutico disponibilizando o medicamento e finaliza com seu preparo e administração. Medicamentos administrados de maneira incorreta podem acarretar efeitos reversos ao que era esperado ou mesmo letais.

Carr (1989) desenvolveu um estudo no qual sugeriu novas propostas e estratégias para reduzir erros na medicação, como por exemplo, não administrar nenhuma medicação sem a prescrição médica, checar o rótulo da medicação com a prescrição médica, perguntar o nome do paciente, preparar a medicação de cada paciente separadamente, não administrar medicamentos preparados por outra enfermeira ou farmacêutica.

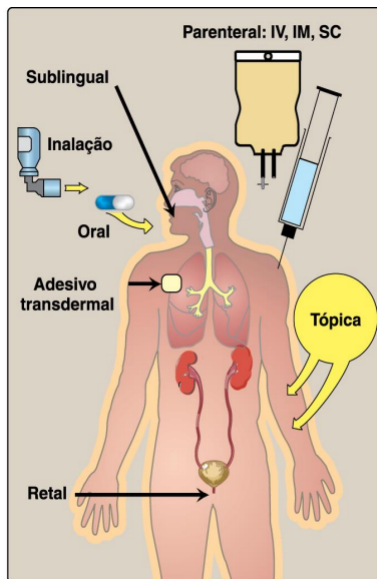
## 2.2 VIAS DE ADMINISTRAÇÃO

As vias de administração são como o medicamento é introduzido ao corpo, é a sua porta de entrada para combater as diferentes patologias. Pode-se tomar por via oral, retal, sublingual, injetável, cutânea, nasal e oftalmológica. Cada método possui instruções para seu uso e apresentam vantagens e desvantagens.

Segundo a definição dada por Filho e Cassiani (2004), para se administrar qualquer tipo de medicamento, é exigido um indivíduo qualificado, que tenha noções de como se administrar um medicamento, que possa explicar para o paciente como o medicamento funciona, suas causas e efeitos e que se caso aconteça algum grave erro com o paciente, este profissional esteja qualificado para o socorrer imediatamente.

A Figura 1 representa um diagrama unificado das vias de administração de medicamentos, onde são demonstrados alguns tipos de vias que serão explicadas no decorrer do texto.

Figura 1 – Representação das vias de administração de medicamentos



Fonte: (BARROS; BARROS, 2010)

As vias de administração de medicamentos são divididas em dois

grupos, que são as vias enterais, onde há a necessidade do medicamento passar pelo trato gastrointestinal, e as vias parenterais, que são as vias onde o medicamento não passa pelo gastrointestinal.

## **2.2.1 Via Enteral**

### 2.2.1.1 Via Sublingual

É um tipo de via de administração, onde o medicamento vai ser introduzido em baixo da língua, pois é absorvido rapidamente pela mucosa sublingual, e o mesmo deixa pouco resíduo do medicamento na boca após o uso. É um tipo de via de administração para quem precisar de uma ação rápida, pois quando é absorvido, vai direto para corrente sanguínea em um curto espaço de tempo (Cecierj, 2012).

### 2.2.1.2 Via Retal

É utilizado quando o paciente esta impossibilitado de tomar medicamentos pela via oral. Neste caso o medicamento é introduzido no ânus, e pode ter efeito no local de inserção ou vai para a corrente sanguínea. Esta via gera um bloqueio no paciente, pois o mesmo pode reclamar de algum incômodo ou outros problemas.(Cecierj, 2012)

### 2.2.1.3 Via oral

É o mais comumente usado, seguro e econômico, além de confortável e indolor. Para este método o medicamento deve estar na forma de comprimidos, cápsulas ou líquido (Cecierj, 2012).

## **2.2.2 Via Parenteral**

### 2.2.2.1 Intramuscular

A administração via intramuscular possibilita que a ação de introduzir o medicamento seja diretamente ao músculo, Como seu efeito não é de imediato, ele é indicado para aplicações de uso único, mas se comparado a outros tipos de administração, este tipo é muito eficiente

(Cecierj, 2012).

#### 2.2.2.2 Subcutânea

Neste caso os medicamentos são inseridos em baixo da pele, no tecido subcutâneo, pois é necessário que sua absorção ao organismo seja lenta. Não pode ser inserido medicamentos nos mesmos lugares, pois pode haver uma má absorção. Um tipo de medicamento que usa este tipo de via é a insulina (Cecierj, 2012).

#### 2.2.2.3 Intravenosa

A administração intravenosa é aquela onde o medicamento é inserido diretamente na corrente sanguínea, por meio de uma injeção ou infusão contínua. É utilizado por possuir o efeito responsivo mais rápido e muito utilizado em emergências. Se utiliza esse método quando é necessário aplicar medicações que não conseguem ser absorvidas pelo intestino (Cecierj, 2012).

### 2.3 VIA ORAL

Sendo uma das vias mais usadas para administrar medicamentos, a via oral é definida por Le (2020) como a via de administração mais comum, segura e que gera menos gasto para o paciente. A absorção pode começar a partir do momento em que o paciente consiga engolir o medicamento, ou quando o medicamento chegue ao estômago, mas geralmente os medicamentos são absorvidos pelo intestino delgado.

Le (2020) explica que quando o medicamento passa pela parede do intestino e chega ao fígado ele é metabolizado e enviado para a corrente sanguínea, mas neste processo a quantidade inicial de fármaco presente no medicamento diminui, e por isso é necessário aumentar a quantidade de doses para que o paciente consiga fazer o tratamento correto.

Alguns medicamentos podem causar problemas ao trato digestivo, como a aspirina, por exemplo, podem danificar a parede do intestino delgado e estômago, causando úlceras, por exemplo. Outros medicamentos que são mal absorvidos pelo organismo, são destruídas pelo ácido e enzimas presentes no estômago.(BARROS; BARROS, 2010)

A seguir serão definidos uma série de cuidados para se utilizar



medicamentos via orais:

- **Comprimidos:** os comprimidos que possuem algum tipo de sulco, isto é, uma fenda no seu centro podem ser cortados, pois com este sulco a presença do fármaco está a princípio, igual para as duas metades do comprimido, mas se o mesmo não possuir nenhuma fenda, não devem ser partidos, pois pode ocasionar uma separação não uniforme do fármaco, assim podendo haver uma ingestão de dose errada pelo paciente. UNIMED (2013)
- **Comprimidos revestidos:** como alguns medicamentos possuem algum tipo de odor ou sabor muito forte, são utilizados os comprimidos revestidos para mascarar estes problemas. Além disso protege o estômago da ação forte do fármaco, pois se o interior do mesmo for exposto, pode haver o risco do efeito ser reduzido ou mesmo intoxicação pelo fármaco. UNIMED (2013)
- **Drágeas:** semelhante ao comprimido revestido, a drágea possui um revestimento externo feito de açúcar para encapsular o fármaco dentro dele, este processo é feito para garantir a estabilidade do fármaco, bem como também mascarar o odor e sabor. UNIMED (2013)
- **Cápsulas:** o invólucro à base de gelatina protege o medicamento que está em seu interior, portanto as cápsulas não devem ser abertas. Algumas cápsulas ainda tem um revestimento externo para fazer com que a liberação do medicamento seja mais lenta e direcionada ao local ideal para absorção. UNIMED (2013)
- **Soluções:** sendo uma mistura de duas substâncias ou mais de líquidos ou sólidos, facilita a ingestão pois pode possuir um odor ou sabor agradável. É importante utilizar um copo ou seringa dosadora, pois pode haver uma sub ou sobre dosagem se medir errado. UNIMED (2013)

## 2.4 POSOLOGIA E INTERAÇÕES MEDICAMENTOSAS

Para se utilizar um medicamento, o mesmo deve ser prescrito por um profissional da saúde, pois nunca se deve fazer automedicação, onde pode ocorrer sérios problemas se o medicamento acarretar em alguma interação medicamentosa.

Segundo Portela et al. (2010) a utilização de medicamentos de forma descontrolada, pode causar não somente problemas financeiros

para o paciente, mas também prejuízos na saúde do mesmo, pois muitas vezes estes problemas podem se transformar em algo mais grave. Por isso a prescrição médica correta é necessária para não haver estes tipos de problemas. Assim, uma prescrição deve ter o mínimo de medicamento e que não proporcione qualquer tipo de reação adversa ao paciente, bem como o menor tempo de uso de qualquer medicamento, uma ação rápida e uma posologia simples.

É crescente o uso de medicamentos por pacientes idosos. Lucchetti et al. (2010) definem que o número de medicamentos é o principal fator de risco para iatrogenia e reações adversas, havendo relação exponencial entre a polifarmácia e a probabilidade de reação adversa, interações medicamentosas e medicamentos inapropriados para idosos.

A iatrogenia é uma causa de efeitos adversos ou alterações patológicas causadas pelo tratamento incorreto do paciente, sendo previsíveis ou não, mas algumas vezes são inevitáveis. Contudo, alguns efeitos podem ser benéficos para o paciente. (GIOVANINI, 2019).

Após os efeitos adversos, ou não, criados pela iatrogenia, o termo polifarmácia ganha força e é definido por Secoli (2010) como o uso de cinco ou mais medicamentos, tendo seu uso rotineiro e concomitante e sendo adquirido com ou sem prescrição médica por um paciente.

Portela et al. (2010) explica que para o paciente, é necessário que o profissional da saúde forneça informações detalhadas sobre o medicamento que o paciente vai utilizar, bem como os usos adequados do medicamento a ser utilizado, os horários e possíveis reações que o mesmo possa ocasionar, também sobre os cuidados a ter se acontecer alguma reação adversa.

Segundo Hoefler (2006) interações medicamentosas são um evento clínico em que os efeitos de um fármaco são alterados pela presença de outro fármaco, alimento, bebida ou algum agente químico ambiental. Pois se dois medicamentos que um paciente use, tenham algum tipo de interação podem aumentar ou diminuir o efeito terapêutico, bem como a toxicidade de ambos, e isto aumenta a probabilidade de um efeito muito mais perigoso com aumento da quantidade de medicamentos que um paciente use no seu dia a dia.

Interações medicamentosas classificam-se em sinérgicas e antagônicas. As interações sinérgicas ocorrem quando o efeito da interação medicamentosa é maior que a individualidade do efeito de cada medicamento. A interação antagônica ocorre quando o efeito da interação medicamentosa é menor que a individualidade do efeito de cada medicamento, ou, quando se anula o efeito da resposta farmacológica dos medicamentos. (LEÃO; MOURA; MEDEIROS, 2014).

As interações medicamentosas não só possuem efeitos adversos ao paciente, mas também possuem efeitos benéficos ou desejáveis, bem como prolongar o efeito de outros medicamentos, impedir ou atrasar o surgimento de uma resistência bacteriana, melhorar o tratamento de outro medicamento, bem como outros efeitos. (SEHN et al., 2003).

### 3 TECNOLOGIAS ASSISTIVAS

Este capítulo explora o que se entende sobre tecnologias assistivas. Algumas tecnologias que estão no mercado e como elas funcionam, pois as mesmas possuem características próprias, que fazem a diferença na escolha para o usuário final. Assim neste capítulo é feito um estudo mais aprofundado sobre as funcionalidades destas tecnologias.

#### 3.1 DEFINIÇÃO DE TECNOLOGIAS ASSISTIVAS

Tecnologias assistivas são qualquer dispositivo usado para apoiar a saúde e a atividade de uma pessoa com deficiência. A Lei de Tecnologia Assistiva dos EUA de 2004 definiu o dispositivo de tecnologia assistiva como:

*Qualquer item, peça de equipamento ou sistema de produto, adquirido comercialmente, modificado ou customizado, que é usado para aumentar, manter ou melhorar as capacidades funcionais de pessoas com deficiência.*(COOK; GRAY, 2020)

As tecnologias assistivas aumentam a capacidade de uma pessoa com deficiência de participar das principais atividades da vida e de realizar tarefas que, de outra forma, seriam difíceis ou impossíveis de serem realizadas. O princípio da habilidade aprimorada inclui um maior nível de ação independente, uma redução do tempo gasto nas atividades da vida diária, mais opções de atividades e maior satisfação em participar das atividades. (COOK; GRAY, 2020).

Uma definição feita por Gruber et al. (2016) explica que a ISO 9999:2011 regula como um produto assistivo qualquer dispositivo que possa ser usado por uma pessoa com deficiência, onde incluem-se equipamentos de uso contínuo, dispositivos inteligentes, instrumentos ou softwares.

Por isso, se entende-se por tecnologias assistivas como instrumentos e serviços que fazem a inclusão social de pessoas com deficiência, criando-se métodos para que o dia a dia dessas pessoas se tornem mais acessíveis, particularmente para pacientes idosos, onde com o passar do tempo começam a aparecer problemas a serem superados. (SILVA et al., 2018)

Pilotto, Boi e Petermans (2018) concluem que as tecnologias assistivas incluem ferramentas baseadas em computadores e projetadas

para manter a independência das pessoas em geral e aumentar a sua segurança.

As tecnologias assistivas incluem ferramentas de monitoramento de comportamento, ou seja, sensores e sistemas de alerta que notificam os cuidadores sempre que o destinatário do cuidado muda de localização ou comportamento, são ferramentas inteligentes e domésticas que preveem anomalias e perigos potencialmente comportamentais.

Também incluem ferramentas de tempo real, como sistemas de monitoramento passivos, troca remota de dados entre pacientes e cuidadores ou profissionais de saúde e sistemas de imagem que permitem aos pacientes interagir com outras pessoas que ficam dentro de casa. Pilotto, Boi e Petermans (2018)

O termo *Assistive Technology*, traduzido no Brasil como Tecnologia Assistiva, foi criado em 1988 nos Estados Unidos e compõe com outras leis de acessibilidade o ADA, que regulamenta os direitos que os cidadãos Norte-Americanos com deficiência possuem, assim possibilitando fundos de investimento para compra de materiais que essas pessoas necessitem.

A Figura 2 demonstra alguns tipos de tecnologias assistivas, como um smartwatch, que é um dispositivo tecnológico que mede sinais vitais e que também possui diversas outras funções, e dispositivos mais mecânicos, como as próteses.

Figura 2 – Tipos de Tecnologias Assistivas



Fonte: Do Autor

### **3.1.1 Classificação das Tecnologias Assistivas**

As tecnologias assistivas são divididas em várias categorias, onde se enquadram mobilidade urbana, controle de ambiente ou qualidade de vida. A Tabela 1 descreve cada classe que engloba as tecnologias assistivas.

<b>Classificação</b>	<b>Descrição</b>
<b>Auxílios para a vida diária</b>	Materiais e produtos para auxílio em tarefas rotineiras tais como comer, cozinhar, vestir-se, tomar banho e executar necessidades pessoais, manutenção da casa etc.
<b>Comunicação aumentativa e alternativa</b>	Recursos, eletrônicos ou não, que permitem a comunicação expressiva e receptiva das pessoas sem a fala ou com limitações da mesma. São muito utilizadas as pranchas de comunicação com os símbolos Arasaac, Symbols-tix, PCS ou Bliss além de vocalizadores e softwares dedicados para este fim.
<b>Recursos de acessibilidade ao computador</b>	Equipamentos de entrada e saída (síntese de voz, Braille), auxílios alternativos de acesso (ponteiras de cabeça, de luz), teclados modificados ou alternativos, acionadores, softwares especiais (de reconhecimento de voz, etc.), que permitem as pessoas com deficiência a usarem o computador.
<b>Sistemas de controle de ambiente</b>	Sistemas eletrônicos que permitem as pessoas com limitações motolocomotoras, controlar remotamente aparelhos eletro-eletrônicos, sistemas de segurança, entre outros, localizados em seu quarto, sala, escritório, casa e arredores.
<b>Projetos arquitetônicos para acessibilidade</b>	Adaptações estruturais e reformas na casa e/ou ambiente de trabalho, através de rampas, elevadores, adaptações em banheiros entre outras, que retiram ou reduzem as barreiras físicas, facilitando a locomoção da pessoa com deficiência.
<b>Órteses e próteses</b>	Troca ou ajuste de partes do corpo, faltantes ou de funcionamento comprometido, por membros artificiais ou outros recurso ortopédicos (talas, apoios etc.). Inclui-se os protéticos para auxiliar nos déficits ou limitações cognitivas, como os gravadores de fita magnética ou digital que funcionam como lembretes instantâneos.
<b>Adequação Postural</b>	Adaptações para cadeira de rodas ou outro sistema de sentar visando o conforto e distribuição adequada da pressão na superfície da pele (almofadas especiais, assentos e encostos anatômicos), bem como posicionadores e contentores que propiciam maior estabilidade e postura adequada do corpo através do suporte e posicionamento de tronco/cabeça/membros.
<b>Auxílios de mobilidade</b>	Cadeiras de rodas manuais e motorizadas, bases móveis, andadores, scooters de 3 rodas e qualquer outro veículo utilizado na melhoria da mobilidade pessoal.
<b>Auxílios para cegos ou com visão subnormal</b>	Auxílios para grupos específicos que inclui lupas e lentes, Braille para equipamentos com síntese de voz, grandes telas de impressão, sistema de TV com aumento para leitura de documentos, publicações etc.
<b>Auxílios para surdos ou com déficit auditivo</b>	Auxílios que inclui vários equipamentos (infravermelho, FM), aparelhos para surdez, telefones com teclado — teletipo (TTY), sistemas com alerta tátil-visual, entre outros.
<b>Adaptações em veículos</b>	Acessórios e adaptações que possibilitam a condução do veículo, elevadores para cadeiras de rodas, camionetas modificadas e outros veículos automotores usados no transporte pessoal.

Tabela 1 – Sartoretto e Bersch (2020)

## 3.2 DISPENSER PARA MEDICAMENTOS

Dispensers para medicamentos, são recipientes onde se armazena medicamentos, para que os mesmo sejam utilizados posteriormente sem precisar ficar procurando medicamentos nas suas “cartelas”. Na maioria das vezes, eles são recipientes mecânicos, onde o usuário insere e retira o medicamento. Um dos problemas dos dispensers de medicamentos é que o remédio fica em contato com o ar o tempo todo, o que pode acarretar a perda do medicamento. A seguir serão descritos alguns tipos de dispensers existentes no Mercado.

### 3.2.1 PILLBOX 28 COMPARTIMENTOS G-LIFE

Esta pillbox da G-life contém a função de uma caixa organizadora de medicamentos básica, que são simplesmente, armazenar e organizar os comprimidos de acordo com a posologia indicada do dia a dia, sem nenhuma função eletrônica e nem uma função de controle de saída de medicamentos. Com um total de 28 compartimentos com a capacidade de abrigar comprimidos para 4 períodos do dia e datado dos dias de semana, essas informações estão impressas no plástico e também possuem as mesmas informações em braile.

Com uma base que segura seus compartimentos medindo 2 cm de altura, 12 cm de largura e 25 cm de comprimento e cada compartimento diário mede 2 cm de altura, 17 cm de largura e 11 cm de comprimento. Relativamente nas caixas individuais diárias, as tampas dos diferentes compartimentos também estão identificadas com manhã, tarde, noite e cama.

O preço médio da desta pillbox é de R\$ 16,75 e pode ser encontrada em muitas lojas varejistas no Brasil. Existem muitos outros modelos de caixas organizadoras de comprimidos, de outras marcas e formas, cuja maioria pode ser encontrada numa gama ampla de valores.

A vantagem destes tipos de dispositivos mais básicos são a sua simplicidade que facilita também a correta identificação e organização diária.

A desvantagem é que o aparelho não contém alarmes, fazendo com que os pacientes não percebam o esquecimento e não tenham a capacidade de registrar e processar informações, o que dificulta o monitoramento remoto dos pacientes e a análise do comportamento do paciente.



Figura 3 – PILLBOX 28 COMPARTIMENTOS G-LIFE



Fonte: Página do site Americanas

### 3.2.2 Pillbox® Classic

Este dispositivo se assemelha um pouco com o descrito acima, onde possui os mesmos tipos de indicadores para a ingestão de medicamentos. Possui 28 compartimentos para estoque de pílulas, que são fixas, isto é, não desmontáveis, onde a pessoa preenche os espaços para os medicamentos, a cada 28 dias, sendo que é utilizar o dispositivo 4 vezes ao dia e em todos os dias de semana. Além disso o dispositivo possui informações necessárias no plástico, e também as mesmas informações em Braille.

Esta pillbox possui um grande diferencial, que quando é inserido o medicamento, existe a possibilidade travar o compartimento de armazenamento, sendo que o usuário não consegue ter acesso a todos os medicamentos, promovendo um dispositivo de segurança para o usuário.

Uma vantagem deste dispositivo é o fácil manuseio por pessoas

idosas ou com problemas de visão, pois possui grandes indicações visíveis e com as marcações em braille. Uma desvantagem é que não se tem o controle da ingestão de medicamentos, pois se o usuário não quiser tomar seu medicamento, é só não utilizar o aparelho.

A pillbox possui as dimensões de 11,8 cm X 21 cm X 3 cm, e os compartimentos que ficam contidos os medicamentos possuem 1,7cm X 1,9 X 1,6 cm , e no mercado encontra-se por um valor de R\$ 120,00.

Figura 4 – Pilbox®Classic



Fonte: Pilbox(2022)

### 3.2.3 TimeCap & Bottle Last Opened Time Stamp with Reminder

Este dispositivo consiste em um frasco com tampa que contém um temporizador e um visor cuja funcionalidade é apresentar o último horário de abertura do frasco e o dia e hora atual. Sempre que a tampa é removida, este visor irá registrar um valor, que é sempre exibido correspondente à última vez em que foi aberto, mesmo que o alarme não tenha sido definido. A tampa apresenta um botão para habilitar a configuração do dispositivo. É possível a definição de até 24 alarmes por dia, não sendo necessário redefinir os alarmes diariamente uma vez que o dispositivo reinicia sua contagem a partir da meia noite.

Quando for o momento de ingerir o medicamento, um alerta é emitido a cada 10 segundos e o seu visor pisca durante 10 segundos, processo esse que continua até que a tampa do frasco seja aberta. Caso o frasco não seja aberto no momento adequado, fica registrado que o medicamento não foi ingerido e dessa forma é possível identificar falhas

nos horários de ingestão de medicamentos.

O visor deste dispositivo tem como dimensões aproximadas de 5,0 cm por 2,5 cm, e o tamanho da tampa do frasco é o padrão de 33 mm, sendo possível utilizar outros frascos para colocar a tampa. E possuindo um valor aproximado de U\$44,95.

As vantagens deste produto é que possui lembretes para as pessoas utilizarem os medicamentos e a sua portabilidade. A sua principal desvantagem é que esse tipo de dispositivo comporta apenas um tipo de medicamento, então para cada medicamento será necessário um dispositivo individual.

Figura 5 – TimeCap & Bottle Last Opened Time Stamp with Reminder



Fonte: E-pill Medication Reminders(2022)

### 3.2.4 Medacube

Este é um dos poucos pillbox que possuem recursos que possibilitam a sua conexão com a internet. O Medacube consegue armazenar até 16 tipos de medicamentos diferentes, com a possibilidade de configuração de até 20 alarmes diários e com a capacidade de autonomia de 90 dias, mas com essa capacidade, seu preço também é alto, principalmente por ser um produto internacional. O valor aproximado de um Medacube é de U\$1719.

Seu sistema de controle de alarmes funciona especificamente quando for necessário dispensar o medicamento, o usuário pressiona o botão da dispensação e o remédio cai em uma bandeja. Se o usuário não retirar o medicamento no horário definido, o aparelho repete o alerta passado 10 minutos.

Como este dispositivo é o mais inteligente dentre todos os pesquisados, ele recolhe todas as informações sobre a utilização da dispensação dos medicamentos e envia para uma “Nuvem”, onde os usuários autorizados têm acesso às informações sobre as doses diárias.

Os cuidadores e profissionais da saúde recebem alertas quando as doses não forem ingeridas, quando porventura faltar energia ou quando é necessário reabastecer o dispositivo com os medicamentos.

Este equipamento mede 25 cm X 25 cm X 25 e com um peso total de 4,5 kg, é considerado um dispositivo muito grande e de difícil transporte. Por ter um sistema inteligente, alta capacidade de medicamentos e também uma grande quantidade de dias de serviço, suas vantagens são facilmente visíveis, mas as suas desvantagens são a dificuldade na portabilidade do equipamento e seu custo elevado. É considerado o dispositivo mais caro dentre todos os pesquisados.

Figura 6 – Medacube



Fonte: PharmAdva(2022)

### 3.2.5 Hero

O Hero é um dispositivo inteligente que dispensa medicamentos de acordo com as configurações pré-estabelecidas pelo usuário. Possui um visor na parte frontal do dispositivo e um conjunto de botões para configurações do sistema. Com dimensões de 22,9 cm X 22,9 cm X 38,1 cm de altura, tornando-o um dispositivo de grande porte, e sendo orientado a sua utilização em um lugar físico.

Este equipamento tem a capacidade máxima de 10 copos, cada um dos quais recebe diferentes tipos de medicamentos. O fabricante afirma que o dispositivo é capaz de armazenar comprimidos por um período de cerca de 30 dias. Para efetuar a dispensa dos medicamentos,

o usuário apenas tem de pressionar o botão principal na parte frontal do dispositivo quando os alarmes forem emitidos.

Existe uma aplicativo móvel para o Hero e uma aplicação web, no qual é necessária a criação de uma conta. Nesta aplicação é possível a configuração das doses e as configurações de alarme pelo usuário. O sistema também notifica quando uma dose foi ou não tomada ou não, e informa aos seus familiares e/ou cuidadores que determinada dose foi tomada ou esteja atrasada.

Os usuários que queiram adquirir o dispositivo, necessitam se tornar um membro do plano Hero. Para isso, existe um pagamento inicial de cerca de U\$99,00 e, posteriormente, é necessário o pagamento de mensalidades de aproximadamente U\$29,99.

O Hero tem como vantagens ser um sistema inteligente que envia os dados para um local externo e grande capacidade de armazenamento. As desvantagens são seu preço fixo e a obrigatoriedade de ter uma subscrição com o plano Hero.

Figura 7 – Hero



Fonte: HeroHealth(2022)

### 3.2.6 MedMinder

O MedMinder consiste em um pillbox com sistema remoto de auxílio, sendo controlado pela própria empresa. Isto é, de acordo com a mesma, a partir de um plano de subscrição, ela irá tomar controle dos medicamentos para o paciente, e ela mesma irá, quando estiver no final dos remédios, enviar para o cliente, uma caixa com seus medicamentos já prontos para serem depositados no aparelho.

A empresa aposta que os usuários não tenham tempo para cuidar dos medicamentos dos seus familiares, então ela fornece recursos de segurança para o usuário que irá utilizar o seu sistema tome seus medicamentos.

Ele se parece muito com uma pillbox normal, como já apresentado anteriormente, mas este aparelho possui uma tela que irá notificar o usuário final sobre qual medicamento deverá ser tomado, e no lugar onde fica o comprimido, irá acender uma luz indicando qual caixa a tomar, e também emite alerta de som para lembrar o usuário.

Possui 28 compartimentos divididos em quatro horários diferentes, assim proporcionando uma semana de autonomia, o sistema possui travas que garantem a segurança do usuário que estiver utilizando o sistema, pois ele não irá conseguir abrir e pegar todos os medicamentos de uma vez.

Como este aparelho possui conexão com a internet, o mesmo envia as informações para os profissionais da saúde e para familiares, conseguindo verificar se existe algum problema com o usuário. Sendo um produto que funciona por meio de subscrição, dependendo do plano, eles enviam um dispositivo wearable, que emite um alerta informando se o usuário teve algum problema de saúde. Para ter um monitoramento mensal, o usuário precisa pagar uma mensalidade de U\$49,99 dólares, e este serviço só funciona dentro dos Estados Unidos.

Figura 8 – MedMinder



Fonte: MedMinder Systems (2022)

### 3.2.7 Pria

Criada pela empresa Black+Decker, este dispositivo se torna mais que um dispensador de medicamentos, e sim uma companhia diária, onde a mesma conta com uma tela, e simula olhos e uma boca, para que a pessoa que utilize o aparelho não se sinta sozinha.

Com a PriaTM é possível fazer videochamadas para um dispositivo móvel, pois a mesma possui uma câmera, assim é possível ver o estado que o usuário se encontra ou mesmo alertar sobre possível perda de medicamento.

Ela possui conexão com a internet, e por meio de um aplicativo próprio é possível configurar a PriaTM, no qual todas suas configurações e avisos são feitos. Também dispõe de uma agenda de medicamentos, com isto é possível regular o aparelho para dispensar o medicamento na hora adequada.

Com o intuito de nunca perder uma dose, ela dispõe de duas opções de verificação, a primeira por um PIN, que o usuário irá digitar uma senha pré-estabelecida e assim desligar os alarmes, e a segunda seria de Reconhecimento Facial.

A PriaTM contém 28 doses na roda de comprimidos, 1 slot = 1 dose. Cada slot contém cerca de 10 comprimidos de tamanho médio por dosagem, o que é cerca de 300 comprimidos no total, dependendo do tamanho do fármaco.

A vantagem da PriaTM é que além de dispensar os comprimidos, ela faz companhia para o usuário final, tendo sua assistente virtual o tempo todo com o seu funcionamento. Uma desvantagem é que além do aparelho custar U\$299.99, para o seu funcionamento é obrigatório o pagamento de uma taxa mensal.

Figura 9 – Pria



Fonte: Black+Decker (2020)



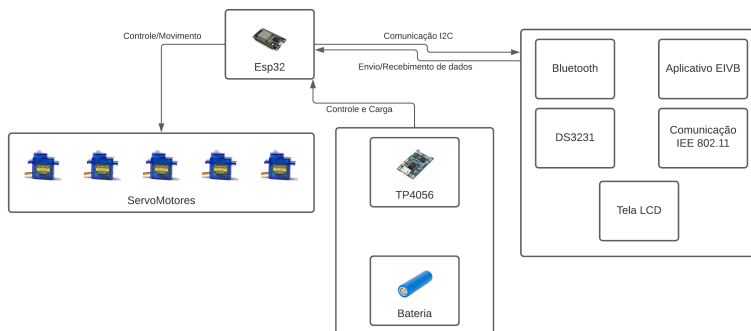
## 4 ARQUITETURA PROPOSTA PARA UMA PILLBOX INTELIGENTE

Neste capítulo é apresentada uma proposta de uma Pillbox Inteligente. Inicialmente serão definidos os principais fatores para a escolha de hardware/software e as evoluções que seguem a partir deles, descrevendo seus requisitos, em seguida mostrando os diagramas de software e hardware, com o intuito de exibir o fluxo de execução do sistema através de seus elementos. Na sequência cada um de seus componentes serão aprofundados a fim de demonstrar como desempenham suas funções.

### 4.1 CARACTERÍSTICAS DA ARQUITETURA PROPOSTA

A arquitetura de controle ideal para o desenvolvimento desta pillbox inteligente proposta para este trabalho está ilustrada na Figura 10. Esta arquitetura é composta por um microcontrolador, servomotores, controle de carga, sistemas de comunicação I2C, incluindo relógios externos, tela de LCD, e um aplicativo para smartphones.

Figura 10 – Arquitetura Proposta

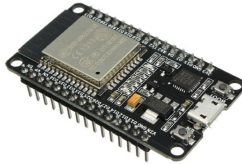


## 4.2 ARQUITETURA GERAL

Para auxiliar pessoas que precisam utilizar medicamentos de forma controlada e no horário correto afim de impedir que aconteça conflitos entre medicamentos, foi idealizado uma PillBox Inteligente para entregar medicamentos na forma correta e que consiga notificar um usuário remoto a respeito da dispensação dos medicamentos].

Na área intitulada Internet das Coisas (IOT) existem vários tipos de placas e microcontroladores que conseguem executar diferentes tarefas. Para a proposta da Pillbox Inteligente, iniciou-se com três tipos de placas diferentes, Arduino, Raspberry Pi e o Esp32, mas as duas primeiras placas possuíam fatores onde o Arduino não possuía as funções de bluetooth ou internet, e o Raspberry Pi tem um custo elevado. Sendo assim foi encolhido o Esp32(Figura 11).

Figura 11 – Placa Esp32

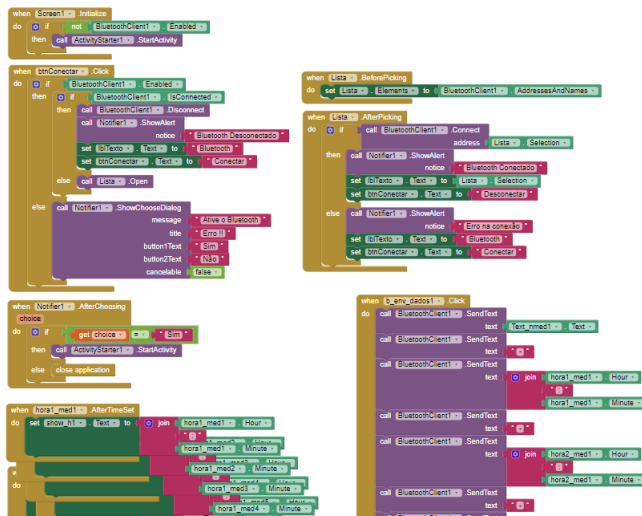


Fonte: <https://www.filipeflop.com/>

Foi discutido como seria enviada as informações dos medicamentos e os horários dos mesmo para o Esp32, que é representado na Figura 11. Primeiramente foi implementado um outro sistema no Esp32. Onde o mesmo seria utilizado como Access Point e o usuário entraria em uma página para inserir as informações sobre os medicamentos, mas houve problemas no meio da execução por causa de limitações do Esp32, por isso ficou decidido que seria utilizado a versão da plataforma que tinha a função de bluetooth integrada ao sistema.

Assim com a utilização de bluetooth, um aplicativo seria necessário para executar as funções de envio. Para a criação um aplicativo foi utilizado o App Inventor do MIT, onde é possível criar aplicativos para Android utilizando programação por blocos, conforme ilustrado na Figura 12.

Figura 12 – Parte da Programação de Blocos do AppInventor



Fonte: Do Autor

Os requisitos funcionais e não-funcionais da Pillbox inteligente proposta neste trabalho são os seguintes:

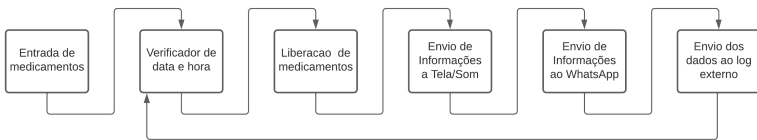
- Requisitos Funcionais
  - Controle das Roletas
  - Controle de tempo (data e hora)
  - Agendamento
  - Alertas
  - Distribuição de Medicamentos
  - Contagem de Medicamentos
  - Envio de Informações do Celular para o Esp32
  - Envio de Informações do Esp32 para Celular
- Requisitos Não Funcionais
  - Display de LCD

- Capacidade de Processamento
- Memória (RAM e Flash)
- Geração de Logs
- Comunicação(IOT)
- Servos

#### 4.2.0.1 Arquitetura do Software

A Figura 13 detalha como o software utilizado na proposta da pillbox inteligente funciona e seus componentes.

Figura 13 – Diagrama de Software Proposto



Fonte: Do Autor

Para o usuário inserir e enviar os dados dos medicamentos, é utilizado um aplicativo para celular criado pelo autor, como demonstrado na Figura 14, que consiste em fazer a conexão entre o bluetooth do aparelho celular com o da placa Esp32 Wroom.

Após o aplicativo de envio de informações via bluetooth (EIVB) estar conectado ao Esp32, o usuário irá inserir o nome e os horários para tomar os medicamentos, a seguir irá inserir o nome da sua rede de WIFI e a senha, o número de telefone e a Apikey do aplicativo CallMeBot. Estas informações são enviadas ao Esp32 para o sistema de controle.

Figura 14 – Aplicativo EIVB

The screenshot displays the 'Bluetooth App Medicamento' interface. At the top left, there is a green ECG-like waveform and a 'Conectar' button. The main area is divided into two columns. The left column is for 'Medicamento 1' and 'Medicamento 2', each with a 'Nome Med' field and five 'Horário' selection buttons. The right column is for 'Medicamento 5', with a 'Nome Med 5' field (containing 'med5') and five 'Horário' selection buttons. Below these, there is a WiFi configuration section with fields for 'Nome Wifi' (Mokinho) and 'Senha Wifi' (\*\*\*\*\*). A note states: 'A seguir insira o NOME e SENHA do seu WIFI !!'. Below that, there is a section for 'Após a configuração com o serviço do CallMeBot insira seu telefone e sua Apikey:' with fields for 'Telefone' (48996092817) and 'Apikey' (\*\*\*\*\*). At the bottom right, there is an 'Enviar Dados' button.

Fonte: Do Autor

Como foi utilizado o envio de dados de um celular via bluetooth, primeiramente existe um interruptor externo SS-12D00 SPDT que liga o recebimento de dados, então se a mesma estiver desligada e por algum equívoco o usuário enviar os dados pelo telefone, os dados não serão sobrescritos.

Quando a chave estiver ligada, e o telefone conectado ao bluetooth criado pelo Esp32, os dados recebidos pelo Esp32, chegarão em forma de String, onde cada palavra ou horário está separada por um traço, e após o recebimento da mensagem, esta será tratada como uma String.

Com os dados já gravados em uma variável, é necessário fazer o tratamento dessa String, que será dividida em várias partes separadas, por isso quando foi projetado o aplicativo EIVB, foi colocada após cada informação um símbolo de traço(-), para ser o identificador que a função de tratamento irá utilizar para fazer a separação dos dados, após o tratamento cada informação é guardada em suas respectivas variáveis.

Para fazer a verificação dos horários é utilizada uma função IF,

ela verifica se a hora do servidor NTP ou a hora do RTC vão ser iguais ao inserido pelo usuário, e se o horário for o mesmo, vai entrar na função e executar o que estiver dentro dela.

O software embarcado no microcontrolador Esp32 conta com dois tipos de relógios, um externo que se comunica com a internet com o protocolo NTP, e um relógio interno utilizando um RTC DS3231.

Como o Esp32 funciona com um loop interno, utilizando estes mesmos relógios, sendo que mesmo quando um fique inoperante, o outro entra em funcionamento. A cada ciclo de loop do sistema, é feita uma verificação de horário, e se este horário for igual ao mesmo já cadastrado, é feita a execução da função pré-cadastrada para aquele horário.

Para liberar os medicamentos, ao entrar no horário em que o usuário cadastrou o medicamento, é enviado um sinal de pulso para um dos 5 servomotores presentes no sistema, assim acionando o mesmo e fazendo o medicamento escolhido cair abaixo na bandeja.

No meio da ação anterior irá aparecer na tela o nome do medicamento a ser despejado e o horário do mesmo, como demonstrado na Figura 15, e após esta ação acontecer a tela voltará a ser um relógio, até a próxima ação.

Figura 15 – Exemplo de dados exibidos na tela

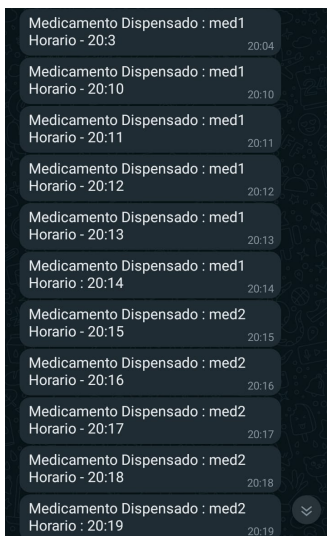


Fonte: Do Autor

O serviço CallMeBot irá notificar o usuário cadastrado quando o medicamento for dispensado, por meio de mensagem via WhatsApp. Como é um serviço de terceiros, é necessário fazer um cadastro no próprio aplicativo de mensagens.

Assim ele irá disponibilizar uma Apikey, que é o valor do seu registro no sistema do CallMeBot, após isso, na hora de enviar os dados no aplicativo EIVB, é só inserir o número do celular e a Apikey, que será enviado os dados para o celular como mostrado na Figura 16.

Figura 16 – Envio de dados para o aplicativo WhatsApp



Fonte: Do Autor

A cada envio de informações para o celular, também é enviado para um log externo, que no caso é uma planilha do Google, que armazenam as informações de horário e qual medicamento foi dispensado. Para tanto, também é utilizado um serviço de terceiros chamado IFFT, que utiliza um sistema de Webhook para esperar um sinal vindo do Esp32.

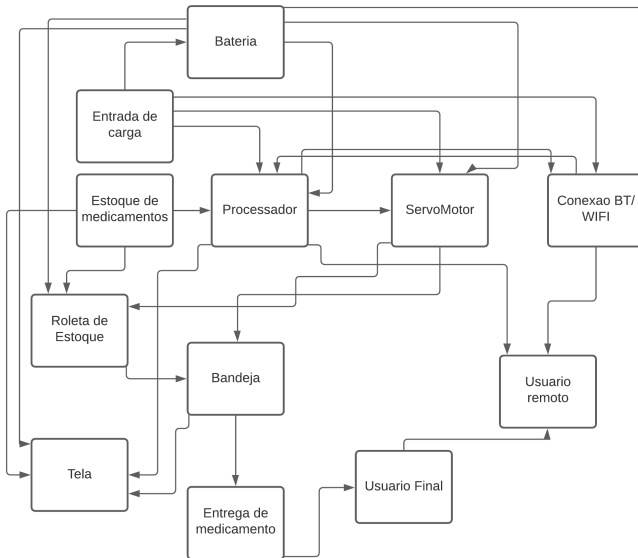
Quando ele é acionado, ele recebe qual medicamento e horário gravado nas variáveis, e insere automaticamente na planilha do Google Drive.

Para ter certeza que o sistema está conectado à internet, a cada tempo pré determinado é feita uma verificação de conexão.

#### 4.2.0.2 Arquitetura do Hardware

A Figura 17 detalha como o Hardware utilizado na proposta da pillbox inteligente funciona e seus componentes.

Figura 17 – Diagrama de Hardware Proposto



Fonte: Do Autor

Outra parte do projeto é a entrada, conversão e distribuição de energia para a placa principal e as outras ferramentas compostas nesse projeto. Utilizou-se um TP4056 junto com uma bateria 18650, como mostrado na Figura 18.

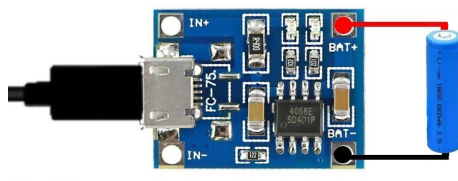
Com esse componente é possível deixar o sistema alimentado com um carregador básico de celular que entregue 5V e 2A e utilizar um cabo Micro USB. E assim que a energia for cortada do carregador do celular, a bateria entra em funcionamento, alimentando o sistema até que a energia seja religada.

Quando se usa uma bateria 18650 para alimentar um sistema que seja acima de 4.2V, é necessário que se utilize um módulo regulador de



tensão (Step-up) MT3608, com isso, ele eleva a tensão para os 5V que o projeto precisa para operar.

Figura 18 – TP4056 e uma bateria 18650



Fonte: Do Autor

O placa utilizada para este projeto é uma ESP32-WROOM-32D, com o processador Xtensa 32-Bit LX6 Dual Core e um chip ESP32-D0WD, que contém módulos Wifi e Bluetooth integrados, contendo conexões GPIO e de interfaces UART(3 canais), SPI (3 canais), SDIO, I2C (2 canais), I2S (2 canais), IR, PWM LED (2 canais) e PWM motor (3 canais).

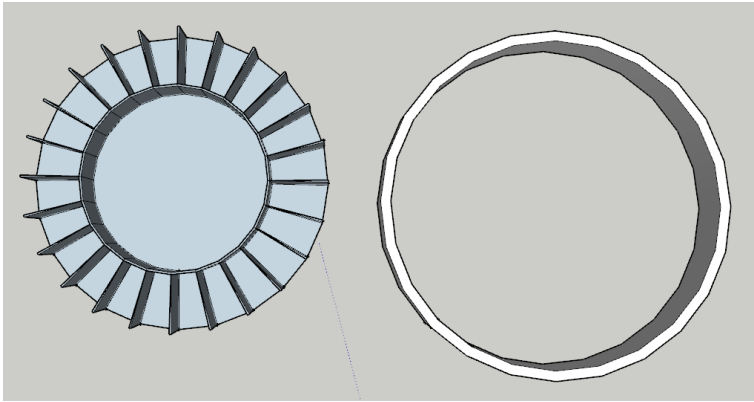
Na movimentação das roletas de dispensação de medicamentos, será utilizado ServoMotores 9G modificados, onde originalmente o servo faz um giro de 180 graus, e que neste trabalho são de rotação contínua.

Os servomotores são a peça fundamental para que o sistema funcione corretamente, eles foram modificados para que rotacionem em 360 graus, por isso a programação de rotação é diferente que a padrão.

A roleta de medicamentos contém um diâmetro total de 15cm, com espaços de 2cm largura, 2.5cm de altura e 3cm de comprimento, dando espaço suficiente para inserir os medicamentos devidamente cortados em seu blister original.

Ela está dividida em 4 espaços com 8 compartimento em cada, totalizando um total de 32 espaços para medicamentos, mas é retirado um dos compartimentos para que ele sirva de controle, assim sabendo a posição inicial na hora da inserção, a entrada de medicamentos fica na parte de cima da capa de proteção da roleta, como mostrada na Figura 19. E é esta capa que não irá deixar os medicamentos cair, deslizando cada compartimento até a saída que fica embaixo da capa.

Figura 19 – Roleta de Dispensação de Medicamentos



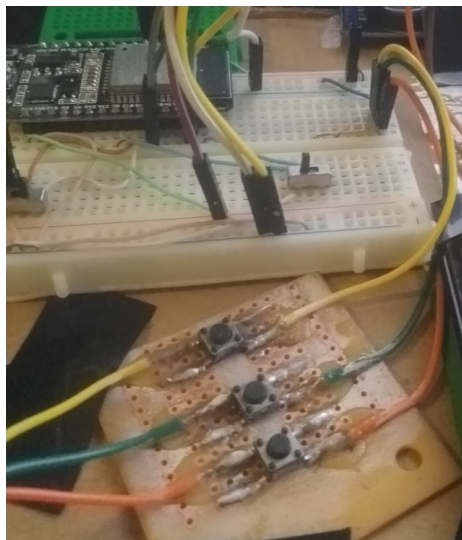
Fonte: Do Autor

A inserção de medicamentos consiste em uma função que é acionada por interruptor externo SS-12D00 SPDT, onde toda vez que a placa identifique que o interruptor esteja acionado, ela executa a rotina para a inserção de dados.

Nesta função existem botões táteis, demonstrados na Figura 20, que são configurados em modo de Input Pulldown, que quando o botão é pressionado joga o nível lógico da porta para cima (HIGH), e faz a ação de girar uma posição na roleta de medicamentos.

É mostrado na tela, quantos medicamentos existem na roleta, e quando não for mais preciso inserir medicamentos, o interruptor externo é desligado e começa a a varredura de horário dos medicamentos.

Figura 20 – Botoes de inserção junto com a chave tátil

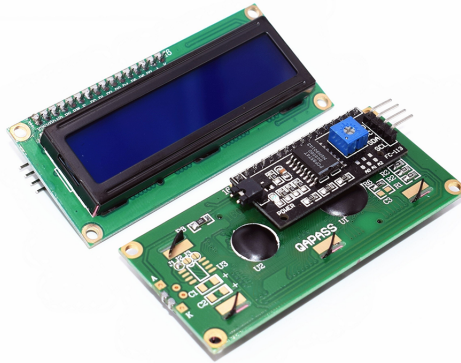


Fonte: Do Autor

O usuário presente na hora da dispensação do medicamento, terá disponível uma tela LCD 16X2 com um controlador interno HD44780, e para converter e utilizar um padrão I2C de comunicação utiliza-se um módulo Serial I2C para Display LCD, assim diminuindo o número de pinos de conexão.

Como cada medicamento ao ser dispensado deverá mostrar ao usuário qual o nome do medicamento e o horário que ele foi dispensado, utilizou-se uma tela LCD 16X2, visualizado na Figura 21, para que quando o processo de dispensação começasse, o usuário verifica qual o medicamento está tomando.

Figura 21 – LCD 16X2 com Conversor I2C



Fonte:

<http://www.vladcontrol.com.br/arduino-basico/display-lcd-16x2-i2c/>

Como relógio externo, é utilizado um módulo de RTC DS3231 que é um relógio de tempo real de alta precisão e baixo consumo de energia.

Este módulo DS3231 é capaz de fornecer informações como segundo, minutos, dia, mês e ano. Em caso de falha de energia o DS3231 automaticamente aciona a bateria que acompanha o módulo para evitar perda de dados. Endereço e informações são transferidas via protocolo I2C.

Após todo o processo de dispensação do medicamento pelo sistema, é enviada uma mensagem com as informações da dispensação atual, e sendo que o Esp32 está conectado a rede local do usuário, um usuário remoto vai receber as informações, para verificar como está o andamento da dispensação e também verificar no log disponibilizado pelo sistema.

Para fazer a soma do gasto total utilizado neste protótipo, registrou-se na Tabela 2 o valor da compra na data que o produto foi selecionado e comprado, com isto é listado o gasto total desta pillbox inteligente.

Tabela 2 – Valores das peças presentes no projeto

Nome do Produto	Qtd	Valor (R\$)
Esp-wroom-32	1	40,00
Servo motor SG90 9g	5	60,00
Chave Gangorra	1	4,99
Resistor 2200 ohms	10	5,00
Regulador de Tensão	1	10,00
Jumper 20cm	50	17,00
Botão SMD	9	6,50
Interruptor SS-12D00	2	4,50
RTC Ds3231	1	20,00
Display Lcd 16x2	1	26,50
Carregador De Bateria	1	6,99
	<b>Total</b>	201,48

A Figura 22 representa a finalização do protótipo de um Dispositivo pillbox inteligente para o auxílio do controle de medicamentos de uso contínuo, contendo todos os mecanismos citados nas seções acima.

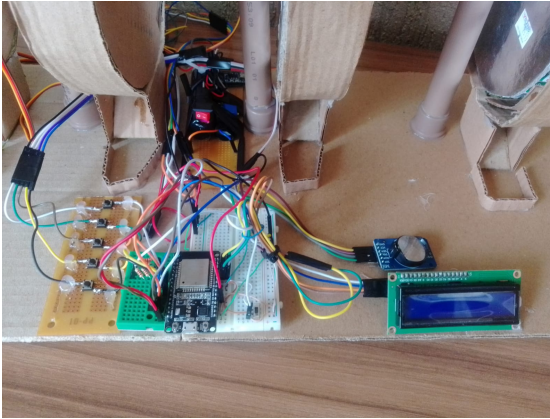
Figura 22 – Dispositivo pillbox inteligente



Fonte: Do Autor

A Figura 23 ilustra o centro de controle da pillbox proposta, onde estão integrados os sistemas de visualização, energia, inserção, tempo e controle.

Figura 23 – Centro de Controle da Pillbox



Fonte: Do Autor

A Tabela 3 apresenta um comparativo entre as pillbox comerciais pesquisadas e o dispositivo pillbox inteligente proposto neste trabalho, onde é elencado cada função que pode haver ou não em cada dispositivo.

Tabela 3 – Comparativo entre os dispositivos pesquisados

	Medacube	Hero	MedMinder	Pria	Pillbox Int.
Conexão com a internet	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Subscrição	Não	Sim	Sim	Sim	Não
Alerta de Dispensação	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Envio de dados remotamente	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Aplicativo móvel	Não	Sim	Não	Não	Sim
Preço alto	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Dispositivo extra	Não	Não	Sim	Não	Não
Controle da empresa sob os Medicamentos	Não	Não	Sim	Não	Não
Assistente Virtual	Não	Não	Não	Sim	Não

## 5 AVALIAÇÃO DA PILLBOX INTELIGENTE PROPOSTA

Nesse capítulo serão apresentados as avaliações de hardware e de software, bem como os resultados de 2 (dois) experimentos realizados com a Pillbox Inteligente Proposta.

### 5.1 AVALIAÇÃO DE SOFTWARE

A avaliação do software pode ser dividida em duas partes, a que foi embarcada na placa ESP32 e a que está presente no aplicativo EIVB.

Sobre o software embarcado na placa ESP32 ele foi idealizado como um código de verificação rápida de horas e minutos, que a cada loop que passa no código, ele faz a verificação das informações inseridas pelo usuário.

Sendo um código de mais de 2500 linhas, não há problemas de conflitos entre variáveis ou verificações, faz a comunicação entre software e hardware quando é exigido e volta para a sua função primária.

O aplicativo de Envio de Dados Via Bluetooth (EIVB) foi desenvolvido para ter uma interface simples para que o usuário consiga utilizar sem dificuldades, a parte de comunicação entre o bluetooth do aparelho celular e do ESP32, foi simplificada, para que o usuário escolha a rede bluetooth configurada, e que se tiver algum problema de conexão entre ambos, será mostrado na tela, assim o usuário saberá se aconteceu algo no envio dos dados.

A entrada de horário foi desenvolvida para utilizar a padrão do aparelho celular. Após selecionar o horário, é mostrado o mesmo ao lado do botão de seleção e para enviar os dados inseridos, somente existe um botão para envio para não haver complicações ao usuário.

Um problema que o software apresenta, é que não há um sistema de gravação externo, como um MicroSD por exemplo, por falta de portas disponíveis para a implementação.

Por isso, a cada vez que a energia falta totalmente, os dados enviados pelo EIVB são perdidos, e assim é necessário enviar os dados pelo bluetooth novamente. Uma forma de contornar este problema foi a adoção do sistema de bateria, assim não deixando a energia acabar e o sistema ficará sempre com as informações gravadas no ESP32.

## 5.2 AVALIAÇÃO DE HARDWARE

A placa ESP32-WROOM-32D, possui processador Xtensa 32-Bit LX6 Dual Core e um chip ESP32-D0WD, que supre de forma satisfatória as restrições deste projeto.

O código utilizado possui uma grande quantidade de conversão e corte de strings, que poderia criar um gargalo ou travamento geral da placa, mas isto não acontece, ela trabalha em conjunto com outras funções ao mesmo tempo, sem perder desempenho.

Foi necessário modificar funções dentro do software PlatformIO, para que as partições não utilizadas na placa em modo de fábrica, estejam em funcionamento, com isso, para liberar a capacidade extra de memória rom do Esp32 é utilizado o comando `board_build.partitions = huge_app.csv`.

O carregador e bateria utilizados conseguem manter após queda de energia, algumas horas de funcionamento com as funções inalteradas. Uma modificação que melhoraria o funcionamento do sistema seria a adição de mais uma bateria 18650 em paralelo, assim aumentando a capacidade.

A tela LCD 16X2 com Conversor I2C mostra o necessário das funções que estão acontecendo no sistema, como ela possui somente 16 linha por 2 colunas, a quantidade de informação a ser mostrada tem de ser muito resumida, pois o espaço é pouco, para isso um upgrade de tamanho de tela ou outro tipo de tela melhoraria a experiência do usuário.

Como este projeto é um protótipo, foi utilizado um servomotor de 9g, que para o propósito de testes, serve perfeitamente para o caso, mas como suas engrenagens são de plástico, com o tempo, possivelmente os dentes das engrenagens vão se deformar e ocasionar problemas.

Por isso uma modificação seria trocar os servomotores de plástico, pelos mesmos, só que com dentes de metal ou mesmo um motor rotatório com driver, assim resolvendo o problema com os dentes.

## 5.3 METODOLOGIA DOS EXPERIMENTOS

Os experimentos contaram com dois tipos diferente de testes, onde cada usuário testado possuía uma idade diferente do outro, com medicamentos diferentes e com um grau de conhecimento em tecnologias diferentes.



### 5.3.1 Experimento 1

O primeiro experimento feito foi realizado com um usuário com uma idade de 65 anos, com histórico de problemas de saúde como uma Cirurgia Cardíaca de Peito Aberto e um Acidente Vascular Cerebral.

Como este usuário possui algumas comorbidades, é necessário o uso de medicamentos de uso contínuo. A Tabela 4, lista os medicamentos utilizados por este usuário:

Tabela 4 – Medicamentos do Usuário 1

<b>Nome do Medicamento</b>	<b>Horários</b>
<b>Glifage XR</b>	Manha - Meio Dia - Noite
<b>Galvus</b>	Manha - Noite
<b>Atorvastatina Cálcica</b>	Noite
<b>Ácido acetilsalicílico (AAS)</b>	Meio Dia
<b>Clopidogrel</b>	Noite

Este usuário está habituado a utilização de smartphones, então a utilização do aplicativo EIVB ocorreu sem nenhum problema, a inserção de medicamentos no aplicativo seguiu os mesmos passos da Tabela 2 e são mostrados na Figura 24.

Figura 24 – Inserção de Medicamentos do Usuário 1

The screenshot shows the 'Bluetooth App Medicamento' interface. At the top, there is a green ECG-like waveform on a black background. Below it is a grey button labeled 'Conectar'. The interface is divided into two sections: 'Medicamento 1' and 'Medicamento 2'. Each section has a text input field for 'Nome Med' and five rows for 'Horário' selection. In the 'Medicamento 1' section, the name is 'GlifageXR' and the times are 7:0, 12:0, 20:0, and two empty 'Horário' fields. In the 'Medicamento 2' section, the name is 'Galvus' and the times are 7:0, 20:0, and three empty 'Horário' fields. The bottom row of the second section is partially obscured by a black bar.

Fonte: Do Autor

Esse experimento durou dois dias e com isso é possível ter uma média de problemas que poderiam acontecer. No primeiro dia foi notado que havia um grande espaçamento entre a base da roleta e a capa que guia os medicamentos a saída, com isso foram feitas modificações em cada roleta tentando diminuir este espaço.

Como a estrutura do protótipo da pillbox inteligente foi feita de materiais mais maleáveis, os cortes feitos ou medidas ficaram um pouco desproporcionais, assim dependendo do corte do medicamento, se ele for muito pequeno, pode acontecer do mesmo cair da roleta e prender o servomotor.

Por isso, falhas deste tipo aconteceram, mas foram consideradas válidas para o experimento, pois as funções de movimento das roletas, envio dos dados para plataformas externas e a visualização no momento da dispensação funcionaram. Desta forma seu funcionamento geral foi verificado, e em versões futuras este problema deverá ser resolvido.

No segundo dia de testes houve uma falha de envio para o log externo, sendo o horário do medicamento ácido acetilsalicílico (AAS) não apareceu no registro geral dos dados, conforme ilustrado na Figura 25, sinalizado em vermelho o espaço que deveria ficar entre os outros medicamentos.

Esta falha possivelmente foi ocasionada por problemas na rede em que o aparelho estava conectado, pois na sequência o próximo medicamento foi registrado.

Figura 25 – Horários Apresentados no Log Externo

March 3, 2022 at 07:00AM	esp_log	GlifageXR	07:00	
March 3, 2022 at 07:00AM	esp_log	Galvus	07:00	
March 3, 2022 at 12:00PM	esp_log	GlifageXR	12:00	
March 3, 2022 at 12:00PM	esp_log	AAS	12:00	
March 3, 2022 at 20:00PM	esp_log	GlifageXR	20:00	
March 3, 2022 at 20:00PM	esp_log	Galvus	20:00	
March 3, 2022 at 20:00PM	esp_log	Atorvastatina	20:00	
March 3, 2022 at 20:00PM	esp_log	Clopidogrel	20:00	
March 4, 2022 at 07:00AM	esp_log	GlifageXR	07:00	
March 4, 2022 at 07:00AM	esp_log	Galvus	07:00	
March 4, 2022 at 12:00PM	esp_log	GlifageXR	12:00	
March 4, 2022 at 20:00PM	esp_log	GlifageXR	20:00	
March 4, 2022 at 20:00PM	esp_log	Galvus	20:00	
March 4, 2022 at 20:00PM	esp_log	Atorvastatina	20:00	
March 4, 2022 at 20:00PM	esp_log	Clopidogrel	20:00	

Fonte: Do Autor

Entretanto, apesar destes problemas, o dispositivo funcionou de maneira correta na maioria do tempo em que esteve em serviço.

### 5.3.2 Experimento 2

No segundo experimento, o usuário possuía uma idade maior comparado ao primeiro, de 77 anos e sem histórico de comorbidade grave.

Mas por causa da idade avançada, é necessário também tomar alguns medicamentos de forma contínua, por isso é apresentado na Tabela 5 os medicamento utilizado pelo segundo usuário.

Tabela 5 – Medicamentos do Usuário 2

Nome do Medicamento	Horários
Vênula	Manha - Meio Dia - Noite
Sinvastatina	Noite
Ácido acetilsalicílico	Meio Dia

O experimento foi repetido por dois dias, para verificar se algum problema poderia acontecer, e verificar os que foram corrigidos.

Este usuário possui habilidade mais básica de manuseio em um smartphone, por isso uma breve explicação do sistema e algumas tentativas foram o suficiente para o mesmo entender como o sistema operava.

Figura 26 – Inserção de Medicamentos do Usuário 2

Medicamento 1		
Nome Med 1:	<input type="text" value="Vênula"/>	
Horário 1:	Escolha o Horário	6:0
Horário 2:	Escolha o Horário	12:0
Horário 3:	Escolha o Horário	21:0
Horário 4:	Escolha o Horário	Horário
Horário 5:	Escolha o Horário	Horário
Medicamento 2		
Nome Med 2:	<input type="text" value="Sinvastatina"/>	
Horário 1:	Escolha o Horário	23:0
Horário 2:	Escolha o Horário	Horário
Horário 3:	Escolha o Horário	Horário
Horário 4:	Escolha o Horário	Horário
Horário 5:	Escolha o Horário	Horário

Fonte: Do Autor

Sendo que este usuário não possui tantos medicamentos diários, como demonstrado na Tabela 3 e na Figura 26, os outros horários que ficaram em branco foram preenchidos com nomes fictícios e com o horário cadastrado como 00:00, para não haver nenhum problema com o código embarcado no Esp32.

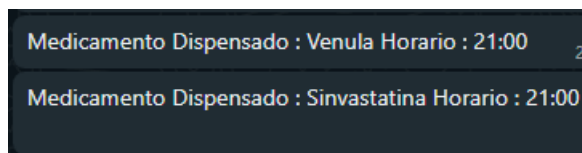
Como as medidas empregadas para arrumar os erros do primeiro teste foram eficazes, o segundo teste funcionou de maneira correta, assim os medicamentos foram dispensados corretamente e os dados enviados para os seus serviços remotos como mostrado nas Figuras 27 e 28.

Figura 27 – Log externo do usuário 2

March 5, 2022 at 06:00AM	esp_log	Venula	6:0
March 5, 2022 at 12:00PM	esp_log	Venula	12:0
March 5, 2022 at 12:00PM	esp_log	Aas	12:0
March 5, 2022 at 21:00PM	esp_log	Venula	21:0
March 5, 2022 at 21:00PM	esp_log	Sinvastatina	21:0
March 6, 2022 at 06:00AM	esp_log	Venula	6:0
March 6, 2022 at 12:00PM	esp_log	Venula	12:0
March 6, 2022 at 12:00PM	esp_log	Aas	12:0
March 6, 2022 at 21:00PM	esp_log	Venula	21:0
March 6, 2022 at 21:00PM	esp_log	Sinvastatina	21:0

Fonte: Do Autor

Figura 28 – Serviço CallMeBot para o Usuario 2



Fonte: Do Autor

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

Este capítulo apresenta as considerações finais e algumas propostas para trabalhos futuros.

### 6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de pillbox manuais atualmente são muito comuns na maioria das casas, e mostram que podem ser eficientes se utilizadas da maneira correta, o que geralmente não acontece, pois o usuário pode esquecer sua pillbox em algum lugar, e não tomar seus medicamentos no horário definido.

O fato de esquecer de tomar seu medicamento, ou tomá-los no momento incorreto, pode gerar efeitos indesejados no corpo do paciente, por isso é determinado pelo profissional de saúde o horário específico para utilizar o medicamento.

A utilização de uma pillbox inteligente tenta eliminar a função de verificação/preocupação sobre medicamentos por terceiros aos usuários que utilizam o dispositivo, já que o mesmo informa sobre qual medicamento foi dispensado e o seu horário exato.

Este trabalho teve os esforços direcionados ao desenvolvimento de um sistema capaz de dispensar medicamentos no horário programado pelo profissional de saúde, a fim de realizar tarefas de inserção de medicamentos, controle de horário via software e comunicação aplicativo/máquina.

Para avaliar seu funcionamento foram realizados experimentos onde usuários de diferentes idades, utilizaram o aplicativo para inserir os dados para a placa Esp32, e inseriram os medicamentos manualmente. Após esta ação, o dispositivo começa a verificar os horários e dispensa os medicamentos.

Os resultados obtidos com os experimentos mostram que o protótipo da pillbox inteligente é funcional, e cumpre a pergunta feita no início desta monografia, assim é possível utilizar o dispositivo para dispensar os medicamentos na hora correta.

Com isso, no estágio atual do sistema, a pillbox inteligente é utilizada em tarefas simples como a dispensação de medicamentos e verificação de horários dispensados.

Esta monografia abre espaço para diversos trabalhos futuros vi-

sando o aperfeiçoamento do sistema, sendo que os considerados como principais serão apresentados na seção a seguir.

## 6.2 PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

Nesta seção são elencadas propostas para possíveis trabalhos futuros com o objetivo de aperfeiçoar o sistema desenvolvido.

1. Impressão da roleta de medicamentos e outras peças em uma impressora 3D, para aumentar a qualidade da mesma.
2. Testar outros microcontroladores a fim de substituir o ESP32 por soluções mais baratas.
3. Aumentar a quantidade de baterias para o sistema ficar mais tempo ligado caso aconteça uma queda de energia.
4. Melhorar o sistema de visualização do usuário, adicionando uma tela maior e com melhor qualidade.
5. Utilizar motores com engrenagens de metal, para não haver desgaste das mesmas com o uso, ou mesmo o uso de motores DC com driver.
6. Criação de uma placa mãe, que contenha todos os conectores necessários para o sistema operar.
7. Melhorias na interface gráfica do Aplicativo EIVB voltadas a user experience, que facilite ainda mais seu uso.

## 6.3 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Este trabalho está disponibilizado na íntegra em um repositório no *GitHub*, onde estão contidos os arquivos de códigos fonte do sistema desenvolvido. O repositório pode ser acessado a partir da seguinte URL:

<https://github.com/rturibio/TCC>

## REFERÊNCIAS

- Anvisa. *Interação Medicamentosa*. 2010.  
<[https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2010/res0060\\_17\\_12\\_2010.htm](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2010/res0060_17_12_2010.htm)>
- BARROS, E.; BARROS, H. M. T. *Medicamentos na prática clínica*. [S.l.: s.n.], 2010. 936 p. ISBN 9788536322018.
- BERTOLDI, A. D. et al. Utilização de medicamentos em adultos: prevalência e determinantes individuais. *Revista de Saúde Pública*, v. 38, n. 2, p. 228–238, 2004.
- CARR, W. The Idea of an Educational Science. *Journal of Philosophy of Education*, v. 23, n. 1, p. 29–37, 1989. ISSN 14679752.
- CARVALHO, V. T. de et al. The most common errors and risk factors in the administration of medicines at basic health units. *Revista latino-americana de enfermagem*, v. 7, n. 5, p. 67–75, 1999. ISSN 01041169.
- Ceciej. *Vias de Administracao*. 2012.  
<<https://extensao.ceciej.edu.br/materialdidatico/sau2203/pdfs/aula03.pdf>>.
- COOK, A. M.; GRAY, D. B. *Assistive Technology*. 2020. <<https://academic-eb-britannica.ez46.periodicos.capes.gov.br/levels/collegiate/article/assistive-technology/604944>>.
- DICIO. *Significado de Medicamento*. 2009.  
<<https://www.dicio.com.br/medicamento/>>.
- FILHO, P. C. P. T.; CASSIANI, S. H. d. B. Administração de medicamentos: aquisição de conhecimentos e habilidades requeridas por um grupo de enfermeiros. *Revista latino-americana de enfermagem*, v. 12, n. 3, p. 533–540, 2004. ISSN 01041169.
- FLORES, L. M.; MENGUE, S. S. Uso de medicamentos por idosos em região do sul do Brasil. *Revista de Saude Publica*, v. 39, n. 6, p. 924–929, 2005. ISSN 00348910.
- GIOVANINI, A. E. P. P. *Iatrogenia e erro médico*. 2019.  
<<https://www.crmpr.org.br/Iatrogenia-e-erro-medico-13-32046.shtml>>.



GRUBER, C. et al. O vestir na vida dos idosos: contribuições da ergonomia e das tecnologias assistivas. *ModaPalavra*, v. 10, n. 19, p. 150–178, 2016. ISSN 1982615X.

HOEFLER, R. Interações medicamentosas. *Acta méd. (Porto Alegre)*, 2006.

LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E. Sistemas de inovação: políticas e perspectivas. p. 237–255, 2000. ISSN 2176-9729.

LE, D. J. *Drug Administration*. 2020.  
<<https://www.msmanuals.com/home/drugs/administration-and-kinetics-of-drugs/drug-administration>>.

LEÃO, D. F. L.; MOURA, C. S. de; MEDEIROS, D. S. de. Avaliação de interações medicamentosas potenciais em prescrições da atenção primária de Vitória da Conquista (BA), Brasil. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 19, n. 1, p. 311–318, 1 2014.

LIMA, R. Q. et al. Intercambialidade Entre Medicamentos De Referência E Similar / Interchangeability Between Reference Drugs and Similar. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 12, p. 101122–101132, 2020. ISSN 25258761.

LUCCHETTI, G. et al. Fatores associados à polifarmácia em idosos institucionalizados. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, v. 13, n. 1, p. 51–58, 2010. ISSN 1809-9823.

LÚCIA, V. et al. WHO Expert Committee on the selection of essential drugs. *World Health Organization - Technical Report Series*, v. 24, n. 641, p. 7–44, 1979. ISSN 05123054.

MOURA, A. F. d. A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E O AVANÇO CIENTÍFICO: A QUÍMICA EM PERSPECTIVA. *Química Nova*, v. 23, n. 6, p. 851–853, 2000. ISSN 0100-4042.

OLIVEIRA, L. C. F. d.; NASCIMENTO, M. A. A. d.; LIMA, I. M. S. O. O acesso a medicamentos em sistemas universais de saúde – perspectivas e desafios. *Saúde em Debate*, v. 43, n. spe5, p. 286–298, 2019. ISSN 0103-1104.

Organização Mundial da Saúde. Envelhecimento ativo: uma política de saúde. p. 62, 2005.

PILOTTO, A.; BOI, R.; PETERMANS, J. Technology in geriatrics. *Age and Ageing*, v. 47, n. 6, p. 771–774, 2018. ISSN 14682834.

PORTELA, A. d. S. et al. Prescrição médica: orientações adequadas para o uso de medicamentos? *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 15, n. suppl 3, p. 3523–3528, 2010.

RAMOS, L. R. et al. Significance and management of disability among urban elderly residents in Brazil. *Journal of Cross-Cultural Gerontology*, v. 8, n. 4, p. 313–323, 1993. ISSN 01693816.

SARTORETTO, M. L.; BERSCH, R. *O que é Tecnologia Assistiva?* 2020. <<https://www.assistiva.com.br/tassistiva.html>>.

SECOLI, S. R. Polifarmácia: interações e reações adversas no uso de medicamentos por idosos. *Revista brasileira de enfermagem*, v. 63, n. 1, p. 136–140, 2010. ISSN 00347167.

SECOLI, S. R. et al. Interações Medicamentosas em Coronariopatas Artigo Original Rev Bras Cardiol. v. 25, n. 1, p. 11–18, 2012.

SEHN, R. et al. Interações medicamentosas potenciais em prescrições de pacientes hospitalizados. *Infarma*, v. 15, n. 9-10, p. 77–81, 3 2003. ISSN 2359-4330. <[http://seer.uscs.edu.br/index.php/revista\\_ciencias\\_saude/article/view/6248](http://seer.uscs.edu.br/index.php/revista_ciencias_saude/article/view/6248)>.

SILVA, F. M. d. et al. Tecnologias Assistivas E Suas Aplicações: uma análise a partir de patentes. *Revista de Gestão em Sistemas de Saúde*, v. 7, n. 1, p. 1–15, 2018. ISSN 23163712.

SILVEIRA, E. A.; DALASTRA, L.; PAGOTTO, V. Polifarmácia, doenças crônicas e marcadores nutricionais em idosos. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 17, n. 4, p. 818–829, 2014. ISSN 1415790X.

SILVESTRE, J. A.; NETO, M. M. d. C. Abordagem do idoso em programas de saúde da família. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 19, n. 3, p. 839–847, 2003. ISSN 1678-4464.

SIMÕES, N. *Tomar remédios na hora errada pode reduzir seu efeito*. 2019. <<https://m.leiaja.com/noticias/2019/05/20/tomar-remedios-na-hora-errada-pode-reduzir-seu-efeito/>>.

UNIMED. *As formas farmacêuticas e o cuidado com o uso de medicamentos*. 2013. <[https://www.unimed.coop.br/web/blumenau/noticias-unimed1/-/asset\\_publisher/ftGjCB8oULno/content/as-formas-farmacêuticas-e-o-cuidado-com-o-uso-de-medicamentos?inheritRedirect=false&redirect=https](https://www.unimed.coop.br/web/blumenau/noticias-unimed1/-/asset_publisher/ftGjCB8oULno/content/as-formas-farmacêuticas-e-o-cuidado-com-o-uso-de-medicamentos?inheritRedirect=false&redirect=https)>

VIEIRA, F. S.; ZUCCHI, P. Distorções causadas pelas ações judiciais à política de medicamentos no Brasil. *Revista de Saúde Pública*, v. 41, n. 2, p. 214–222, 2007.