

**ROSELANE CRISTINA MARTINS**

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE  
CONTROLE DE ADMINISTRAÇÃO DE  
MEDICAMENTOS**

**FLORIANÓPOLIS, 2011**



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO “LATO SENSU” EM  
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS ELETRÔNICOS**

**ROSELANE CRISTINA MARTINS**

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE  
CONTROLE DE ADMINISTRAÇÃO DE  
MEDICAMENTOS**

Monografia de Pós-Graduação submetida  
ao Instituto Federal de Educação, Ciência  
e Tecnologia de Santa Catarina como  
parte dos requisitos para obtenção do  
título de Especialista.

Professor Orientador: Golberi S. Ferreira,  
Dr.

**FLORIANÓPOLIS, 2011**

M386d Martins, Roselane Cristina

Desenvolvimento de um sistema de controle de administração de medicamentos [monografia] / Roselane Cristina Martins ; orientador, Golberi S. Ferreira. – Florianópolis, SC, 2011.  
1 v. : figs.

Monografia de especialização (Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. Curso de Pós-Graduação “*Lato Sensu*” em Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos.  
Inclui referências.

1. Sistemas eletrônicos. 2. Desenvolvimento de produto – hardware portátil com um software integrado. 3. Sistema de controle – administração de medicamentos. I. Ferreira, Golberi S. II. Título.

CDD: 621.381011

Sistema de Bibliotecas Integradas do IFSC

Biblioteca Dr. Hercílio Luz – Campus Florianópolis

Catalogado por: Augiza Karla Boso CRB 14/1092

Rose Mari Lobo Goulart CRB 14/277

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE  
CONTROLE DE ADMINISTRAÇÃO DE  
MEDICAMENTOS**

**ROSELANE CRISTINA MARTINS**

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Especialista, e aprovado em sua forma final pela banca examinadora do Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” em Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 14 de dezembro de 2011.

Banca Examinadora:

---

Golberi S Ferreira, Dr. Eng.  
Orientador

---

André Luis Dalcastagnê, Dr. Eng.  
Membro

---

Leandro Schwarz, M. Eng.  
Membro



## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais que sempre me apoiaram em todas as minhas decisões e me deram forças nas horas mais necessárias de minha vida.

Aos mestres e colegas do curso de Pós- Graduação “Lato Sensu” em Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos, ao professor orientador Prof. Golberi e, por fim, a todos que me inspiraram, apoiaram e contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros votos de agradecimento.





## RESUMO

Os medicamentos, desde o seu início, foram criados com o intuito de aliviar a dor, combater doenças e até mesmo prolongar a vida de pessoas com algum tipo de doença. Nesses casos, para manter a saúde dos indivíduos estável, é necessário um medicamento diferenciado para cada enfermidade, o que se torna um problema para pessoas que precisam ingerir vários medicamentos, em doses e horários pré-determinados pelo médico. Visando auxiliar e orientar esse público, pensou-se num produto que pudesse ajudar o paciente a lembrar dos horários e doses a serem utilizadas. Neste trabalho, propõe-se a criação de um *hardware* portátil com um *software* integrado, onde serão cadastrados todos os medicamentos, suas respectivas dosagens, assim como os horários a serem ingeridos. Será emitido um alarme informando qual medicamento deverá ser ingerido, toda vez que a hora atual coincidir com o horário cadastrado para um dado medicamento. Isto garante que o paciente seja lembrado e orientado no procedimento a ser seguido, dando maior tranquilidade para si e para os familiares que prezam pelo seu bem estar, contribuindo para a manutenção da saúde e evitando superdosagem ou mesmo esquecimento.

**Palavras-chave:** Medicamentos. Saúde. Auxiliar. Lembrar.



## ABSTRACT

Medicines, since its inception, were created with the intent to relieve pain, to combat disease and even prolong the lives of people with some kind of disease. In such cases, to maintain the health of individuals stable, there is a need for a differentiated product for each illness, which becomes a problem for people who need to take various medications at doses and times pre-determined by the doctor. To assist and guide this audience, it was thought a product that could help the patient to remind of the times and doses to be used. In this work, it is proposed the creation of a portable *hardware* with integrated *software*, where all medicinal products will be registered, their respective strengths, as well as timetables to be ingested. An alarm will be issued telling which medicine should be ingested, whenever the current time matches the registered time for a given medicinal product. This ensures that the patient is remembered and oriented in the procedure to be followed, giving greater peace of mind for themselves and family members who care for their well-being, so contributing to maintaining health and preventing an overdose or even oblivion.

**Key-words:** Medicines. Health. Assist. Remind.



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Pinagem do PIC 18F452 .....	23
FIGURA 2 - <i>Display</i> LCD de 16X4.....	25
FIGURA 3 - Chaves que representam teclado matricial 4x4 .....	28
FIGURA 4 - Proposta de apresentação para o produto .....	35
FIGURA 5 - Principais módulos que compõem o projeto .....	36
FIGURA 6 - Esquema elétrico das teclas.....	37
FIGURA 7 - Esquema elétrico do projeto.....	38
FIGURA 8 - Circuito oscilador.....	39
FIGURA 9. Circuito de alimentação.....	40
FIGURA 10 - Comunicação com o <i>Display</i> .....	41
FIGURA 11 - Comunicação com o teclado .....	42
FIGURA 12 - Circuito de sinalização do alarme .....	43
FIGURA 13 - Circuito de <i>reset</i> .....	44
FIGURA 14 - Memória externa .....	45
FIGURA 15 - Tela de relógio .....	46
FIGURA 16 - Tela com menu com 4 opções.....	46
FIGURA 17 - Fluxograma do <i>firmware</i> .....	47
FIGURA 18 - Inicialização do sistema com o ajuste do relógio.....	49
FIGURA 19 - Tela de repouso do sistema .....	49
FIGURA 20 - Tela para escolha de opção.....	50
FIGURA 21 - Tela de alarme.....	50
FIGURA 22 - Telas apresentadas durante o cadastro de medicamento	53
FIGURA 23 - Fluxograma do cadastro de medicamento .....	54
FIGURA 24 - Tela de edição .....	55
FIGURA 25 - Tela de alteração .....	56
FIGURA 26 - Tela após a alteração do cadastro.....	57
FIGURA 27 - Fluxograma da edição de alarmes .....	57
FIGURA 28 - Tela mostrada na exclusão .....	58
FIGURA 29 - Tela após exclusão .....	59
FIGURA 30 - Fluxograma da exclusão de alarmes.....	59
FIGURA 31 - Tela que apresenta novo alarme.....	61
FIGURA 32 - Fluxograma do medicamento alarmado .....	61
FIGURA 33 - Visualização de alarme perdidos.....	62
FIGURA 34 - Fluxograma de alarmes perdidos.....	63
FIGURA 35 - Mostra tela de ajuste da data/hora .....	64
FIGURA 36 - Fluxograma do ajuste de relógio .....	64
FIGURA 37 - Protótipo.....	69
FIGURA 38 – Placa de teclado .....	79
FIGURA 39 – Placa de CPU .....	79



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CPU - Unidade Central de Processamento.

EEPROM - Memória Somente de Leitura Programável Apagável Eletricamente.

LCD - *Display* de Cristal Líquido.

LED – Diodo Emissor de Luz.

MEMÓRIA RAM - Memória de Acesso Aleatório.

MHZ – Mega Hertz.

MIPS - Milhões de Instruções Por Segundo.

OLED - Diodo Orgânico Emissor de Luz.

PIC - Controlador de Interface Programável.

SMS – Serviço de Mensagens Curtas.

UART - Receptor/Transmissor Universal Assíncrono.





## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>1.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>18</b>
<b>1.3 Metodologia científica da pesquisa.....</b>	<b>19</b>
1.3.1 Método de Pesquisa .....	19
1.3.2 Metodologia de Pesquisa .....	19
1.3.3 Estrutura do trabalho.....	20
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>21</b>
<b>2.1 Microcontrolador.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2 PIC 18F452.....</b>	<b>22</b>
<b>2.3 <i>Display</i> de LCD .....</b>	<b>24</b>
<b>2.4 Teclado matricial .....</b>	<b>27</b>
<b>2.5 <i>Buzzer</i> .....</b>	<b>28</b>
<b>2.6 Bateria de 9 V.....</b>	<b>28</b>
<b>2.7 Administração de medicamentos.....</b>	<b>29</b>
2.7.1 Conceitos gerais farmacologia .....	29
2.7.2 Conceitos importantes sobre dosagem.....	29
2.7.3 Fármaco e seus efeitos .....	30
2.7.4 Erros na administração de medicamentos .....	31
2.7.5 Adesão ao tratamento.....	32
<b>3 DESCRIÇÃO DO PROJETO .....</b>	<b>33</b>
<b>3.1 Definição do escopo do projeto .....</b>	<b>33</b>
<b>3.2 Concepção do sistema.....</b>	<b>35</b>
<b>3.3 Principais componentes utilizados.....</b>	<b>36</b>
<b>3.4 Implementação do <i>Hardware</i> .....</b>	<b>37</b>
3.4.1 Esquema elétrico.....	37
<b>3.5 Implementação do <i>Firmware</i> .....</b>	<b>46</b>
3.5.1 Diagrama em blocos do <i>firmware</i> .....	46
3.5.2 Ambiente de desenvolvimento.....	48

3.5.3 Funcionalidades do sistema .....	50
<b>3.6 Dificuldades encontradas .....</b>	<b>65</b>
<b>4 TESTES REALIZADOS/RESULTADOS OBTIDOS.....</b>	<b>67</b>
<b>4.1 Teste unitário .....</b>	<b>67</b>
<b>4.2 Testes de integração.....</b>	<b>67</b>
<b>4.3 Teste de sistema .....</b>	<b>68</b>
4.3.1 Testes contemplados.....	69
<b>4.4 Teste de aceitação .....</b>	<b>70</b>
4.4.1 Avaliações dos usuários.....	71
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>73</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>75</b>
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR .....</b>	<b>77</b>
<b>APÊNDICE A - DESENHO 3D DA PLACA DE TECLADO E PLACA DE CPU .....</b>	<b>79</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Esse projeto surgiu da necessidade de melhorar a qualidade de vida e manutenção da saúde através do controle de medicamentos utilizados por via oral. Em certos casos, a quantidade de medicamentos a serem administrados diariamente torna-se um problema no que tange aos horários e doses corretas. Muitas vezes, a lista de procedimentos é tão extensa que ocorrem esquecimentos, atrasos, trocas ou dosagens incorretas podendo causar redução da eficiência dos medicamentos, reações adversas, podendo até mesmo piorar o estado clínico do paciente.

Baseado nisso, foram feitas pesquisas buscando-se encontrar produtos eletrônicos no mercado brasileiro que pudessem atender tal necessidade. No entanto, apenas em outros países foram encontrados produtos que se assemelham na função de orientar os pacientes na administração de medicamentos, como o exemplo de uma empresa norte-americana que desenvolveu um frasco que pisca e emite som para lembrar o usuário de tomar remédio. Estudantes da Universidade do Texas desenvolveram uma tecnologia de reconhecimento facial que ajuda pacientes com Alzheimer, por exemplo, a lembrar do horário de tomar os medicamentos.

O produto desenvolvido pela empresa em questão, serve para pacientes que fazem o uso de poucos medicamentos, já que cada frasco permite o controle de apenas um tipo de medicação. Para pacientes com mais de cinco medicamentos, esse tipo de solução seria inviável, principalmente pela questão financeira. Já o produto desenvolvido por estudantes do Texas obriga o paciente a ter um computador e uma *webcam* para fazer o reconhecimento facial. Portanto, em termos de mobilidade, esse produto acaba não sendo eficaz.

A idéia deste projeto constitui-se em um aparelho portátil, em que as informações referentes aos horários e os medicamentos a serem utilizados serão armazenadas em um dispositivo controlador, e, na hora programada, o paciente será avisado através de uma mensagem visual e um alarme sonoro. O paciente deverá confirmar a administração do medicamento, caso contrário, ficará um registro informando que a medicação não foi utilizada conforme programado.

Esse projeto é indicado a pacientes de terceira idade, que normalmente ingerem vários medicamentos de uso contínuo e também aos cuidadores dessas pessoas.

A administração do medicamento fora do período estabelecido na prescrição pelo médico pode reduzir a sua eficácia e até mesmo provocar efeitos colaterais. Medicamentos administrados erroneamente podem ter efeitos drásticos e resultar em sérios prejuízos ou danos ao paciente, como: lesões do sistema nervoso central, reações de hipersensibilidade, diminuição da acuidade visual e auditiva, aumento de dor quando há omissão do medicamento e até a morte. Dessa forma, cabe salientar que o uso deste tipo de aparelho depende exclusivamente da responsabilidade e do compromisso do usuário em manter confiáveis as informações que estão sendo fornecidas a respeito da ingestão dos medicamentos.

O trabalho está organizado em tópicos que abordam os conceitos fundamentais inerentes a microcontroladores, o microcontrolador utilizado no desenvolvimento, o *display* LCD (*Display* de Cristal Líquido), os demais componentes que compõem o sistema e, por fim, um diagrama de funcionamento das diversas partes que compõem o *software*.

## 1.1 Objetivo Geral

Esta monografia apresenta como objetivo geral a implementação de um protótipo funcional de um equipamento que possibilite o controle na utilização de medicamentos.

## 1.2 Objetivos Específicos

Dentro do contexto apresentado, pretende-se atingir os seguintes objetivos específicos:

- Aplicar os conhecimentos adquiridos no curso de Especialização em Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos, fomentando uma base de conhecimentos que possa trazer benefício para o meio acadêmico e, também, para a sociedade em geral;
- Desenvolver o *hardware* para atender aos requisitos do sistema proposto;

- Desenvolver o *software* para atender aos requisitos do sistema proposto;
- Montar um protótipo funcional integrando o *hardware* e o *software* desenvolvidos, de forma a demonstrar o atendimento aos requisitos propostos.

### 1.3 Metodologia científica da pesquisa

#### 1.3.1 Método de Pesquisa

Esta pesquisa concentra-se na implementação de um protótipo funcional de equipamento que possa ser utilizado para facilitar a vida de pessoas que ingerem vários medicamentos. Muitas vezes, a lista de procedimentos é tão extensa que podem ocorrer esquecimentos, trocas ou dosagens incorretas, o que pode causar redução da eficiência dos medicamentos ou até mesmo mal estar e piora na saúde do indivíduo.

O objetivo desse projeto é evitar esquecimentos e superdosagens, de forma a garantir a adesão ao tratamento e a eficácia do mesmo. Dessa forma, foram estudados e levantados os dados necessários para o desenvolvimento de *hardware* e *software*, definidas as funcionalidades e a forma como o projeto seria desenvolvido.

#### 1.3.2 Metodologia de Pesquisa

Este estudo, do ponto de vista de sua natureza, é uma pesquisa aplicada, pois objetiva complementar conhecimentos direcionados para o interesse de um grupo e da coletividade.

Inicialmente, será definido o escopo do projeto, listando todas as características que se deseja implementar a nível de *hardware* e *software*. De acordo com o escopo proposto, será definida a tecnologia e os componentes a serem utilizados.

Numa etapa subsequente, deverá ser definido o *hardware* a ser utilizado, as interfaces de entrada e saída de dados, fonte de alimentação, controle, entre outros.

Posteriormente à definição de *hardware*, será desenvolvido o *software* para atender aos requisitos e funcionalidades definidas no escopo do projeto, bem como o controle das interfaces de entrada e saída, as programações, avisos de lembretes.

Finalmente deverá ser montado um protótipo funcional para a integração entre *hardware* e *software*, viabilizando testes e ajustes tanto em *hardware* quanto em *software*.

### 1.3.3 Estrutura do trabalho

Este trabalho está dividido em cinco capítulos, os quais descrevem de maneira progressiva todas as etapas inerentes ao desenvolvimento de um produto eletrônico. Nesse sentido, são englobadas desde a especificação técnica de requisitos funcionais, até as decisões de escolha de componentes de *hardware*, bem como a estrutura do *software* a ser desenvolvido de forma a atender os objetivos propostos.

O Capítulo 1 apresenta a introdução, que trata da descrição sucinta do projeto, além de apresentar também o objetivo geral, o método de pesquisa a ser utilizado, bem como a metodologia adotada.

No Capítulo 2 é apresentada a uma breve fundamentação teórica, com o intuito de nivelar as informações.

No Capítulo 3 é apresentado o desenvolvimento do projeto, contendo a descrição mais aprofundada e detalhada. São apresentadas as especificações, as definições, a forma de funcionamento, os componentes e *softwares* utilizados e as dificuldades encontradas durante todo o processo de desenvolvimento.

No Capítulo 4 são apresentados os testes realizados e os resultados obtidos.

Posteriormente, no Capítulo 5 estão descritas as conclusões para o presente trabalho. Adicionalmente também são apresentadas as recomendações para trabalhos futuros, com indicação de possível problema a ser investigado em trabalhos congêneres.

Como parte final, apresenta-se as referências bibliográficas, indicando a literatura pesquisada e consultada para fundamentação e embasamento do presente trabalho.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Microcontrolador

A definição de microcontrolador, segundo Silva (2006, p.27), diz que:

Microcontrolador é um circuito integrado programável que contém todos os componentes de um computador como CPU (unidade central de processamento), memória para armazenar programas, memória de trabalho, portas de entrada e saídas para comunicar-se com o mundo exterior, sistema de controle de tempo interno e externo, conversores analógico digital, UART (Receptor/Transmissor Universal Assíncrono) de comunicação e outros.

Através de um PIC (Controlador de Interface Programável), pode-se controlar praticamente tudo, como máquinas, motores, automóveis, casas, eletrodomésticos, dispositivos eletromecânicos, realizar medições, exibir informações em *display*, e outros. De modo geral, diariamente estamos cercados por algum tipo de equipamento controlado por microcontroladores.

De acordo Schützer (2011), a simplicidade, disponibilidade e o baixo custo são os principais atrativos do PIC, e isso tem tornado a sua utilização em grande escala, tanto em ambiente acadêmico quanto em empresas de tecnologia. Há uma infinidade de microcontroladores no mercado, porém nesse projeto foi utilizado o PIC 18F452 da Microchip. O principal motivo que levou a escolha desse foi devido a sua quantidade de memória, que é superior aos PICs da família 16F da microchip.

Foram realizados estudos com o PIC16F876 e PIC16F877. O uso do 16F876 foi abortado devido à quantidade de memória de programa (*Flash Program Memory*) e memória de dados (*Data Memory*) escassa (8 Kbytes e 368 bytes, respectivamente), e também por apresentar apenas três conjuntos de portas de entrada e saída (I/O Ports). Já o 16F877 apresentou a quantidade de portas I/O adequada (A, B, C, D e

E), porém, assim como o 16F876, não atendeu a necessidade de memória.

De acordo com a especificação do projeto, para fazer o armazenamento de um alarme é necessário 20 bytes de memória. Dessa forma, para que seja possível cadastrar até 10 alarmes, é necessário pelo menos 200 bytes de memória de dados. Restariam apenas 168 bytes para se utilizar com os demais dados do projeto, o que com certeza inviabilizaria o mesmo.

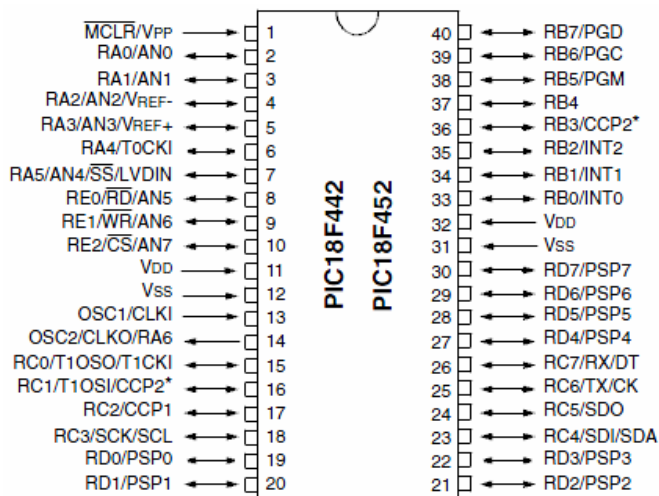
Com o 18F452, tem-se 32 Kbytes de memória de programa e 1536 bytes de memória de dados, além de contar com cinco conjuntos de portas I/O.

## **2.2 PIC 18F452**

O microcontrolador PIC 18F452 é da família de 16 bits de núcleo de processamento. A vantagem dessa família de PICs é que eles possuem mais instruções em código de máquina (75 contra 35 da série 16F) que é otimizada para ser usada com compiladores de linguagem C e memória linear (ao contrário da família 16F, que possui memória dividida em bancos de memória). A sua velocidade de processamento também é maior, na maioria até 10 MIPS (a 40 MHz de *clock*) com alimentação entre 2 e 5,5 V. Além disso, apresenta mais memória de programa e memória de dados.

O PIC 18F452 esta disponível em vários encapsulamentos, mas para fins de protótipo, foi escolhido o DIP, por ser mais prático e fácil a sua reposição em caso de defeito. A FIGURA 1 mostra a pinagem do componente utilizado.





**FIGURA 1 - Pinagem do PIC 18F452**

Fonte: Extraído do *datasheet* da Microchip

O PIC utilizado possui 32 kbytes (16000 instruções) de memória de programa Flash, 1536 bytes de memória RAM (Memória de Acesso Aleatório) e 256 bytes de memória EEPROM (Memória Somente de Leitura Programável Apagável Eletricamente). As principais características internas são apresentadas no QUADRO 1.

**QUADRO 1 - Principais características interna do PIC**

Features	PIC18F452
Operating Frequency	DC - 40 MHz
Program Memory (Bytes)	32K
Program Memory (Instructions)	16384
Data Memory (Bytes)	1536
Data EEPROM Memory (Bytes)	256
Interrupt Sources	18
I/O Ports	Ports A, B, C, D, E
Timers	4
Capture/Compare/PWM Modules	2
Serial Communications	MSSP, Addressable USART
Parallel Communications	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	8 input channels
RESETS (and Delays)	POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST)
Programmable Low Voltage Detect	Yes
Programmable Brown-out Reset	Yes
Instruction Set	75 Instructions
Packages	40-pin DIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP

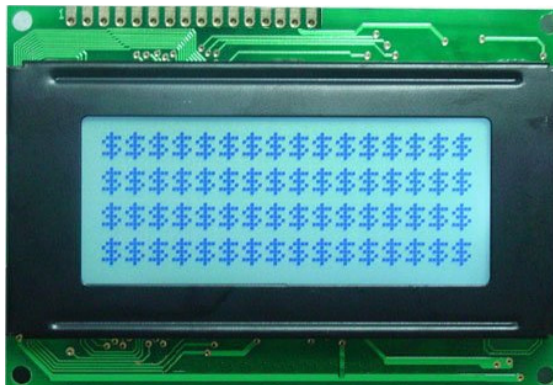
Fonte: Extraído do *datasheet* da Microchip

O microcontrolador terá a função de controlar os periféricos, armazenar as informações, e monitorar a lista de alarmes cadastrados, verificando se existe medicamento a ser ingerido pelo usuário em determinado horário.

### 2.3 Display de LCD

O *display* de cristal líquido (LCD) é largamente utilizado em diversos aparelhos eletrônicos com a finalidade de mostrar resultados preliminares ou informações que auxiliem no manejo do aparelho.

Alguns deles podem apresentar LED *backlight*, que facilita a leitura em locais escuros ou à noite. FIGURA 2, mostra o *display* LCD 16X4 utilizado neste projeto.



**FIGURA 2 - *Display* LCD de 16X4**

Fonte: 16x4 ... (2011)

Os módulos LCD são projetados para conectar-se com a maioria das CPUs (Unidade Central de Processamento) disponíveis no mercado, bastando para isso que esta CPU atenda as temporizações de leitura e escrita de instruções e dados, fornecido pelo fabricante do módulo. Para colocá-lo em funcionamento, primeiro é necessário configurá-lo, ou seja, programar o *display* para transferir os dados para ele (8 ou 4 bits), quantas linhas serão utilizadas, se a mensagem deve ficar fixa ou rolar, se a escrita será da esquerda para direita ou da direita para esquerda, ou seja, todas essas configurações são necessárias antes de escrever qualquer mensagem. Em geral, os LCDs apresentam pinagem padrão descrita no QUADRO 2.

## QUADRO 2 - Pinagem do *Display* de LCD

Pino	Função	Descrição
1	Alimentação	Terra ou GND
2	Alimentação	VCC ou +5V
3	V0	Tensão para ajuste de contraste (ver Figura 1)
4	RS Seleção:	1 - Dado, 0 - Instrução
5	R/W Seleção:	1 - Leitura, 0 - Escrita
6	E Chip select	1 ou (1 → 0) - Habilita, 0 - Desabilitado
7	B0 LSB	Barramento de Dados
8	B1	
9	B2	
10	B3	
11	B4	
12	B5	
13	B6	
14	B7 MSB	
15	A (qdo existir)	Anodo p/ <i>LED backlight</i>
16	K (qdo existir)	Catodo p/ <i>LED backlight</i>

Fonte: Extraído do *datasheet* do *display*

As instruções mais comuns utilizadas para comandar o *display* estão especificadas na QUADRO 3.

## QUADRO 3 - Instruções básicas do *display*

DESCRIÇÃO	MODO	RS	R/W	Código h
Display	Liga (sem cursor)	0	0	0C
	Desliga	0	0	0A / 08
Limpa Display com Home cursor		0	0	01
Controle do Cursor	Liga	0	0	0E
	Desliga	0	0	0C
	Desloca para Esquerda	0	0	10
	Desloca para Direita	0	0	14
	Cursor Home	0	0	02
	Cursor Piscante	0	0	0D
Sentido de deslocamento do cursor ao entrar com caracter	Cursor com Alternância	0	0	0F
	Para a esquerda	0	0	04
Deslocamento da mensagem ao entrar com caracter	Para a direita	0	0	06
	Para a esquerda	0	0	07
Deslocamento da mensagem sem entrada de caracter	Para a direita	0	0	05
	Para a esquerda	0	0	18
End. da primeira posição	Para a direita	0	0	1C
	primeira linha	0	0	80
	segunda linha	0	0	C0

Fonte: Extraído do *datasheet* do *display*

Nesse projeto, a partir do *display* será possível visualizar as mensagens de indicação de uma ação por parte do usuário e também para fazer programações referentes aos horários, alarmes, repetições, etc em conjunto com o teclado numérico.

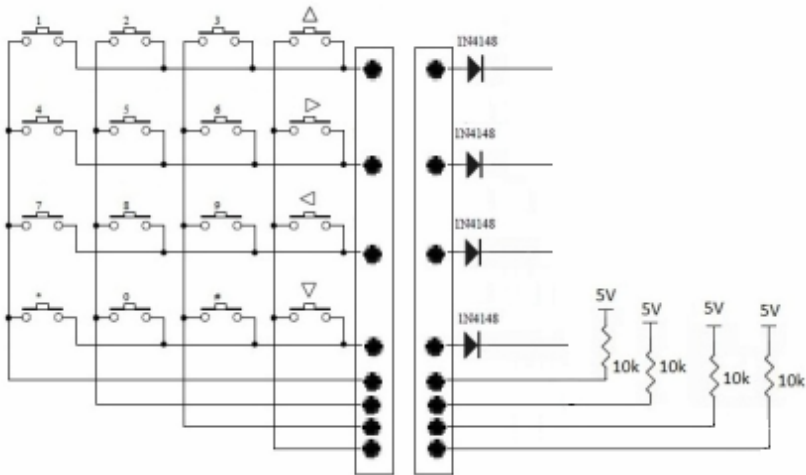
## 2.4 Teclado matricial

Os teclados matriciais são muito utilizados quando se deseja coletar dados de um dispositivo. Soares (2011) informa que:

Estes teclados são formados basicamente por botões (chaves) tipo ‘normalmente abertos’ intercalados entre colunas e linhas. Para saber qual tecla foi pressionada é necessário analisar o estado da linha e coluna referentes. Assim é possível determinar exatamente qual tecla da ‘matriz’ foi pressionada. Para saber exatamente qual linha e qual coluna deve-se analisar, é necessário realizar uma operação muito conhecida no mundo dos circuitos digitais e também microcontroladores, conhecida por *varredura de teclado*.

Dessa forma, é forçado um ‘valor fixo’ (nível lógico 0) nas ‘linhas’. O circuito de controle deve então executar um *loop* (laço) inserindo agora o estado ‘1’ lógico (GND) na coluna que deverá ser lida mantendo o estado ‘0’ lógico nas demais colunas. Assim, quando o usuário pressionar uma tecla na coluna onde existe o estado ‘1’ lógico, imediatamente a linha referente à tecla pressionada assumirá também o mesmo estado (‘1’ lógico). Por meio de interrupções ou mesmo através da leitura direta, é possível ao circuito de controle saber qual linha teve seu estado inicial alterado (de ‘0’ para ‘1’). Como a coluna que estava em estado lógico ‘1’ naquele momento é conhecida, pode-se determinar através de uma tabela, qual tecla foi pressionada. Esta é a metodologia utilizada para realizar a varredura de teclado utilizando um circuito controlador.

Neste projeto, será utilizada a associação de chaves (normalmente abertas), interligadas de forma a configurar um teclado matricial. Serão utilizadas 16 chaves, de forma a configurar um teclado de 4 linhas e 4 colunas. Elas serão dispostas conforme mostrado na FIGURA 3.



**FIGURA 3 - Chaves que representam teclado matricial 4x4**

Fonte: Elaborado pela autora

## 2.5 Buzzer

O *buzzer* utilizado é um piezoelétrico de 5 V, encontrado comercialmente e tem a função de sinalizar ao usuário, através de um aviso sonoro, a existência de um alarme.

## 2.6 Bateria de 9 V

Neste projeto, será utilizada uma bateria de 9 V encontrada comercialmente, em conjunto um circuito composto por capacitores de filtro, capacitores de desacoplamento da fonte, e circuito integrado regulador de tensão, que produzirão tensões necessárias ao funcionamento dos componentes.

## 2.7 Administração de medicamentos

### 2.7.1 Conceitos gerais farmacologia

De acordo com Silva e Silva (2008), os conceitos gerais da farmacologia são:

- **Farmacologia:** estudo dos fármacos em todas as suas funções;
- **Fármaco (pharmakon = remédio):** estrutura química conhecida; propriedade de modificar uma função fisiológica já existente;
- **Medicamento (medicamentum = remédio):** fármaco com propriedades benéficas, comprovadas por meio científico. Todo medicamento é um fármaco (remédio), mas nem todo fármaco(remédio) é um medicamento;
- **Droga (drug = remédio, medicamento, droga):** substância que modifica a função fisiológica com ou sem intenção benéfica;
- **Remédio (re = novamente; medior = curar):** substância animal, vegetal, mineral ou sintética; procedimento (ginástica, massagem, acupuntura, banhos); fé ou crença; influência: utilizados em benefício da saúde;
- **Placebo (placeo = agradar):** o que feito com intenção benéfica para aliviar o sofrimento: fármaco/medicamento/droga/remédio (em concentração pequena ou mesmo na sua ausência).

### 2.7.2 Conceitos importantes sobre dosagem

Silva e Silva (2008) abordam alguns conceitos sobre dosagem, que serão úteis para o entendimento da administração de medicamentos.

- **Posologia:** é o estudo das doses de administração dos medicamentos;

- **Dose:** é uma quantidade de uma droga que quando administrada no organismo produz um efeito terapêutico. Classificam-se em:
  - **Dose mínima:** é a menor quantidade de um medicamento capaz de produzir o efeito terapêutico;
  - **Dose máxima:** é a maior quantidade de um medicamento capaz de reproduzir o efeito terapêutico. Se esta dose for ultrapassada ocorrerá efeitos tóxicos ao organismo doente;
  - **Dose tóxica:** é a quantidade de medicamento que ultrapassa a dose máxima, causando perturbações, intoxicações ao organismo, até a morte;
  - **Dose Letal:** é a quantidade de um medicamento que causa a **MORTE**.

### 2.7.3 Fármaco e seus efeitos

Brunton, Lazo e Parker (2006), mencionam que:

Depois da administração de uma dose do fármaco, seus efeitos mostram um padrão característico ao longo do tempo. O início do efeito é precedido por um período de defasagem, após o qual a intensidade do efeito atinge o pico e diminui em seguida. Se não for administrada outra dose o efeito acabará por desaparecer, à medida que o fármaco for sendo eliminado. Essa evolução temporal reflete as alterações da concentração do fármaco, que são determinadas pela farmacocinética de sua absorção, distribuição e eliminação. Consequentemente, a intensidade do efeito de um fármaco está relacionada com sua concentração acima do nível eficaz mínimo, enquanto a duração do seu efeito reflete o intervalo durante o qual a concentração do fármaco permanece acima deste nível. Em geral, essas considerações aplicam-se aos efeitos desejados e indesejados (adversos) dos fármacos e, por essa razão, existe uma *janela terapêutica* que reflete a variação das concentrações capazes



de assegurar a eficácia do produto sem os efeitos tóxicos inaceitáveis.

Brunton, Lazo e Parker (2006), afirmam que é difícil avaliar os efeitos tóxicos de um fármaco, a toxicidade, falta de eficácia ou o índice terapêutico. As doses precisam ser administradas com cuidado e a posologia é limitada pela toxicidade, e não pela eficácia. Portanto, o tratamento é manter os níveis de equilíbrio dentro da janela terapêutica. Dessa forma, basta entender que a eficácia e a toxicidade geralmente dependem da concentração e do conhecimento sobre o modo como a dose e a frequência de administração do fármaco afetam seu nível.

#### 2.7.4 Erros na administração de medicamentos

De acordo com Carvalho e Cassiani (2000), o erro na medicação é definido como:

Qualquer evento previsível que pode ser causado ou surgir do uso inconveniente ou falta de uma medicação ou causar prejuízo (dano ou injúria) ao paciente, enquanto a medicação está sob o controle dos profissionais da saúde, pacientes ou consumidor.

Tais eventos podem estar relacionados à prática profissional, aos produtos para o cuidado à saúde, procedimentos e sistemas, incluindo a prescrição, comunicação da prescrição, rótulo do produto, embalagem e nomenclatura; à composição, à distribuição; à administração; à educação dos enfermeiros e pacientes; à supervisão e uso.

A administração do medicamento fora do período estabelecido na prescrição pelo médico, dose maior ou menor que a prescrita, dose extra ou dose duplicada, podem reduzir a sua eficácia e até mesmo provocar efeitos colaterais drásticos e sérios prejuízos ou danos ao paciente, como: lesões do sistema nervoso central, reações de hipersensibilidade, diminuição da acuidade visual e auditiva, aumento de dor quando há omissão do medicamento e até a morte.

“Define-se como erro o atraso ou adiantamento de mais de 30 minutos para medicamentos de ação imediata e mais de 1 hora para os de ação prolongada.” (COREN-SP, 2011)

### 2.7.5 Adesão ao tratamento

De acordo com Brunton, Lazo e Parker (2006), o sucesso do tratamento depende de que o paciente realmente tome o medicamento de acordo com o esquema posológico prescrito. A falta de adesão é uma das principais razões do insucesso terapêutico, principalmente em tratamento prolongado.

Brunton, Lazo e Parker (2006) afirmam que as doses perdidas são mais comuns do que as excessivas. A redução no número de tomadas necessárias pode aumentar a adesão do paciente ao tratamento prescrito. Os efeitos desagradáveis do fármaco podem tornar a adesão menos provável também. Outro ponto importante é a necessidade de envolver o paciente com a responsabilidade por sua própria saúde e da compreensão da necessidade do tratamento.

Baseados nisso, é extremamente importante que os medicamentos sejam administrados conforme orientação médica, pois dessa forma pode-se garantir a eficácia do tratamento e a manutenção da saúde.

## 3 DESCRIÇÃO DO PROJETO

Nesta seção serão apresentadas todas as informações relacionadas à concepção do projeto, desde a sua especificação até a implementação de *hardware* e *software*.

### 3.1 Definição do escopo do projeto

A proposta desse projeto é criar um aparelho portátil com a função de alertar ao usuário em horários previamente configurados, para que seja realizada uma determinada ação, ou seja, tomar um medicamento.

O produto deverá atender as seguintes especificações:

- Ser portátil;
- Operação do sistema:
  - Programação das funções via teclado/*display*;
  - As programações serão realizadas a partir do teclado alfanumérico, semelhante ao funcionamento dos teclados para envio de SMS (Serviço de Mensagens Curtas), nos celulares;
  - A seleção de cada função será realizada via teclas de navegação;
  - Tecla Sair para abandonar uma operação;
  - Tecla Entrar para confirmar uma operação e para informar que um medicamento foi ingerido;
- Forma de aviso:
  - O aviso será sonoro (*buzzer*) e visual (led e *display*);
- Informações mostradas no alarme:
  - Dosagem;
  - Forma farmacêutica;
  - Nome do medicamento;
- Quantidade de alarmes possíveis:
  - Poderá ser cadastrado até 10 medicamentos;
- Informações do cadastro de medicamento:
  - Nome do medicamento, de até 10 dígitos;
  - Hora do alarme;
  - Data de início;

- Forma farmacêutica: deve informar se o medicamento é apresentado na forma de comprimido, ml, unidades e gotas. Nesse trabalho, será referenciado por 'Tipo de Dosagem';
- Dosagem: informa a quantidade a ser ingerida;
- Tipo de intervalo das doses: informa se o intervalo das doses será por hora ou por dia. Nesse trabalho, será referenciado por 'Tipo de Repetição';
- Intervalo das doses: informa de quanto em quanto tempo o medicamento deve ser administrado. Nesse trabalho, será referenciado por 'Repetição';
- Alimentação do circuito:
  - Bateria comercial de 9V, com circuito regulador para 5V;
  - Fonte de alimentação externa de 9V;
- Funções:
  - Criar -> cadastro de medicamento;
  - Editar -> visualiza e/ou altera medicamento;
  - Apagar -> exclui medicamento;
  - Perdido -> Mostra lista de medicamentos não ingeridos ou não confirmados pelo usuário;
  - Ajuste de relógio -> deve permitir ajustar o relógio do sistema;
  - Alarme do medicamento -> será informado ao usuário o medicamento, a forma farmacêutica e a dosagem a ser ingerida;
  - Os menus Editar e Apagar devem mostrar os alarmes em lista cronológica;
  - O menu Perdido deve mostrar a lista dos últimos alarmes, sendo que o primeiro da lista deve ser o mais novo;
- Tratamento de um alarme:
  - Se o medicamento for confirmado, apenas reprograma próximo alarme;
  - Se o medicamento não for confirmado, reprograma alarme e envia para a lista de perdidos;
- Quantidade de memória de dados mínima:
  - 200 bytes;

### 3.2 Concepção do sistema

O sistema será composto basicamente por um *display*, teclado, microcontrolador e *buzzer*. A idéia de apresentação do produto final é mostrada na FIGURA 4.

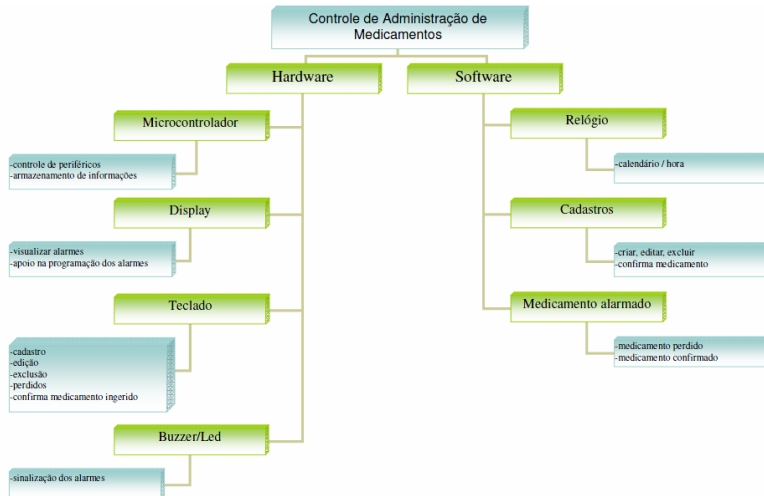


**FIGURA 4 - Proposta de apresentação para o produto**

Fonte: Elaborado pela autora

A proposta é um aparelho de fácil manuseio para o usuário, já que o público alvo serão pessoas da terceira idade, que não dominam muito a tecnologia e onde o uso e controle de medicamentos são mais comuns.

Para compreender o funcionamento do sistema pretendido é apresentado na FIGURA 5, o diagrama macro que especifica as principais etapas do projeto. Para melhor visualizar a FIGURA 5, consulte o Apêndice A no CD anexo à última contra-capa desta monografia.



**FIGURA 5 - Principais módulos que compõem o projeto**

Fonte: Elaborado pela autora

De acordo com a FIGURA 5, e como já foi mencionado anteriormente, pode-se verificar que o *hardware* é basicamente composto por um microcontrolador PIC, um *display* de LCD, uma matriz de teclado, um *buzzer*, um LED (Diodo Emissor de Luz), e outros componentes ativos e passivos.

A seguir são listados os principais componentes utilizados.

### 3.3 Principais componentes utilizados

- PIC18F452;
- *Display* de LCD 4X16;
- Matriz de teclado 4X4;
- *Buzzer*;
- Bateria.

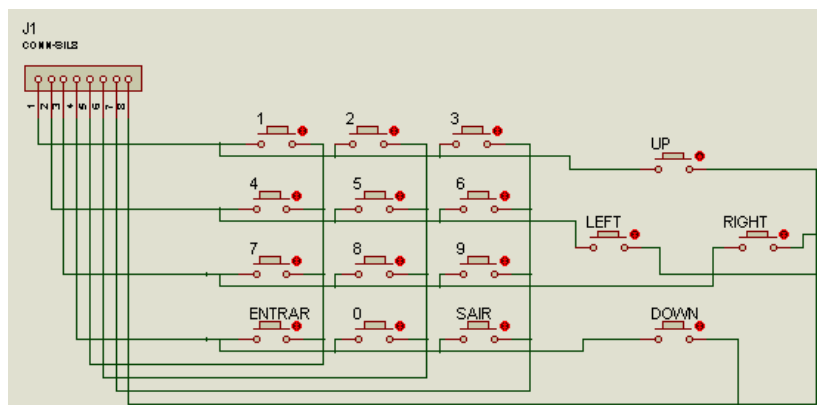
### 3.4 Implementação do *Hardware*

#### 3.4.1 Esquema elétrico

Todo e qualquer projeto que envolva *hardware*, necessita de um esquema elétrico que indique as conexões entre os mais variados componentes necessários ao seu funcionamento. No entanto, esse esquemático é construído de forma gradativa e passa a ser utilizado inicialmente por ferramentas de simulação, que auxiliam no desenvolvimento e testes do *software/hardware*, e depois na construção do protótipo e placa final.

Para a criação do esquema elétrico foi utilizado o *software* Proteus 7 ISIS.

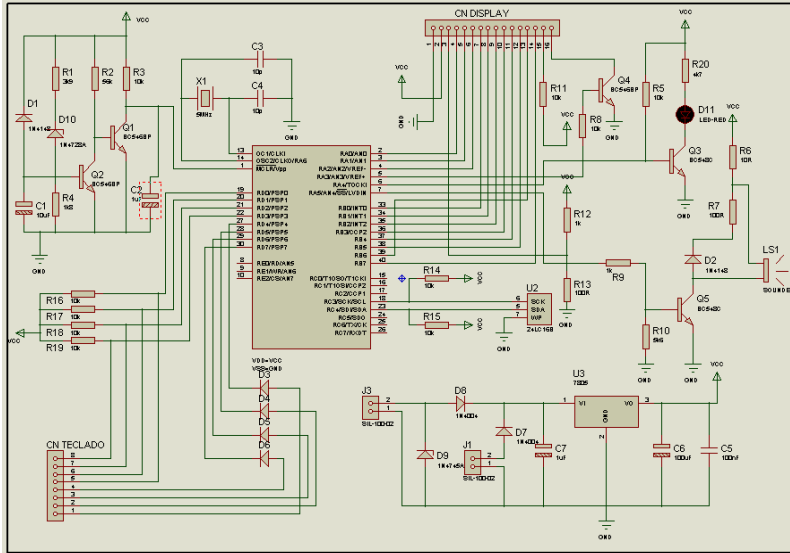
A FIGURA 6 apresenta o esquema elétrico do conjunto de teclas, que forma o teclado numérico e as teclas de navegação.



**FIGURA 6 - Esquema elétrico das teclas**

Fonte: Elaborado pela autora

A FIGURA 7 apresenta o esquema elétrico do projeto. Para melhor visualizar a FIGURA 7, consulte o Apêndice B no CD anexo à última contra-capa desta monografia.



**FIGURA 7 - Esquema elétrico do projeto**  
 Fonte: Elaborado pela autora

### 3.4.1.1 Circuito oscilador

O *clock* necessário ao funcionamento do sistema é gerado através de um cristal ressonante (5 MHz) sendo este conectado aos pinos 13 e 14 do microcontrolador PIC 18F452.

A FIGURA 8 apresenta o circuito oscilador.



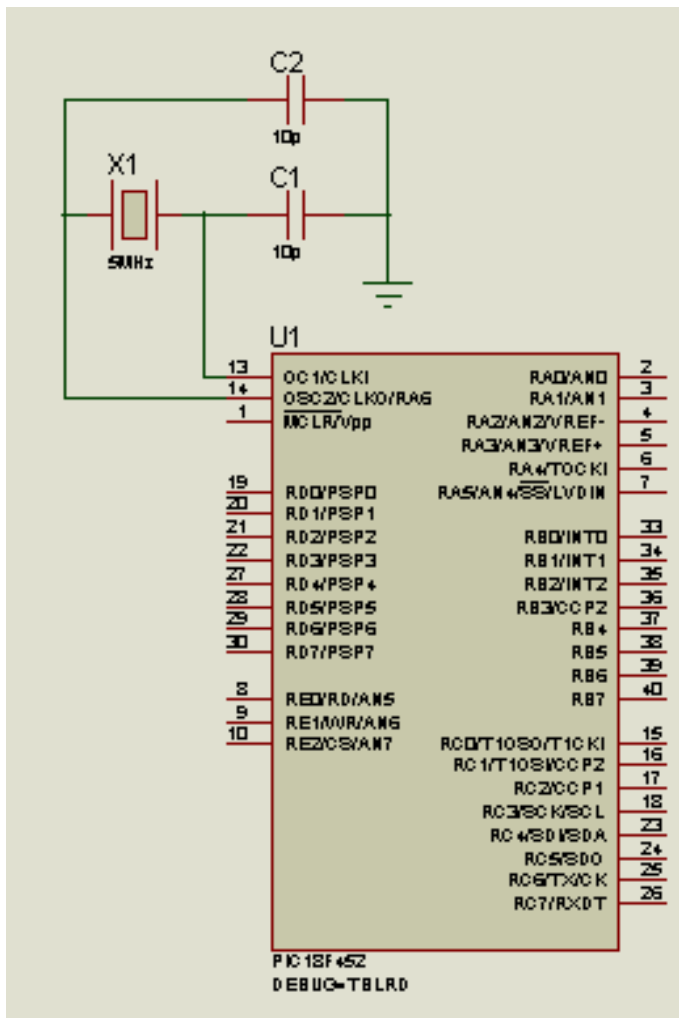


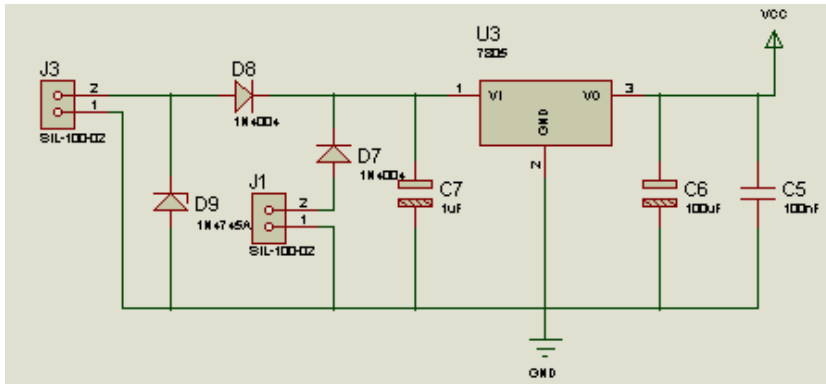
FIGURA 8 - Circuito oscilador

Fonte: Elaborado pela autora

### 3.4.1.2 Fonte de alimentação de 5 V

O circuito de alimentação é constituído pelo regulador linear LM7805 (FIGURA 9). O *hardware* foi projetado de forma a possibilitar

que a tensão na entrada do regulador LM7805 provenha tanto de uma fonte externa (9 V) tanto quanto de uma bateria (9 V). Neste caso, diodos 1N4004 (D7, D8) impedem que alimentação provinda da fonte externa interfira na alimentação da bateria e vice-versa. O diodo zener implementa proteção contra sobretensão na entrada do circuito, que recebe a alimentação de uma fonte externa. O regulador LM7805 converte a tensão de entrada  $V_i$  (pino 1) para uma tensão de saída  $V_o$  (pino 3) de +5 V necessária à alimentação dos demais circuitos.



**FIGURA 9. Circuito de alimentação**

Fonte: Elaborado pela autora

### 3.4.1.3 Comunicação com o *display*

O acesso ao LCD para a escrita e leitura de dados é realizado através dos pinos de entrada e saída (I/O) RB0 a RB7 do microcontrolador. Adicionalmente, para controle do LCD são necessários os sinais de seleção de escrita ou leitura (pino RA1), seleção de dados ou comandos (pino RA0), e, de habilitação do LCD (pino RA2). A porta RA3 do microcontrolador possibilita ativar a luz de fundo do LCD (backlight) através da saturação do transistor Q4. A tensão de contraste do LCD é provida pelo divisor de tensão implementado pelos resistores R12 e R13.

A FIGURA 10 apresenta o diagrama da comunicação do sistema com o *display*. Para melhor visualizar a FIGURA 10, consulte o Apêndice C no CD anexo à última contra-capa desta monografia.

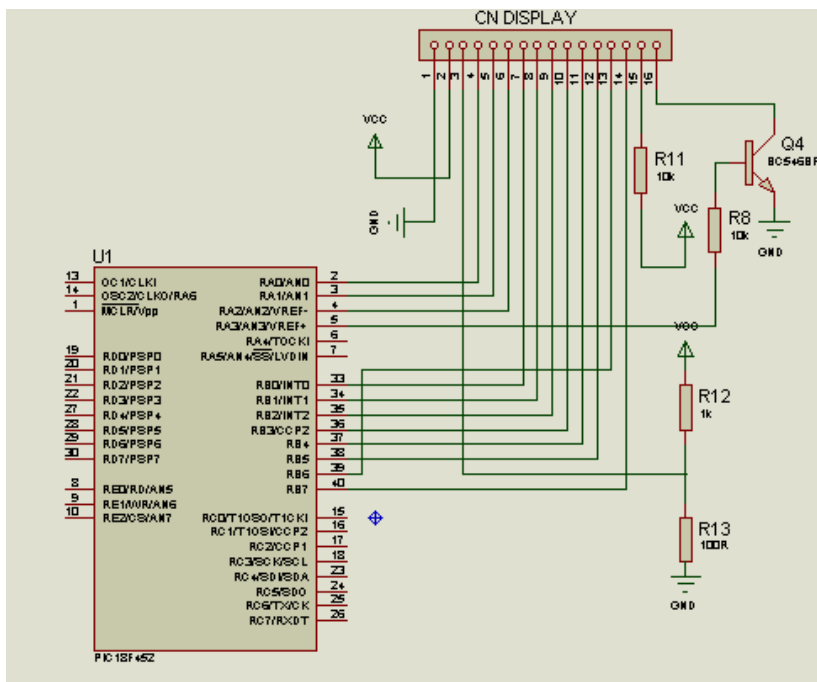
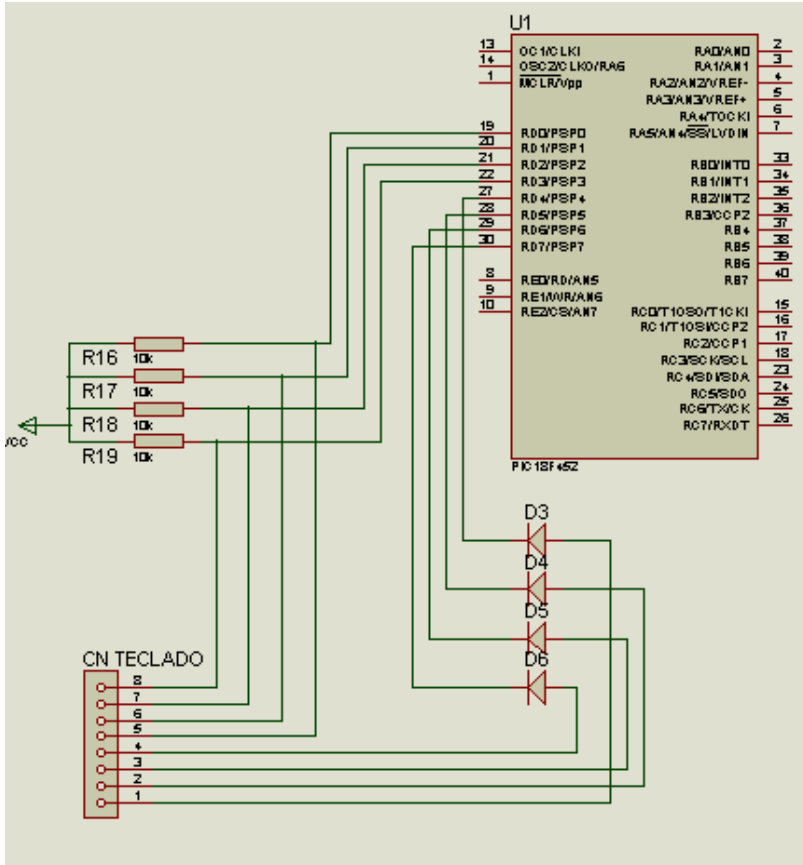


FIGURA 10 - Comunicação com o *Display*

Fonte: Elaborado pela autora

### 3.4.1.4 Comunicação com teclado

O circuito de teclado é composto por uma matriz de 4 linhas e 4 colunas, conectadas respectivamente a uma associação de 16 chaves do tipo push-button. As portas RD4, RD5, RD6 e RD7 implementam as linhas do teclado e, as portas RD0, RD1, RD2, e RD3 implementam as colunas, conforme apresentado na FIGURA 11. Para melhor visualizar a FIGURA 11, consulte o Apêndice D no CD anexo à última contra-capa desta monografia.



**FIGURA 11 - Comunicação com o teclado**

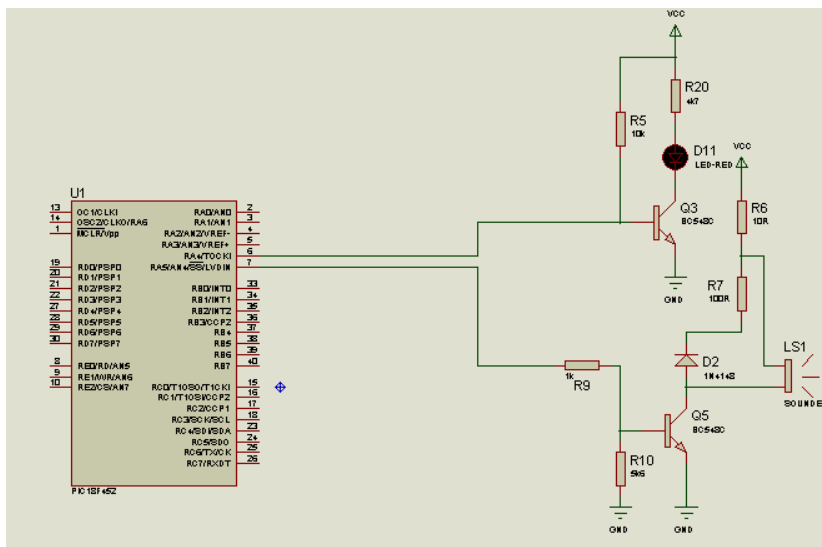
Fonte: Elaborado pela autora

### 3.4.1.5 Circuito de sinalização do alarme

O circuito de sinalização de alarme é baseado na emissão de sinal sonoro e luminoso. O sinal sonoro é obtido através do chaveamento da tensão de +5 V sobre um *buzzer* do tipo piezoelétrico. Neste caso, o chaveamento ocorre através da saturação/corte do transistor Q5, controlado pela porta RA5 do microcontrolador. O sinal luminoso é obtido através do acendimento de um LED (cor vermelha) através da

saturação do transistor Q3, controlada pela porta RA4 do microcontrolador.

A FIGURA 12 apresenta o circuito de sinalização do alarme. Para melhor visualizar a FIGURA 12, consulte o Apêndice E no CD anexo à última contra-capa desta monografia.



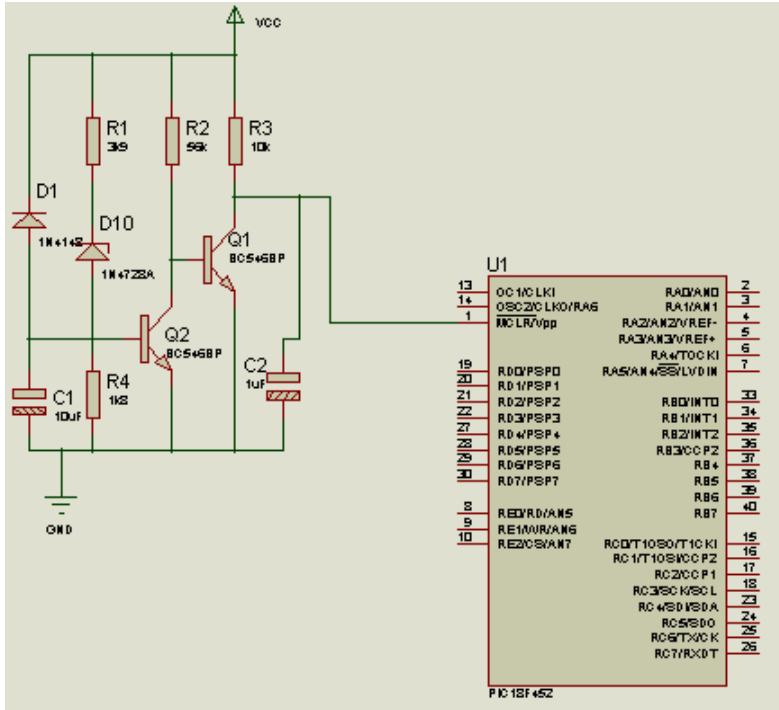
**FIGURA 12 - Circuito de sinalização do alarme**

Fonte: Elaborado pela autora

### 3.4.1.6 Circuito de *reset*

Para garantir a condição de *reset* do sistema foi utilizado um circuito baseado na utilização de transistores, cuja saturação ou corte ocorre a partir do atingimento de um determinado nível de tensão controlado pelo diodo zener D10. Os capacitores C1 e C2 mantêm a condição de *reset* por um determinado tempo. Este circuito manterá o microcontrolador em estado de *reset* quando a tensão de alimentação (+5 V) não possuir nível estabilizado para operação. Isto ocorre nos momentos onde a placa é energizada ou desenergizada.

A FIGURA 13 apresenta o circuito de *reset*. Para melhor visualizar a FIGURA 13, consulte o Apêndice F no CD anexo à última contra-capa desta monografia.



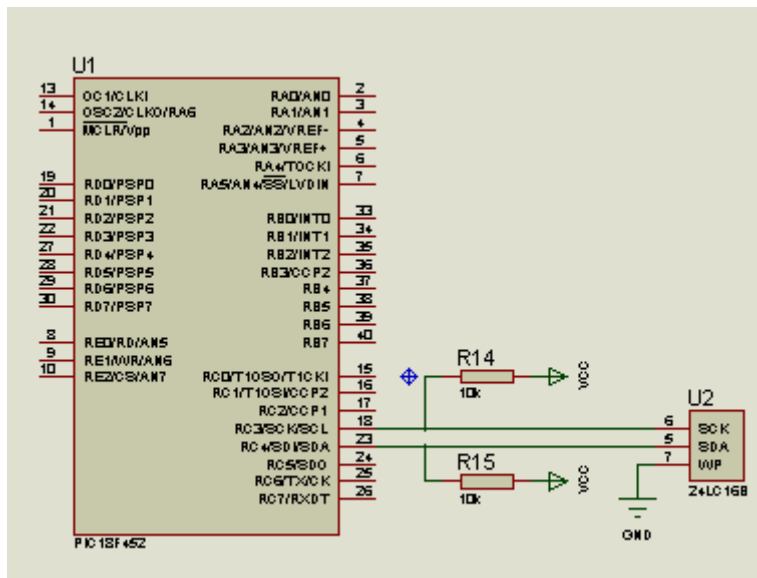
**FIGURA 13 - Circuito de reset**

Fonte: Elaborado pela autora

### 3.4.1.7 Memória EEPROM externa

O circuito foi implementado de forma a possibilitar a utilização (caso necessário) de uma memória EEPROM externa, conectada aos pinos da interface I2C disponibilizada no microcontrolador (pinos RC3 e RC4).

A FIGURA 14 apresenta o circuito da memória externa. Para melhor visualizar a FIGURA 14, consulte o Apêndice G no CD anexo à última contra-capa desta monografia.



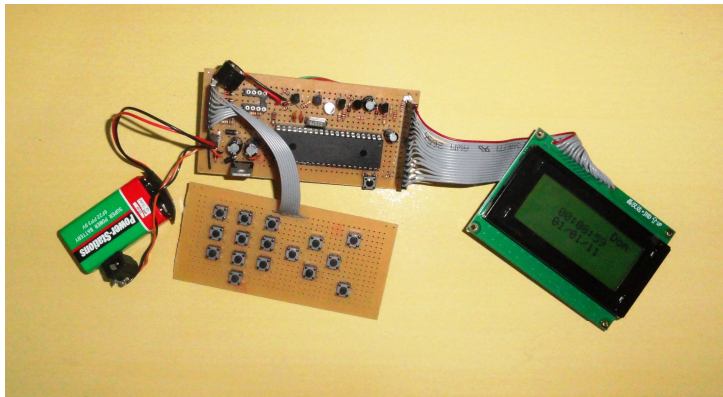
**FIGURA 14 - Memória externa**

Fonte: Elaborado pela autora

### 3.4.1.8 Placa de protótipo

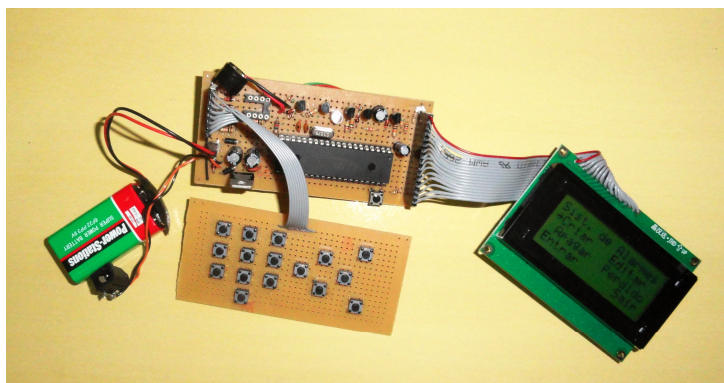
O protótipo utilizado foi montado usando placa padrão. A montagem foi realizada em duas placas, uma para os componentes em geral e outra para o teclado. Na montagem dos componentes, utilizou-se apenas a parte superior da placa, pois o circuito é bem simples e com poucos componentes. Os componentes utilizados apresentam encapsulamento DIP (*Dual In-Line Package* ou Encapsulamento em linha dupla), pois facilita a montagem e manutenção.

A FIGURA 15 e a FIGURA 16 mostram imagens do protótipo montado.



**FIGURA 15 - Tela de relógio**

Fonte: Fotografia da autora



**FIGURA 16 - Tela com menu com 4 opções**

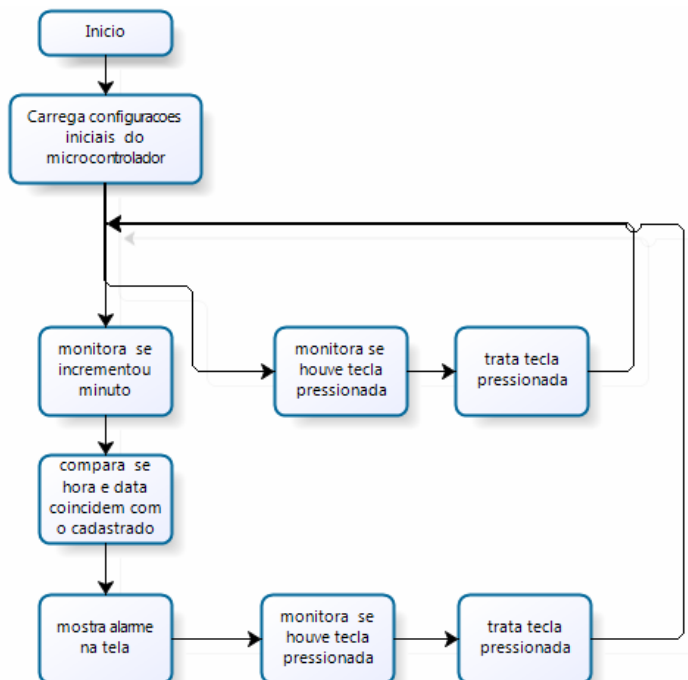
Fonte: Fotografia da autora

## 3.5 Implementação do *Firmware*

### 3.5.1 Diagrama em blocos do *firmware*

A FIGURA 17 mostra o fluxograma do *firmware* do Microcontrolador.





**FIGURA 17 - Fluxograma do *firmware***

Fonte: Elaborado pela autora

A estrutura de dados básica de um alarme foi especificada na TABELA 1.

**TABELA 1 - Estrutura de alarme**

Cadastro de alarmes	
Campo	Bytes necessários
medicamento	10
hora	2
data inicio	2
tipo de dosagem	1
dosagem	2
tipo de repetição	1
repetição	2
<b>Total</b>	<b>20</b>

Fonte: Elaborado pela autora

A quantidade de armazenamento foi limitada em 10 alarmes, para evitar o uso de memória externa, o que conseqüentemente aumentaria o custo final do produto.

Conforme a TABELA 1, deve-se ter uma reserva de 20 bytes por alarme. A pré-especificação determina que possam ser cadastrados até 10 alarmes. Logo, 200 bytes deverão ser reservados para a estrutura de alarmes.

Para o ajuste de data/hora, a estrutura de dados é mostrada na TABELA 2.

**TABELA 2 - Estrutura do relógio**

<b>Ajuste da data/hora</b>	
<b>Campo</b>	<b>Bytes</b>
hora/minuto/segundo	3
dia/mês/ano	4
interrupção para contador de segundos	1
<b>Total</b>	<b>8</b>

Fonte: Elaborado pela autora

### 3.5.2 Ambiente de desenvolvimento

O MPLAB é um ambiente integrado para o estudo e desenvolvimento com a família PIC de microcontroladores e é distribuído gratuitamente pela Microchip, fabricante dos PICs.

Este programa oferece um conjunto de ferramentas que permitem escrever código fonte, compilar, simular e programar/gravar o microcontrolador PIC da Microchip.

Antes de começar a escrever o código, é necessário criar um projeto no MPLAB, que conterá um conjunto de arquivos e informações que informam ao ambiente integrado qual o PIC que está sendo usado, qual a frequência de operação, qual a linguagem de programação usada, qual o leiaute das janelas, etc.

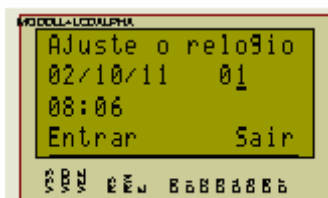
Após essas definições, inicia-se o processo de desenvolvimento, onde deverá ser criado o código fonte, que nada mais é que uma

seqüência em texto, escrita numa linguagem de programação que será convertida em códigos de máquina para ser gravado no PIC. O Compilador é o programa responsável em transformar o código fonte em novas instruções seqüenciais para o microcontrolador.

Uma vez compilado o código, é possível fazer a simulação. O MPLAB possui um programa que simula o funcionamento da CPU (PIC), conforme o código fonte que está sendo desenvolvido. A simulação é integrada com o Proteus ISIS, e é possível simular o código utilizando o esquema elétrico desenvolvido para o projeto.

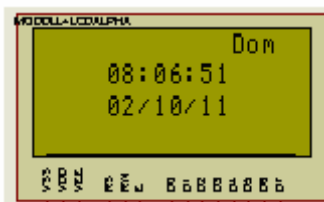
Neste projeto, o código foi desenvolvido em linguagem de alto nível, a linguagem C. É importante lembrar que o MPLAB se integra ao ambiente Windows, permitindo cópia de arquivos, de textos de um aplicativo para outro de uma forma bem simplificada. Neste projeto foi utilizada a versão MPLAB IDE 8.7 e o compilador C18.

As Figuras 18, 19, 20 e 21 mostram telas apresentadas durante a simulação e testes do código.



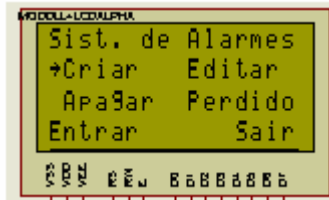
**FIGURA 18 - Inicialização do sistema com o ajuste do relógio**

Fonte: Elaborado pela autora



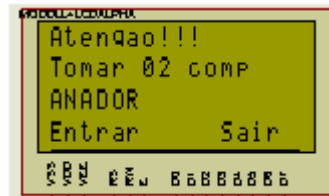
**FIGURA 19 - Tela de repouso do sistema**

Fonte: Elaborado pela autora



**FIGURA 20 - Tela para escolha de opção**

Fonte: Elaborado pela autora



**FIGURA 21 - Tela de alarme**

Fonte: Elaborado pela autora

### 3.5.3 Funcionalidades do sistema

Esse produto deve permitir o cadastro de medicamentos que deverão ser ingeridos, assim como as dosagens, repetições, data e hora de início dos alarmes. Serão possíveis também alteração e exclusão dos dados do medicamento cadastrado. Portanto, o *software* desenvolvido fará o tratamento das informações de cadastro, edição e exclusão de alarmes, verificação de perdidos, medicamentos alarmados, ajuste de hora e outras operações básicas necessárias para a integração *hardware/software*. O usuário poderá operar o sistema utilizando-se apenas do conjunto teclado-*display*, e poderá realizar qualquer operação especificada para o produto, inclusive confirmar a ingestão de um medicamento.

#### 3.5.3.1 Cadastro de alarmes

O cadastro de medicamento foi baseado na pré-especificação da estrutura de dados de alarme. Nessa estrutura foram definidas as

informações que devem ser preenchidas e de que forma isso será realizado. O cadastro será composto por:

1. Nome:
  - É o nome do medicamento. O campo aceita caractere alfanumérico e está limitado em 10 dígitos. Para inserir o caractere, deve-se pressionar a tecla correspondente o número de vezes conforme a posição da letra ou número, semelhante ao que já se utiliza em celulares e agendas de telefone.
2. Hora:
  - É a hora inicial. Nesse campo deve ser informado hora e minuto em que o alarme deverá ser gerado. Esse campo é ajustado a partir das teclas de navegação: Tecla\_cima, Tecla\_baixo, Tecla\_direita e Tecla\_esquerda.
3. Data:
  - É a data inicial. Nesse campo deve ser informado dia, mês e ano em que o alarme deverá ser gerado. Esse campo é ajustado a partir das teclas Tecla\_cima, Tecla\_baixo, Tecla\_direita e Tecla\_esquerda.
4. Tipo de dosagem: comp, gts, ml ou und:
  - É o tipo de dosagem. Aqui é definida a forma como o medicamento foi receitado. Na sua maioria, os medicamentos se apresentam na forma de comprimidos ou cápsulas, gotas, ml, unidades, ou em mais de uma dessas formas. Esse campo é ajustado a partir das teclas Tecla\_cima, Tecla\_baixa, Tecla\_direita e Tecla\_esquerda. “Comp” refere-se a comprimidos ou cápsulas.
5. Dosagem:
  - É a quantidade do tipo de dosagem a ser ingerida e está associado diretamente com o campo tipo de dosagem. Esse campo é ajustado a partir das teclas Tecla\_cima, Tecla\_baixo, Tecla\_direita e Tecla\_esquerda.
6. Tipo repetição: por hora, por dia:
  - Define se a repetição será realizada por hora ou por dia.
7. Repetição:
  - Define o tempo em que o medicamento deverá ser ingerido novamente e está diretamente associado ao campo tipo de repetição. Esse campo é ajustado a partir

das teclas Tecla\_cima, Tecla\_baixo, Tecla\_direita e Tecla\_esquerda.

Para que o cadastro de medicamento seja concluído com sucesso, é necessário o preenchimento de todos os campos previstos. Uma vez cadastrado um medicamento, o sistema terá uma rotina de *software* onde a estrutura de medicamentos será monitorada a cada minuto. Durante esse monitoramento, será feito a comparação de data e hora. Caso algum medicamento esteja com as informações idênticas às do relógio atual (hora e data atual), o sistema deverá mostrar ao usuário um alarme, informando nome do medicamento, a forma farmacêutica e a dosagem que deve ser ingerido. Independentemente do medicamento ser ingerido ou não, ocorrerá a reprogramação do próximo horário, conforme o que foi definido no seu cadastro. Exemplo:

Nome do medicamento: teste1  
Hora inicial para o alarme: 07h  
Data inicial: 10/10/11  
Tipo de dosagem: comp  
Dosagem: 1  
Tipo repetição: por hora  
Repetição: 12

Isso que dizer, que às 07h, o usuário deverá ser lembrado, que é necessário ingerir 1 comp de teste1. Após isso, o medicamento será reprogramado. Ou seja, quando o relógio do sistema indicar 19h, um novo alarme deverá ser apresentado.

Durante o cadastro, o usuário poderá desistir da operação pressionando a tecla SAIR, em qualquer preenchimento de tela. Isso encaminhará a rotina do *software* para mostrar o relógio atual. Caso o usuário queira realizar novo cadastro, ele pode pressionar qualquer tecla, que já será direcionado para o menu principal que contem as funções: Criar, Editar, Excluir e Perdidos. A seqüência de telas mostradas durante o cadastro de um medicamento pode ser vista na FIGURA 22.

S i s t . d e A l a r m e s	
→ C r i a r	E d i t a r
A p a g a r	P e r d i d o
E n t r a r	S a i r

M e d i c o :	
T E S T E 1	
E n t r a r	S a i r

H o r a :	
0 2 : 0 0	
E n t r a r	S a i r

D a t a	
0 1 / 0 9 / 1 1	
E n t r a r	S a i r

T i p o D o s a g e m	
→ c o m p	g t s
m l	u n d
E n t r a r	S a i r

0 2 c o m p	
E n t r a r	S a i r

T i p o R e p e t i c a o	
→ p o r h o r a	
p o r d i a	
E n t r a r	S a i r

O a l m d e v e s e r	
r e p e t i d o e m :	
0 2 h o r a s	
E n t r a r	S a i r

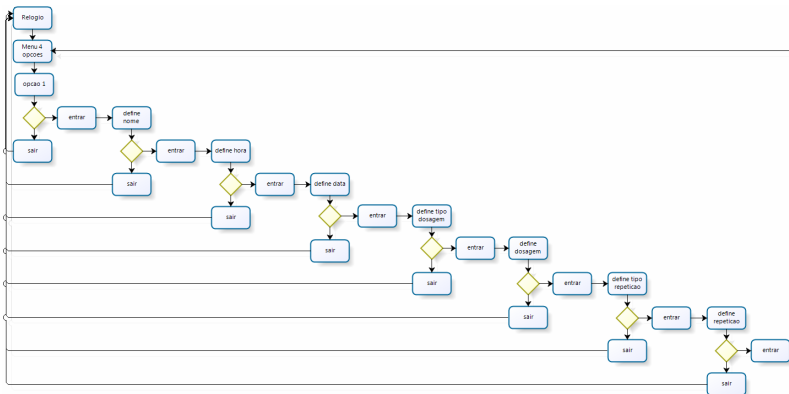
S i s t . d e A l a r m e s	
→ C r i a r	E d i t a r
A p a g a r	P e r d i d o
E n t r a r	S a i r

**FIGURA 22 - Telas apresentadas durante o cadastro de medicamento**

Fonte: Elaborado pela autora

A FIGURA 23 mostra o fluxograma que representa a etapa de cadastro do medicamento. Para melhor visualizar a FIGURA 23,

consulte o Apêndice H no CD anexo à última contra-capa desta monografia.



**FIGURA 23 - Fluxograma do cadastro de medicamento**

Fonte: Elaborado pela autora

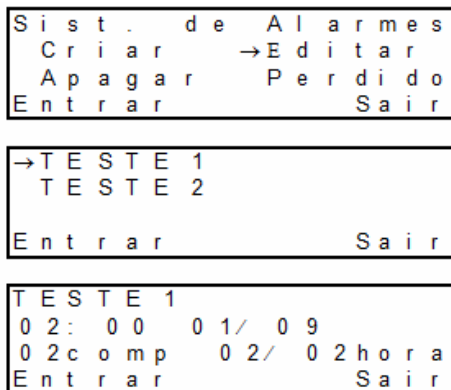
### 3.5.3.2 Edição / alteração de medicamentos

Uma vez cadastrado um medicamento, será possível manipular as informações cadastradas através do menu Editar. Esse menu vai permitir visualizar as informações cadastradas, assim como alterá-las.

Ao selecionar o menu Editar, deverá ser mostrada a lista de alarmes cadastrados. Ao visualizar um medicamento, deverão ser mostrados todos os campos preenchidos no momento do cadastro. Caso alguma informação esteja errada ou necessite de alteração, o usuário poderá alterá-la com o uso da tecla ENTRAR, onde serão mostradas, em seqüência de preenchimento, as telas “tipo de dosagem”, “dosagem”, “tipo de repetição” e “repetição”.

Se o usuário desejar alterar as informações “nome”, “hora” e “data”, será necessário excluir o medicamento atual e incluir um novo, com as informações desejadas. Essa operação se torna importante, para evitar que um mesmo medicamento possua mais que uma programação de alarme, evitando confusões para o usuário. A seqüência de telas mostradas durante a edição de um medicamento pode ser vista na FIGURA 24.





**FIGURA 24 - Tela de edição**

Fonte: Elaborado pela autora

A seqüência de telas mostradas durante a alteração de um medicamento pode ser vista na FIGURA 25.

Sist. de Alarmes	
Criar	→ Editar
Apagar	Perdido
Entrar	Sair

→TESTE 1	
TESTE 2	
Entrar	Sair

TESTE 1	
02: 00	01/ 09
02comp	02/ 02hora
Entrar	Sair

Tipo Dosagem	
comp	→gts
ml	und
Entrar	Sair

40 gts	
Entrar	Sair

Tipo Repeticao	
por hora	
→por dia	
Entrar	Sair

O alm deve ser	
repetido em:	
03 dias	
Entrar	Sair

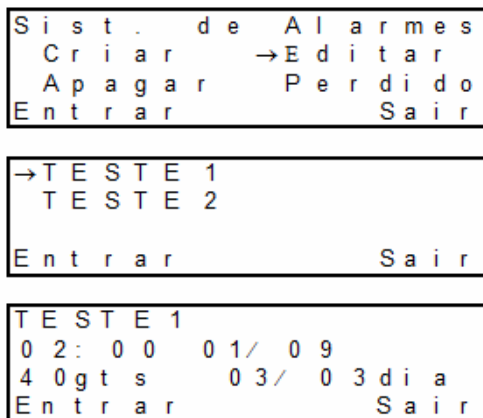
  

Sist. de Alarmes	
→Criar	Editar
Apagar	Perdido
Entrar	Sair

**FIGURA 25 - Tela de alteração**

Fonte: Elaborado pela autora

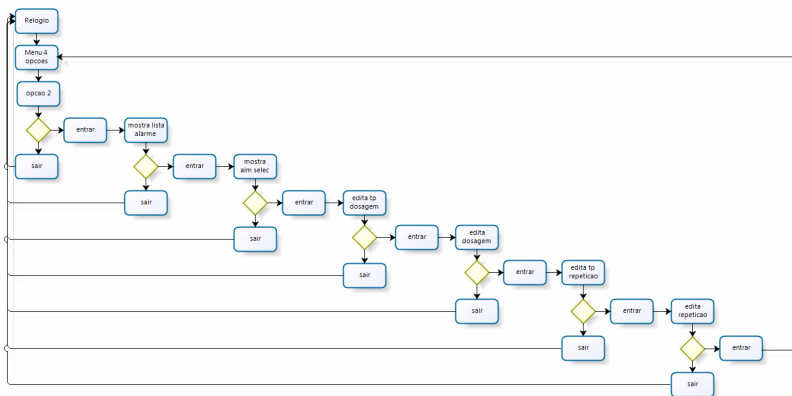
A seqüência de telas mostradas durante a edição de um medicamento, após alguma alteração, pode ser vista na FIGURA 26.



**FIGURA 26 - Tela após a alteração do cadastro**

Fonte: Elaborado pela autora

A FIGURA 27 apresenta o fluxograma da operação editar. Para melhor visualizar a FIGURA 27, consulte o Apêndice I no CD anexo à última contra-capa desta monografia.



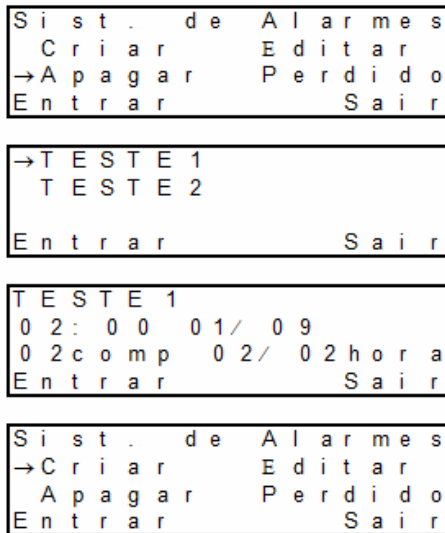
**FIGURA 27 - Fluxograma da edição de alarmes**

Fonte: Elaborado pela autora

### 3.5.3.3 Exclusão de medicamento

Através do menu Apagar, o usuário poderá excluir um medicamento. Isso se aplica às situações em que tal medicamento não fará mais parte do tratamento ou em situações em que será necessário alterar os parâmetros nome, hora e data de cadastro do medicamento.

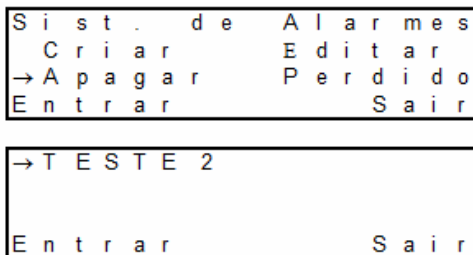
Antes de apagar um determinado medicamento, é mostrada uma tela com os detalhes de cadastro do mesmo, para que o usuário tenha certeza da operação que esta executando. A seqüência de telas mostradas durante a exclusão de um medicamento pode ser vista na FIGURA 28.



**FIGURA 28 - Tela mostrada na exclusão**

Fonte: Elaborado pela autora

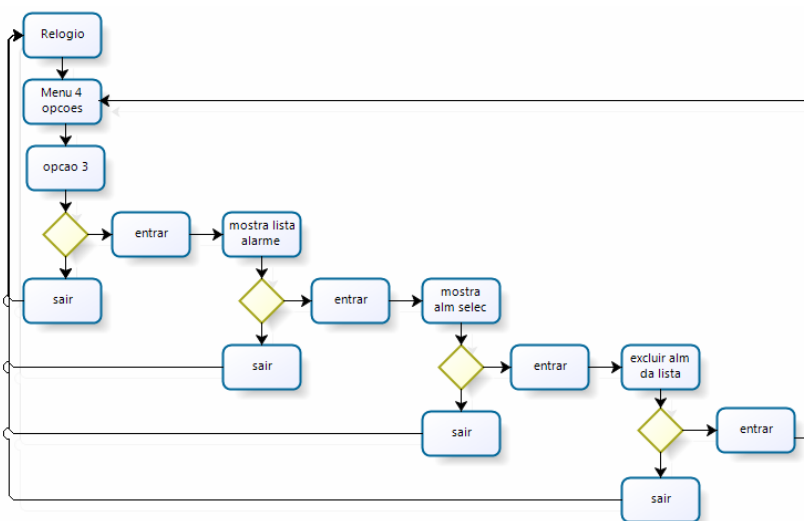
A seqüência de telas mostradas após a exclusão de um medicamento pode ser vista na FIGURA 29.



**FIGURA 29 - Tela após exclusão**

Fonte: Elaborado pela autora

A FIGURA 30 apresenta o fluxograma da operação apagar. Para melhor visualizar a FIGURA 30, consulte o Apêndice J no CD anexo à última contra-capa desta monografia.



**FIGURA 30 - Fluxograma da exclusão de alarmes**

Fonte: Elaborado pela autora

### 3.5.3.4 Alarme da hora

Essa é a função principal do projeto: lembrar ao usuário que se encontra em algum tipo de tratamento, seja ele de curta duração ou tratamento contínuo, o momento certo de ingerir um medicamento prescrito pelo médico responsável.

A veracidade das informações fornecidas ao sistema é de responsabilidade exclusiva do usuário do sistema e da pessoa que o configurou. Como todo produto eletrônico, ele só faz o que o operador configura. Então, configurações erradas, informações não verdadeiras propositalmente, só irão prejudicar a eficácia do tratamento e a saúde de quem deveria se beneficiar.

Conforme já mencionado, existe uma rotina de *software* que faz a varredura da estrutura de medicamentos cadastrados, comparando de minuto a minuto se existe algum medicamento que a data e hora são iguais as do sistema. Caso exista um ou mais medicamentos nessas condições, deverá ser mostrado no *display* do produto as informações referentes a cada medicamento, por ordem cronológica. O alarme deverá conter o nome do medicamento, a forma farmacêutica e a dosagem.

No momento do alarme, além de ser mostrado no *display* as informações do medicamento, também deverá soar um *buzzer* e piscar um LED. São formas adicionais para tentar garantir que o usuário vai realmente ser avisado. O *buzzer* e o LED serão acionados durante 3 segundos, com 27 segundos de pausa, durante 3 minutos.

O usuário terá até 3 minutos para confirmar a ingestão do medicamento, caso contrário, automaticamente o medicamento passará a fazer parte da lista de medicamentos perdidos ou alarmes perdidos. Portanto, se o usuário pressionar o botão ENTRAR, o medicamento é considerado “administrado” e o sistema faz o reagendamento automático, baseado nas informações fornecidas no cadastro. No entanto, se for pressionado o botão SAIR, o medicamento será considerado “perdido”, mas o reagendamento também ocorrerá automaticamente. O sistema armazenará os cinco últimos medicamentos perdidos.

Os medicamentos alarmados são armazenados em um vetor de até 10 posições e são transferidos para o vetor dos perdidos, caso não seja confirmado. Caso nenhum alarme seja disparado, o sistema deve apresentar a tela de relógio ou a tela de navegação que o usuário estiver. A FIGURA 31 mostra a tela durante o lembrete de medicamento.

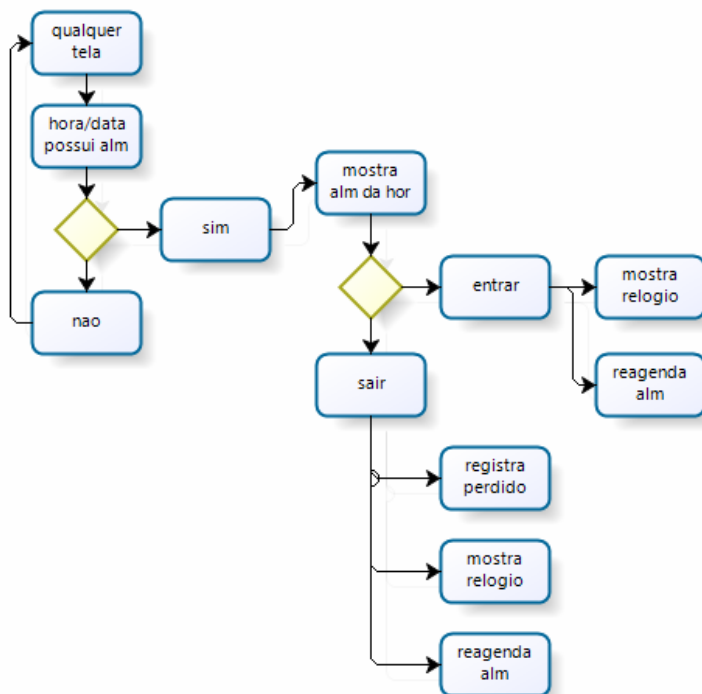
```

  A t e n c a o ! ! !
  T o m a r   0 1   c o m p
  T E S T E 1
  E n t r a r           S a i r
  
```

**FIGURA 31 - Tela que apresenta novo alarme**

Fonte: Elaborado pela autora

A FIGURA 32 mostra o fluxograma que apresenta o funcionamento dessa etapa do projeto.



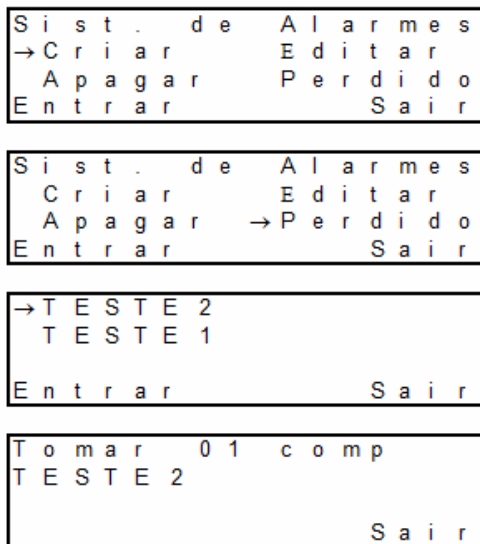
**FIGURA 32 - Fluxograma do medicamento alarmado**

Fonte: Elaborado pela autora

### 3.5.3.5 Alarmes perdidos

Um medicamento será classificado como perdido se durante um alarme o usuário pressionar o botão SAIR ou ultrapassar 3 minutos sem que seja digitada a tecla ENTRAR.

Quando um alarme é perdido, ele passa a fazer parte de um vetor de 5 posições, nomeado de “perdido”. Esse vetor é organizado de forma a mostrar o último alarme como o primeiro da lista, assim como é feito com as chamadas telefônicas num celular, por exemplo. Ou seja, se o medicamento TESTE1, alarmou as 18h e o alarme TESTE2 alarmou as 19h, então na lista de perdidos, deverá ser mostrado algo semelhante a FIGURA 33.

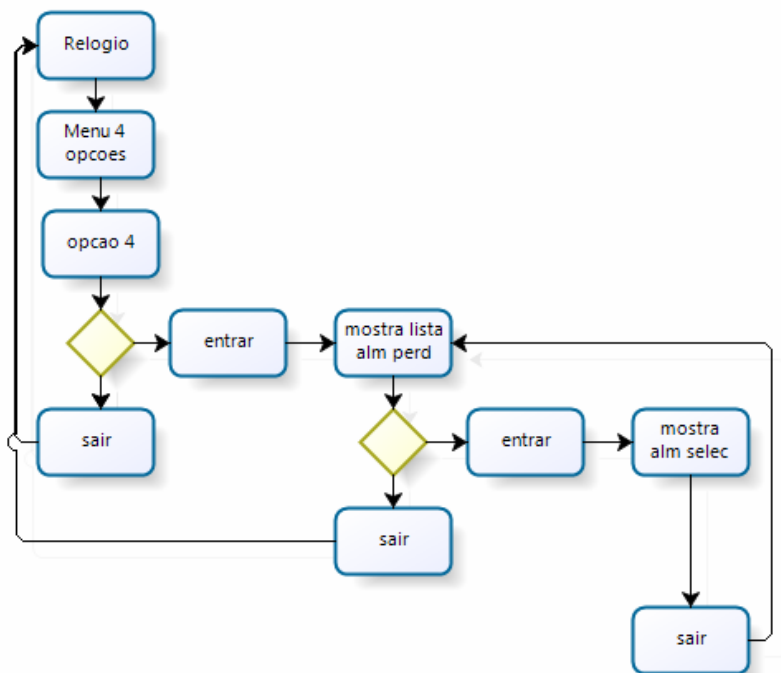


**FIGURA 33 - Visualização de alarme perdidos**

Fonte: Elaborado pela autora

Quando ultrapassar o tamanho do vetor perdido, os alarmes mais antigos são descartados. O usuário também poderá visualizar mais detalhes do alarme perdido, pressionado o botão ENTRAR no alarme que esta com a seleção. A seleção é representada por uma seta “- >” a esquerda do nome do medicamento. A FIGURA 34 mostra o fluxograma de como acontece um alarme perdido.



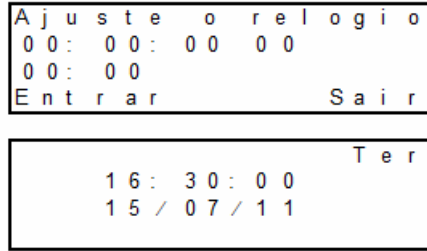


**FIGURA 34 - Fluxograma de alarmes perdidos**

Fonte: Elaborado pela autora

### 3.5.3.6 Ajusta relógio

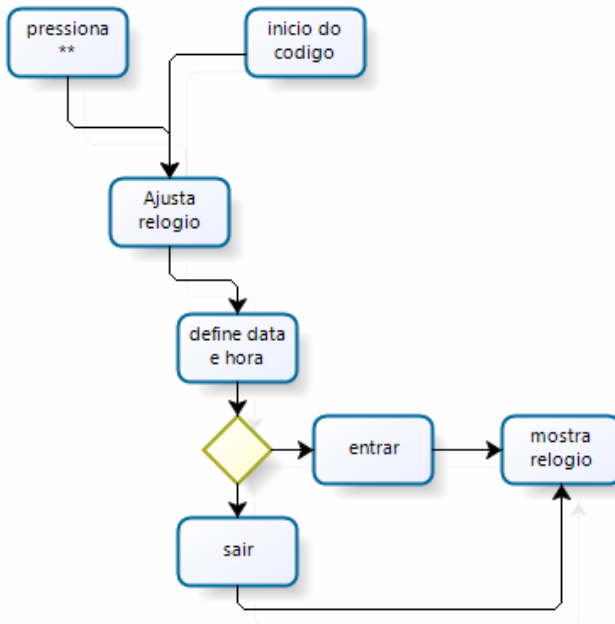
O relógio é necessário para medir e sincronizar a execução das atividades, assim como ajustar operações que dependem disso. Inicialmente, assim que o sistema é iniciado, é solicitado o ajuste do relógio, onde deverá ser inserido data e hora atual. A FIGURA 35 apresenta a mensagem mostrada durante a inicialização do sistema.



**FIGURA 35 - Mostra tela de ajuste da data/hora**

Fonte: Elaborado pela autora

A partir daí, todo o sistema fica sincronizado com esse relógio. No entanto, podem ocorrer situações em que o relógio esteja errado, por exemplo, na entrada e saída do horário de verão. Nesse caso, é necessário novo ajuste do relógio. A tela apresentada é idêntica à apresentada anteriormente. A FIGURA 36 mostra o fluxograma do ajuste de relógio.



**FIGURA 36 - Fluxograma do ajuste de relógio**

Fonte: Elaborado pela autora

### 3.6 Dificuldades encontradas

Ao longo deste projeto foram encontradas várias dificuldades que foram resolvidas com a ajuda do orientador ou através de estudos e pesquisas.

Uma das dificuldades que demandaram tempo foi viabilizar um ambiente de desenvolvimento que permitisse a simulação de *hardware* e *software* sem prototipação de placa.

Além disso, outro agravante foi à definição de uma estrutura de *software* que possibilitasse realizar todas as funcionalidades especificadas para o projeto. Nesse caso, foi necessário aprofundar os estudos na linguagem de programação C.

A validação do protótipo funcional sem o uso de ferramentas de debug também foi outro ponto de impacto, já que torna-se complicado a análise de erros sem a visualização dos possíveis erros.

Também foi encontrada dificuldade na configuração do ambiente de desenvolvimento de forma a viabilizar a otimização dos recursos do microcontrolador, onde se tinha falta de memória de programa. Isso foi solucionado com a otimização do código gerado pelo compilador através de configurações do mesmo.



## **4 TESTES REALIZADOS/RESULTADOS OBTIDOS**

O teste do *software* é a uma forma de investigar o *software* a fim de fornecer informações sobre sua qualidade em relação ao contexto em que ele deve operar. Isso inclui o processo de utilizar o produto para encontrar seus defeitos.

Em todo e qualquer processo de desenvolvimento de *software* ou *hardware*, torna-se extremamente importante a realização de testes em todas as etapas, e não apenas o teste final do desenvolvimento. Isso ajuda a garantir uma boa qualidade do produto. Baseado nisso, nesse projeto, foram realizados vários tipos de testes, entre eles destacam-se: teste unitário, teste de integração, teste de sistema e teste de aceitação.

### **4.1 Teste unitário**

Também conhecido como teste de módulo, é a fase em que se testam as menores unidades de *software* desenvolvidas (pequenas partes ou unidades do sistema). O universo alvo desse tipo de teste são as subrotinas ou mesmo pequenos trechos de código. Assim, o objetivo é tentar encontrar falhas de funcionamento dentro de uma pequena parte do sistema funcionando independentemente do todo.

Dessa forma, nesse projeto, a cada nova rotina de *software* criada eram realizados testes, para garantir que uma alteração não interferisse naquilo que já havia sido testado e confirmado o seu funcionamento. Para isso, foram utilizadas as ferramentas Proteus ISIS e MPLAB, que permitem testar as rotinas de *software* e o *hardware* antes mesmo de colocar componentes reais na placa de circuito impresso, facilitando a vida do desenvolvedor, já que é bem mais fácil corrigir a rotina em ambiente de desenvolvimento, devido as ferramentas de *debug* disponíveis.

### **4.2 Testes de integração**

Teste de integração é a fase do teste em que módulos são combinados e testados em grupo. Ele sucede o teste unitário, em que os módulos são testados individualmente, e antecede o teste de sistema, em

que o sistema completo (integrado) é testado num ambiente que simula o ambiente de produção.

O teste de integração é alimentado pelos módulos previamente testados individualmente pelo teste de unidade, agrupando-os assim em componentes, e resulta num sistema integrado e preparado para o teste de sistema.

O propósito do teste de integração é verificar os requisitos funcionais, de desempenho e de confiabilidade na modelagem do sistema. Com ele é possível descobrir erros de interface entre os componentes do sistema.

### **4.3 Teste de sistema**

O teste de sistema é uma fase do processo de teste de *software* e *hardware* em que o sistema já completamente integrado é verificado quanto a seus requisitos num ambiente de produção.

É um teste mais limitado em relação aos testes unitários e de integração, pois se preocupa somente com aspectos gerais do sistema.

O teste de sistema não se limita a testar somente requisitos funcionais, mas também requisitos não funcionais, como a expectativa do cliente sobre o produto desenvolvido.

A seguir são apresentados os testes de sistemas executados para esse projeto, a partir protótipo montado. A FIGURA 37 mostra o protótipo final.



**FIGURA 37 - Protótipo**  
Fonte: Fotografia da autora

#### 4.3.1 Testes contemplados

1. Ajuste de relógio
  - Validação dos campos dia, mês, ano, hora e minuto, onde é previsto valor default, mínimo e máximo;
  - Testes para verificar a validação quando ano for bissexto;
  - Validação da quantidade de dias em cada mês.
  
2. Cadastro de alarme
  - Preenchimento de todos os campos de forma correta;
  - Teste de dependência das telas;
  - Variação dos possíveis parâmetros a serem preenchidos;
  - Verificação se o cadastro foi realizado com sucesso.

3. Edição/alteração de alarme
  - Validação se as informações mostradas na edição estão coerentes com o cadastrado;
  - Alteração do cadastro apenas das opções tipo dosagem, dosagem, tipo repetição e repetição;
  - Verificação da alteração realizada;
  - Verificação do alarme após a alteração do medicamento.
  
4. Exclusão de alarme
  - Verificação dos dados do alarme;
  - Validação da exclusão.
  
5. Visualização de alarme da hora
  - Verificar se informações apresentadas estão de acordo com o configurado;
  - Verificar se alarme ocorre no horário programado;
  - Verificar se ocorre reprogramação de alarme.
  
6. Alarme perdido;
  - Visualizar alarmes perdidos;
  - Verificar que alarme administrado não deve ser mostrado na lista de perdidos;
  - Verificar via edição, se alarme foi reprogramado corretamente;
  - Verificar se lista de perdido é atualizada em ordem especificada.

#### **4.4 Teste de aceitação**

Geralmente, os testes de aceitação são realizados por um grupo restrito de usuários finais do sistema, que simulam operações de rotina do sistema de modo a verificar se seu comportamento está de acordo com o solicitado.

Teste conduzido para determinar se um sistema satisfaz ou não seus critérios de aceitação e para permitir ao cliente determinar se aceita ou não o sistema.



O teste de aceitação foi realizado com a ajuda de dois usuários, na faixa etária de 60 a 70 anos. Cada usuário utilizou o protótipo por uma semana, e teve que avaliá-lo usando como base um questionário pré-definido, com o intuito de avaliar facilidade de uso, ergonomia, etc. O aparelho foi previamente programado de acordo com as necessidades de cada usuário, e também possibilitou que cada um pudesse fazer as suas próprias configurações.

#### 4.4.1 Avaliações dos usuários

##### 4.4.1.1 Usuário 1

1. Do ponto de vista de configuração do sistema, como você avalia o produto?
  - a.  fácil uso
  - b.  média dificuldade de uso
  - c.  difícil uso
  
2. Ao receber um aviso de que existe um medicamento a ser administrado, como você avalia o produto;
  - a.  fácil uso
  - b.  média dificuldade de uso
  - c.  difícil uso
  
3. Em relação ao volume do alarme, você considera adequado?
  - a.  sim
  - b.  não
  - c.  deve ser ajustável
  
4. Em relação ao *display*, a sua inclinação do *display* esta adequada?
  - a.  sim
  - b.  não
  - c.  deve ser ajustável
  
5. Em relação a verificação das informações cadastradas (edição/perdidos), como você avalia o produto?
  - a.  fácil uso
  - b.  média dificuldade de uso

- c.  difícil uso

#### 4.4.1.2 Usuário 2

1. Do ponto de vista de configuração do sistema, como você avalia o produto?
  - a.  fácil uso
  - b.  média dificuldade de uso
  - c.  difícil uso
  
2. Ao receber um aviso de que existe um medicamento a ser administrado, como você avalia o produto;
  - a.  fácil uso
  - b.  média dificuldade de uso
  - c.  difícil uso
  
3. Em relação ao volume do alarme, você considera adequado?
  - a.  sim
  - b.  não
  - c.  deve ser ajustável
  
4. Em relação ao *display*, a sua inclinação do *display* esta adequada?
  - a.  sim
  - b.  não
  - c.  deve ser ajustável
  
5. Em relação a verificação das informações cadastradas (edição/perdidos), como você avalia o produto?
  - a.  fácil uso
  - b.  média dificuldade de uso
  - c.  difícil uso

## 5 CONCLUSÃO

Embora o objetivo desta monografia fosse chegar à implementação de um produto portátil que pudesse controlar a administração de medicamentos, foi possível vivenciar as diversas etapas do desenvolvimento de um projeto.

Numa etapa inicial foi necessário a especificação de requisitos e funcionalidades desejadas, definir topologia de *hardware* e *software*, viabilizar o ambiente de desenvolvimento, bem como a implementação de um protótipo funcional.

O objetivo desse projeto era criar um produto que permitisse realizar cadastro/edição e exclusão de medicamento a serem ingeridos pelo usuário, de forma que no horário programado o usuário pudesse ser avisado da dosagem a ser administrada. Foi verificado que esses objetivos foram atingidos conforme as definições de *hardware* e *software* discutidas ao longo desse projeto.

Em função do *hardware* e *software* implementados, considera-se que os objetivos gerais desse projeto foram atingidos. Embora tenha ocorrido êxito na implementação do *software*, ainda existem funcionalidades a serem aperfeiçoadas. Além disso, de acordo com o teste de aceitação, verificou-se que o maior ponto de impacto se deu em relação a inclinação do *display* que não favorece a visualização das informações, dependendo do ângulo em que o usuário se encontra.

Portanto, em projetos futuros, existem várias possibilidades para melhoria do presente projeto. A seguir são apresentadas algumas dessas possibilidades.

- Fazer o uso da memória EEPROM, para guardar os registros de alarmes, sem que os mesmos sejam perdidos, se a alimentação for retirada;
- Inserir interface de celular, onde o responsável pelo paciente, receberia um sms, toda vez que um medicamento não for confirmado dentro do tempo estipulado;
- Fazer emissão de relatórios, com o objetivo de um log das operações;
- Implementar o projeto em placa única (teclado + placa cpu);
- Reavaliar inclinação do *display*;

- Implementar volume do alarme sonoro ajustável por *hardware* ou *software*;
- Utilizar *display* com tecnologia OLED (Diodo Orgânico Emissor de Luz), que além do baixo consumo em relação ao *display* de LCD, possibilita a implementação de ícones, podendo melhorar a interface de usuário.
- Implementar teclado *touchscreen*;

Como conclusão final, considera-se que as etapas de desenvolvimento, as dificuldades encontradas, a aplicação dos conhecimentos teóricos e práticos adquiridos, contribuíram para a melhoria na capacitação profissional, instigando ainda mais a busca de novos conhecimentos.

## REFERÊNCIAS

16X4 standard character LCD display. Disponível em: <[http://www.alibaba.com/product-gs/338653305/16x4\\_standard\\_character\\_LCD\\_display.html](http://www.alibaba.com/product-gs/338653305/16x4_standard_character_LCD_display.html)>. Acesso em: 30 out. 2011.

BRUNTON, Laurence L.; LAZO, John S.; PARKER, Keith L.. **Goodman & Gilman: as Bases Farmacológicas da Terapêutica**. 11. ed. Rio de Janeiro: Mcgraw-hill, 2006. 1821 p.

CARVALHO, Viviane Tosta; CASSIANI, Silvia Helena de Bortoli. Erros na medicação: análise das situações relatadas pelos profissionais de enfermagem. **Revista da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto e do Hospital das Clínicas da FMRP**, Ribeirão Preto, p.322-330, jul. 2000. Disponível em: <[www.fmrp.usp.br/revista/2000/vol33n3/erros\\_medicao.pdf](http://www.fmrp.usp.br/revista/2000/vol33n3/erros_medicao.pdf)>. Acesso em: 19 dez. 2011.

COREN-SP. **Enfermagem para Saúde do Paciente: Segurança na Medicação**. Disponível em: <[http://inter.coren-sp.gov.br/sites/default/files/seguranca\\_na\\_medicao.pdf](http://inter.coren-sp.gov.br/sites/default/files/seguranca_na_medicao.pdf)>. Acesso em: 19 dez. 2011.

PEREIRA, Fabio. **Microcontroladores PIC: Programando em C**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2003.

\_\_\_\_\_. **Microcontroladores PIC: Técnicas Avançadas**. 1.ed. São Paulo: Érica, 2002.

SCHÜTZER, Waldeck. **Projetos com Microcontrolador PIC**. Disponível em: <<http://www.dm.ufscar.br/~waldeck/pic/#pic>>. Acesso em: 30 out. 2011.

SILVA, Marcelo Tardelli da; SILVA, Sandra Regina L. P. Tardelli. **Cálculo e administração de medicamentos na enfermagem**. São Paulo: Martinari, 2008.

SILVA, Renato A. **Programando microcontroladores PIC : Linguagem “C”**. São Paulo: Ensino Profissional, 2006.

SOARES, Márcio José. **Teclado Matricial para Testes com Microcontroladores e Outros Circuitos**. Disponível em: <<http://www.arnerobotics.com.br/>>. Acesso em: 30 out. 2011.

SOUZA, David José de. **Desbravando o PIC**. 8. ed. São Paulo: Érica, 2005.

## BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

LCD Disponível em: <[www.winstar.com.tw](http://www.winstar.com.tw)>. Acesso em: 10 out. 2011.

MALVINO, A. P.. **Eletrônica**. São Paulo: Mcgraw-hill, 1987. 1 v.

Microchip. **PIC Microcontrollers**. Disponível em:  
<<http://www.microchip.com>>. Acesso em: 9 out. 2011.

PIC Microcontroler LCD Display IO routines Disponível em:  
<[www.piclist.com/techref/io/lcd/pic.htm](http://www.piclist.com/techref/io/lcd/pic.htm)>. Acesso em: 10 out. 2011.

SCHILDT, Herbert. **C Completo e Total**. 3. ed. São Paulo: Macron Books, 1996.

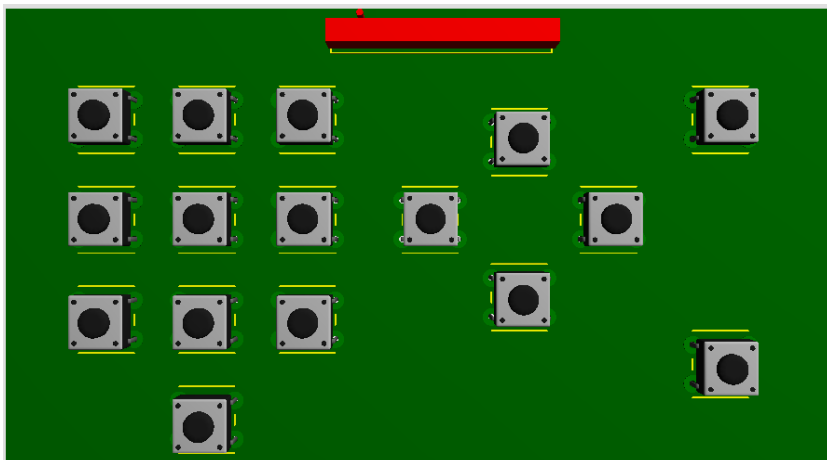
WIKIBOOKS. **Embedded Systems/PIC Programming**. Disponível em:  
<[http://en.wikibooks.org/wiki/Embedded\\_Systems/PIC\\_Programming](http://en.wikibooks.org/wiki/Embedded_Systems/PIC_Programming)>. Acesso em: 10 out. 2011.





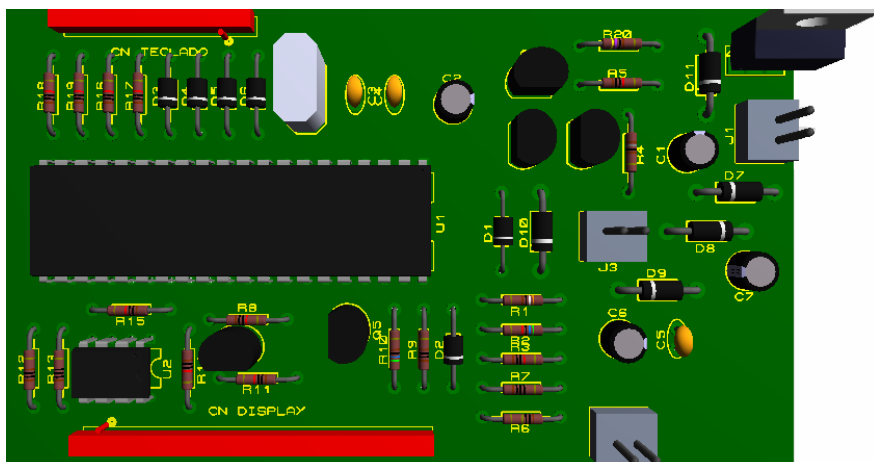
## APÊNDICE A - DESENHO 3D DA PLACA DE TECLADO E PLACA DE CPU

A FIGURA 38 e a FIGURA 39 apresentam as placas de teclado e CPU, com a disposição dos componentes, que poderão ser utilizados num momento posterior, após a realização de mais testes exaustivos.



**FIGURA 38 – Placa de teclado**

Fonte: Elaborado pela autora



**FIGURA 39 – Placa de CPU**

Fonte: Elaborado pela autora

