

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS – UEA
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA – EST
CURSO DE ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

**SISTEMA HOSPITALAR DE MONITORAMENTO E
CONTROLE VITAL UTILIZANDO COMUNICAÇÃO ZIGBEE**

EIJI DANIEL RODRIGUES MAEDA

Manaus - AM

Junho/2015

EIJI DANIEL RODRIGUES MAEDA

**SISTEMA HOSPITALAR DE MONITORAMENTO E
CONTROLE VITAL UTILIZANDO COMUNICAÇÃO ZIGBEE**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado para obtenção do grau de
engenheiro no Curso de Engenharia de
Controle e Automação da Universidade
do Estado do Amazonas, UEA.

Orientador: Prof. Me. Moisés Pereira
Bastos

Manaus-AM

2015

EIJI DANIEL RODRIGUES MAEDA

**SISTEMA HOSPITALAR DE MONITORAMENTO E
CONTROLE VITAL UTILIZANDO COMUNICAÇÃO ZIGBEE**

Trabalho de Conclusão de Curso submetida ao Curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade do Estado do Amazonas, UEA, como parte dos requisitos necessários para obtenção de título de Engenheiro de Controle e Automação.

Aprovado em ____/____/____, por:

Orientador: Prof. Me. Moisés Pereira Bastos - UEA

Examinador: Prof. Me. Marcelo Albuquerque de Oliveira

Coordenador: Prof. Dr. Walter A. Vermehren Valenzuela

Manaus-AM

2015

“Minha energia é o desafio, minha motivação é o impossível, e é por isso que eu preciso ser, à força e a esmo, inabalável”

Augusto Branco

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Leonardo Maeda e Ocilene Rodrigues, que sempre me apoiaram independente de minhas escolhas, mas sempre orientando o melhor caminho e dando todo o suporte que eu necessitasse para ter sucesso no meu crescimento pessoal, intelectual e profissional.

Minhas irmãs Laura e Gisele.

À Universidade do Estado do Amazonas, UEA, pela estrutura e recursos dispostos durante todos os anos de curso.

Ao meu orientador, Prof. Me. Moises Bastos pela prontidão em ajudar no trabalho mais desafiador do curso e pela orientação no desenvolvimento do trabalho.

Aos meus amigos que me ajudaram seja com palavras de apoio ou compartilhando suas experiências, não podendo citar todos, pois são muitos, mas dando destaque para meus pais, aos meus amigos da faculdade Dilermando Ferreira, Antônio Benjamin e Luana Araújo, minha amiga enfermeira Erika Flávia pela ajuda com seu conhecimento na área de saúde, minhas amigas que sempre me apoiam, Jessyca Michaelen, Rebeca Lucio e Camila Frota.

Aos meus professores que contribuíram com o conhecimento adquirido no decorrer do curso.

À Fundação Nokia de Ensino pela sólida base do conhecimento técnico que sempre me ajudou.

À minha chefe do estágio, Rosana Santos e meu Supervisor Manuel Melo pela compreensão nos momentos difíceis.

RESUMO

Sinais vitais são aqueles elementos que caracterizam que o ser está vivo. Varia de acordo com as espécies, mas entre seres humanos obedecem um padrão. Variações, as vezes mesmo que pequenas, podem indicar problemas que, se não forem percebidos, podem agravar e colocar em risco a pessoa. O problema é que esses sinais não são facilmente perceptíveis, muito menos a olho nu, sendo difícil monitorar essas mudanças de padrão, tornando tardio o socorro. Com isso foi pensado num aparelho pequeno, com a função de fazer esse papel de monitoração, alertando quando detectasse uma variação e indicando o possível problema. Pensando em tamanho reduzido, o mais indicado foi um microcontrolador, optando-se por um Arduíno Uno, por ser de hardware e software aberto e compatível com uma placa adaptada para sensores de leitura corporal. Pensando em um meio de comunicação sem fio de baixo consumo de energia e confiável transmissão, optou-se pelo zigbee. O projeto visa, portanto, desenvolver um monitoramento com base nos sinais vitais padrão, enviando para uma central de controle um alerta caso haja algum problema e indique a possível falha, acelerando a tomada de decisão e dando uma melhor chance na sobrevivência do paciente monitorado.

Palavras-chave: Sinais vitais, Monitoração, Zigbee.

ABSTRACT

Vital signs are those elements that characterize the being is alive. Varies with species, but among humans follow a pattern. Variations, sometimes even if small, may indicate problems that, if are not perceived, can aggravate and endanger the person. The problem is that these signs are not easily discernible, much less to the naked eye, making it difficult to monitor these changes in pattern, making a late rescue. With that was thought a small device with a function to do this role of monitoring, alerting when detects a variance and indicating the possible problem. Thinking in a small size, the best was a microcontroller, choosing for an Arduino Uno, for be hardware and software opened and compatible with an adapted plate of body sensors. Thinking of a wireless communication with low-power energy and reliable transmission, we chose the zigbee. The project therefore aims to develop a monitoring based in standard vital signs, send to a central control an alert if there is a problem and indicate the possible failure, accelerating the decision making and giving a better chance at survival of the patient monitored.

Keyword: Vital signs, Monitoring, ZigBee.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Protocolo de Manchester.....	11
Figura 2 – Arduíno Uno	20
Figura 3 – Placa do Arduíno Mega	21
Figura 4 – E-health acoplado ao arduíno.....	22
Figura 5 – E-health sensor platform completo.....	22
Figura 6 – Exemplo de Mesh Networking.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação de tecnologias wireless.....	26
Tabela 2 – Especificações do XBee.....	27

LISTA DE SIGLAS

PWM – Pulse Width Modulation
CPU – Central Processing Unit
AVR – Automatic Voltage Regulator
DC – Direct Current
USB – Universal Serial Bus
SPI – Serial Peripheral Interface
I2C – Inter Integrated Circuit
TWI – Two Wire Interface
RISC – Reduces Instruction Set Computer
ICSP – In Circuit Serial Programming
FTDI – Future Technology Devices International
LED – Light Emitting Diode
3G – Third Generation
GPRS – General Packet Radio Services
ECG – Eletrocardiograma
AES – Advanced Encryption Standard
UEA – Universidade do Estado do Amazonas
IDE - Integrated Development Environment

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	12
1.2 OBJETIVO	13
1.2.1 Geral	13
1.2.2 Específicos	13
1.3 MOTIVAÇÃO	13
1.4 JUSTIFICATIVA.....	14
1.5 METODOLOGIA	14
1.6 CRONOGRAMA.....	16
1.7 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO.....	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Microcontroladores	17
2.2 Arduíno	17
2.2.1 Hardware Arduíno	19
2.3 SHIELD.....	21
2.3.1 E-Health Sensor Platform V2.0	22
2.4 SENSORES.....	23
2.4.1 Sensor de eletrocardiograma	23
2.4.2 Sensor de temperatura corpórea	24
2.5 ZIGBEE	25
2.6 XBEE	26
REFERÊNCIA BIBLIOGRAFIA	28

1 INTRODUÇÃO

Não é segredo a deficiência que possui o atendimento em hospitais no Brasil. É visto com frequência pessoas sem atendimento adequado, e com problemas que não são geralmente visíveis aos olhos como coração, pressão, falta de ar ou febre, morrendo esperando atendimento. E as estatísticas só aumentam ano após ano. Essa situação não é limitada ao já desacreditado sistema público de saúde, mas se estende em muitos casos a hospitais particulares.

Muitos hospitais na Europa estão adotando um protocolo que vem facilitando as definições de prioridades clínicas e tempo máximo de espera com base nas queixas, sintomas, sinais vitais, saturação de oxigênio, escala de dor ou glicemia, o chamado Protocolo de Manchester, conforme mostra a figura 1. Segundo pesquisa no site do portal da enfermagem, no Brasil ele foi utilizado pela primeira vez em Minas Gerais no ano de 2008 como uma estratégia para diminuir as superlotações nos prontos socorros e hospitais, sendo hoje já acreditada pelo Ministério da Saúde, Ordem dos enfermeiros e ordem dos médicos. (PADRONIZAÇÃO NO PRONTO ATENDIMENTO, 2011)

GRAU DE PRIORIDADE	COR DA PULSEIRA	MINUTOS DE SEGURANÇA PARA PRIMEIRA OBSERVAÇÃO MÉDICA
EMERGENTE	VERMELHO	IMEDIATO
MUITO URGENTE	LARANJA	Até 10 MINUTOS
URGENTE	AMARELO	Até 60 MINUTOS
POUCO URGENTE	VERDE	Até 120 MINUTOS
NÃO URGENTE	AZUL	Até 240 MINUTOS

Figura 1 – Protocolo de Manchester. Fonte: JORNAL COMARCA, 2014

Porém, um paciente que não tem um sintoma grave agora pode subitamente ter uma mudança no quadro em questão de minutos. Um leve desconforto pode ser o início de uma parada cardíaca inesperada, por exemplo. Sem um monitoramento constante é um risco que o paciente corre. Porém é totalmente inviável a ideia de um profissional técnico, enfermeiro ou médico verificando os sinais vitais de cada paciente de forma constante, dando atenção a todos.

Existem equipamentos nos hospitais que fazem um monitoramento constante, porém são geralmente grandes e restritos às alas onde o estado clínico do paciente já está agravado e é realmente necessário o acompanhamento dos sinais vitais.

1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Quantas mortes e agravamento de quadros poderiam ser evitados se os sintomas fossem detectados logo no início? Problemas descobertos e prevenidos tornaria muito mais fácil o tratamento e a recuperação.

“A principal causa de morte fora dos hospitais é a falta de atendimento. A segunda é o socorro inadequado. As pessoas morrem porque ninguém faz nada e continuam morrendo porque alguém não capacitado resolveu fazer algo” (Fernando Barreiro). (SUPORTE BÁSICO DE VIDA E SOCORROS DE EMERGÊNCIA, 2011). Esse é um mantra que se repete em diversas palestras, cursos e apostilas, mostrando o quão importante é antecipar um problema e agir de modo preciso.

É sabido que doentes dormem nas filas esperando atendimento. Dependendo do caso a pessoa poderia morrer e ninguém se dar conta. As pessoas nas filas precisam de uma atenção especial que os funcionários, mesmo os de boa vontade, não podem dispor. Logo é necessário algo que possa “vigiar” as condições clínicas do paciente, monitorando as mudanças de quadro, indicando o que está acontecendo e para quem deve ser encaminhado.

1.2 OBJETIVO

1.2.1 Geral

Desenvolver um sistema de monitoração e controle de limites de tolerância e sinais vitais de um ser humano executando uma tomada de decisão caso haja um desvio no comportamento padrão e enviando um alerta por meio de comunicação zigbee para uma central que avisará o responsável indicado.

1.2.2 Específicos

- Estudo e pesquisa do funcionamento de aparelhos de monitoramento de sinais vitais.
- Aquisição de aparelhos de medição vital.
- Desenvolvimento do sistema proposto.
- Implementação do sistema de transmissão.
- Desenvolver método de alerta ao responsável.
- Testar o sistema.

1.3 MOTIVAÇÃO

A domótica é um ramo da Engenharia de Controle e Automação relativamente novo. Mais inexplorada ainda é uma de suas ramificações, a domótica hospitalar. Esse foi o seguimento escolhido por apresentar grande potencial de crescimento e possibilidade de inovação.

Todos ficam doentes, seja com uma gripe ou algo mais sério. Todos têm parentes, amigos, conhecidos que hora ou outra podem se encontrar em uma situação de saúde complicada.

Mesmo quando não é uma pessoa próxima, é natural o choque de saber que alguém morreu ou se encontra em estado crítico porque não foi detectado antecipadamente que o caso era mais do que se pensava. O sentimento de que poderia ser evitado, mas que foi ignorado por não parecer ser grave.

Se não é possível evitar, ao menos pode-se amenizar e ter uma melhor chance de salvar uma vida humana. Essa é a intenção da criação desse sistema de monitoramento. Exergar o que é invisível, prever e detectar mudanças do quadro clínico, de modo que possa ser dada uma melhor chance de sobrevivência para as pessoas que as vezes morrem sem nem ao menos perceberem o quão grave eram seus problemas.

1.4 JUSTIFICATIVA

A área de domótica é nova e ampla. Junto a isso pesou a realidade que se encontra o sistema de saúde, levando a considerar uma ideia que não fosse apenas de abrangência do conhecimento acadêmico prático, mas que tivesse um forte argumento social.

Em âmbito acadêmico, o projeto envolve diversas áreas de estudo do curso, como controle de variáveis, microcontroladores e outros, em particular a parte de comunicação e redes, a qual é de muita importância para a engenharia, pois sem comunicação qualquer tecnologia se limita demasiadamente.

Em âmbito social foi considerado a possibilidade de salvar vidas ou ao menos dar uma chance de sobrevivência melhor para as pessoas, abrindo portas na área de saúde e futuramente ampliar o conhecimento na área de bioengenharia de controle, a qual pode salvar ainda mais vidas, já que é uma área muito pouco explorada até então.

1.5 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desse trabalho serão empregadas as seguintes atividades:

- **Estudo dos tipos de sinais vitais:** Conhecer os mecanismos dos diferentes sinais vitais e suas características.
- **Estudo do funcionamento dos aparelhos de leitura vital:** Conhecer as especificações das medições dos aparelhos, como se comportam e como manuseá-los.
- **Levantamento do material necessário:** Verificação dos recursos necessários para implementar o projeto, tais como sensores, microcontrolador, meio de comunicação e programação.
- **Aquisição do material necessário para montagem do projeto:** Pesquisa de mercado e compra do material.
- **Estudo do funcionamento do hardware:** Conhecer as aplicabilidades e funcionamento do hardware adquirido.
- **Montagem do sensoriamento, meio de transmissão e interface com usuários:** montagem física do protótipo.
- **Programação da lógica de controle e desenvolvimento do sistema de alarmes:** Utilizar os conhecimentos técnicos de saúde para alimentar o sistema e fazer o controle automático.
- **Testes de funcionamento com simulação:** Simular problemas de saúde através de indução nos sensores utilizando aparelhos simuladores e voluntários.
- **Verificação dos resultados obtidos nos testes:** Avaliação da eficiência do sistema.
- **Apresentação dos resultados e conclusão:** Apresentação dos resultados dos testes e possibilidades de melhorias identificadas.

1.6 CRONOGRAMA

CRONOGRAMA DE ATIVIDADES 2014/2015	AGO		SET		OUT		NOV		DEZ		JAN		FEV		MAR		ABR		MAI		JUN		
	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	
Definição de tema e aceite do projeto	■	■																					
Definição das plataformas utilizadas			■																				
Pesquisa bibliográfica			■	■	■																		
Elaboração formal do projeto			■	■	■	■	■																
Apresentação da pesquisa do projeto									■														
Aquisição de arduino									■	■	■	■	■										
Aquisição do hardware de comunicação									■	■	■	■	■										
Aquisição de sensores de medição									■	■	■	■	■										
Estudo da programação									■	■	■	■	■	■									
Desenvolvimento do programa de monitoração														■	■	■							
Estudo da comunicação															■	■	■	■	■				
Desenvolvimento da rede de comunicação																■	■	■	■	■			
Implementação e testes finais																		■	■	■	■	■	■
Elaboração literária do TCC final																					■	■	■
Apresentação Final																							■

Atividades concluídas	■
Atividades em andamento	■
Atividades a iniciar	■

1.7 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho está dividido em 2 capítulos, sendo da seguinte forma:

O capítulo 1 apresenta o escopo do trabalho, contendo uma introdução ao tema abordado, a formulação do problema, os objetivos gerais e específicos, a motivação, justificativa, a metodologia para a conclusão desse projeto, cronograma e por fim essa breve apresentação da estrutura do trabalho.

O capítulo 2 consiste no embasamento teórico do tema, apresentando os equipamentos que serão utilizados, começando com uma introdução sobre microcontroladores e passando em seguida para o mais específico que será usado, o arduino Uno. Então será mostrado o *shield* que será utilizado para a leitura de sensores, seguido de dois sensores que serão utilizados para testes e finalizando com o protocolo de comunicação que será utilizado, o *zigbee*.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Microcontroladores

Segundo SOUZA (2005), um microcontrolador é um pequeno componente eletrônico que possui uma inteligência programável e é usado no controle dos processos lógicos. Afirma também que em um microcontrolador existem todos os componentes necessários para o controle do processo, sendo esse componente portando, dotado de memória de programa, memória de dados, portas de entrada e saída, *timers*, conversores, PWM (*Pulse Width Modulation*), conversores analógicos-digitais, entre outros.

Zanco (2005) define o microcontrolador como uma CPU (*Central Processing Unit*) de pequeno porte capaz de executar um conjunto de tarefas denominadas instruções.

Portanto os microcontroladores são componentes amplamente utilizados no ramo eletrônico, pois possibilitam redução de custo, simplificação dos circuitos, redução de tamanho, além de abrirem um leque de possibilidades de aplicações, cabendo ao desenvolvedor do projeto usar a imaginação e conhecimento da programação para implementar novos projetos.

Dessa forma, um microcontrolador se torna a melhor opção para o desenvolvimento do projeto proposto, tendo em vista seu tamanho reduzido, seu leque de componentes que abrem opções variadas e sua possibilidade de programação.

2.2 Arduíno

O arduíno nasceu em Ivrea na Itália, na *Interaction Design Institute* em 2005, quando o professor Massimo Banzi e o Pesquisador David Cuartielles buscavam um meio barato e fácil dos estudantes de design trabalharem com tecnologia. A ideia visava desenvolver um microcontrolador que fosse acessível aos estudantes e que fosse uma plataforma que qualquer pessoa pudesse utilizar. Cuartielles desenhou a placa e um aluno de Banzi, David Mellis, programou o *software* que seria executado.

Banzi contratou um engenheiro local, Gianluca Martino, que produziu uma tiragem inicial de duzentas placas (EVANS; NOBLE; HOCHENBAUM, 2013).

Ainda segundo Evans, Noble e Hochenbaum (2013), a nova placa foi batizada de arduíno em referência a um bar local. Sua tiragem inicial se esgotou rapidamente e mais tiveram que ser produzidas para suportar a demanda. Logo, outros setores de tecnologia perceberam que o arduíno era uma ótima e barata opção para desenvolvimento de novos projetos e para a introdução de programação aos microcontroladores.

Mas o que é um arduíno tecnicamente falando? Michael McRoberts (MCROBERTS, 2011) afirma que em termos práticos um arduíno é um pequeno computador programável que processa entradas e saídas entre o dispositivo e seus componentes externos conectados. Em outras palavras, o arduíno é um sistema que pode interagir com o meio utilizando dispositivos de *hardware* combinados com seu *software*.

O arduíno pode ser utilizado para desenvolver objetos interativos independentes ou pode ser conectado a um computador, rede local ou *internet* para recuperar e enviar dados do arduíno e atuar sobre ele. (MCROBERTS, 2011)

Ainda segundo McRoberts(2011), para programar o arduíno é utilizado o IDE (*Integrated Development Environment*) do arduíno, um *software* livre que o arduíno compreende, baseado em linguagem de programação C. Com o IDE o programador escreve um conjunto de instruções passo a passo e faz o *upload* para o dispositivo, que então executará o código interagindo com o que estiver conectado a ele. Esses programas são conhecidos como *sketches* (rascunho, esboço).

Os *hardwares* e *softwares* do arduíno são livres, podendo ser utilizados por qualquer pessoa e com qualquer dispositivo. Dessa forma qualquer um pode desenvolver um arduíno mesmo em casa. A única ressalva da equipe do Arduíno é que a palavra “arduíno” não seja utilizada, sendo esse nome reservado à placa oficial. Por isso as placas clone possuem nomes como Freeduino, Roboduino e etc. (MCROBERTS, 2011)

É uma grande vantagem o arduíno ser código aberto, pois dessa forma qualquer *hardware* ou *software* são 100% compatíveis.

Os arduínos podem ainda ser estendidos utilizando os *shields*, que são placas de circuito contendo outros periféricos auxiliares que são simplesmente conectados ao arduíno para adicionar funcionalidades. (MCROBERTS, 2011)

2.2.1 Hardware Arduíno

Há muitas variantes do arduíno. Todas as versões de arduíno produzidas até 2013 eram baseadas em um microprocessador de 8 bits Atmel AVR *reduces instruction set computer* (RISC) (EVANS; NOBLE; HOCHENBAUM, 2013).

A primeira placa foi baseada no Atmega8, com *clock* de 16MHz e com memória *flash* de 8KB. Já as mais recentes, Duemilanove e Uno usam o Atmega328, com memória *flash* de 32KB e podem comutar automaticamente entre USB (*Universal Serial Bus*) e corrente contínua (DC). Para projetos mais complexos há ainda o Arduíno Mega1280, com memória de 128KB, ou o mais recente Arduíno Mega2560 com memória de 256KB (EVANS; NOBLE; HOCHENBAUM, 2013).

De modo geral as placas têm 14 pinos digitais que podem ser entradas ou saídas, e seis entradas analógicas. Dos 14 pinos digitais, 6 podem ser programados para fornecerem uma saída de modulação por largura de pulso (PWM). Há ainda vários protocolos de comunicação, incluindo serial, SPI (*Serial Peripheral Interface*) e I2C/TWI (*Integrated Circuit/Two Wire Interface*). Como padrão, as placas contêm também um conector de programação serial ICSP (*In Circuit Serial Programming*) e um botão de *reset* (EVANS; NOBLE; HOCHENBAUM; 2013).

A seguir serão apresentados os dois modelos de arduínos disponíveis no mercado mais viáveis para a execução do projeto proposto.

2.2.1.1 Arduíno Uno

Chegou ao mercado em 2010, junto com seu irmão mais velho Mega2560. O Uno possui compatibilidade de pinos com as versões mais antigas, incluindo o Duemilanove e seu antecessor Diecimila (EVANS; NOBLE; HOCHENBAUM, 2013).

Segundo Evans, Noble e Hochnbaum (2013), diferente das versões anteriores, o Uno inclui um microcontrolador programado Atmega8U2 como um conversor USB-Serial, substituindo o chipset FTDI (*Future Technology Devices International*) das versões anteriores. Também possui uma tensão integrada de 3,3 V, que ajuda na estabilidade de proteções que causavam problemas.

O *layout* do Arduíno Uno é mostrado na figura 2.

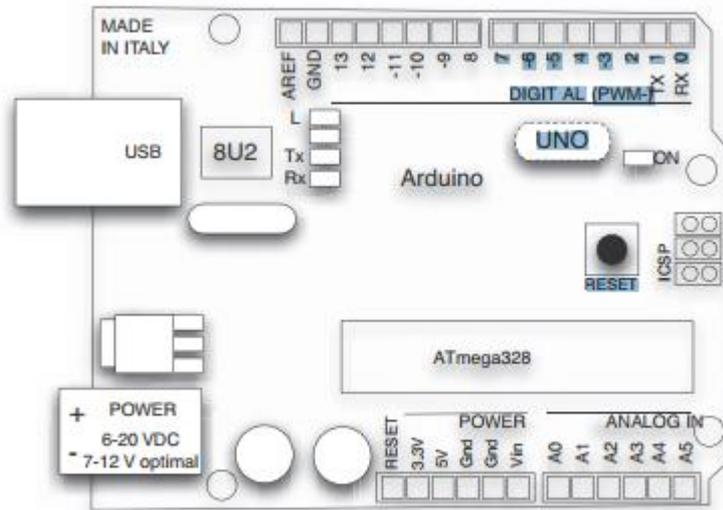


Figura 2 – Arduíno Uno. Fonte: EVANS; NOBLE; HOCHENBAUM, 2013.

2.2.1.2 Arduíno Mega

O Mega é o arduíno que utiliza a maior superfície de montagem. O ATmega1280 foi atualizado junto ao Uno, utilizando a partir disso o processador ATmega2560. Essa nova versão utiliza memória *flash* de 256 KB, o dobro da versão original. Com esse aumento de memória, ele se tornou ideal para projetos que controlam vários LEDs (*Light Emitting Diode*), possuem muitas entradas e saídas ou necessitam de mais de uma porta serial, já que o arduíno Mega possui quatro, aumentando as funcionalidades em relação ao arduíno padrão. (EVANS; NOBLE; HOCHENBAUM, 2013).

Ainda segundo Evans, Noble e Hochenbaum, a placa do Mega possui 54 pinos digitais de entrada e saída, das quais 14 podem fornecer saída analógica PWM, além de possuir 16 pinos de saída analógica. A comunicação serial possui 4 portas de *hardware*. Há disponibilidade também de comunicação SPI e suporte para dispositivos I2C/TWI. Possui ainda um conector ICSP e um botão *reset*. Um ATmega8U2 substitui o *chipset* FTDI utilizado pelo seu antecessor e processa a comunicação USB. A placa do Arduíno Mega é mostrada na figura 3.

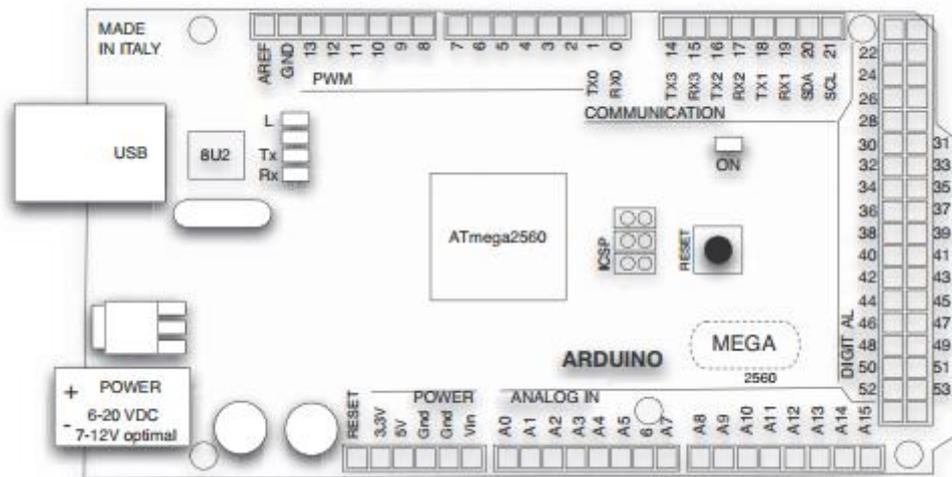


Figura 3 – Placa do arduíno Mega. Fonte: EVANS; NOBLE; HOCHENBAUM, 2013.

A versão escolhida para o desenvolvimento do projeto de monitoramento vital foi o Arduíno Uno, pois tem todas as funcionalidades necessárias, além de possuir o fator de estabilidade de tensão, porém no decorrer do projeto, se forem necessárias mais portas seriais, pode ser necessário utilizar um Arduíno Mega.

2.3 SHIELD

Shields são basicamente placas eletrônicas de expansão de *hardware*, que são acopladas ao *hardware* do arduíno, expandindo ainda mais suas possibilidades de criações de projetos (ROBOTIZANDO, 2014).

Os *shields* são os responsáveis pela enorme versatilidade e popularidade dos arduínos. Eles têm a função de adicionar funções que as placas isoladas de arduíno não possuem. São muitas as possibilidades. Existem *shields* para placas de wifi, para controlar motores, para acoplar sensores... E apesar da grande versatilidade existente, se o projeto necessitar de algo específico não criado, o projetista pode criar seu próprio *shield* (LEMOS, 2013).

Com a finalidade de compactar o projeto, tornando-o menor e com uma leitura sensorial das funções vitais mais confiável, será utilizado um *shield* específico para leitura de sinais vitais chamado *e-health*.

2.3.1 E-Health Sensor Platform V2.0

O *e-Health Sensor Platform* é um *shield* biométrico desenvolvido pela *Cooking Hacks* e lançado em Agosto de 2013, compatível com arduíno, sendo acoplado no mesmo, como mostra a figura 4. (COOKING HACKS, 2014).

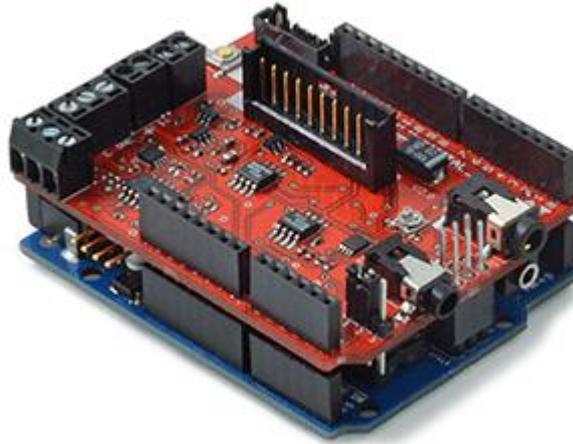


Figura 4 - *E-health* acoplado ao arduíno. Fonte: COOKING HACKS, 2014

Foi desenvolvido para criação de projetos que envolvem medidas biométricas e aplicações médicas onde é necessário o monitoramento. Possui a capacidade de monitorar 10 diferentes variáveis: Pulso, oxigênio no sangue, respiração, temperatura corpórea, eletrocardiograma, nível de glicose, resposta galvânica da pele (suor), pressão do sangue, posição do paciente e sensor para a musculatura, dispostos como mostra a figura 5.



Figura 5 - *E-health sensor platform* completo. Fonte: COOKING HACKS, 2014.

Podemos usar as informações para monitorar em tempo real as condições do paciente. O monitoramento pode ser feito sem fio de 6 diferentes maneiras dependendo da aplicação: WiFi, 3G (*Third Generation*), GPRS (*General Packet Radio Services*), *Bluetooth*, 802.15.4 ou zigbee. Os dados podem ser enviados para armazenamento em nuvem ou para um *laptop* ou *smartphone*. (COOKING HACKS, 2014)

É importante salientar que, como a plataforma não possui certificado médico, não pode ser usado para monitorar pacientes críticos, que precisam de uma supervisão mais focada do médico e especialistas da área de saúde.

2.4 SENSORES

Sensores são definidos, de forma literal, como “aquilo que sente”. Na eletrônica é qualquer componente ou circuito que analisa o ambiente (PATSKO, 2006). Essa análise permite a interação e leitura dos dados de acordo com a necessidade.

Apesar da grande variedade de tipos de sensores eles podem ser divididos basicamente em dois tipos: Sensores analógicos e sensores digitais.

Os sensores analógicos são baseados em sinais analógicos. Esses sinais, apesar de limitados entre dois valores de tensão, podem assumir infinitos valores intermediários. É com base nessa variação de tensão que os valores são interpretados. Já os sensores digitais utilizam lógica binária. Dessa forma operam com valores bem definidos, não havendo valores intermediários entre eles (PATSKO, 2006).

O *shield* utilizado no trabalho tem a possibilidade de utilizar 10 sensores diferentes, mas para questões de testes serão implementados dois sensores analógicos que serão apresentados a seguir.

2.4.1 Sensor de eletrocardiograma

Eletrocardiograma, chamado comumente de ECG, é o exame que permite a avaliação elétrica das atividades cardíacas e da sua condução, que são interpretados

em gráfico padrão e mostram a condição dos batimentos do coração (ABC.MED.BR, 2013).

O exame é indolor e relativamente rápido. Eletrodos são posicionados em pontos definidos em contato com a pele do paciente. Um gel condutor é geralmente utilizado para facilitar a leitura. (ABC.MED.BR, 2013).

Esse tipo de exame, apesar de simples, é muito importante, pois tem a capacidade de detectar arritmias, aumento de cavidades cardíacas, patologias coronárias, infarto no miocárdio, entre outros problemas no coração.

Para monitorar esse fator será utilizado o sensor com eletrodos compatível com o já apresentado *e-health*.

2.4.2 Sensor de temperatura corpórea

O ser humano é um ser homeotérmico, ou seja, mantém sua temperatura interna relativamente constante, independente da temperatura ambiente. Essa constância de temperatura é possível pela atuação de mecanismos nervosos regulados pelo hipotálamo. O hipotálamo atua como um receptor central que regula a temperatura corporal na faixa dos 37°C utilizando mecanismos de perda ou ganho de calor (MARINS, 1998).

Mas nem sempre a temperatura permanece constante. Vários fatores podem desencadear uma febre. Entretanto, a febre nem sempre é um fator muito preocupante.

Com raras exceções, a febre não passa de uma manifestação de defesa do corpo à doença, tendo efeito benéfico (WANNMACHER, FERREIRA, 2004). Entretanto, é geralmente tratada por causar desconforto ao paciente. Independente do caso, se a temperatura baixar a menos que 35° ou aumentar acima de 41°, devem-se ser tomadas providências. Abaixo de 35° (hipotermia) o hipotálamo começa a perder a capacidade de regulação e acima de 41° induzem desnaturação das enzimas e danos aos tecidos podendo ocasionar falência multiorgânica (MAGALHÃES, et al, 2001).

Desse modo notamos a importância de um monitoramento da temperatura do corpo dos pacientes, utilizando para tanto o sensor de temperatura corporal da *Cooking Hacks*.

Qualquer dispositivo dentro das normas do zigbee é bidirecional, ou seja, pode transmitir e receber.

Outra grande vantagem do zigbee é seu baixo consumo de potência, o que viabiliza muito projetos que não demandam grande largura de banda.

Na tabela 1 é mostrada uma comparação entre o zigbee e outras tecnologias de comunicação wireless.

Tabela 1 – Comparação de tecnologias wireless. Fonte: EY, SALAEIRO. 2014.

	Zigbee e 802.15.4	GSM/ GPRS CDMA	802.11	Bluetooth
Aplicação Principal	Monitorização de processos e controlo	Transmissão de dados e voz em grandes áreas	Internet de alta velocidade	Conectividade entre dispositivos
Autonomia	Anos	1 semana	1 semana	Semanas
Largura de Banda	250kbps	Até 128k	11Mbps	720kbps
Alcance Típico	mais de 100 m	Alguns km	50 – 100 m	10 – 100 m
Vantagens	Baixo consumo de potência e custo reduzido	Infraestruturas já existentes	Altas velocidades	Versatilidade na ligação entre dispositivos

2.6 XBEE

Ey e Saleiro (2014) definem o Xbee como um módulo que inclui todo o hardware e a lógica para a implementação do Zigbee.

Pode ser diferenciado em dois tipos: o Xbee e o Xbee Pro. Suas principais diferenças são a potência de emissão e a sensibilidade de recepção, mas ambos possuem 3 tipos de antenas: chicote, chip e conector para antena externa. Os dois

modelos possuem também 16 canais, com suporte para 65000 endereços para cada canal e encriptação 128-bit AES. Além disso são configurados de fábrica para operar em modo *broadcast*, não sendo necessária configuração pelo usuário (EY; SALEIRO, 2014).

Na tabela 2 são apresentadas mais detalhadas as características dos dois tipos de Xbee.

Tabela 2 – Especificações do XBee. Fonte: EY, SALAEIRO, 2014.

	XBee	XBee-Pro
Potência de saída	1 mW (0 dBm)	60 mW (18 dBm)
Alcance interior	até 30 m	até 100 m
Alcance Exterior	até 100 m	até 1600 m
Sensibilidade do receptor	-92 dBm	-100 dBm
Frequência de operação	ISM 2.4000 a 2.4835 GHz	
Taxa de transmissão	250 kbps	
Taxa de dados da Interface	115.2 kbps	
Tensão de alimentação	2.8V a 3.4V	
Corrente de transmissão (típica)	45 mA @ 3.3 V	215 mA @ 3.3 V
Corrente de Recepção (típica)	50 mA @ 3.3 V;	55 mA @ 3.3 V
Corrente em modo <i>Sleep</i>	<10 μ A	
Dimensões	2.438cm x 2.761cm	2.438 cm x 3.294 cm
Peso	3 g	4 g
Temperatura de operação	-40 a 85° C (industrial)	

REFERÊNCIA BIBLIOGRAFIA

ABC.MED.BR, 2013. **Como é feito o eletrocardiograma? Para que serve?**

Disponível em: <<http://www.abc.med.br/p/exames-e-procedimentos/338024/como-e-feito-o-eletrocardiograma-para-que-serve.htm>>. Acesso em: 17 nov. 2014.

COOKING HACKS. **E-HEALTH SENSOR PLATFORM V2.0**, 2013. Disponível em: <<http://www.cooking-hacks.com/documentation/tutorials/ehealth-biometric-sensor-platform-arduino-raspberry-pi-medical>>. Acesso em: Setembro de 2014.

COOKING HACKS. **E-HEALTH ACOPLADO AO ARDUINO**. Disponível em <<http://www.cooking-hacks.com/documentation/tutorials/ehealth-biometric-sensor-platform-arduino-raspberry-pi-medical>> Acesso em Setembro de 2014

COOKING HACKS. **E-HEALTH SENSOR PLATFORM COMPLETO**. Disponível em <<http://www.cooking-hacks.com/documentation/tutorials/ehealth-biometric-sensor-platform-arduino-raspberry-pi-medical>> Acesso em Setembro de 2014.

EY, E; SALEIRO, M. **Zigbee** – Uma abordagem prática. 1ª ed. Faro, Portugal. Disponível em <http://lusorobotica.com/ficheiros/Introducao_ao_Zigbee_-_por_msaleiro.pdf>. Acesso em Novembro de 2014.

EVANS, M.; NOBLE, J.; HOCHENBAUM, J. **Arduíno EM AÇÃO**. 1ª ed. São Paulo, SP, Brasil: Novatec Editora, 2013.

JORNAL COMARCA. **PROTOCOLO DE MANCHESTER**. Abril de 2014. Disponível em: <http://www.jornalcomarca.com.br/?pagina=editorial&id_materia=172701&id_secao=29>. Acesso em Setembro de 2014.

LE MOS, M. **CONHEÇA OS SHIELDS E INCREMENTE SEU ARDUÍNO COM ELES**. Novembro de 2013. Disponível em: <<http://blog.fazedores.com/conheca-os-shields-e-incremente-seu-arduino-com-eles/>>. Acesso em Novembro de 2014.

MAGALHÃES, S. et al. **TERMORREGULAÇÃO**, texto de apoio. 2001. Disponível em <http://fisiologia.med.up.pt/Textos_Apoio/outros/Termorreg.pdf>. Acesso em Novembro de 2014.

MARINS, J. **MECANISMOS FISICOS DE PERDA DE CALOR E FATORES ASSOCIADOS RELACIONADOS AO EXERCICIO**. 1998. Disponível em <<http://www.revistamineiradeefi.ufv.br/artigos/arquivos/6a1337315a6f49ae3b1978246578e3b5.pdf>>. Acesso em Novembro de 2014.

MCROBERTS, M. **Arduíno Básico**. 1ª ed. São Paulo, SP, Brasil: Novatec Editora, 2011.

PADRONIZAÇÃO NO PRONTO ATENDIMENTO: **PORTAL DA ENFERMAGEM**, 2011. Disponível em: <http://www.portaldaenfermagem.com.br/plantao_read.asp?id=1461>. Acesso em: 23 de Setembro de 2014.

PATSKO, L. **TUTORIAL**. Aplicações, funcionamento e utilização de sensores, 2006. Disponível em <http://www.maxwellbohr.com.br/downloads/robotica/mec1000_kdr5000/tutorial_eletronica_-_aplicacoes_e_funcionamento_de_sensores.pdf>. Acesso em Novembro de 2014.

ROBOTIZANDO. **SHIELDS PARA ARDUINO**, 2014. Disponível em <http://www.robotizando.com.br/shields_index.php>. Acesso em Novembro de 2014.

SOUZA, D. **Desbravando o PIC**: Ampliado e Atualizado para PIC 16F628A. 8ª ed. São Paulo, SP, Brasil: Érica, 2005.

SUPORTE BÁSICO DE VIDA E SOCORROS DE EMERGÊNCIA: **MODULO DE SUPORTE BASICO**, 2011. Disponível em: <http://lms.ead1.com.br/webfolio/Mod5986/mod_suporte_basico_v5.pdf>. Acesso em: 03 de Outubro de 2014.

WANNMACHER, L.; FERREIRA, M. **FEBRE**, mitos que determinam condutas. Vol. 1, Nº 9. Brasília, DF, 2004. Disponível em : <http://www.ibilce.unesp.br/Home/Administracao456/CCI/Febre_ministeriodasaude.pdf>. Acesso em Novembro de 2014.

ZANCO, W. S. **Microcontroladores PIC 16F628A/648A**: Uma Abordagem Prática e Objetiva. 1ª ed. São Paulo: Érica, 2005.

