

## Sistema de Monitorização *Home-Care* *Home-Care Monitoring System*

Isabel Chaves<sup>(1)</sup>, Juliana Silva<sup>(1)</sup>, Sara Batista<sup>(1)</sup>, Tiago Monteiro<sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> Departamento de Física, Instituto Politécnico do Porto, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431, 4200-072 Porto, Portugal.

### RESUMO

*À medida que a tecnologia evolui, sempre foi pensado em formas de a adaptar de forma a melhorar a qualidade de vida das pessoas. Nesta linha de pensamento, começaram a surgir os sistemas de cuidados prestados em casa que alia uma rede de sensores físicos à capacidade de comunicação via wireless para um servidor, recorrendo à cada vez mais utilizada Internet of Things. Principalmente idealizados para pessoas com dificuldades motoras ou idosas, estes sistemas permitem monitorizar em tempo real os hábitos do paciente em casa. O objetivo deste trabalho é então simular um desses sistemas, recorrendo à montagem de uma maquete para poder recriar os dados enviados de uma casa para um servidor. Nesta mesma maquete foram colocados sensores de luminosidade e temperatura assim como interruptores para controlar hábitos. Estes sensores, ligado a um Arduino Mega, enviam os dados através do software processing para uma base de dados remota para serem depois visualizados numa interface web gráfica pelo médico. Paralelamente, implementamos uma estrutura para receber exames médicos, testada com um sensor de pulso num Arduino Uno. Estes dois tipos de dados são então ilustrados ao médico através do site, permitindo assim ao mesmo analisar os hábitos e evolução do histórico clínico do paciente, facilitando a deteção de anomalias.*

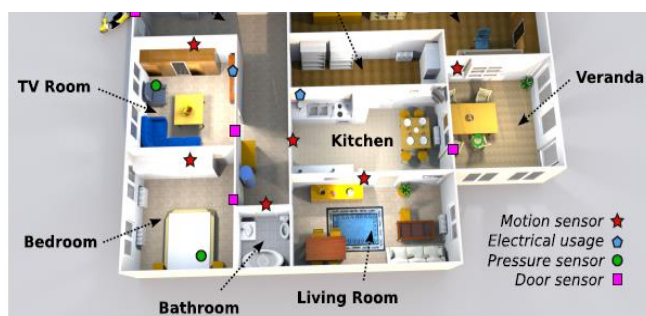
## 1. INTRODUÇÃO

O termo *Home health care* corresponde a um sistema de cuidados prestados em casa dos pacientes, realizados por profissionais qualificados sob a direção de um médico (Ellenbecker, Samia, Cushman, & Alster, 2008). No entanto, com o aumento do envelhecimento da população isto faz com que exista uma procura elevada de profissionais qualificados, podendo chegar a valores muito superiores aos existentes (Kraus, 2016).

Devido a este aumento de procura, passou a existir a necessidade da criação de sistemas remotos de monitorização que ajudem os profissionais a cuidarem das pessoas idosas sem comprometer a sua conveniência e preferência em ficar em casa. Com este tipo de sistemas, o médico ou o responsável por o indivíduo em questão pode receber informações como se o paciente está na sala, se abre uma porta, assim como receber alarmes caso o fogão se encontre ligado por muito tempo ou se a pessoa sai durante a noite (Khoi, et al., 2015), são exemplos da utilização recente destas instalações.



Figura 1 - Exemplo de distribuição de sensores numa casa (Chakraborty, et al., 2013).



Estes sistemas de controlo em casa dos pacientes, apesar de ainda estarem numa fase de desenvolvimento inicial, levantam desde já questões associadas às vantagens e desvantagens da sua utilização. A maior questão acerca da utilização destes sistemas de monitorização é se esta será feita na casa, colocando sensores pelas diversas divisões ou mobília como podemos observar na Figura 1, ou no próprio paciente, obrigando o mesmo a usar constantemente

um dispositivo que permita fazer a supervisão, e se o comportamento deste será alterado por saber que está a ser monitorizado.

No caso de ser necessário o paciente utilizar um dispositivo de monitorização, isto pode levar a que o paciente altere o seu normal comportamento ou rotinas. Outro facto é que se o paciente não utilizar este dispositivo, não será possível monitorizar de todo a sua atividade (Chakraborty, et al., 2013). Contudo, a utilização deste tipo de acompanhamento permite ao médico ou entidade responsável recolher dados em tempo real do paciente como a frequência do seu batimento cardíaco ou a sua temperatura corporal.

Se a monitorização não for no paciente, sendo colocados sensores de controlo na casa, não é possível obter de forma rigorosa este tipo de informação, sendo este tipo de vigilância mais indicada para quando é se pretende analisar os hábitos comportamentais do paciente, podendo recolher dados sobre o tempo que o paciente passa em cada divisão ou quantas vezes acordou durante a noite.

Para permitir a recolha de dados, são utilizadas redes de sensores que podem consistir em diferentes tipos tais como térmicos, visuais, infravermelhos e acústicos, com a capacidade de obter uma grande variedade de condições ambientais que incluem o seguinte: temperatura; humidade; movimento; pressão; níveis de ruído; a presença ou ausência de certos objetos; níveis de tensão mecânica em objetos; velocidade, direção e tamanho de um objeto (Akyildiz, et al., 2002).

Os sistemas de monitorização podem ser divididos em duas categorias: identificar emergências que ocorram num curto prazo e variações no estado de saúde que ocorrem a longo prazo. Para a deteção precoce de situações de emergência é utilizado sistemas de supervisão que usam sensores de posição. Os sensores de posição mais conhecidos são sensores de infravermelhos, sendo que as informações da posição de uma dada pessoa são adquiridas a partir da deteção do calor corporal (Palumbo, et al., 2014).

O comportamento do dia-a-dia é criado com base nos hábitos do indivíduo em casa, tais como os seus movimentos, a frequência de uso e o tempo de uso da divisão da casa estudada, que são analisados de acordo com os dados posicionais. Sendo assim, para conseguir identificar e controlar os movimentos dos pacientes, são necessários detetores de movimento infravermelho passivo (PIR), o sensor de uso elétrico, sensores de fluidos corporais e um sensor universal que pode ser configurado de acordo com diferentes necessidades. Assim

sendo, os detetores PIR são colocados nos quartos e nas casas de banho. A partir destes, as informações sobre o tempo gasto podem ser monitorizadas.

O uso de uma porta pode ser verificado através de um sensor universal, controlando se ela está aberta ou fechada. Pode ser igualmente aplicado a uma porta de um frigorífico, identificando as vezes que um paciente ocorre a este. Através de um sensor de presença, aplicado numa cama, sofá ou cadeira onde a presença de uma pessoa pode ser determinada. O sensor é sensível à pressão, detetando o paciente. Isto requer um sensor universal, uma combinação com os detetores PIR, relatando um comportamento mais detalhado. Os sensores de fluído corporal (sensores de enurese) podem ser colocados na roupa interior dos indivíduos fornecendo um aviso sobre a deteção de humidade (Palumbo, et al., 2014).

Caso este tipo de controlo seja estendido a divisões como a casa de banho, um dos principais componentes são os sensores de fluxo de água. Estes são conectados a uma tubulação de água perto de torneiras na cozinha e lavatórios, e para o tubo de água para o tanque de descarga da sanita. No sistema estudado por (Tsukiyama, 2015) estes sensores transmitem um sinal de radiofrequência (RF), incluindo o código de identificação, a intervalos de um segundo enquanto a água flui através da torneira.

A aplicação mais promissora é a verificação em tempo real de doenças crônicas como a doença cardiopulmonar, asma e insuficiência cardíaca em pacientes localizados longe das instalações de cuidados médicos através de sistemas sem fio. Como tal, será aplicado um sensor de pressão e vibração no paciente, incorporados numa pulseira, que efetua a medição de tensões e regista os batimentos cardíacos. Esses valores serão enviados através de uma rede sem fios (ou Bluetooth) para uma base de dados, permitindo uma análise mais real. (Kakria, et al., 2015).

Um dos sistemas existentes, que ainda se encontra em fase de testes, é o GiraffPlus que consiste numa rede de sensores colocados em casa. Estes incluem sensores fisiológicos para medir, por exemplo, peso, pressão sanguínea e oximetria e pulso, e sensores de ambiente. Este sistema também inclui um robô que permite que os pacientes consigam comunicar via video-chamada com os seus médicos, assim como através de uma interface tátil poder responder a questões levantadas pelos mesmos (Palumbo, et al., 2014), como se pode verificar na **Figura 2**.



**Figura 2 – Robô do sistema GiraffPlus (Healthtech, 2015).**

Um outro sistema já estudado foca-se na monitorização contínua, não invasiva e sem fios de pacientes com Parkinson. Atualmente os médicos usam uma medida subjetiva para medir a progressão da doença, conhecida como *Unified Parkinson's Disease*

*Rating Scale (UPDRS)*, que é baseado na observação do médico da gravidade dos sintomas durante a visita dos pacientes no hospital. (Chkraborty, et al., 2013) propôs uma solução que vai de encontro ao que é necessário para este tipo de patologias. Esta solução passa por implantar uma boa quantidade de sensores na área circundante do paciente, como o seu quarto, para monitorizar a sua atividade diária e alertá-lo em caso de haver tendência a sofrer quedas devido à instabilidade da marcha. Também é estudado todo o padrão de mobilidade do paciente à medida que ele realiza as suas atividades diárias. Estes dados podem então ser usados para treinar o nosso sistema para prever quedas quando uma pessoa mostra sintomas que precedem uma queda.

De um ponto de vista geral, estes serviços de cuidados prestados em casa beneficia tanto o paciente como os fornecedores de cuidados. Para os profissionais de saúde, estes sistemas automáticos têm diversas mais valias. A principal vantagem é que torna desnecessário vigiar presencialmente um paciente durante o dia, reduzindo custos e aumentando a eficácia deste controlo. Os dispositivos de monitorização direta no indivíduo permitem também a deteção e registo de alterações mínimas nos dados vitais, notificando rapidamente o prestador de cuidados, podendo salvar mesmo a vida do paciente. Outra vantagem é que toda a informação recolhida pode ser armazenada e integrada num registo independente de cada paciente para permitir um diagnóstico mais preciso tendo em conta a maior informação disponível. Os pacientes beneficiam destes serviços uma vez que, existindo um diagnóstico mais preciso e rápido das suas anomalias, a sua qualidade de vida aumenta (Stankovic, et al., 2005) no entanto, caso o paciente tenha algum episódio clínico que o incapacite, o auxílio é mais demorado em comparação com o tempo que demoraria a ser tratado caso se encontre num hospital.

Este tipo de tecnologias já se encontram a serem utilizadas e estudadas em pessoas com certos tipos de patologias, como é o caso do Parkinson ou o Alzheimer. Neste caso, estes tipos de sistemas apresentam-se incorporados por vários tipos de sensores, os quais recolhem um enorme número de dados diariamente, o que implica que através da análise da informação recolhida será possível para um profissional despistar certas doenças ou problemas que a pessoa em estudo poderá vir a ter no futuro. Como este tipo de dados são obtidos automaticamente, isto reduz custos e o número de visitas regulares ao médico, o que permitirá que vários pacientes estejam a ser vigiados pelo mesmo profissional, assim como aumentar a base de dados de pesquisas biológica, farmacêutica e de aplicações médicas (Stankovic, et al., 2005).

Neste artigo pretende-se que seja desenvolvido um sistema capaz de monitorizar vários componentes de um ser humano, de forma a poder despistar algumas patologias e poder alertar um profissional de saúde que o paciente em estudo pode apresentar algumas características que podem levar a problemas no futuro.

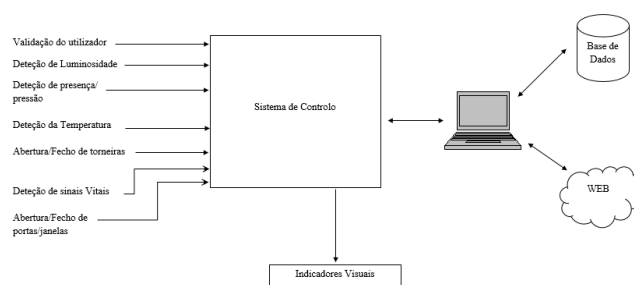
A motivação deste trabalho é determinar padrões de comportamento para detetar precocemente doenças.

Sendo assim, o sistema será capaz de alertar o médico relativamente a comportamentos de risco, se os sinais vitais do doente se encontram dentro dos valores padrão estipulados pelo Serviço Nacional de Saúde, assim como guardar informações sobre a rotina do mesmo, podendo verificar-se caso exista alguma alteração na mesma.

## 2. DIAGRAMA DE BLOCOS

O sistema desenvolvido é composto por um microprocessador, pelos componentes físicos – dos quais são exemplos sensores, interruptores, LCD, entre outros –, pela base de dados e pela interface web com os utilizadores.

Na **Figura 3** encontra-se esquematizado os grandes grupos que consistem o sistema desenvolvido: um microprocessador, variados sensores, base de dados e uma interface com os utilizadores.



**Figura 3 - Diagrama de Blocos.**

O sistema de controlo recebe os dados provenientes de todos os sensores disponibilizados, e apresenta sinais visuais sobre a posição relativa do paciente, assim como os valores de temperatura e luminosidade nessa divisão. Todos estes dados são, posteriormente, guardados numa base de dados e disponibilizados aos utilizadores via uma plataforma Web.

O microprocessador é responsável pela aquisição dos dados biométricos (como o peso, batimentos por minuto e os níveis de glicemia de um utente), mas também regista dados ambientais, assim como a posição relativa do paciente dentro da casa. Este componente também realiza a conexão ao LCD. Estes dados são processados e enviados através do servidor para uma base de dados, que através de uma análise adequada serão disponibilizados com o auxílio de uma plataforma Web.

A base de dados encontra-se dividida em 3 grandes partes. A primeira parte corresponde aos dados dos utilizadores, a segunda aos dados biométricos dos utentes e a terceira ao sistema de gestão de hábitos.

Todas as informações recolhidas poderão ser posteriormente analisadas por parte de um profissional de saúde que poderá ser utilizada para o auxílio do estado de saúde dos seus pacientes.

### 3. HARDWARE

Para a implementação dos circuitos necessários para a realização deste projeto recorreremos à utilização de um microcontrolador e de vários elementos, que nos permitiram aproximar o nosso sistema o mais próximo da realidade.

O sistema de hardware encontra-se constituído por duas componentes: o sistema de aquisição de dados da casa nos quais serão retirados os hábitos do indivíduo, e a realização de testes biométricos do mesmo.

#### 3.1. Arduino Mega

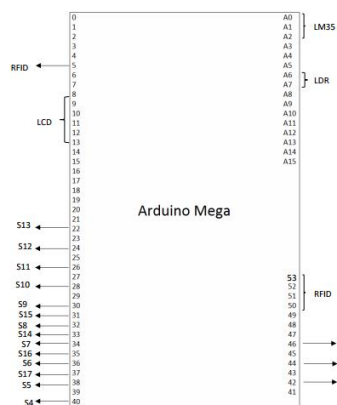
O Arduino mega (**Figura 5**) é um microcontrolador que contém 54 portas digitais (de input e output) e 16 portas analógicas. Este é utilizado como uma plataforma eletrónica, que permite receber informação de variados inputs e produzir outputs como resposta, através da interpretação do software desenvolvido, baseado nas linguagens C, C++ e Java (Arduino, 2017).

Ao arduino Mega encontram-se realizadas todas as ligações



referentes à maquetas e das quais será possível retirar as informações dos hábitos dos utentes.

Na **Figura 5** encontra-se apresentado, de forma esquemática, as entradas e saídas, analógicas e digitais, que serão implementadas neste arduino.



**Figura 5 - Esquema elétrico que representa as entradas e saídas do microprocessador.**

Para a realização dos dados biométricos dos mesmos foi utilizado um arduino UNO. À semelhança do arduino Mega, este é um microcontrolador, no entanto só contém 14 portas digitais (de input e output) e 6 portas analógicas. Com este só serão adquiridos os dados referentes ao sensor de pulso (3.7), e os restantes possíveis exames serão simulados no mesmo.

#### 3.2. Display

O Display é um componente do Arduino, usado para mostrar a saída de dados. Neste projeto terá o papel de informar o profissional de saúde em que divisão é que o utente se encontra e alertá-lo para o caso de algum dos sensores existentes por toda a casa, se encontrarem dentro da gama desejada.

#### 3.3. RFID

A tecnologia RFID é um termo genérico para as tecnologias que utilizam a frequência de radio para a captura de dados. Por isso existem diversos métodos de identificação, mas o mais comum é

**Figura 4 - Arduino Mega (Arduino, 2017).**



armazenar um número de série que identifique uma pessoa ou objeto, ou outra informação, num microchip (nControl, 2015).

### 3.4. LM35 – Sensor de Temperatura

LM35 (Figura 4) é o sensor de temperatura que utilizado com uma saída analógica de 30V de capacidade. Este sensor é calibrado diretamente em graus Celsius e, a 25°C, tem uma precisão garantida de  $\pm 0,5^\circ\text{C}$ . O seu intervalo de funcionamento é de  $-55^\circ\text{C}$  a  $150^\circ\text{C}$  e é indicado para aplicações remotas. Tem um baixo custo, opera num intervalo de 4V a 30V e tem uma perda de corrente baixa, inferior a  $50\mu\text{A}$  (Instruments, 2017).

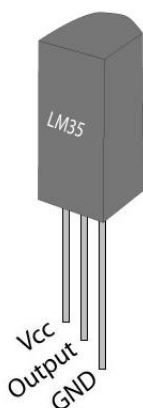


Figura 7 - LM35 (Instruments, 2017).

### 3.5. LDR – Sensor de Luminosidade

O LDR (*light dependent resistor*) é o que nos permite identificar quando algum eletrodoméstico se encontra ligado ou quando alguma lampada se encontra acesa, o que nos permite determinar a presença do indivíduo nesse espaço da casa.

A sensibilidade de um LDR é a relação entre a luz que incide sobre o dispositivo e o valor resultante da saída. Esta saída corresponde ao valor de resistência da célula fotoelétrica.

No escuro, a sua resistência é muito alta, às vezes até de  $1\text{M}\Omega$ , mas quando o sensor LDR é exposto à luz, o valor da resistência cai drasticamente para alguns ohms, dependendo da intensidade da luz.

Este sensor precisa de um circuito que nos permite transformar uma grandeza física não elétrica, a intensidade luminosa, num sinal de saída em forma de tensão. Sendo assim foi utilizada a montagem presente na Figura 6.

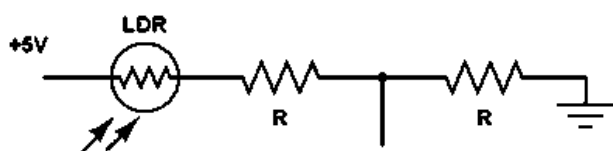


Figura 6 - Esquema elétrico de um LDR.

### 3.6. Interruptores

O interruptor é um dispositivo simples, usado para abrir ou fechar circuitos elétricos. São utilizados na abertura de redes, em tomadas e entradas de aparelhos eletrônicos, basicamente na maioria das situações que envolvem ligar/desligar energia elétrica.

Tipos de interruptores:

- Interruptores com botão de pressão: um dispositivo que é acionado através do pressionar de um botão, gerando alterações de contacto.

- Interruptor automático: um dispositivo automático que aciona, sem precisar de ser tocado e que funciona na base de redes indutivos.

### 3.7. Sensor de Pulso

Como forma de obtenção de dados biométricos foi utilizado um sensor de pulso que nos permitiu registar os batimentos cardíacos num pequeno posto médico desenvolvido dentro do projeto inicial. Os dados desde sensor em conjunto com outros dados gerados automaticamente, fazem parte do conjunto de dados biométricos obtidos e registados como sendo exames diários que o paciente deverá realizar.

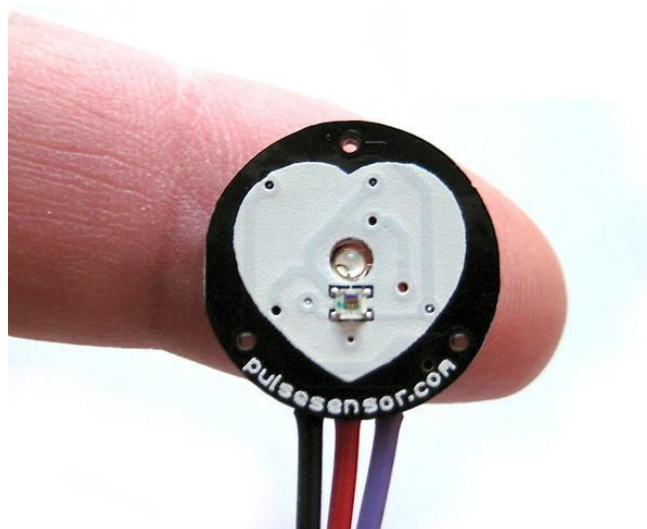


Figura 8 - Sensor de pulso (Ilc, 2017).

## 4. SOFTWARE

O sistema produzido é composto por uma interface web gerada em PHP, HTML e CSS, e uma base de dados MySQL.

Como forma de facilitar a transmissão de dados e o tratamento dos dados em qualquer pc, esta foi armazenada nos servidores da Azure. Tal facto permite-nos que seja possível aceder à base de dados *home\_care\_system* a partir de qualquer computador, desde que o mesmo seja capaz de suportar o servidor da aplicação web utilizado.

A *home\_care\_system* é constituída por 12 tabelas e permite guardar toda a informação de cada utilizador, assim como os dados específicos só aos utentes, como é o caso dos hábitos e os dados biométricos.

O método utilizado para fazer a conexão à base de dados, a partir de várias operações e funções, é a DAL (*Data Access Layer*), camada onde se torna possível uma mais simples manipulação dos dados. Para aceder à página WEB, os utilizadores têm de efetuar um login que, depois de validado, os enviará para uma página diferente, consoante o tipo de utilizador, de forma a cumprir as necessidades exigidas por cada um.

O sistema possui 3 utilizadores: o administrador, o médico e o utente. Sendo a grande parte das funcionalidades se encontram centralizadas no médico, tendo em conta que o sistema se encontra



direcionado para o despiste de comportamentos de risco por parte dos utentes.

O Administrador tem o poder de ver todos os utilizadores presentes na base dados, quer estes sejam médicos, quer pacientes.

O Utente só poderá ver os seus dados pessoais e modificar os que se encontram sujeitos a mudanças, como a morada e o número de telemóvel.

O Médico é o utilizador com mais premissões, como foi referido anteriormente. Este lista os paciente, pode procurar os paciente através de várias opções como o número de utente e o username. Assim como vê os dados todos relativos aos pacientes. Estes dados encontram-se a ser representados através de gráficos que permitam ao profissional de saúde tirar conclusões sobre todos os dados adquiridos dos pacientes em estudo. O médico também visualiza e edita os seus dados pessoais.

## 5. CONCLUSÃO

Com o aumento do envelhecimento da população começou a surgir a necessidade de aumentar o nível de cuidados continuados de forma a conseguir combater comportamentos de risco que poderiam levar à possível morte do indivíduo. Sendo assim começaram a surgir sistemas capazes de monitorizar continuamente um paciente sem a necessidade de se encontrar um profissional de saúde no domicílio do mesmo.

Por conseguinte, o sistema desenvolvido enquadra-se neste tipo de apoio, visto que se mostrou funcionar e útil para, de uma forma viável, os profissionais de saúde terem presente um histórico dos hábitos/comportamentos dos seus pacientes.

Para uma melhoria futura no projeto seria aconselhada a integração da aquisição dos dados biométricos com o microcontrolador principal, assim como aumentar as funcionalidades do mesmo, aumentando também a sua qualidade de autonomia.

## 6. REFERÊNCIAS

- Akyildiz, I. F., Su, W., Sankarasubramaniam, Y., & Cayirci, E. (2002). Wireless sensor networks: a survey. Em *Computer Networks* (pp. 393-422). Atlanta, USA: Elsevier Science B.V.
- Arduino. (2017). Obtido em 20 de 05 de 2017, de Arduino Mega: <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega>
- Chakraborty, S., Ghosh, S. K., Jamthe, A., & Agrawal, D. P. (2013). Detecting Mobility for Monitoring Patients with Parkinson's Disease at Home using RSSI in a Wireless Sensor Network. *Procedia Computer Science*, 19, 956-961.
- Ellenbecker, C. H., Samia, L., Cushman, M. J., & Alster, K. (2008). Patient Safety and Quality in Home Health Care. Em *Patient Safety and Quality: An Evidence-Based Handbook for Nurses*. (pp. 307-346). Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US).
- Healthtech. (27 de 10 de 2015). *Check Out These House Robots That Will Help Us In The Future*. Obtido em 17 de 04 de 2017, de HealthTechCenter.org: <http://www.healthtechcenter.org/check-out-these-house-robots-that-will-help-us-in-the-future/>
- Instruments, T. (2017). *LM35 ±0.5°C Temperature Sensor with Analog Output with 30V Capability* / TI.com. Obtido de TI.com: <http://www.ti.com/product/LM35>
- Khoi, N. M., Saguna, S., Mitra, K., & Åhlund, C. (2015). Irehmo: an efficient iot-based remote health monitoring system for smart regions. *E-health Networking, Application & Services (HealthCom), 2015 17th International Conference on* (pp. 563-568). Boston, United States: IEEE.
- Kraus, J. (04 de 08 de 2016). *Growth in the Home Care Industry*. Obtido de MatrixCare: <http://www.matrixcare.com/blog/growth-home-care-industry/>
- Ilc, W. F. (2017). *Heartbeats in Your Project, Lickety-Split ♥*. Obtido de World Famous Electronics Ilc.: <https://pulsesensor.com/>
- nControl. (2015). *O que é RFID?* Obtido de nControl - Unlimited Possibilities: <http://www.ncontrol.com.pt/o-que-e-rfid.html>
- P. Kakria, N.K. Tripathi & P. Kitipawang. (2015). A Real-Time Health Monitoring System for Remote Cardiac Patients Using Smartphone and Wearable Sensors. *Hindawi Publishing Corporation*, 11.
- Palumbo, F., Ullberg, J., Štimec, A., Furfari, F., Karlsson, L., & Coradeschi, S. (2014). Sensor Network Infrastructure for a Home Care Monitoring System. *Sensors*, 14, 3833-3860.
- Stankovic, J. A., Cao, Q., Doan, T., Fang, L., He, Z., Kiran, R., . . . Wood, A. (2005). Wireless sensor networks for in-home healthcare: Potential and challenges. *High confidence medical device software and systems (HCMDSS) workshop*.
- Tsukiyama, T. (2015). In-home Health Monitoring System for Solitary Elderly. *5th International Conference on Current and Future Trends of Information and Communication* (pp. 229-235). Japan: Elsevier B.V.