

Monitoramento de crianças e idosos utilizando uma WBAN

Mestre Felipe Thamay
Universidade Estadual da Paraíba
Núcleo de Tecnologia estratégicas em saúde - NUTES
Email: felipethamay@hotmail.com

Doutor Misael Elias de Moraes
Universidade Estadual da Paraíba
Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde - NUTES
Email: moraiscg@uol.com.br

Abstract

Introduction: The technologies that use wireless data transmission are becoming increasingly popular, and with this the wireless body area network (WBAN), allied directly to the wireless sensor network (WSN), has been studied and implemented by many researchers and industry. **Method and Objective:** In this context, the goal of the project is to propose a technology solution, the Weartool, which focuses on a system that assists the responsible in the monitoring of the elderly and children, presenting, through an application, possible falls in the elderly, the child's excessive distances and the ambient temperature, as well as other configurations regarding the application and the sensors used. Therefore, the smartphone application will be notified, assisting in the decision making of the parents or guardians. **Result:** The results show the efficiency of the device for the proposed functions, according to the tests performed and the data returned. **Conclusion:** Therefore, with tests done, in a quantity of sample used, we can conclude that Weartool had a concrete result in relation to the detection of falls, distance and ambient temperature.

Keywords: WBAN, RSSF, Sensors, Embedded device, MetaDetector.

Resumo

Introdução: As tecnologias que utilizam transmissão de dados sem fio estão se tornando cada vez mais populares e, com isso, a rede de área corporal sem fio (WBAN), aliada diretamente a rede de sensores sem fio (RSSF), vem sendo estudada e implementada por muitos pesquisadores e pela indústria. **Método e Objetivo:** Nesse contexto o objetivo do projeto é propor uma solução de tecnologia, o Weartool, que tem como foco um sistema que auxilia o cuidador no monitoramento de idosos e crianças, apresentando por meio de um aplicativo eventuais quedas em idosos, distâncias excessivas da criança e a temperatura ambiente, bem como demais configurações referentes ao aplicativo e aos sensores utilizados. Sendo assim, o aplicativo do smartphone será notificado, auxiliando na tomada de decisão dos pais ou responsáveis. **Resultado:** Os resultados mostram a eficiência do dispositivo para as funções propostas de acordo com os testes feitos e os dados retornados. **Conclusão:** Portanto, com testes feitos em uma quantidade de amostra utilizada, podemos concluir que o Weartool teve resultado concreto em relação à detecção de quedas, distância e temperatura ambiente.

Palavras-chave: WBAN. RSSF. Sensores, dispositivo embarcado, MetaDetector.

Monitoring children and elderly using a wban

INTRODUÇÃO

Os avanços das tecnologias de comunicação sem fio proporcionaram uma grande evolução de sensores voltados à aplicações médicas abrindo o caminho para dezenas de dispositivos relacionados à área

da saúde e aplicados ao monitoramento de pacientes¹.

Com isso, as pesquisas na área de redes de sensores sem fio levaram o Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE) a formar um grupo de trabalho especificamente para essa área tecnológica. O padrão IEEE 802.15.6, voltado especificamente para a Rede de Área Corporal sem Fio (WBAN), visa proporcionar um protocolo internacional de baixa potência, de curto alcance e com alta qualidade de serviço (QoS) dentro ou fora da área do corpo humano².

As redes de sensores sem fio são constituídas de um ou mais nós distribuídos e implementados para coletar informações sobre parâmetros de interesse usando alguns sensores (Ex: Temperatura, aceleração, luz, umidade)³. Nesse caso, um nó sensor pode ser formado por um rádio transmissor, uma bateria e um processador.

No entanto, o crescimento maciço em dispositivos sem fio e o impulso para interconectar esses dispositivos para formar uma Internet das coisas (IOT) pode ser um desafio para os WBANs. Esse paradigma tecnológico pode ser definido como a comunicação entre dispositivos eletrônicos, ou seja, permite que sensores coletem e troquem dados por meio de uma infraestrutura de rede existente⁴.

Na área de negócios o monitoramento remoto por meio de dispositivos embarcados aumenta a eficiência, economizando tempo e consequentemente reduzindo gastos, dispensando um profissional à disposição em tempo integral. Uma de suas funcionalidades é a capacidade de enviar um alerta a qualquer hora do dia, com informações relevantes, como alerta de intrusão ou até mesmo o desligamento de um equipamento.

Já no segmento da saúde pode auxiliar no monitoramento dos sinais vitais do corpo humano, ou seja, monitora os parâmetros fisiológicos independentemente do local onde a pessoa esteja, quer seja no hospital, em casa ou na rua⁵. Pesquisas⁶ afirmam que estes sensores sem fio podem ser utilizados na área médica afim de monitorar ou até mesmo controlar os sentidos vitais de um corpo humano. Acredita-se que essa tecnologia seja uma das soluções mais promissoras para satisfazer a crescente demanda de serviços de cuidados da saúde, levando em consideração o estilo de vida de cada paciente⁷.

Estes sensores também podem ser vestíveis, ou seja, podem ser acoplados a roupa ou acessório de um indivíduo. O *MetaDetector*, por exemplo, foi desenvolvido pela *Mbientlab* para ser

fixado em qualquer roupa/tecido e dessa maneira ser programado para interagir com os movimentos do usuário ou com o ambiente à sua volta⁸.

Estudo feito com idosos a partir dos 60 anos apresentou um número de notificações de fraturas de fêmur e suas consequências: número de internações, proporção de internações e taxa de internações na cidade de João Pessoa - PB nos anos de 2008 a 2012. O estudo apontou que 1.200 procedimentos de fraturas foram realizados pelo SUS entre as quais 687 foram em idosos⁹.

Dados como esse são alarmantes, tendo em vista que idosos que tenham sofrido lesão traumática têm em sua maioria perda de autonomia e aumento de dependência, com isso aumentando os cuidados dos familiares enquanto hospitalizados¹⁰.

Nesta perspectiva, propomos o desenvolvimento de um protótipo de um sistema de monitoramento de crianças e idosos chamado *Weartool*. A ferramenta visa monitorar o movimento a fim de identificar quedas em idosos, possíveis locais que possam colocar em perigo a criança, além de monitorar a distância e a temperatura ambiente.

Este trabalho será dividido da seguinte forma: Introdução, Visão geral,

Arquitetura do protótipo do sistema, Resultados parciais, Agradecimentos e por fim as Referências.

VISÃO GERAL

Área da Saúde

Uma lesão é descrita por alterações no tecido biológico que pode ser causada por anormalidades no funcionamento natural da célula ou por aspectos físicos como traumatismo mecânico, oriundo de choques, impactos ou transferência de movimento. Devido à redução da densidade óssea e elasticidade do tecido muscular/epitelial que ocorre gradativamente em idosos, a magnitude da força necessária para causar uma lesão decai proporcionalmente e pequenos traumas já podem gerar consequências sérias como ferimentos, fraturas e lesões de órgãos internos¹².

As quedas em crianças de 0 até 6 anos de idade são as principais causas de lesões médicas¹³, podendo se tornar uma situação mais drástica. Situações observadas em noticiários locais poderiam ser evitadas, como o caso ocorrido em Terra Nova, zona rural do município de São Bento, no estado da Paraíba, onde uma criança de sete meses morreu afogada em um balde cheio de água enquanto os pais dormiam¹⁴.

Pesquisa¹⁵ mostra que quedas em idosos é uma situação frequente com consideráveis consequências físicas, psicológicas e sociais. Uma das principais consequências decorrentes das quedas é a fratura, onde acarreta ao idoso maior vulnerabilidade e novas situações, deixando o mesmo frágil e inseguro devido ao trauma ocorrido.

Fratura do Fêmur Proximal (FFPs) em idosos acarreta uma grande incapacidade funcional, prejudicando a qualidade de vida dos mesmos. Estudos¹⁶ feitos na Santa Casa de Misericórdia de Batatais, município do estado de São Paulo, no Brasil, mostra que apenas 25% dos pacientes que sofreram FFP se recuperam totalmente e os demais podem apresentar sintomas decorrentes da fratura como dor, inchaço, dificuldade para subir escadas e dificuldade de locomoção. No período de outubro de 2005 a outubro de 2006, totalizou 27.647 casos de FFP, segundo a pesquisa realizada.

A Lesão Cerebral Traumática ocorre quando uma força externa atinge a cabeça devido a uma súbita aceleração ou desaceleração ou por um impacto súbito, resultando em fratura no crânio, hemorragia interna, perda de consciência por mais de uma hora ou uma combinação destes fatores. Com isso, alguns dos aspectos da vida do indivíduo são afetados.

Devido às lesões cerebrais não cicatrizarem como outras lesões, sua recuperação é de forma funcional¹⁷.

Pesquisa¹⁸ tratam o traumatismo cranioencefálico (TCE) como uma lesão em torno do couro cabeludo, o crânio e o encéfalo, causado após uma lesão fechada ou penetrante às estruturas encefálicas, causando fraturas cranianas e dano ao tecido encefálico.

Área da Tecnologia

A internet das coisas (*Internet of Things*) é um novo paradigma tecnológico que ganha atenção de vastos campos de pesquisa nos últimos anos. Seu conceito principal é conectar dispositivos através da Internet por meio de protocolos específicos. Com isso a IoT proporciona uma ampla visão onde uma rede de coisas inteligentes, identificadas unicamente com dispositivos como sensores conectados, em qualquer lugar, em qualquer dispositivo, trabalhando em conjunto para fornecer uma variedade de serviços sob demanda aos clientes⁴. Na área médica, sensores específicos também podem ser equipados dentro de ambientes para monitorar a saúde e o bem-estar de pacientes ou até mesmo serem vestíveis, garantindo que o tratamento adequado está sendo administrado corretamente¹⁹.

Com a evolução deste paradigma, aliado diretamente ao desenvolvimento de sensores sem fio conectados, o IEEE estabeleceu uma norma de trabalho chamado IEEE 802.15.6 para a padronização da WBAN, criando um padrão internacional para os dispositivos de baixa potência com máxima confiabilidade.

Uma das tecnologias de transferências de dados utilizadas pelos sensores é o *Bluetooth*. Nos sensores sem fio é amplamente utilizado para troca de dados, pois garante rapidez e segurança entre equipamentos que possuam a mesma tecnologia. Esta, por sua vez, vem evoluindo desde sua concepção para atender às demandas do mercado. O *Bluetooth* 4.0 é uma das tecnologias mais recentes e mais utilizadas, iniciando sua comercialização a partir do ano de 2010²⁰. Algumas das características dessa nova tecnologia é a alta velocidade, podendo chegar até 1MB por segundo, baixo consumo de bateria, alta segurança com o novo protocolo de criptografia de 128 bits e frequência de 2.4GHz.

A Mbiolab⁶ é uma empresa que oferece soluções de sensores sem fio *Bluetooth* de baixo consumo. Estes sensores são ideais para aplicações em *eHealth*, *fitness*, comerciais, industriais, educacionais e

portáteis. Eles são voltados para prototipagem, pesquisa e desenvolvimento de produtos e incluem medição de frequência cardíaca, temperatura e resposta galvânica da pele.

Pesquisa realizada²¹ apontam que 95,5% dos *smartphones* vendidos no Brasil vem com o SO *Android* e somente 4,5% vem com *iOS*. Sendo assim, o *Android* torna-se uma tendência nacional.

ARQUITETURA DO PROTÓTIPO DO SISTEMA

A MetaWear é uma plataforma de desenvolvimento completa de aplicações para dispositivos móveis. Possui a CPU ARM® Cortex™ M0 *Bluetooth* 4.0 nRF51822, um SoC¹ de baixa potência e baixo consumo, ideal para comunicação com *smartphones*. O sensor MetaDetector é alimentado por uma pequena bateria de lítio RC2032 com tensão de 3V, e utiliza os seguintes sensores: Acelerômetro BMI160, FOTOSENSOR LTR329, Sensor de proximidade IR TSL2671 e Sensor de temperatura (Termistor) NCP15XH103F03RC.

¹ SoC – *System on a chip*.

A figura 1 mostra o *Metadetector* com os sensores embarcados. A figura 2 apresenta o protótipo final e a figura 3 mostra a arquitetura simplificada do dispositivo e seus embarcados.

O dispositivo utilizado dispõe de vários sensores embarcados. É uma tecnologia de baixo consumo, com bateria CR2032, Bluetooth 4.0 (2.4Ghz), um processador ARM® Cortex®-M0 MCU, memória flash de 256kB, memória RAM de 32kB, um sensor de temperatura, um sensor de luz, um sensor de proximidade e sensor de movimento (acelerômetro e giroscópio de 3 eixos).

Figura 1. Placa Metadetector



Fonte: <https://mbientlab.com/>.

Figura 2. Protótipo *Weartool*.



Fonte: Os autores.

Aplicativo

O aplicativo *Weartool* (Figura 4) fará todo o controle dos sensores, os quais enviarão informações referentes à movimentação da criança e do idoso, temperatura ambiente, localização aproximada e outras funções pertinentes a configuração do aplicativo e dos sensores.

Figura 4. Aplicativo *Weartool*.



Fonte: Os autores. Retirada do aplicativo *Weartool*.

A figura 5 (em anexo) mostra, através do diagrama de caso de uso, como será a utilização dos sensores conectados ao aplicativo. O cuidador da criança ou idoso efetuará o monitoramento de queda e

distância por meio de notificações geradas no smartphone e também pode verificar a temperatura ambiente em tempo real. O sensor ficará acoplado à roupa e, caso o idoso ou a criança sintam-se em uma situação de perigo, poderá pressionar o botão do sensor que emitirá uma notificação.

Monitorar Queda

Quando, de fato, ocorrer uma queda, o aplicativo imediatamente enviará uma notificação. O monitoramento de quedas irá avaliar o comportamento do idoso, onde o app irá decidir em quais situações será emitida uma notificação.

Isso será feito por meio do sensor acelerômetro, onde a orientação dos segmentos do corpo humano é mesurada por uma unidade de medição inercial (IMU).

A unidade de medição inercial é um dispositivo que mede e relata a força específica e a taxa angular em um corpo. São amplamente utilizados em equipamentos que exigem o conhecimento de sua posição exata. É implementado utilizando um ou mais acelerômetros para detecção de aceleração linear e um ou mais giroscópios para medição da taxa de rotação²².

Monitorar Distância

A funcionalidade de monitorar distância será feita por meio do *bluetooth*, retornando a distância aproximada entre o sensor e o *smartphone*. Na tela do aplicativo, indicará a distância em metros e a intensidade do sinal.

Outra funcionalidade é o botão de monitoramento. Esse botão fica acoplado ao sensor, onde a criança, ao sentir necessidade, irá pressionar o botão, gerando uma notificação no aplicativo, alertando os responsáveis que a criança está necessitando ser localizada.

Temperatura ambiente

A funcionalidade de aferição de temperatura ambiente, ou seja, temperatura local serve para verificar a temperatura onde o sensor estará alocado, servindo em casos em que uma temperatura constante tenha que ser aferida e mantida para o conforto e bem-estar da criança ou idoso. Nesse caso, o sensor ficará disposto no ambiente em que será feita a aferição.

Configurações

Na tela de configurações do aplicativo teremos informações referentes ao sensor: Fabricante, Modelo, Número de série, *Firmware*, *Hardware* e endereço *Media Access Control (MAC)*. Teremos a opção de atualizar o *Firmware* do sensor, verificar o led disponível nas cores

vermelho, verde e azul. Poderemos também verificar a força do sinal recebido em relação ao sensor e ao aplicativo e também nível da bateria do embarcado.

RESULTADOS PARCIAIS

Os testes iniciais foram feitos projetando o sensor simulando uma queda. Nos gráficos de acelerômetro para queda em idosos, espera-se que haja uma variação da aceleração na forma de pico, pois esta é muito maior do que a aceleração derivada de uma pessoa andando, seguido de uma diminuição que tende a zero, onde, após a queda, a tendência é que o idoso fique alguns instantes no chão (repouso, $a = 0 \text{ m/s}^2$).

Num acelerômetro em 3 dimensões, as curvas de X, Y e Z devem obedecer um grau de sincronia, uma vez que o corpo de um idoso não é um objeto de massa ideal, que pode ser desprezado num movimento rotacional/vibracional. Independentemente do tipo de queda, há variações nos 3 eixos. Logo, onde puder ser observado a maior harmonia de variação dos 3 eixos é onde está a maior possibilidade do registro de queda.

Fisicamente, quando se trata de gravidade, o eixo y é tomado como referência para aceleração, mas, se o idoso cai, a variação aceleração tem que ser necessariamente

mais intensa no eixo da gravidade. Nos gráficos preliminares, os eixos y e z comportam-se como eixos de gravidade, pois há variação mais intensa (pico).

A figura 6 mostra por meio do gráfico o comportamento em repouso do idoso, apresentando uma linearidade entre os eixos x, y e z. Este gráfico pode ser tomado como referência na identificação do movimento.

Figura 6. Repouso. Eixos Lineares



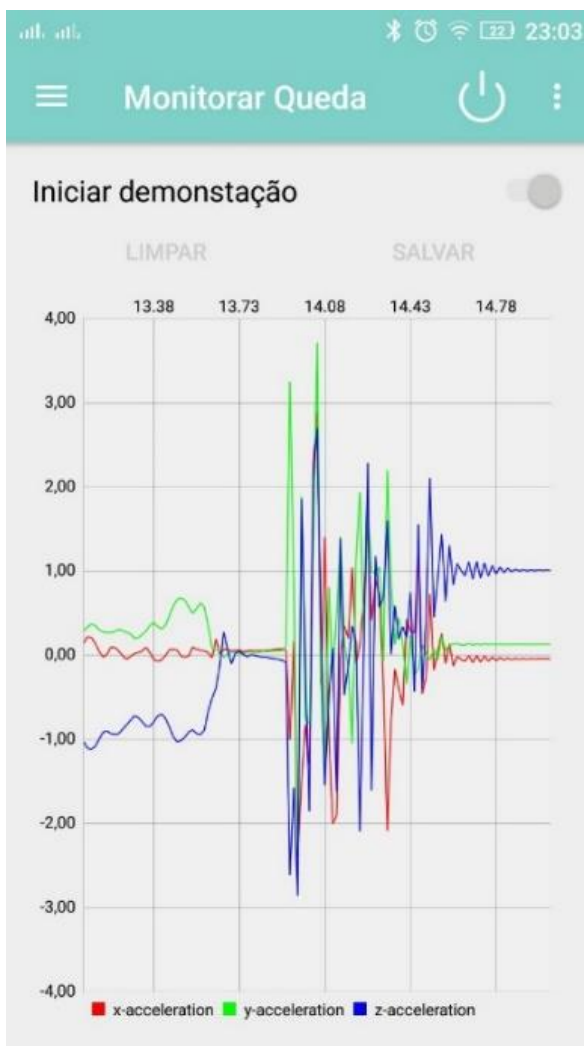
Fonte: Os autores. Retirada do aplicativo *Weartool*.

A figura 7 mostra a queda para baixo onde é observado que do início do gráfico até o intervalo de 13.73s, há pequenas variações

de aceleração quando o idoso estava em movimento aleatório (caminhada). Em seguida, de 13.73s a aproximadamente 14s, há uma variação desse movimento, é o que antecede/causa a queda.

De 14s a 14.43s há uma grande variação nos eixos x, y e z seguido de uma tendência ao repouso (de 14.5s em diante). Estes pontos centrais do gráfico onde há a maior variação de aceleração nos 3 eixos configuram a queda.

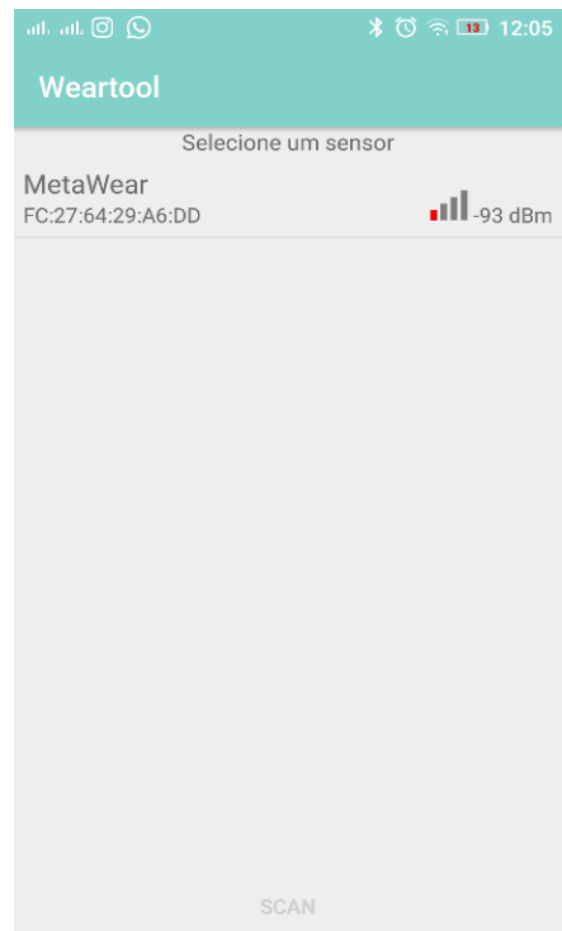
Figura 7. Queda para baixo.



Fonte: Os autores. Retirada do aplicativo *Weartool*.

Com relação ao monitoramento da distância da criança foram feitos testes do alcance de sinal, tendo uma eficiência até 50m em campo livre e 15m com barreira, abrangendo áreas relativamente consideráveis. A figura 8 representa a distância máxima de 50m onde teve -93 dBm², o equivalente a 19% de RSSI. A distância mínima observada (figura 9) foi de 50cm com 46dBm, o equivalente a 61% de RSSI.

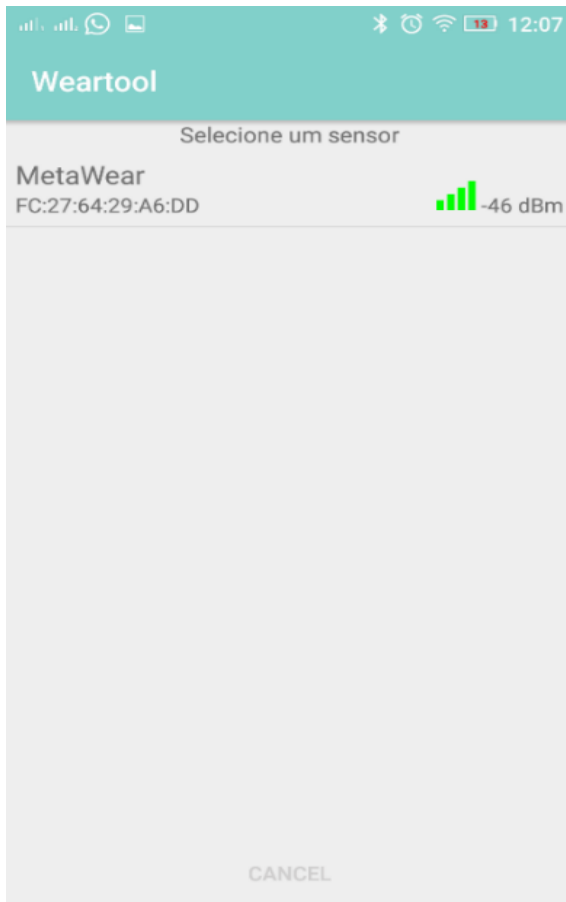
Figura 8. Distância máxima do sensor.



Fonte: Os autores. Retirada do aplicativo *Weartool*.

² dBm - *decibel mil watts*

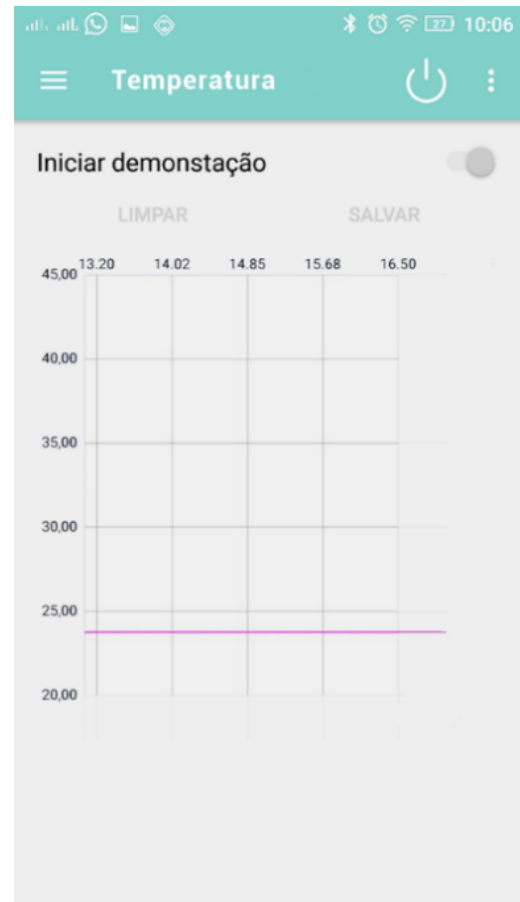
Figura 9. Distância mínima do sensor.



Fonte: Os autores. Retirada do aplicativo *Weartool*.

Na figura 10 mostra a temperatura do local onde o sensor está alocado. É possível ver a linearidade do gráfico pois o teste foi feito em um ambiente climatizado, com temperatura exata de 23°C (figura 11) para assim constatar a eficiência do sensor de temperatura utilizado.

Figura 10. Temperatura ambiente.



Fonte: Os autores. Retirada do aplicativo *Weartool*.

Figura 11. Indicador de temperatura local



Fonte: Os autores.

CONSIDERAÇÕES E TRABALHOS FUTUROS

Esta pesquisa apresenta como resultado um protótipo com o objetivo de monitorar o comportamento de idosos e crianças por meio de micro sensores conectados via *bluetooth* a um aplicativo.

O resultado experimental mostra que o dispositivo é compacto, relativamente de baixo custo e de fácil utilização. Suas principais características físicas é o seu pequeno tamanho, seu peso leve e seu baixo consumo de energia.

Diferentes padrões de queda foram caracterizados e modelados utilizando os sensores acelerômetro de 3 eixos, com base na unidade de medição inercial (IMU), onde os sinais obtidos dos movimentos foram processados e analisados por um SoC.

Analisando os dados por meio dos gráficos obtidos das eventuais quedas, podemos ver a variação do gráfico nos eixos x, y e z. Com isso, avaliamos as quedas como nível intermediário as que ficaram entre -3 e 3, nos eixos y e z de gravidade e, graves a gravíssimos, as que estão acima dessa faixa.

Com relação ao monitoramento da distância da criança, foram feitos testes do alcance de sinal, tendo uma eficiência até

50 metros em campo livre e 15 metros com barreira, sendo assim, cobrindo áreas relativamente consideráveis para o monitoramento. O retorno da localização aproximada foi calculado por meio de uma função específica.

A verificação da temperatura ambiente também foi constatada, pois os testes foram feitos em ambientes climatizados, dessa forma, evidenciando a eficácia do sensor.

Posteriormente, nos resultados definitivos, será necessário tomar gráficos de referência com intervalos maiores, parâmetros estabelecidos e definição de eixos. É preciso identificar como se manifestam os gráficos de movimentos aleatórios com nenhuma, pouca ou muita variação de aceleração para que se tenha uma maior segurança na análise dos dados.

Portanto, temos embasamento suficiente para alegar que esta tecnologia tem um grande potencial a revolucionar o futuro da área da saúde, em relação ao monitoramento remoto de pacientes, estando estes em qualquer ambiente. Tendo em vista que a tecnologia traz conforto em sua utilização e facilidade para o usuário.

AGRADECIMENTOS

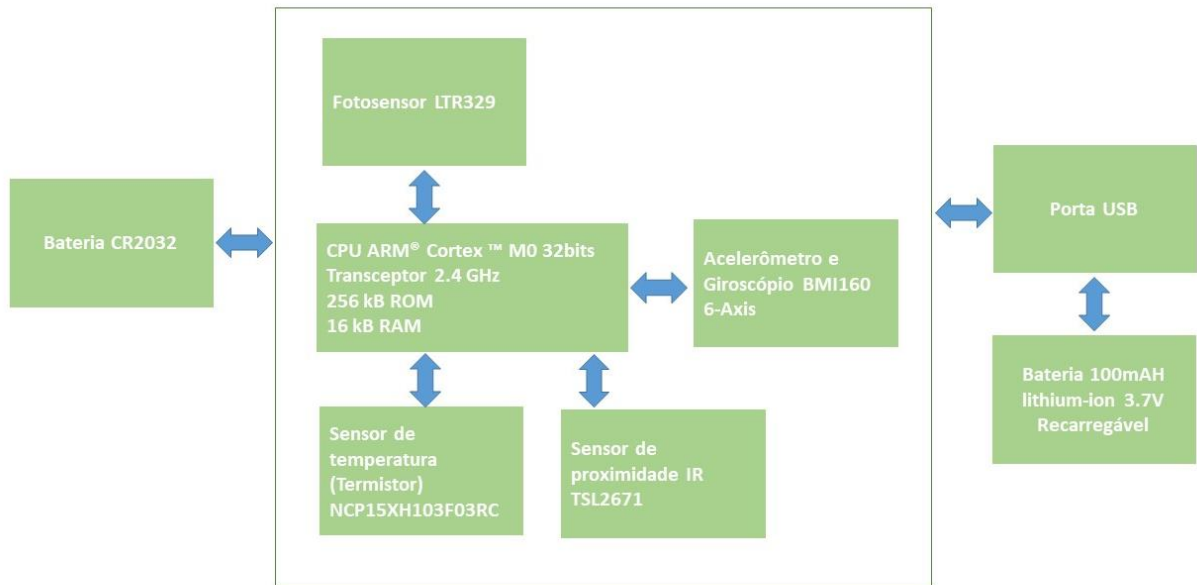
Este artigo é o resultado do projeto Redes WBAN para a saúde e o bem-estar. Gostaríamos de agradecer a Universidade Estadual da Paraíba – UEPB e ao Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde – NUTES.

REFERÊNCIAS

1. Ameen MA, Kwak K-S. Social Issues in Wireless Sensor Networks with Healthcare Perspective. *The International Arab Journal Of Information Technology*, Jordânia 2011 jan; 8(1): 52-58.
2. Kwak K-S, Ullah S, Ullah N. An overview of IEEE 802.15.6 standard. *3rd International Symposium On Applied Sciences In Biomedical And Communication Technologies*, 2010 nov: p.1-6.
3. Chen M, Li Z, Zhang G. A cooperative software-hardware approach for wireless body area network implementation. *The 4th Annual IEEE International Conference on Cyber Technology in Automation, Control and Intelligent Systems* June 4-7, 2014, Hong Kong, China: p.214-218.
4. Fortino G, Trunfio P. *Internet of Things Based on Smart Objects: Technology, Middleware and Applications*. Switzerland: Springer Science & Business Media, 2014. 198 p.
5. Sangari AS, Leo JM. Polynomial based light weight security in wireless body area network. *9th International Conference On Intelligent Systems And Control (isco)*. IEEE 2015: p.1-5.
6. Motoyama S. Flexible polling-based scheduling with QoS capability for Wireless Body Sensor Network. *37th Annual Ieee Conference On Local Computer Networks. Workshops*, [s.l.], p.745-752, out. 2012.
7. Movassaghi S et al. *Wireless Body Area Networks: A Survey*. *Ieee Communications Surveys & Tutorials*, [s.l.], v. 16, n. 3, p.1658-1686, 2014. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).
8. MBIENTLAB. 2016. [Acesso em 05 nov 2016]. Disponível em: <https://mbientlab.com/>
9. Moreira SAP et al. Notificações de fraturas do fêmur em idosos de uma capital nordestina: nos anos de 2008 a 2012. *Revista de Pesquisa: Cuidado é Fundamental Online*, Rio de Janeiro, 2015 dez; 7(supl.): 182-188.
10. Landim ACF et al. Assistência de enfermagem a idosos com traumas ósseos: uma revisão integrativa. *Revista de Pesquisa: Cuidado é Fundamental Online*, Rio de Janeiro, 2015 mar; 1(1): 2083-2103.
11. Samuel N et al. Falls in young children with minor head injury: A prospective analysis of injury mechanisms. *Brain Injury* 2015; 29(7-8): 946-950.
12. Freitas R de et al. Cuidado de enfermagem para prevenção de quedas em idosos: proposta para ação. *Rev Bras Enferm*, Brasília 2011 mai-jun; 64(3): 478-85.

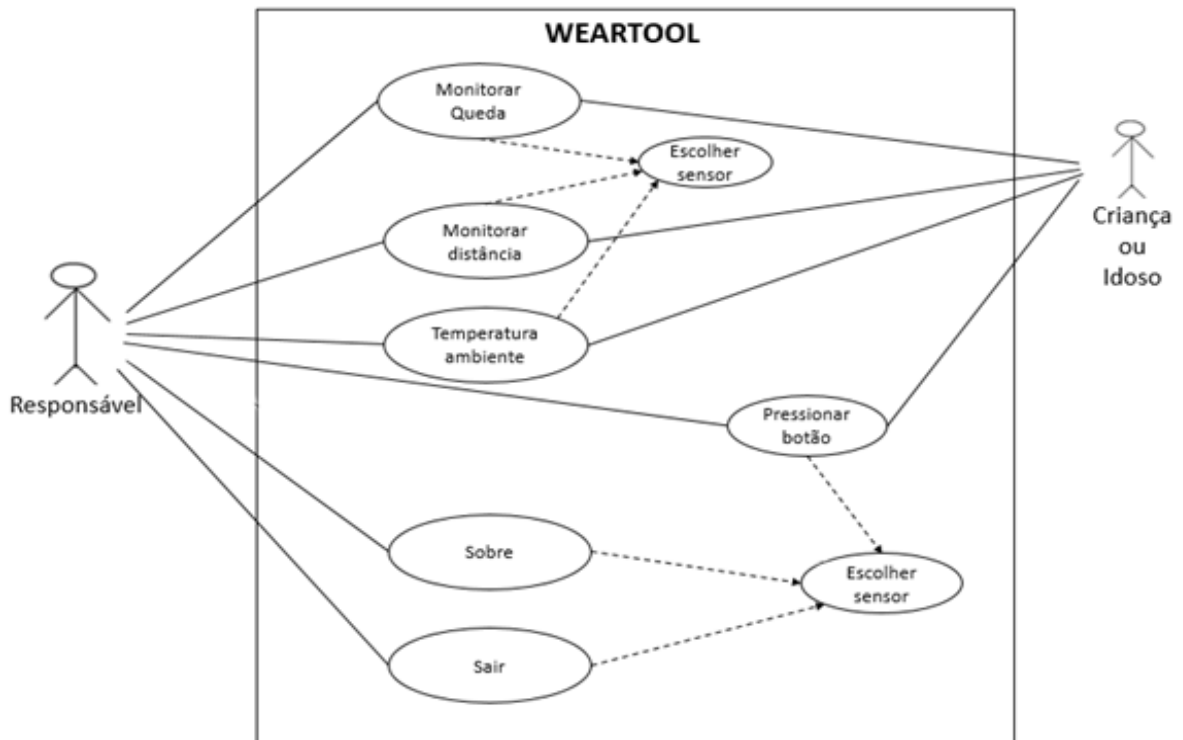
13. Kendrick D et al. Risk and protective factors for falls on stairs in young children: multicentre case-control study. *Archives Of Disease In Childhood* [online]. *JAMA Pediatr.* 2015; 169(2): 145-153.
14. Bebê é encontrado morto com sinais de afogamento em São Bento, na PB. [Acesso em 02 mai 2017]. Disponível em: <http://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2016/12/bebe-e-encontrado-morto-com-sinais-de-afogamento-em-sao-bento-na-pb.html>.
15. Maia BC et al. Consequências das quedas em idosos vivendo na comunidade. *Rev Bras Geriatr Gerontol*, Rio de Janeiro 2011; 14(2): 381-393.
16. Ariyoshi AF. Características epidemiológicas das fraturas do fêmur proximal tratadas na Santa Casa de Misericórdia de Batatais, São Paulo. Dissertação [Mestrado]. Curso de Saúde na Comunidade. Ribeirão Preto: Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto; 2013.
17. Carli P, Orliaguet G. Severe traumatic brain injury in children. *The Lancet*, 2014; 363(9409): 584-585.
18. Huddleston SS, Ferguson SG. *Emergências Clínicas: Abordagens, Intervenções e Auto-Avaliação*. Florianópolis: Guanabara Koogan; 2006.
19. Istepanian RS, Hu S, Philip NY, Sungoor A. The potential of Internet of m-health Things “m-IoT” for non-invasive glucose level sensing. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2011; 2011: 5264-5266.
20. Bluetooth. Bluetooth Low Energy. [Acesso em 19 mai 2017]. Disponível em: <https://www.bluetooth.com/>.
21. HIGA, Paulo. 95,5% dos smartphones vendidos no Brasil são Androids. [Acesso em 05 dez 2017]. Disponível em: <https://tecnoblog.net/203749/android-ios-market-share-brasil-3t-2016>.
22. Tessedorf B et al. An IMU-based sensor network to continuously monitor rowing technique on the water. *Seventh International Conference On Intelligent Sensors, Sensor Networks And Information Processing*. IEEE 2011: p.1-6.

Figura 3. Arquitetura simplificada do dispositivo e seus embarcados.



Fonte: <https://mbientlab.com/>.

Figura 5. Caso de uso



Fonte: Os autores.

Como citar este artigo

Thamay F, Morais ME. Monitoramento de crianças e idosos utilizando uma WEBAN. Revista de Saúde Digital e Tecnologias Educacionais. [online], volume 03, n. 4. Editor responsável: Luiz Roberto de Oliveira. Fortaleza, mês e ano, p. 68-82. Disponível em: <http://periodicos.ufc.br/resdite/index>. Acesso em “dia/mês/ano”.

Data de recebimento do artigo: 14/11/2017

Data de aprovação do artigo: 26/02/2018
