

Saúde Móvel: novas perspectivas para a oferta de serviços em saúde

doi: 10.5123/S1679-49742016000100016

Mobile health: new perspectives for healthcare provision

Thiago Augusto Hernandes Rocha¹

Luiz Augusto Fachini²

Elaine Thumé²

Núbia Cristina da Silva³

Allan Claudius Queiroz Barbosa¹

Maria do Carmo¹

Júnia Marçal Rodrigues¹

¹Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Ciências Econômicas, Belo Horizonte-MG, Brasil

²Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Medicina, Pelotas-RS, Brasil

³Universidade Federal de Minas Gerais, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, Brasil

Resumo

Objetivo: revisar e discutir as novas perspectivas para a oferta de serviços em saúde decorrentes do desenvolvimento da saúde móvel e dos dispositivos vestíveis inteligentes. **Métodos:** foi realizada revisão não sistemática da literatura para identificar artigos completos, cujos títulos destacassem o termo 'mHealth' e/ou 'Smart wearable', publicados nos últimos 15 anos. **Resultados:** foram identificadas 467 publicações em periódicos indexados ao portal da Capes, 75 delas levadas em consideração pela análise; foram consolidadas evidências quanto às novas possibilidades decorrentes da disseminação da saúde móvel, aglutinadas segundo as categorias 'monitoramento de condições de saúde', 'transmissão de informações e análises de dados' e 'diagnóstico e terapêutica'. **Conclusão:** os trabalhos revisados sugerem que a oferta de serviços de saúde sofrerá alterações ao longo dos próximos anos, no que tange às categorias analisadas, o que exigirá um esforço de adaptação por parte dos profissionais de saúde, acadêmicos e usuários.

Palavras-chave: Equipamentos e Provisões; Dispositivos de Armazenamento em Computador; Aplicativos Móveis; Literatura de Revisão como Assunto.

Abstract

Objective: to review and discuss new perspectives for healthcare provision resulting from the development of mobile health and intelligent wearable devices. **Methods:** an unsystematic literature review was conducted to identify complete articles published in the last 15 years with titles highlighting the term 'mHealth' and/or 'Smart wearable'. **Results:** 467 publications were identified in journals indexed on the CAPES portal, of which 75 were considered for analysis; evidence was then consolidated as to new possibilities arising from the spread of mobile health, grouped into the following categories: 'health status monitoring', 'information transmission and data analysis', and 'diagnosis and therapy'. **Conclusion:** the studies reviewed suggest that healthcare provision will change over the coming years with regard to the categories analyzed. This will require adaptation on the part of health professionals, academics and service users.

Key words: Equipment and Supplies; Computer Storage Devices; Mobile Applications; Review Literature as Topic.

Endereço para correspondência:

Thiago Augusto Hernandes Rocha – Universidade Federal de Minas de Gerais, Faculdade de Ciências Econômicas, Av. Antônio Carlos, nº 6627, Pampulha, Belo Horizonte-MG, Brasil. CEP: 31270-901
E-mail: rochahernandes285@yahoo.com.br

Introdução

O desenvolvimento de tecnologias e a escalada dos custos em saúde têm fomentado uma nova área de fronteira: a saúde eletrônica (*eHealth*). Esta pode ser definida como a utilização de informações e de tecnologias de comunicação para oferta e melhoria de serviços de saúde.¹ A relevância do tema acabou por conduzir a Organização Mundial da Saúde (OMS) a criar um Observatório Mundial de Saúde Eletrônica, e promover a questão ao nível de estratégia de ação para os próximos anos.²

A disseminação da internet via dispositivos móveis levou ao surgimento de uma subdivisão da saúde eletrônica, denominada e difundida como Saúde Móvel (*mHealth*). Embora não exista, segundo a OMS, uma definição padronizada do novo conceito, pode-se entender saúde móvel como a oferta de serviços médicos e/ou de Saúde Pública que se valem do apoio tecnológico de dispositivos móveis, como telefones celulares, sensores e outros equipamentos vestíveis (noutras palavras, dispositivos diretamente conectados ao usuário).³

Parte integrante da saúde móvel, os dispositivos vestíveis inteligentes (*smart wearable devices*) caracterizam-se como dispositivos ou sensores eletrônicos, sem fios, utilizados ou acessados por indivíduos em suas atividades cotidianas, permitindo-lhes monitorar ou intervir sobre condições de saúde.⁴ A massificação de dispositivos vestíveis inteligentes (DVI) pode contribuir para a redução dos gastos em saúde, minimização dos erros médicos, prevenção de hospitalizações desnecessárias e ampliação das possibilidades de interação entre pacientes e profissionais de saúde.⁵

Pode-se entender saúde móvel como a oferta de serviços médicos e/ou de Saúde Pública que se valem do apoio tecnológico de dispositivos móveis, como telefones celulares, sensores e outros equipamentos vestíveis.

A possibilidade de obter informações sobre dados clínicos de modo confiável, disponíveis a qualquer tempo e lugar, e conceber intervenções terapêuticas customizadas tem modificado as formas como são ofertados alguns serviços de saúde. A saúde móvel abre novas perspectivas para a coleta de dados ambientais,⁶ biológicos,⁷ compor-

tamentais⁸ e emocionais,⁹ inclusive para intervenções terapêuticas,¹⁰ a partir da utilização dos DVI.

Entre as potenciais aplicações desse tipo de tecnologia, destacam-se:

- suporte telefônico para cuidado em saúde;
- serviços telefônicos gratuitos de emergência;
- acompanhamento da adesão ao tratamento;
- lembretes de compromissos;
- ações de promoção da saúde e mobilização comunitária;
- campanhas de educação em saúde;
- telemedicina móvel;
- atendimento de emergências em Saúde Pública;
- vigilância e monitoramento epidemiológico;
- monitoramento de pacientes;
- disseminação de informações;
- desenvolvimento de sistemas de apoio à tomada de decisão; e
- novas formas de armazenamento de dados clínicos.³

A saúde móvel cria condições para a avaliação contínua de parâmetros de saúde, configura um novo cenário de incentivo a comportamentos saudáveis e auxilia a autogestão de condições crônicas, entre outras vertentes de aplicação, como demonstra a Figura 1.

Os achados do segundo inquérito global sobre saúde eletrônica (2011), conduzido pela OMS junto a 114 países, apontaram que o Brasil relatava conduzir iniciativas de saúde móvel mas não dispunha de nenhuma informação sistematizada para tanto.³

O presente relato, elaborado a partir da revisão de tópicos da literatura existente, sem a pretensão de realizar uma busca exaustiva, propôs-se a chamar a atenção da comunidade científica brasileira sobre o tema, destacando alguns cenários possíveis de serem delineados a partir de avanços alcançados.⁴

Métodos

Trata-se de revisão da literatura, com a finalidade de identificar artigos que abordassem as potenciais aplicações de soluções baseadas nos seguintes conceitos: Saúde Móvel; e Dispositivos Vestíveis Inteligentes.

Como não há descritores específicos no MeSH ou nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) sobre esse tema, foram utilizados os termos 'mHealth' e 'Smart wearable'. A busca de trabalhos foi realizada junto ao sistema de busca dos periódicos publicados no portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes)/Ministério da Educação, por



Figura 1 – Algumas possibilidades de aplicação da tecnologia de saúde móvel

assunto, tendo como parâmetro artigos completos, disponíveis no idioma inglês, publicados no período de 2000 a 2015, revisados por pares e que contassem com pelo menos um dos termos supracitados destacado no título do trabalho. Não foram empregados métodos de revisão sistemática da literatura.

Foram acessados, em setembro de 2015, 385 trabalhos em resposta à consulta sobre ‘*mHealth*’ e 82 sobre ‘*Smart wearables*’. Após análises dos respectivos resumos, foram selecionados aqueles trabalhos que contribuísssem com a discussão sobre as novas possibilidades de aplicação da saúde móvel. Não foram considerados trabalhos que abordassem, exclusivamente, aspectos de telemedicina, uma vez que há vasta literatura sobre essa matéria. Eventualmente, bibliografias adicionais oriundas dos trabalhos selecionados foram também exploradas.

Resultados

Foram selecionados 75 trabalhos, nos quais foram revisadas e discutidas as novas perspectivas para a saúde móvel. O tema da saúde móvel envolve a utilização de biosensores, equipamentos implantáveis, suprimentos de energia, redes de comunicação sem fio, unidades de processamento, interfaces de usuários, *softwares* e

algoritmos de captura e processamento de dados.⁴ Os DVI captam dados biomédicos e os enviam para dispositivos de transmissão – *smartphones*, por exemplo. Sistemas automatizados de análise captam essas informações e as disponibilizam aos profissionais de saúde, de modo a estes poderem identificar tendências pessoais, acompanhar a evolução de doenças e monitorar o efeito de medicamentos.⁴ A Figura 2 sumariza as tecnologias já utilizadas, viabilizadoras desse novo tipo de organização dos serviços de saúde, abordadas ao longo deste trabalho.

Monitoramento

A disseminação da internet móvel tem contribuído com novas possibilidades de transmissão de informações, transformando a relação paciente-profissional de saúde e permitindo o intercâmbio de parâmetros de diagnóstico de modo remoto e em tempo real.²¹⁻²⁴ Tais avanços têm ampliado a gama de dados passíveis de serem coletados, de maneira não invasiva,^{7,22,38,52-54} que, até então, eram obtidos tão somente por testes laboratoriais. Assim, os profissionais de saúde já podem dispor de informações longitudinais e de qualidade, incrementando a precisão no diagnóstico de agravos. A Figura 3 ilustra algumas formas de apresentação desses dispositivos.

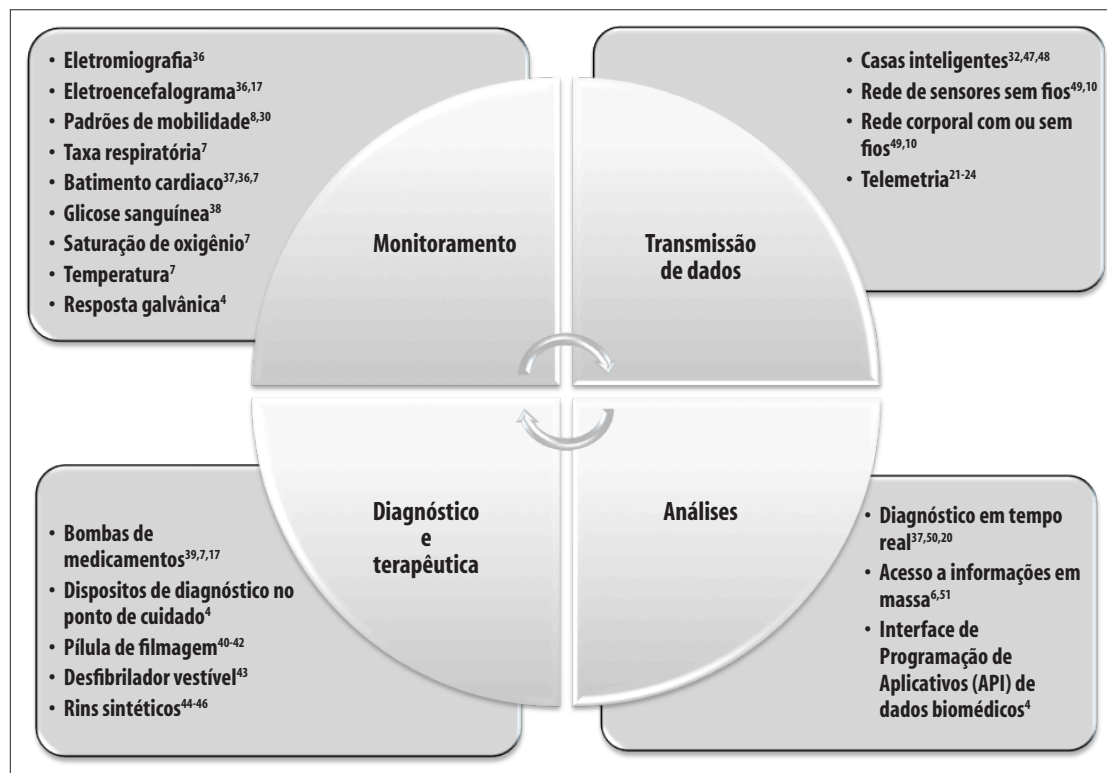


Figura 2 – Perspectivas já consolidadas em relação aos dispositivos vestíveis inteligentes

Redes de transmissão de dados

Diversas pesquisas sobre saúde móvel têm-se debruçado sobre o desenvolvimento de novas formas de transmissão e acesso a dados. Para que isso seja possível, o conceito de redes sem fio foi estendido ao corpo das pessoas. Essa rede de transmissão, na região corporal (*body área network* [RRC]), constitui um agrupamento de dispositivos de comunicação utilizados de modo adjacente ao corpo, sensíveis a este e aptos a coletar aspectos relacionados à saúde. A RRC também é capaz do provimento de serviços ao usuário – administração de medicamentos, por exemplo.⁴⁹

A RRC conta com dois grupos de itens: rede de sensores sem fio (*wireless network sensors* [RSS]); e uma unidade móvel de processamento (*mobile processing unit* [UMP]). A RSS opera junto ao corpo do usuário, e compreende o conjunto de sensores sem fio. A UMP se agrega à rede de sensores sem fio, complementando a função da RRC. Cabe à UMP traduzir os dados monitorados pelos sensores sem fio e traduzi-los, tornando-os inteligíveis para outros sistemas, além de realizar a transmissão de dados via internet móvel,¹⁰ como demonstrado na Figura 4.

Os dados coletados podem ser enviados para profissionais de saúde ou centros de telemetria. Uma vez recebidos, esses dados permitem que sejam disparados procedimentos para evitar episódios agudos, seja um alerta a profissional de saúde específico, o envio de um comando para acionar um desfibrilador embutido em uma peça de vestuário^{20,43,64} ou o acionamento de um dispositivo implantado para liberar determinada dose de medicação.⁶⁵

Ações preventivas também podem ser empreendidas, como por exemplo, acompanhamento dos sinais vitais de crianças, para evitar a síndrome da morte súbita,⁶⁶ ou de pacientes diabéticos ou hipertensos sedentários, estimulando-os a modificar seus hábitos de vida.^{18,67,68} Em futuro não tão distante, residências com tecnologia de automação monitorarão o estado de saúde de seus moradores,^{32,47,48,67,69} e cidades contarão com redes de comunicação para a criação de um ambiente onipresente de monitoramento médico.⁷⁰ Tais perspectivas modificarão as formas como são ofertados serviços de diagnóstico e terapêutica.

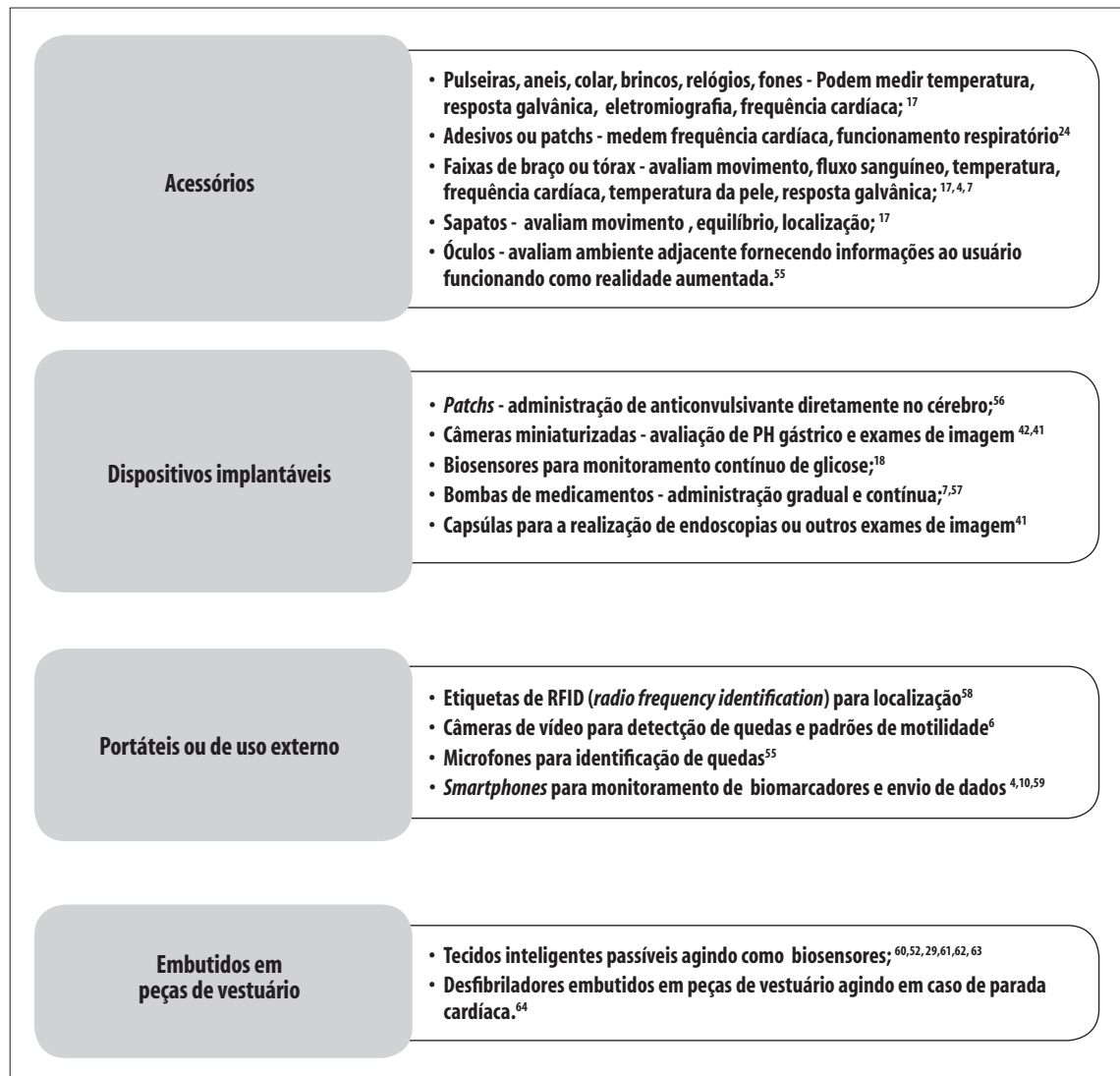


Figura 3 – Modalidades de hardware dos dispositivos vestíveis inteligentes

Diagnóstico e terapêutica

Profissionais têm-se empenhado pela realização de diagnóstico remoto, sem a necessidade de deslocamento do paciente para centros especializados. As estruturas de *hardware* capazes de processar esse tipo de tarefa são conhecidas como Dispositivos de Testagem no Ponto de Cuidado (DTPC).⁴ Os DTPC são capazes de analisar marcadores em busca de compostos bioquímicos, permitindo a realização de análises laboratoriais, identificação de doenças ou risco biológico, bem como a presença de microrganismos infectocontagiosos.^{4,26,71,72}

Além dos DTPC, outras técnicas vêm sendo desenvolvidas procurando alterar a forma como alguns

procedimentos invasivos são realizados. Dispositivos de locomoção ativa – por exemplo, cápsulas de endoscopia miniaturizadas – ilustram um novo conjunto de ferramentas de diagnóstico por imagem sendo concebido.^{40-42,73}

Todos esses novos dispositivos concorrem para o desenho de um novo cenário dos serviços de saúde, possibilitando, entre diversas vantagens, um médico poder acompanhar pacientes em um continente diferente, contando, parcialmente, com informações disponíveis em um centro de alta complexidade. Na atualidade, orientações já são fornecidas a profissionais em outros países, mediante sistemas de telemetria e telemedicina.²¹⁻²⁵

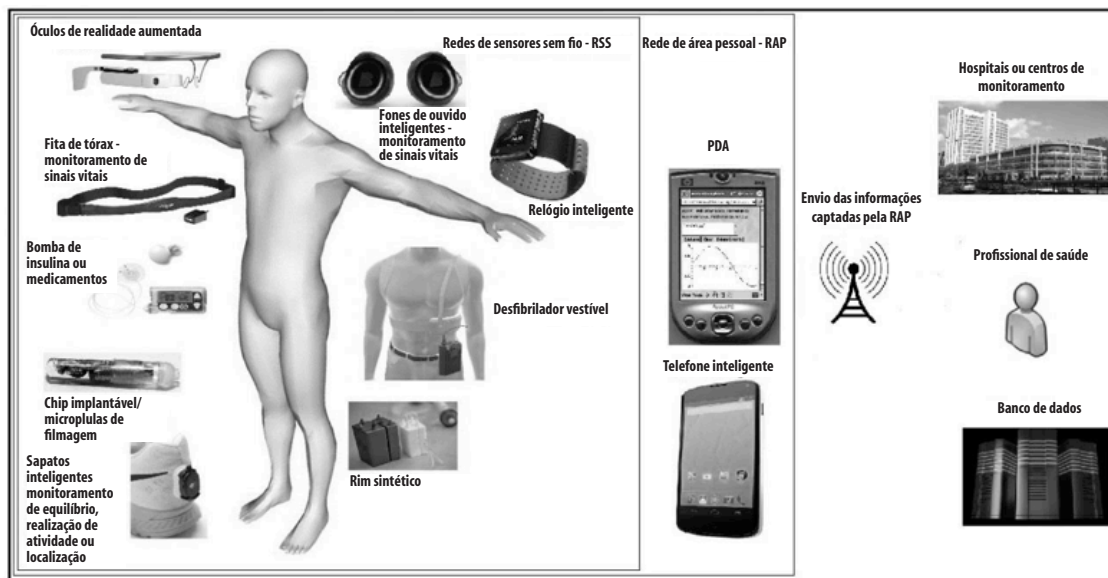


Figura 4 – Possibilidades de aplicação de *hardware* dos dispositivos vestíveis inteligentes e redes de transmissão de dados. Chip implantável/micropilulas de filmagem

Sistemas microeletromecânicos serão capazes de realizar a administração de medicamentos sem a intervenção do paciente, de acordo com a variação síncrona de parâmetros biomédicos.^{4,39} Um bom exemplo ilustrativo desses sistemas são as bombas de insulina, capazes de controlar os níveis glicêmicos de indivíduos com diabetes;^{7,17} a aplicação da dosagem correta de insulina, decorrente de determinado padrão de glicose no sangue, diminui a ocorrência de hipoglicemia, melhorando a qualidade de vida desses pacientes.⁷⁴ Inúmeros portadores de diversas patologias beneficiar-se-ão dessas melhorias terapêuticas, despreocupando-se dos horários e dosagens de seus medicamentos.

Parte do processo de transição epidemiológica, a abordagem de doenças crônicas tem se configurado como prioridade para diversos sistemas de saúde no mundo.⁷⁵ Pesquisas sobre saúde móvel permitiram o surgimento do monitoramento multiparâmetro de sinais vitais.^{4,24,66,76} Ações voltadas para a prevenção de eventos agudos podem ser realizadas a partir da análise de parâmetros combinados, como a realização de atividades físicas, o monitoramento de pressão arterial, o acompanhamento de perfil lipídico, a aderência ao tratamento medicamentoso e a frequência de realização de consultas médicas.

O monitoramento inteligente dos padrões de eletrocardiogramas permitirá que profissionais sejam avisados quando um paciente apresentar alterações deletérias

relativas ao funcionamento cardíaco.^{20,37,50,76,77} Cientes da ocorrência do episódio agudo imediatamente após o fato, intervenções podem ser tomadas no menor espaço de tempo possível, minimizando eventuais complicações decorrentes.

Quanto às neoplasias, existem DTPC capazes de identificar a presença de alguns tumores pela análise de presença de óxido nítrico excretado pelas células tumorais,⁷⁸ aumentando as chances de diagnóstico precoce. O aprimoramento de rins sintéticos^{44-46,79} criará condições para que os pacientes que dependem de terapia renal substitutiva possam fazê-la sem a necessidade de deslocamento a um centro de diálise.⁴

Recentes avanços em nanotecnologia aumentaram a gama de possibilidades terapêuticas para o sistema nervoso central. Nanomedicamentos podem ser transportados através da barreira hematoencefálica: testes pré-clínicos mostraram-se bem-sucedidos no manejo de condições como tumores cerebrais, doença de Alzheimer, acidentes vasculares encefálicos e epilepsia.^{56,80-83} A administração de medicamentos anticonvulsivantes diretamente no foco das convulsões pode minimizar episódios, além de prevenir efeitos colaterais indesejáveis. Nestes casos, é possível utilizar implantes carregados com medicação, a ser gradualmente liberada nas regiões responsáveis pelas convulsões.^{81,84} Enfermidades como doença de Parkinson, paralisias e lesões de coluna têm sido objeto da testagem de DVI

capazes de melhorar a recuperação e a qualidade de vida de seus portadores.⁴

São mudanças que assinalam a necessidade de se discutir como esse novo tipo de tecnologia alterará a realização de análises e a condução de pesquisas em saúde.

Novos métodos analíticos vinculados à saúde móvel

A saúde móvel contribuirá para o surgimento de novos desenhos metodológicos, mais resolutivos que os atuais.⁵⁹ A primeira modificação capaz de alterar as diferentes formas de pesquisas, atualmente utilizadas, refere-se à capacidade de geração de informação. Os DVI geram um volume maior de dados a um custo muito menor, se comparados com os atuais métodos de pesquisa.²⁹ A combinação de modelos estatísticos avançados, conjuntamente com essas novas possibilidades de produção de informações, permitirá uma redução de custos e prazos necessários à produção de evidências em saúde.^{29,85}

A alta densidade de dados exigirá métodos de processamento que não são usualmente adotados em pesquisas na área. Serão imprescindíveis conhecimentos e técnicas de análise de *Big Data*, aprendizagem das máquinas, mineração de dados e inteligência artificial.⁸⁵⁻⁸⁷

Atualmente, estudos avaliativos em saúde precisam lidar com uma dificuldade: a impossibilidade de controlar diversos aspectos, capazes de interferir nos resultados das avaliações. A ampliação da saúde móvel pode contribuir para superar esse tipo de dificuldade, ao oferecer a oportunidade de coleta de biomarcadores atrelados a outros indicadores de contexto social e ambiental, de forma síncrona.⁵⁹ A integração de informações de múltiplos sensores habilita os pesquisadores a reduzir vieses e erros de mensuração, aumentando a confiabilidade e as possibilidades de generalização dos achados.⁵⁹

A melhora dos resultados das pesquisas em função da análise multimodal não exclui outros avanços possíveis. A mobilidade proporcionada por esse tipo de tecnologia estimula e cria condições para o aumento de escala dos estudos em saúde,^{4,29} podendo comportar análises censitárias ao invés de amostrais.

Hoje, diversas aplicações contam com *Application Programming Interface* (API).⁴ Esse tipo de interface permite o acesso automatizado de informações por um contingente expressivo de usuários. Observam-se

esforços para que os dados coletados, via saúde móvel, sejam padronizados e disponibilizados para o público geral por meio de API. Um exemplo desse caminho é o *Open mHealth*.⁵¹

Considerando-se a ampliação de uso da tecnologia de saúde móvel, vários elementos atinentes à condução de pesquisas poderão sofrer alterações estruturais.

Discussão

As possibilidades são inúmeras. Todavia, há uma série de obstáculos a serem superados: custo elevado;⁸⁸ modelo de negócio e comercialização;⁸⁸ facilidade de uso dos sistemas;^{89,90} captação multimodal;³⁶ conformidade com padrões e interoperabilidade;^{51,90} confiabilidade dos dados coletados por sensores;³⁰ segurança e privacidade de dados.^{4,91-94}

A tecnologia aplicada nos dias de hoje está disponível há cerca de 30 anos. Os altos custos, combinados com a impossibilidade de acesso à internet de alta velocidade, limitavam suas possibilidades de expansão.⁹⁵ São desafios que continuam presentes, tanto nos países desenvolvidos como naqueles em desenvolvimento. Os custos dos equipamentos ainda são elevados. Soma-se a isso a carência de conhecimento sobre os fatores que afetam a comercialização desse tipo de dispositivo, além da opção por sua utilização.⁸⁸ Apesar disso, já existem pesquisas com o objetivo de entender o que leva ou não a decidir-se pela utilização de DVI.⁸⁸

Agregam-se às dificuldades de custo e comercialização aquelas inerentes aos *hardwares*. Aspectos ergonômicos dificultam a larga utilização dos DVI: peso desconfortável, adesivos que causam irritações, baterias que aquecem, dificuldades na operação dos equipamentos.⁹⁶ Os esforços constantes para redução de tamanho, assim como o desenvolvimento de novos biosensores, minimizarão esses problemas.

Para que a saúde móvel materialize todas suas potencialidades, é fundamental que os DVI sejam capazes de capturar dados de múltiplos sensores, simultaneamente.^{23,36,66,97} A captação multimodal cria condições para que as diversas possibilidades analíticas sejam, de fato, operacionais. Apesar dos avanços conseguidos, não há, atualmente, dispositivos que monitorem dados de vários sensores ao mesmo tempo, permitindo interação em tempo real com os profissionais de saúde.⁴ Além dessa limitação, não se

observa o respeito a padrões de interoperabilidade, o que tem dificultado o intercâmbio de informações entre diferentes fabricantes.^{51,90,94}

A validade das informações auferidas pelos DVI se apresenta como mais uma limitação à aplicação da nova tecnologia. A definição de medidas confiáveis e válidas perpassa a obtenção de dados corretos e adequados para cada contexto e sujeito. O caráter incipiente de desenvolvimento de alguns biossensores impede a avaliação da qualidade dos parâmetros mensurados.^{29,98} Mais estudos são necessários, bem como o desenvolvimento de protótipos testados no mundo real, em condições cotidianas, revelando mais evidências e contribuindo para maior compreensão dos aspectos determinantes da confiabilidade de medidas coletadas por DVI.

Cabe destacar, outrossim, duas questões centrais vinculadas a toda tecnologia envolvendo coleta de informações pessoais: ética e privacidade.^{99,100} A utilização de dados sobre condições de saúde e sua divulgação deve preservar a identidade do indivíduo a que esses dados se referem. A possibilidade de monitoramento e divulgação de informações – como localização, estado emocional, uso de medicamentos e presença de patologias – precisa ser regulamentada, no sentido de proteger a confidencialidade do sujeito. A utilização de chaves de encriptação exclusivas do usuário, leis específicas sobre o tema e protocolos de transmissão seguros são algumas estratégias a considerar, nesse debate.^{59,101}

Os desafios para a popularização da tecnologia de saúde móvel são inúmeros; contudo, não são intransponíveis. Os impactos oriundos da popularização dessa tecnologia mudarão a forma como os serviços de saúde são ofertados, e os pesquisadores em saúde confrontar-se-ão com esses novos desafios em um futuro breve. Alguns desses desafios já estão colocados.

A incorporação de novos dispositivos e técnicas de análise demanda um perfil de pesquisador – e de profissional de saúde – por enquanto escasso. Há necessidade de domínio não somente de conteúdos de saúde, mas também de saberes relacionados à mineração de dados, ciência da computação, economia da saúde, epidemiologia e naturalmente, Saúde Pública. A revisão do perfil de formação dos currículos acadêmicos é um dos requisitos a ser tratado com a maior brevidade, objetivando a capacitação dos futuros profissionais sobre as novas demandas técnicas.

Quanto à inserção desse tema de debate na academia, nota-se uma divisão de saberes e pouco intercâmbio

entre diferentes áreas,²⁹ especialmente no contexto brasileiro. Os pesquisadores que dominam as novas técnicas analíticas, imprescindíveis à saúde móvel, nem sempre detêm os conhecimentos epidemiológicos e de saúde que poderiam potencializar estudos na área; o contrário também se observa, quando se analisa os profissionais de saúde.

A evolução tecnológica inaugura novas realidades, exigindo o constante re-desenho de arcabouços legais e éticos capazes de manejar situações inéditas. Retomando um exemplo citado aqui, o advento da saúde móvel permitirá o tratamento de pacientes por um profissional de saúde de outro país, trazendo à tona o debate sobre como eventuais erros serão tratados em um contexto de legislação internacional. Assim, a oferta de cuidados em saúde poderá assumir uma perspectiva global e exigir regulação em termos éticos, financeiros e de confidencialidade em um plano de leis internacionais, nem sempre alinhadas.

A saúde móvel constitui um novo paradigma para a geração de evidências. Embora permaneça uma agenda de debates inconclusa, esse tipo de tecnologia já encontra consumidores. Prova disso é a presença de alguns trabalhos⁴ de revisão, de grande qualidade, a despeito da pouca publicação e discussão entre os periódicos brasileiros sobre matéria tão inovadora.

Justamente, o presente trabalho buscou chamar a atenção para um tema novo, com poder de transformar a atual lógica de prestação e avaliação de serviços em saúde.

Agradecimentos

A Isabella Cristina Araújo, Isabela Saback e Andressa Prado, pelo auxílio na sistematização dos dados das referências utilizadas.

Contribuição dos autores

Rocha TAH, Silva NC, Facchini LA e Thumé E participaram da concepção e redação, revisão bibliográfica, análise e discussão dos elementos textuais e revisão crítica do manuscrito.

Barbosa ACQ, Carmo M e Rodrigues JM participaram da elaboração e revisão crítica do manuscrito.

Todos os autores aprovaram a versão final do manuscrito e declaram serem responsáveis por todos os aspectos do trabalho, garantindo sua precisão e integridade.

Referências

- Eysenbach G. What is e-health? *J Med Internet Res*. 2001 Apr-Jun;3(2):e20
- World Health Organization. Global Observatory for eHealth [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2014 [cited 2016 Jan 27]. Available from: <http://www.who.int/goe/en/>
- World Health Organization. mHealth: new horizons for health through mobile technologies: based on the findings of the second global survey on ehealth. Geneva: World Health Organization; 2011. (Global observatory for eHealth series, 3)
- Chan M, Estève D, Fourniols JY, Escriba C, Campo E. Smart wearable systems: current status and future challenges. *Artif Intell Med*. 2012 Nov;56(3):137-56
- Lymberis A, Dittmar A. Advanced wearable health systems and applications: research and development efforts in the European Union. *IEEE Eng Med Biol Mag*. 2007 May-Jun;26(3):29-33.
- Ozcan K, Mahabalagiri AK, Casares M, Velipasalar S. Automatic fall detection and activity classification by a wearable embedded smart camera. *J Emerg Sel Top Circuits Syst*. 2013 Apr;3(2):125-36.
- Konstantas D. An overview of wearable and implantable medical sensors. *Yearb Med Inform*. 2007;66-9.
- Park JT, Hwang HS, Moon IY. Study of wearable smart band for a user motion recognition system. *Int J Smart Home*. 2014;8(5):33-44.
- Picard RW, Vyzas E, Healey J. Toward machine emotional intelligence: analysis of affective physiological state. *Pattern Anal Mach Intell*. 2001 Oct;23(10):1175-91.
- Istepanian RSH, Jovanov E, Zhang YT. Introduction to the special section on m-health: beyond seamless mobility and global wireless health-care connectivity. *IEEE Trans Inf Technol Biomed*. 2004 Dec;8(4):405-14.
- Price M, Yuen EK, Goetter EM, Herbert JD, Forman EM, Acierno R, et al. mHealth: a mechanism to deliver more accessible, more effective mental health care. *Clin Psychol Psychother*. 2014 Sep-Oct;21(5):427-36.
- Brian RM, Ben-Zeev D. Mobile health (mHealth) for mental health in Asia: objectives, strategies, and limitations. *Asian J Psychiatr*. 2014 Aug;10:96-100
- Hall CS, Fottrell E, Wilkinson S, Byass P. Assessing the impact of mHealth interventions in low- and middle-income countries-- what has been shown to work? *Glob Health Action*. 2014 Oct;7:25606.
- Bondale N, Kimbahune S, Pande A. mHealth-PHC: an ICT tool for primary healthcare in India. *IEEE Technol Soc Mag*. 2013;31-8.
- Fiordelli M, Diviani N, Schulz PJ. Mapping mHealth research: a decade of evolution. *J Med Internet Res*. 2013 May;15(5):e95.
- Ghorai K, Akter S, Khatun F, Ray P. mHealth for smoking cessation programs: a systematic review. *J Pers Med*. 2014 Jul;4(3):412-23.
- Appelboom G, Camacho E, Abraham ME, Bruce SS, Dumont ELP, Zacharia BE, et al. Smart wearable body sensors for patient self-assessment and monitoring. *Arch Public Heal*. 2014 Aug;72(1):28.
- Chiarini G, Ray P, Member S, Akter S, Masella C, Ganz A. mHealth technologies for chronic diseases and elders : a systematic review. *IEEE J Sel Area Comm*. 2013 Sep;31(9):6-18.
- Castelnuovo G, Zoppis I, Santoro E, Ceccarini M, Pietrabissa G, Manzoni GM, et al. Managing chronic pathologies with a stepped mHealth-based approach in clinical psychology and medicine. *Front Psychol*. 2015 Apr;6:407.
- Kappiarukudil KJ, Ramesh MV. Real-Time Monitoring and Detection of "Heart Attack" Using Wireless Sensor Networks. In: *Annals of Sensor Technologies and Applications (SENSORCOMM)* [Internet]; 2010 July 18-25;Venice. Venice: IEEE; 2010 [cited 2016 Mar 07]. Available from: http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=5558100&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D5558100
- Soh PJ, Van Den Bergh B, Hantao X, Aliakbarian H, Farsi S, Samal P, et al. A smart wearable textile array system for biomedical telemetry applications. *IEEE Trans Microw Theory Tech*. 2013 May;61(5):2253-61.
- Pandian PS, Mohanavelu K, Safeer KP, Kotresh TM, Shakunthala DT, Gopal P, et al. Smart Vest: wearable multi-parameter remote physiological monitoring system. *Med Eng Phys*. 2008 May;30(4):466-77.
- Anliker U, Ward JA, Lukowicz P, Tröster G, Dolveck F, Baer M, et al. AMON: a wearable multiparameter medical monitoring and alert system. *IEEE Trans Inform Technol Biomed*. 2004 Dec;8(4):415-27.

24. Haahr RG, Duun S, Thomsen EV, Hoppe K, Branebjerg J. A wearable “ electronic patch ” for wireless continuous monitoring of chronically diseased patients. In: Annals of 5th International Summer School and Symposium on Medical Devices and Biosensors ; 2008 Jun 1-3;Hong Kong. Hong Kong: IEEE; 2008. p. 66–70.
25. Jara AJ, Zamora-Izquierdo MA, Skarmeta AF. Interconnection framework for mHealth and remote monitoring based on the internet of things. *IEEE Sel Areas Commun.* 2013 Sep;31(9):47-65.
26. Bhattacharya M, Hong S, Lee D, Cui T, Goyal SM. Carbon nanotube based sensors for the detection of viruses. *Sens Actuators B Chem.* 2011 Jul;155(1):67-74.
27. Liao-Chuan J, Wei-De Z. A highly sensitive nonenzymatic glucose sensor based on CuO nanoparticles-modified carbon nanotube electrode. *Biosens Bioelectron.* 2010 Feb;25(6):1402-7.
28. Guerci B, Böhme P, Halter C, Bourgeois C. Capteurs de glucose et mesure continue du glucose: glucose sensor and continuous glucose measurement. *Med Mal Metabol.* 2010 Mar;4(2):157-68.
29. Mann S. Smart clothing: the shift to wearable computing. *Commun ACM.* 1996 Aug;39(8):23-4.
30. Roggen D, Magnenat S, Waibel M, Tröster G. Wearable computing: designing and sharing activity-recognition systems across platforms. *IEEE Robot Autom.* 2011 Jun;8(2):83-95.
31. Hudson LR, Hamar GB, Orr P, Johnson JH, Neftzger A, Chung RS, et al. Remote physiological monitoring: clinical, financial, and behavioral outcomes in a heart failure population. *Dis Manag.* 2005 Dec;8(6):372-81.
32. Wang L, Gu T, Tao X, Chen H, Lu J. Recognizing multi-user activities using wearable sensors in a smart home. *Pervasive Mob Comput.* 2011 Jun;7(3):287-98.
33. Teng JE, Thomson DR, Lascher JS, Raymond M, Ivers LC. Using mobile health (mHealth) and geospatial mapping technology in a mass campaign for reactive oral cholera vaccination in rural Haiti. *PLoS Negl Trop Dis.* 2014 Jul;8(7):e3050.
34. Goel I, Kumar D. Design and implementation of android based wearable smart locator band for people with autism, dementia, and Alzheimer. *Adv Electr.* 2015(ID 140762):1-8.
35. Smeaton AF, Lanagan J, Caulfield B. Combining wearable sensors for location-free monitoring of gait in older people. *J Ambient Intell Smart Environ.* 2012 Dec;4(4):335-46.
36. Troster G. The Agenda of Wearable Healthcare. In: Jaulent M-C, Lehmann CU, Séroussi B, editors. *IMIA Yearbook of medical informatics.* Stuttgart: Schattauer; 2005. p. 125–38.
37. Ziemba M, editor. Qardio monitoring system for smarter healthcare [Internet]. Madison: Advantage Business Media; 2013 [cited 27 Jan 2016]. Available from: <http://www.wirelessdesignmag.com/article/2013/10/qardio-monitoring-system-smarter-healthcare>
38. Jean BR, Green EC, McClung MJ. A microwave frequency sensor for non-invasive blood glucose measurement. In: *Annals of Sensors Applications Symposium [Internet]*; 2008 Feb 12-14; Atlanta. Atlanta: IEEE; 2008 [cited 27 Jan 2016]. Available from: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=4472932>
39. Santini Júnior T, Cima MJ, Langer R. A controlled-release microchip. *Nature.* 1999 Jan;397(6717):335-8.
40. Song HJ, Shim K-N. Current status and future perspectives of capsule endoscopy. *Intest Res.* 2016 14(1):21–9
41. Maqbool S, Parkman HP, Friedenber FK. Wireless capsule motility : comparison of the SmartPill GI monitoring system with scintigraphy for measuring whole gut transit. *Dig Dis Sci.* 2009 Oct;54(10):2167-74.
42. Adler DG, Gostout CJ. Wireless capsule endoscopy. *Hosp Physician.* 2003 May;39(5):14-22.
43. Feldman AM, Klein H, Tchou P, Murali S, Hall WJ, Mancini D, et al. Use of a wearable defibrillator in terminating tachyarrhythmias in patients at high risk for sudden death: results of the WEARIT/BIROAD. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2004 Jan;27(1):4-9.
44. Ronco C, Davenport A, Gura V. A wearable artificial kidney: dream or reality? *Nat Clin Pract Nephrol.* 2008 Nov;4(11):604–5.
45. Kooman JP, Joles JA, Gerritsen KG. Creating a wearable artificial kidney: where are we now? *Expert Rev Med Devices.* 2015 Jul;12(4):373–6.
46. Jancura T. The wearable artificial kidney. *BME.* 2014 Nov;1.
47. Campo E, Hewson D, Gehin C, Noury N. Theme D: sensors, wearable devices, intelligent networks and smart homecare for health. *IRBM.* 2013 Feb;34(1):11-3.
48. Daniel KM, Cason CL, Ferrell S. Emerging technologies to enhance the safety of older people in their homes. *Geriatr Nurs.* 2009 Nov-Dec;30(6):384-9.

49. Jones VM, Huis in't Veld R, Tonis T, Bults RB, van Beijnum B, Widya IA, et al. Biosignal and context monitoring: distributed multimedia applications of body area networks in healthcare. In: *Annals of Multimedia signal processing*. 2008 Oct 8-12; Cairns. Cairns: IEEE; 2008.
50. Jeon B, Lee J, Choi J. Design and implementation of a wearable ECG system. *Int J Smart Home*. 2013 Mar;7(2):61-70.
51. Estrin D, Sim I. Open mHealth architecture: an engine for health care innovation. *Science*. 2010 Nov;330(6005):759-60.
52. Park S, Jayaraman S. Smart textiles: wearable electronic systems. *MRS Bulletin*. 2003 Aug;28(8):585-91.
53. Lu G, Yang F, Jing X, Wang J. Contact-free measurement of heartbeat signal via a doppler radar using adaptive filtering. In: *Annals of Image Analysis and Signal Processing*. 2010 Apr 9-11; Zhejiang: IEEE; 2010.
54. Morgan DR, Zierdt MG. Novel signal processing techniques for Doppler radar cardiopulmonary sensing. *Signal Process*. 2009 Jan;89(1):45-66.
55. Coughlin JF. Disruptive demographics, design, and the future of everyday environments. *DMI Rev*. 2010 Jun;18(2):53-9.
56. Halliday AJ, Moulton SE, Wallace GG, Cook MJ. Novel methods of antiepileptic drug delivery: polymer-based implants. *Adv Drug Deliv Rev*. 2012 Jul;64(10):953-64.
57. Paradiso J, Gaetano B, Paolo B. Implantable electronics. *Pervasive Comput*. 2008 Jan-Mar;7(1):12-3.
58. Cook DJ, Augusto JC, Jakkula VR. Ambient intelligence: technologies, applications, and opportunities. *Pervasive Mobil Comput*. 2009;5(4):277-98.
59. Kumar S, Nilsen WJ, Abernethy A, Atienza A, Patrick K, Pavel M, et al. Mobile health technology evaluation: the mHealth evidence workshop. *Am J Prev Med*. 2013 Aug;45(2):228-36.
60. Park S, Jayaraman S. Smart textile-based wearable biomedical systems: a transition plan for research to reality. *IEEE Trans Inf Technol Biomed*. 2009 Jun;14(1):86-92.
61. Strazdien E, Blaževi P, Vegys A, Dapk nien K. New tendencies of wearable electronics application in smart clothing. *J Electron Electr Eng*. 2007;73(1):21-4.
62. McCann J, Bryson D, editors. *Smart clothes and wearable technology*. New Delhi: Woodhead Publishing; 2009.
63. Stoppa M, Chiolerio A. Wearable electronics and smart textiles a critical review. *Sensors*. 2014 Jul;14(7):11957-92.
64. Lee BK, Olgin JE. Role of wearable and automatic external defibrillators in improving survival in patients at risk for sudden cardiac death. *Curr Treat Options Cardiovasc Med*. 2009 Oct;11(5):360-5.
65. Santini JT, Cima MJ, Langer R. A controlled-release microchip. *Nature*. 1999 Jan;397(6717):335-8.
66. Rimet Y, Brusquet Y, Ronayette D, Dageville C, Lubrano M, Mallet E, et al. Surveillance of infants at risk of apparent life threatening events (ALTE) with the BBA bootee: a wearable multiparameter monitor. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2007;4997-5000.
67. Alemdar H, Ersoy C. Wireless sensor networks for healthcare: a survey. *Comput Networks*. 2010 Oct;54(15):2688-2710
68. Mann DM, Quintiliani LM, Reddy S, Kitos NR, Weng M. Dietary approaches to stop hypertension: lessons learned from a case study on the development of an mhealth behavior change system. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2014 Oct-Dez;2(4):e-41.
69. Essén A, Conrick M. New e-service development in the homecare sector: beyond implementing a radical technology. *Int J Med Inform*. 2008 Oct;77(10):679-88.
70. Cova G, Xiong H, Gao Q, Guerrero E, Ricardo R, Estevez J. A perspective of state-of-the-art wireless technologies for e-health applications. In: *IT in Medicine & Education*. 2009 Aug 14-16; Jinan: IEEE; 2009.
71. Malic L, Brassard D, Veres T, Tabrizian M. Integration and detection of biochemical assays in digital microfluidic LOC devices. *Lab Chip*. 2010 Feb;10(4):418-31.
72. Ronkainen NJ, Halsall HB, Heineman WR. Electrochemical biosensors. *Chem Soc Rev*. 2010 May;39(5):1747-63.
73. Ciuti G, Mencassi A, Dario P. Capsule endoscopy: from current achievements to open challenges. *IEEE Rev Biomed Eng*. 2011;4:59-72.
74. He W, Sun Y, Xi J, Abdurhman AAM, Ren J, Duan H. Printing graphene-carbon nanotube-ionic liquid gel on graphene paper: towards flexible electrodes with efficient loading of PtAu alloy nanoparticles for electrochemical sensing of blood glucose. *Anal Chim Acta*. 2016 Jan;903:61-8.
75. Mendes EV. *As redes de atenção à saúde*. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde; 2011. 549 p.

76. Maric B, Kaan A, Ignaszewski A, Lear SA. A systematic review of telemonitoring technologies in heart failure. *Eur J Heart Fail.* 2009 May;11(5):506–17
77. Kappiarukudil KJ, Ramesh MV. Real-time monitoring and detection of “heart attack” using wireless sensor networks. In: *Sensor Technologies and Applications.* 2010 Jul 18-25; Venice: IEEE; 2010.
78. Schwiebert L, Gupta SKS, Weinmann J. Research challenges in wireless networks of biomedical sensors. In: *Proceedings of the 7th annual international conference on Mobile computing and networking.* 2001 Jul; Rome: ACM; 2001
79. Fissell WH, Fleischman AJ, Humes HD, Roy S. Development of continuous implantable renal replacement: past and future. *Transl Res.* 2007 Dec;150(6):327–36.
80. Domínguez A, Suárez-Merino B, Goñi-de-Cerio F. Nanoparticles and blood-brain barrier: the key to central nervous system diseases. *J Nanosci Nanotechnol.* 2014 Jan;14(1):766–79.
81. Micera S, Keller T, Lawrence M, Morari M, Popovi DB. Wearable neural prostheses: restoration of sensory-motor function by transcutaneous electrical stimulation. *IEEE Eng Med Biol Mag.* 2010 May-Jun;29(3):64–9.
82. Pathan SA, Jain GK, Akhter S, Vohora D, Ahmad FJ, Khar RK. Insights into the novel three ‘D’s of epilepsy treatment : drugs, delivery systems and devices. *Drug Discov Today.* 2010 Sep;15(17-18):717–32.
83. Wong HL, Wu XY, Bendayan R. Nanotechnological advances for the delivery of CNS therapeutics. *Adv Drug Deliv Rev.* 2012 May;64(7):686–700.
84. Halliday AJ, Mouton SE, Wallace GC, Cook MJ. Novel methods of antiepileptic drug delivery – polymer-based implants. *Adv Drug Deliv Rev.* 2012 Jul;64(10):953–64.
85. Mitka M. Strategies sought for reducing cost, improving efficiency of clinical research. *JAMA.* 2011 Jul;306(4):364–5.
86. Lafferty J, McCallum A, Pereira FCN. Conditional random fields: probabilistic models for segmenting and labeling sequence data. In: *Proceedings of the 18th International Conference on Machine Learning.* 2001. San Francisco (CA): Morgan Kaufmann Publishers; 2001. p. 282–89.
87. Rabiner L. A tutorial on hidden Markov models and selected applications in speech recognition. *Proc IEEE.* 1989 Feb;77(2):257–86.
88. Anderson G, Lee G. Why consumers (don’t) adopt smart wearable electronics. *Pervasive Comput.* 2008 Jul-Sept;7(3):10–2.
89. Martin T. Assessing mHealth: opportunities and barriers to patient engagement. *J Health Care Poor Underserved.* 2012 Aug;23(3):935–41.
90. Leon N, Schneider H, Daviaud E. Applying a framework for assessing the health system challenges to scaling up mHealth in South Africa. *BMC Med Inform Decis Mak.* 2012 Nov;12(123):1–12.
91. Brey P. Freedom and privacy in ambient intelligence. *Ethics Inform Technol.* 2005 Sep;7(3):157–66.
92. Stanberry B. Legal ethical and risk issues in telemedicine. *Comput Methods Programs Biomed.* 2001 Mar;64(3):225–33.
93. McCubbin CN. Legal and ethico-legal issues in e-healthcare research projects in the UK. *Soc Sci Med.* 2006 Jun;62(11):2768–73.
94. Anderson JG. Social, ethical and legal barriers to e-health. *Int J Med Inform.* 2007 May-Jun;76(5-6):480–3.
95. Coughlin JF. Aging and family caregiving: why should financial services care? *AgeLab.* 2006;2:1–4.
96. Hung K, Zhang YT, Tai B. Wearable medical devices for tele-home healthcare. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2004;7:5384–7.
97. Chung WY, Lee SC, Toh SH. WSN based mobile u-healthcare system with ECG, blood pressure measurement function. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2008;2008:1533–6.
98. Finlay DD, Nugent CD, Donnelly MP, McCullagh PJ, Black ND. Optimal electrocardiographic lead systems: practical scenarios in smart clothing and wearable health systems. *IEEE Trans Inf Technol Biomed.* 2008 Jul;12(4):433–1.
99. Langheinrich M. Privacy by design - principles of privacy-aware ubiquitous systems. *Ubicomp 2001: Ubiquitous Comput.* 2001 Oct;273–91.
100. Mynatt ED, Rogers WA, Fisk AD, Melenhorst AS. Aware technologies for aging in place: understanding user needs and attitudes. *Pervasive Comput.* 2004 Apr-Jun;3(2):36–41.
101. Mare S, Sorber J, Shin M, Cornelius C, Kotz D. Hide-n-sense: preserving privacy efficiently in wireless mHealth. *Mobile Netw Appl.* 2014 Jun;19(3):331–44.

Recebido em 29/05/2015
Aprovado em 11/01/2016