

Telemonitoramento na Saúde: Uma revisão da literatura

Lucas de Brito Silva
Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0001-8600-6953

Fernando Pasquini Santos
Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0002-2259-7229

Resumo— Objetivo: O presente estudo se propôs a fazer uma revisão da literatura sobre as aplicações de telemonitoramento na área da saúde no período entre o ano 2000 e 2020. **Metodologia:** Os estudos analisados foram encontrados utilizando as bases de dados Scielo, Medline e Google Scholar. Utilizando a seguinte combinação de palavras: (((Telemonitoring) OR (Telemedicine)) AND (healthcare)). **Resultados e discussão:** Ao final foram analisados 19 artigos onde trataram de duas patologias em sua maioria, Doença pulmonar obstrutiva crônica e insuficiência cardíaca. Sete dos 19 estudos analisados não focaram em pacientes de patologias específicas. É possível observar a complexidade do telemonitoramento aumentar com o passar dos anos. **Conclusão:** O telemonitoramento se mostra uma ferramenta eficiente e prática em cuidados na saúde. A pandemia que o mundo enfrenta atualmente mostra que áreas de telemonitoramento são de grande utilidade e importância, necessitando de maiores investimento para que possa auxiliar profissionais da saúde no combate ao novo coronavírus.

Palavras-chaves — Telemonitoramento, telemedicina, área da saúde.

I. INTRODUÇÃO

Existe um interesse no potencial da tecnologia para reduzir a utilização de serviços de saúde em pessoas com condições crônicas e necessidades de assistência social, ao mesmo tempo que melhora a qualidade e a relação custo-benefício dessa assistência. Há vários tipos relevantes de tecnologia de telemonitoramento e uma falta de consenso em relação à terminologia [1].

Telemonitoramento pode ser definido como a utilização de áudio, vídeo e outras formas de telecomunicação e tecnologias de processamento de informações eletrônicas para monitorar o status do paciente à distância. Esses sistemas permitem a captura de parâmetros clínicos dos pacientes (como frequência cardíaca, pressão arterial, saturação de oxigênio e nível de glicose no sangue, frequência respiratória) por dispositivos apropriados em um ritmo contínuo ou intermitente [2].

Os primeiros registros de telemonitoramento foram feitos em 1905, quando o Dr Einthoven transmitiu eletrocardiogramas (ECGs) de um hospital para o próprio laboratório conectando eletrodos de imersão diretamente a um galvanômetro remoto por meio de linhas telefônicas. Sons cardíacos foram transmitidos, em 1921, por meio de um link de rádio marítimo por Winters. A revista *Anesthesiology*, em 1961, relatou radiotelemetria para monitoramento de pacientes. Desde então, inúmeras tecnologias foram utilizadas e relatadas em telemonitoramento de pacientes [3].

O objetivo dessa revisão bibliográfica é analisar estudos sobre o tema e identificar as tecnologias utilizadas em

trabalhos publicados e as aplicações dadas aos dispositivos de telemonitoramento. Conhecer os dispositivos e técnicas de telemonitoramento é fundamental para entender mais sobre o tema e aprofundar em estudos.

II. METODOLOGIA

Estudos sobre telemonitoramento na saúde foram identificados ao procurar na literatura por trabalhos que envolveram telemonitoramento na área da saúde no período entre o ano 2000 e 2020. As pesquisas foram efetuadas nas seguintes bases de dados eletrônicas: Scielo e Medline; Google acadêmico também foi consultado. Trabalhos apresentados em congressos internacionais também foram revisados.

A seleção dos estudos foi feita de acordo com título, resumo e por texto completo. Os critérios utilizados para a inclusão dos foram: trabalhos que abordavam o tema de interesse, dentro do período pré-definido. Como critérios de exclusão foi escolhida a exclusão de trabalhos de revisão, cartas ao editor e/ou estudos que não utilizaram o telemonitoramento na saúde. Apenas estudos em inglês ou português foram analisados. Os descritores e combinações utilizados foram: (((Telemonitoring) OR (Telemedicine)) AND (healthcare)).

Os resultados encontrados nas bases de pesquisa foram comparados para eliminar duplicações. A primeira seleção consistiu nos estudos sobre o tema apontados pelas bases de dados, onde 80 trabalhos foram selecionados. Quarenta artigos foram excluídos em uma segunda seleção utilizando como base o resumo disponibilizado pelos mesmos, onde estes não atenderam os critérios de inclusão. Os artigos de interesse foram selecionados e lidos para a possível inclusão na revisão

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos quarenta artigos selecionados, foram excluídos onze por se tratavam de revisão de literatura. Onze estudos foram descartados por não descreverem as tecnologias de telemonitoramento, que é o objetivo desta revisão.

Ao final, 18 trabalhos foram analisados. A tabela 1 apresenta os 18 estudos selecionados para análise, em ordem cronológica, e o uso do telemonitoramento. Os estudos trataram de duas patologias em sua maioria: COPD (do inglês Chronic obstructive pulmonary disease) ou Doença pulmonar obstrutiva crônica; E insuficiência cardíaca. Sete dos 18 estudos analisados não focaram em pacientes de patologias específicas.

Para fim de comparação, os estudos foram agrupados em três categorias: Telemonitoramento em pacientes com insuficiência cardíaca, Telemonitoramento em Doenças

pulmonares obstrutivas crônicas ou COPD; e outros sistemas de telemonitoramento.

TABELA I. Autor, ano e uso do telemonitoramento.

autor	ano	Uso do telemonitoramento
Capomolla ^[4]	2004	Insuficiência cardíaca
Leijdekkers ^[5]	2007	Sistema inteligente para acompanhamento de pacientes com derrames
Trappenburg ^[6]	2008	Doenças pulmonares obstrutivas crônicas
Oudshoorn ^[7]	2008	Insuficiência cardíaca
Costin ^[8]	2008	Aquisição de ECG
Stone ^[9]	2009	Monitoramento contínuo de SMBG
Lewis ^[10]	2010	Doenças pulmonares obstrutivas crônicas
Corchado ^[11]	2010	Sistema multifuncional para acompanhamento de idosos em casa
Antoniades ^[12]	2012	Doenças pulmonares obstrutivas crônicas
Fairbrother ^[13]	2012	Doenças pulmonares obstrutivas crônicas
Gagnon ^[2]	2012	Automedições de múltiplos fatores
Tarouco ^[14]	2012	Monitoramento de pressão arterial
Fairbrother ^[15]	2013	Insuficiência cardíaca
Madigan ^[16]	2013	Insuficiência cardíaca
Martín-Lesende ^[17]	2013	Insuficiência cardíaca
Logan ^[18]	2013	Monitoramento de pressão arterial
Maeng ^[19]	2014	Insuficiência cardíaca
McDowell ^[20]	2015	Doenças pulmonares obstrutivas crônicas

A. Telemonitoramento em pacientes com insuficiência cardíaca

O primeiro estudo analisado, [4], apresentou um estudo comparativo entre o telemonitoramento de pacientes e os cuidados padrões. A tecnologia para o telemonitoramento foi um software que salvava as informações fornecidas por telefone pelo paciente. O procedimento geral foi gerenciado por um sistema de resposta de voz interativa (IVR) (Appel Elettronica Srl, Torino). A gestão global dos sinais vitais e das mensagens de voz foi efetuada por um pacote de software dedicado (IMAC, Biomedical Engineering Unit, Montescano).

Em [7], a tecnologia de telemonitoramento foi um gravador de ECG ambulatorial introduzido para diagnosticar irregularidades infrequentes do ritmo cardíaco. Quando os pacientes apresentam sintomas, eles precisam ativar manualmente o gravador de ECG ambulatorial para reter o

conteúdo atual do buffer de memória, junto com uma porção pós-evento adicional do sinal de ECG.

Em [18] o telemonitoramento consistia de transmissões das casas dos pacientes dos seguintes parâmetros clínicos auto-medidos usando um assistente digital pessoal (PDA) de smartphone com a ajuda dos cuidadores: saturação de oxigênio no sangue, pressão arterial, frequência cardíaca e respiratória, peso corporal e temperatura; os três primeiros parâmetros sendo transferidos para o PDA pela tecnologia sem fio Bluetooth. Esse estudo se destaca dos outros por também incluir pacientes com COPD.

Com esses três trabalhos utilizando telemonitoramento em pacientes com insuficiência cardíaca é possível avaliar o avanço da complexidade do telemonitoramento com o passar dos anos. Em [4], um estudo feito em 2004, a tecnologia de telemonitoramento foi um software que armazenada informações fornecidas por telefone, já em [18] há o uso de smartphones e conexão Bluetooth.

B. Telemonitoramento em Doenças pulmonares obstrutivas crônicas

O telemonitoramento em [6] foi fornecido pela tecnologia Health Hero's Network, que deu acesso a uma ferramenta de gerenciamento de cuidados baseada em navegador, o Health Hero® (Hero Health Network, Palo Alto, CA), iCare Desktop™ e o aparelho de comunicação com o paciente, o Health Buddy (HB). O HB é constituído por um dispositivo que possui uma tela grande e 4 botões para respostas.

Em [10], foi utilizado um telemonitor portátil chamado DocoboR Health HUB™ (da empresa Docobo Ltd, Bookham, Reino Unido), por 26 semanas. Os usuários não precisavam de conexões com a Internet, pois o HUB se integrava por meio de um telefone fixo gratuito com o sistema de gerenciamento de atendimento doc @ HOME (Docobo Ltd, Bookham, Reino Unido), um sistema genérico de telemonitoramento baseado na web que pode ser pré-configurado para necessidades específicas.

Em [12] a tecnologia de telemonitoramento consistiu em um sistema chamado TeleMedCare da empresa MedCare, de Sydney na Austrália. E compreendia um computador laptop com manguito de pressão arterial integrado digitalmente e estetoscópio, oxímetro de pulso, pneumotacógrafo para medição de espirometria relaxada e forçada, placa de toque de eletrocardiograma, termômetro e escalas. O software do sistema foi projetado especialmente para usuários com pouca ou nenhuma experiência prévia em computadores, fornecendo uma interface de usuário simples para guiar um paciente através da série de medições.

[13] não utilizou um sistema propriamente dito de telemonitoramento. O acompanhamento à distância nesse trabalho consistiu no uso do sistema Intel Health Guide (IHG), que permitiu que os pacientes avaliassem seus sintomas usando um questionário on-line com tela de toque.

Em [20] foi implementado um sistema de telessaúde residencial (HomMed, Honeywell, EUA) fornecido pela Home Telehealth Ltd (HTL) constituído de um monitor da Telehealth carregado para registrar sinais vitais (pressão arterial, frequência cardíaca, SaO2) e respostas às perguntas relacionadas aos sintomas.

Todos os sistemas de telemonitoramento em pacientes com COPD foram constituídos por tecnologias já existentes

implementas ao acompanhamento à distância dos pacientes. Entre os estudos encontrados e inseridos nessa análise, não houve estudos que se dispuseram a desenvolver sistemas para o telemonitoramento de pacientes com COPD. Como no caso do tópico anterior, é possível observar a complexidade do telemonitoramento aumentar com o passar dos anos. Como em [20], o estudo mais recente analisado para COPD, onde o telemonitoramento se deu por um monitor capaz de registrar sinais vitais e respostas dadas pelo paciente.

C. Outros sistemas de telemonitoramento

[5] desenvolveu um protótipo para monitoramento remoto de saúde e usou como exemplo pacientes que sofreram derrames. O sistema de atendimento domiciliar inteligente personalizado usou smartphones, sensores sem fio, servidores da web e webcams IP para acompanhamento da situação do paciente.

Em [8], o módulo de telemonitoramento de pacientes foi baseado em um módulo de aquisição de ECG/biossinal e um sistema embarcado, para processamento e transmissão de sinais em tempo real pela Internet. Foi construído usando hardware desenvolvido personalizado, e um software de aplicação com código aberto.

[9] usou o dispositivo de telemonitoramento doméstico Viterion 100 Monitor. O dispositivo permitia mensagens contínuas em casa com lembretes educacionais; monitoramento contínuo de SMBG (nível de glicose no sangue auto-monitorada, do inglês self-monitored blood glucose), pressão arterial e peso; e transmissão diária desses dados para provedores de estudo por meio de uma rede segura.

No estudo de [11], foi desenvolvido um sistema de telemonitoramento que implementa uma plataforma baseada em arquitetura orientada a serviços, que permite que redes heterogêneas de sensores sem fio se comuniquem de forma distribuída, independente de restrições de tempo e localização. Podendo auxiliar no acompanhamento de idosos em casa mantendo a saúde deles telemonitorada pelos profissionais da saúde.

Em [2], o telemonitoramento consistia em automedicações do paciente de frequência respiratória, frequência cardíaca, pressão arterial, saturação de oxigênio, peso e temperatura corporal duas vezes por dia, além da intervenção personalizada multifacetada (uma enfermeira indicada ligou para os pacientes a cada quinze dias).

[14] apresentou o REMOA, um projeto que visa soluções domiciliares para atendimento/telemonitoramento de pacientes com doenças crônicas. O REMOA, rede cidadã de monitoramento do ambiente baseado no conceito de internet das coisas, considerou diferentes estratégias e protocolos para troca geral de dados entre dispositivos de monitoramento, como monitores de pressão arterial e sensores de movimento.

Em [18] foi desenvolvido um sistema de monitoramento de pressão arterial que usava um dispositivo de medição de pressão arterial habilitado para Bluetooth disponível comercialmente para entrada de dados, um servidor central para processamento, comunicação e armazenamento de dados e um smartphone pré-programado para transmissão de dados e recebimento de mensagens e lembretes.

O intuito deste estudo foi, principalmente, reconhecer na literatura tecnologias usadas para telemonitoramento. Como apresentado, o conceito de telemonitoramento pode ser

bastante amplo; indo de singelas ligações telefônicas para acompanhamento do paciente à desenvolvimento de softwares e hardwares para auxiliar nos cuidados à distância.

Dos estudos analisados nesta revisão, cinco trataram de desenvolvimento de sistemas, apontando o interesse e também a necessidade de novos softwares e hardwares para a área. O telemonitoramento dos pacientes vem se tornando cada vez mais relevantes, visto que garante um maior conforto por possibilitar que o acompanhamento seja feito de casa; além de possibilitar um desafogamento dos sistemas de saúde pública, ao desocupar leitos dos hospitais em casos que permitam o acompanhamento à distância.

Foi observado que as tecnologias mais comuns no telemonitoramento são simples, mas eficientes. Como o caso da medição de pressão sanguínea que, ao mostrar no acompanhamento remoto e constante uma variação alarmante, pode impedir que o quadro se agrave. A supervisão do nível de O₂ no sangue, com o oxímetro de pulso por exemplo, também pode impedir complicações graves em pacientes com doenças pulmonares crônicas.

A situação atual do mundo nos mostra que o telemonitoramento pode ser uma ferramenta útil em uma pandemia. A supervisão do nível de O₂ no sangue é um fator importante no tratamento de pacientes infectados pelo novo coronavírus [21], e ferramentas como as mostradas em [2], auxiliam nesse controle. Além de possibilitar o isolamento de pacientes não graves colaborando para o não espalhamento do vírus e desafogamento dos centros de tratamentos [22].

IV. CONCLUSÃO

O telemonitoramento se mostra uma ferramenta eficiente e prática em cuidados na saúde. Como o conceito é bastante abrangente, mostra-se cada vez mais a necessidade de subdivisões para melhor categorização de termos e tecnologias. O desenvolvimento de sistemas personalizados para acompanhamento remoto de pacientes é bem recebido pela comunidade científica e por empresas privadas do ramo.

A pandemia que o mundo enfrenta atualmente mostra que áreas de telemonitoramento são de grande utilidade e importância, necessitando de maiores investimento para que possa auxiliar profissionais da saúde no combate ao novo coronavírus. Espera-se que, após passada essa trágica situação que o mundo vem enfrentando no último ano, trabalhos surjam mostrando ainda mais a importante contribuição do telemonitoramento na área da saúde.

V. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERENCES

- [1] P. Bower, M. Cartwright, S. Hirani, J. Barlow, J. Hendy, M. Knapp et al., "A comprehensive evaluation of the impact of telemonitoring in patients with long-term conditions and social care needs: protocol for the whole systems demonstrator cluster randomised trial," *BMC health services research*, v. 11, n. 1, p. 1-12, 2011.
- [2] M. Gagnon, E. Orruño, J. Asua, A. Abdeljelil, J. Empananza, "Using a Modified Technology Acceptance Model to Evaluate Healthcare Professionals' Adoption of a New Telemonitoring System" *Telemedicine and e-Health*, v. 18, n. 1, p. 54-59, 2012.

- [3] S. Meystre, The current state of telemonitoring : a comment on the literature. *Telemedicine Journal & e-Health*, v. 11, n. 1, p. 63-69, 2005.
- [4] S. Capomolla, G. Pinna, M. Rovere, R. Maestri, M. Ceresa, M. Ferrari, et al., "Heart failure case disease management program: a pilot study of home telemonitoring versus usual care" *European Heart Journal Supplements*, v. 6, n. suppl_F, p. F91-F98, 2004.
- [5] P. Leijdekkers, V. Gay, E. Lawrence, "Smart Homecare System for Health Tele-monitoring" In: *First International Conference on the Digital Society (ICDS'07)*. IEEE, 2007. p. 3-3, 2007.
- [6] J. Trappenburg, A. Niesink, G. Oene, H. Zeijden, R. Snippenburg, A. Peters, et al., "Effects of Telemonitoring in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease". *Telemedicine and e-Health*, v. 14, n. 2, p. 138-146, 2008.
- [7] N. Oudshoorn, "Diagnosis at a distance: the invisible work of patients and healthcare professionals in cardiac telemonitoring technology ». *Sociology of health & illness*, v. 30, n. 2, p. 272-288, 2008.
- [8] H. Costin, C. Rotariu, P. Sorin, B. Dionisie, "A multimedia telemonitoring network for healthcare". In: *Proceedings Of World Academy Of Science, Engineering And Technology*. 2006. p. 113-118. 2006.
- [9] R. Stone, R. Rao, M. Sevvick, C. Cheng, L. Hough, D. Macpherson, et al., "Active Care Management Supported by Home Telemonitoring in Veterans With Type 2 Diabetes: the DiaTel randomized controlled trial." *Diabetes care*, v. 33, n. 3, p. 478-484, 2010.
- [10] K. Lewis, J. Annandale, D. Warn, S. Rees, C. Hurlin, H. Blyth, et al., "Does Home Telemonitoring after Pulmonary Rehabilitation Reduce Healthcare Use in Optimized COPD?? A Pilot Randomized Trial". *COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, v. 7, n. 1, p. 44-50, 2011.
- [11] C. Rodríguez, J. Manuel, J. Martínez, D. Abraham. "Using Heterogeneous Wireless Sensor Networks in a Telemonitoring System for Healthcare". *IEEE Trans. Inform. Technol. Biomed.*. Volumen 14 (2), pp. 234-240, 2010.
- [12] N. Antoniadis, P. Rochford, J. Pretto, R. Pierce, J. Gogler, J. Steinkrug, et al. "Pilot Study of Remote Telemonitoring in COPD". *Telemedicine and e-Health*, v. 18, n. 8, p. 634-640, 2012.
- [13] P. Fairbrother, H. Pinnock, J. Hanley, L. McCloughan, A. Sheikh, C. Plagiari, B. Mckinstry. "Continuity, but at what cost? The impact of telemonitoring COPD on continuities of care: a qualitative study" *Primary Care Respiratory Journal*, v. 21, n. 3, p. 322-328, 2012.
- [14] L. Tarouco, L. Bertholdo, L. Granville, L. Arbiz, "Internet of Things in healthcare: Interoperability and security issues". In: *2012 IEEE international conference on communications (ICC)*. IEEE, 2012. p. 6121-6125, 2012.
- [15] P. Fairbrother, J. Ure, J. Hanley, L. McCloughan, M. Denvir, A. Sheikh, "Telemonitoring for chronic heart failure: the views of patients and healthcare professionals – a qualitative study", *Journal of clinical nursing*, v. 23, n. 1-2, p. 132-144, 2014.
- [16] E. Madgan, B. Schmotzer, C. Struk, "Home health care with telemonitoring improves health status for older adults with heart failure", *Home health care services quarterly*, v. 32, n. 1, p. 57-74, 2013.
- [17] I. Martín-Lesende, E. Orruño, A. Bilbao, I. Vergara, M. Cairo, J. Bayón, et al., "Impact of telemonitoring home care patients with heart failure or chronic lung disease from primary care on healthcare resource use (the TELBIL study randomised controlled trial)", *BMC health services research*, v. 13, n. 1, p. 1-15, 2013.
- [18] A. Logan, "Transforming hypertension management using mobile health technology for telemonitoring and self-care support", *Canadian Journal of Cardiology*, v. 29, n. 5, p. 579-585, 2013.
- [19] D. Maeng, A. Starr, J. Tomcavage, J. Sciandra, D. Salek, D. Griffith, "Can Telemonitoring Reduce Hospitalization and Cost of Care? A Health Plan's Experience in Managing Patients with Heart Failure". *Population health management*, v. 17, n. 6, p. 340-344, 2014.
- [20] J. McDowell, S. McClean, F. FitzGibbon, S. Tate, "A randomised clinical trial of the effectiveness of home-based health care with telemonitoring in patients with COPD", *Journal of telemedicine and telecare*, v. 21, n. 2, p. 80-87, 2015.
- [21] N. Shenoy, R. Luchtel, P. Gulani, "Considerations for target oxygen saturation in COVID-19 patients: are we under-shooting?", *BMC medicine*, v. 18, n. 1, p. 1-6, 2020.
- [22] P. Gautret, M. Million, P. Jarrot, L. Camoin-Jau, P. Colson, F. Fenollar, "Natural history of COVID-19 and therapeutic options", *Expert Review of Clinical Immunology*, v. 16, n. 12, p. 1159-1184, 2020.