



## Modelagem de um sistema para o telemonitoramento de idosos com condição crônica baseado em biotelemetria

Modeling a system for the telemonitoring of elderly patients with chronic condition based on biotelemetry

Modelado de un sistema para el telemonitoramiento de ancianos con condición crónica basada en biotelemetria

Antonio Valerio Netto<sup>1</sup>, Alessandra Gallo Petraroli<sup>2</sup>

### RESUMO

**Descritores:** Doença crônica; Saúde do idoso; Tecnologia da informação; Telemedicina

**Objetivo:** Artigo apresenta os resultados da aplicação de uma proposta de modelagem de uma plataforma baseada em biotelemetria que seja capaz de atuar na detecção dos pontos de intervenção ou níveis de aplicação das medidas preventivas do processo de saúde-doença do idoso com condição crônica. **Método:** Buscou-se encontrar meios de identificar situações fora de um padrão de normalidade já pré-definida que poderia estar causando algum tipo de risco ao bem-estar do idoso crônico e aumentar o seu engajamento diante de um tratamento médico. Esse idoso é acompanhado a distância por meio de um *smartwatch* ou *smartphone*. Esses medidores são capazes de medir informações fisiológicas, como hipertensão arterial e diabetes. **Resultados:** Foram modelados protocolos operacionais para nortear os parâmetros das medições e dar suporte ao autocuidado, além de aumentar a sensação de segurança desses idosos. Como consequência direta, houve melhora nos desfechos dos tratamentos. **Conclusão:** Entende-se que a implantação desse tipo de sistema pode diminuir a quantidade de idas ao pronto-socorro e de possíveis internações hospitalares, além de evitar a realização de exames médicos desnecessários. Como consequência, diminuir custos financeiros com os processos de saúde.

### ABSTRACT

**Keywords:** Chronic disease; Health of the Elderly; Information Technology; Telemedicine

**Objective:** Article presents the results of the application of a proposal for modeling a platform based on biotelemetry that is able to act in the detection of intervention points or levels of application of preventive measures of the health-disease process of the elderly with chronic condition. **Method:** We sought to find ways to identify situations outside a pre-defined normality pattern that could be causing some kind of risk to the well-being of the chronically elderly and increase their engagement with medical treatment. This elderly person is accompanied at a distance by means of a smartwatch or smartphone. These meters are capable of measuring physiological information such as high blood pressure and diabetes. **Results:** Operational protocols were modeled to guide measurement parameters and to support self-care, in addition to increasing the safety sensation of these elderly patients. As a direct consequence, there was improvement in the treatment outcomes. **Conclusion:** It is understood that the implantation of this type of system can reduce the amount of emergency room visits and possible hospital admissions, besides avoiding unnecessary medical examinations. As a consequence, reduce financial costs with health processes.

### RESUMEN

**Descripciones:** Enfermedad crónica; Salud del Anciano; Tecnología de la información; Telemedicina

**Objetivo:** Artículo presenta los resultados de la aplicación de una propuesta de modelado de una plataforma basada en biotelemetría que sea capaz de actuar en la detección de los puntos de intervención o niveles de aplicación de las medidas preventivas del proceso de salud-enfermedad del anciano con la edad condición crónica. **Método:** Intentamos encontrar formas de identificar situaciones fuera de un patrón de normalidad predefinido que podría estar causando algún tipo de riesgo para el bienestar de los ancianos crónicos y aumentar su compromiso con el tratamiento médico. Esta persona mayor se acompaña a distancia mediante un reloj inteligente o un teléfono inteligente. Estos medidores son capaces de medir información fisiológica como la presión arterial alta y la diabetes. **Resultados:** Se modelaron protocolos operativos para orientar los parámetros de las mediciones y dar soporte al autocuidado, además de aumentar la sensación de seguridad de estos ancianos. Como consecuencia directa, hubo una mejora en los resultados de los tratamientos. **Conclusión:** Se entiende que la implantación de ese tipo de sistema puede disminuir la cantidad de idas al servicio de urgencias y de posibles internaciones hospitalarias, además de evitar la realización de exámenes médicos innecesarios. Como consecuencia, disminuir los costos financieros con los procesos de salud.

<sup>1</sup> Pós-doutorado em Biotelemetria pelo Instituto de Ensino e Pesquisa do Hospital Sírio-Libanês e Doutor em Computação pela Universidade de São Paulo - USP, São Paulo (SP), Brasil.

<sup>2</sup> Farmacêutica e Co-fundadora da Empresa Virtual Monitor, Mestre em Competitividade pela Faculdade Getúlio Vargas - Escola de Administração de Empresas de São Paulo - FGV - EAESP - São Paulo (SP), Brasil.

## INTRODUÇÃO

As doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) são responsáveis por dois terços das mortes por ano em todo o mundo<sup>(1)</sup> e respondem por mais de 70% das mortes no Brasil<sup>(2)</sup>. O impacto econômico de tais doenças não se limita aos custos diretos, como uso dos serviços de saúde e medicamentos, mas incluem, também, custos indiretos como problemas sociais, perda da qualidade de vida, redução da produtividade, incapacidade e aposentadorias precoces<sup>(3)</sup>. O Diabetes Mellitus (DM) é uma das principais causas de morbidade e mortalidade sendo que as pessoas diabéticas tendem a ser mais acometidas por doenças cardiovasculares e renais do que as demais. A Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS) quando não tratada corretamente pode também ocasionar morbidade prolongada e mortalidade prematura<sup>(4)</sup>. Ambas as doenças podem ser tratadas pela combinação de intervenções educativas com o objetivo de criar consciência sobre a necessidade de mudança de hábitos, juntamente com um Plano Farmacoterapêutico e monitoramento adequado das suas medições. É fundamental que haja a adesão do paciente às terapias e tratamentos indicados pelo médico.

Nesse sentido, foi proposto o desenvolvimento de um sistema para acompanhamento de pacientes hipertensos e diabéticos com o objetivo de identificar possíveis melhoras nas suas condições de saúde e bem estar. O sistema se baseia no conceito do cuidado híbrido<sup>(5)</sup> e utiliza o telemonitoramento, que é uma subárea da telemedicina, para captar informações de medidores e sensores para execução do processo de cuidado<sup>(6)</sup>. A tecnologia aplicada é baseada em biotelemetria. A mesma é definida como a transmissão de sinais biológicos e fisiológicos de uma localização remota para uma localidade com capacidade de receber e analisar os dados<sup>(7)</sup>. São informações que podem ser adquiridas tanto por medidores discretos que capturam dados como: temperatura, frequência cardíaca, sinais de atividade cardíaca, pressão arterial entre outros sinais vitais. Como, também, dados adquiridos por meio de dispositivos como os acelerômetros, caso da movimentação corporal e da quantidade de passos, por exemplo.

As motivações para a implantação de uma plataforma de telemonitoramento consideram, principalmente, a diminuição dos custos com assistência e internação hospitalar, a redução dos custos com horas de cuidadores e no auxílio da gestão de tempo dos familiares e parentes dos idosos. Como impacto social entende-se que é possível melhorar as condições de bem-estar do idoso por meio da análise de rotinas sedentárias e do monitoramento de sintomatologias em fase inicial. A proposta busca reduzir o número de idas dos idosos ao Pronto Socorro (PS) ou Pronto Atendimento (PA), além de diminuir a realização de possíveis exames médicos desnecessários. Isto pode evitar uma sobrecarga no Sistema Único de Saúde (SUS). Outro impacto positivo é evitar o afastamento do trabalho ou deslocamentos físicos de familiares e/ou profissionais de saúde para acompanhamento dos idosos com condição crônica sem uma necessidade aparente<sup>(8)</sup>.

### Visão geral das tecnologias envolvidas

É cada vez mais importante que as intervenções médicas

estejam baseadas em evidências científicas rigorosas. As informações originadas dessas evidências são utilizadas para apoiar a prática clínica, a qualificação do cuidado e a tomada de decisão na gestão da saúde do paciente. É neste contexto que a Saúde Baseada em Evidências (SBE) busca avaliar e reduzir a incerteza na tomada de decisão do profissional de saúde. Inclusive, a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) cita a SBE como uma das grandes tendências da prática médica deste século XXI, assim como a incorporação de tecnologias que permitam adquirir e pré-analisar as evidências de forma fidedigna, segura e com acuracidade<sup>(9)</sup>.

A modelagem buscou desenvolver uma plataforma de telemonitoramento cuja inspiração advém da utilização de protocolos de classificação de pacientes como é o caso do protocolo de Manchester ou protocolo de GDLAM (Grupo de Desenvolvimento Latino-Americano da Maturidade) entre outros<sup>(9-13)</sup>. A plataforma desenvolvida se propõe a realizar intervenções baseadas em regras para detecção precoce da necessidade de contato com o idoso com condição crônica. O propósito desse monitoramento é gerar evidências, e posteriormente, intervenções conforme alteração dos dados fisiológicos medidos. A ação correspondente segue os protocolos de operação pré-estabelecidos. Tenciona-se, no futuro, gerar uma massa de dados suficiente para evidenciar os padrões de tratamentos e comportamentos mais efetivos para a gestão da condição de saúde do paciente de forma individual.

Para a captação dos dados fisiológicos dos idosos e para a transmissão desses dados via WEB, foi empregado um dispositivo baseado em tecnologia vestível ou *wearable*. O escolhido para a tarefa foi o *smartwatch* com conexão 3G/4G/*Wi-Fi*, discreto e não intrusivo<sup>(14-15)</sup>. Como requisito foi considerado que o dispositivo escolhido não dificultasse o dia-a-dia do idoso e que pudesse acompanhá-lo em várias de suas atividades físicas e operacionais diárias, sem que ele se incomodasse com a sua presença<sup>(16-18)</sup>.

A utilização da tecnologia *wearable* começou aproximadamente em 2010, tendo ênfase no segmento de *fitness*. Basicamente, o objetivo era a especialização do equipamento em um determinado aspecto clínico ou série de dados capturados por sensores com total interatividade do usuário. No projeto, a proposta foi trabalhar com uma segunda geração de dispositivos, eliminando a interatividade por meio do celular, a manutenção básica pelo usuário e facilitando o carregamento da bateria pelo mesmo. Lembrando que a grande maioria do público-alvo do projeto é o idoso (entre 60 anos e 75 anos) não acostumado com tecnologia e que não possuísse um cuidador presente para ajudá-lo a manusear a plataforma.

Esse dispositivo *wearable* atua como um *hub* de comunicação que utiliza uma arquitetura de *webservices*. O *hub* lê os dados vindo dos medidores por meio da comunicação *bluetooth* e retransmite os dados para a Internet (*cloud computing*) via conexão 3G/4G/*Wi-Fi*. Esse tipo de tecnologia permite que o idoso possua mobilidade não sendo necessário estar presente em um determinado local físico para ser monitorado. Além dessa característica, o *smartwatch* é composto por um conjunto de sensores para captação, com várias funções específicas de coleta de dados

(GPS, frequência cardíaca, movimentos via acelerômetros, etc.) que são enviados via 3G/4G, ou mesmo, *wi-fi* para Internet. Além disso, o dispositivo interage com os medidores com saída *bluetooth* conforme a patologia do idoso crônico (medidor de pressão arterial, oxímetro, frequencímetro, glicosímetro, termômetro, balança e eletrocardiograma - ECG).

## METODOLOGIA

O primeiro passo foi o encaminhamento do projeto de pesquisa para a Plataforma Brasil. O projeto teve sua APROVAÇÃO efetivada pelo comitê de ética sob o parecer consubstanciado do CEP número: 1.893.898. Em seguida, o próximo passo, foi identificar os fabricantes de modelos de glicosímetros e medidores de pressão arterial que disponibilizassem o acesso ao protocolo de comunicação *bluetooth* de seus equipamentos para que fosse possível fazer a integração com o sistema proposto. Além disso, encontrar um *smartwatch* que utilizasse o sistema operacional Android 5.1, disponibilizasse o acesso ao cartão SIM (*Subscriber Identity Module*), com comunicação *bluetooth* 4.0 e que possuísse tanto um acelerômetro quanto um GPS (*Global Positioning System*). O *smartwatch* escolhido foi um modelo de uma empresa coreana, e os medidores de glicose e pressão arterial com saída *bluetooth*, de uma empresa francesa.

No caso do *smartwatch*, após a coleta dos dados tanto via os medidores quanto via os sensores internos (acelerômetro e GPS), os mesmos são enviados para uma plataforma de telemonitoramento que foi hospedada na Internet (*cloud computing*). Para isto, foi desenvolvido um aplicativo (APP) em linguagem de programação Java usando o Android SDK (*Software Development Kit*) para atuar como um *hub* de comunicação e também para realizar determinadas tarefas como, por exemplo, executar mensagens de voz do sistema (cuidado digital automático). Posteriormente, a plataforma *cloud computing* foi desenvolvida utilizando linguagem Java, juntamente com banco de dados SQL. No projeto foi observada a questão de segurança de dados, tomando como base as medidas de segurança instituídas por órgãos nacionais como a Agência Nacional de Saúde (ANS) e por organizações e leis internacionais como é o caso da *Health Insurance Portability and Accountability Act* (HIPAA). Para o banco de dados utilizado pelo sistema, às senhas foram criptografadas utilizando MD5 (*Message-Digest algorithm 5*)<sup>(19)</sup>.

O sistema foi desenvolvido em módulos conforme suas funcionalidades. Por exemplo, o módulo de aquisição de dados baseado em biotelemetria foi desenvolvido para permitir a captura de dados da pressão arterial, glicose, frequência cardíaca, etc. Além disso, os dados de movimento por meio do acelerômetro, a localização por meio do GPS, e a data e horário de quando as medidas foram realizadas. Por exemplo, para uma medição discreta vinda de um medidor de pressão arterial. Essa medida capturada é comparada com valores padrões pré-estabelecidos para verificar em qual das quatro faixas indicativas de alerta, ela se encontra (*discrete binning*). Os

valores de cada uma dessas faixas foram definidos por um profissional de saúde de acordo com o tipo de condição crônica e o propósito do acompanhamento de cada idoso do grupo de teste de campo. Essas quatro faixas são:

- Alerta verde: medida enviada está dentro da faixa de normalidade prevista para aquela pessoa. Caracteriza estado de saúde adequado.
- Alerta amarelo: medida enviada está acima ou abaixo da faixa de normalidade. Caracteriza estado de atenção.
- Alerta vermelho: medida enviada está acima ou abaixo da faixa de atenção. Caracteriza estado de perigo.
- Alerta preto: medida enviada está muito alterada, acima ou abaixo do estado de perigo, pode apresentar risco à saúde. Caracteriza estado de emergência.

O procedimento do telemonitoramento, inicia-se por meio do cuidado digital automático (sem a interferência humana) usando mensagens de voz acionadas pelo próprio APP do *smartwatch*, posteriormente, é acionado o cuidado nível 1 (intervenção do atendente) que posteriormente, pode envolver o cuidado nível 2 (intervenção do profissional de saúde) conforme os procedimentos realizados na teletriagem do cuidado nível 1. Neste processo denominado de teletriagem, foi desenvolvida uma interface onde o atendente realiza seu processo investigativo, e conforme as respostas colhidas junto ao usuário tem-se o acionamento de um módulo baseado nos analíticos descritivos, onde o interesse é saber o que aconteceu. Esses protocolos de procedimentos são condutas realizadas pela central de atendimento e tem como objetivo, a partir dos dados enviados pela biotelemetria, sugerir ações de autocuidado para o usuário que possam proporcionar uma melhor condição de saúde para ele ou mesmo acionar o cuidado nível 2.

De acordo com uma grade horária preestabelecida no sistema para realizar o plano de cuidado individual de cada usuário, o mesmo irá fazer a automedicação usando o medidor de sua patologia, e o mesmo, irá automaticamente enviar essa medida para o *smartwatch*. Consequentemente, os dados irão ser enviados pelo *smartwatch* para a plataforma *cloud computing*. Caso a medida coletada acione um alarme amarelo ou vermelho ou preto, é pedido ao idoso para repetir a medida para se ter certeza do valor obtido nessa medição. Caso novamente, o valor medido acione o alarme, a central de atendimento fará o contato com o idoso utilizando o próprio *smartwatch* como primeira alternativa. Caso não seja atendido, segue ligando para o celular do próprio idoso ou de um cuidador físico como segunda alternativa, posteriormente, tentará contatar um dos familiares ou pessoa próxima cadastrada previamente caso as tentativas anteriores falhem. Também é capaz de entrar em contato com o médico responsável pelo idoso. Enfim, as tentativas irão continuar até conseguir contatar uma pessoa responsável. Cada resultado de interação com o idoso é armazenado em um banco de dados para que depois possa ser gerado relatório com as informações relevantes de cada idoso crônico (histórico).

## TESTES DE CAMPO E RESULTADOS

Inicialmente foi realizada uma pesquisa de opinião por meio de entrevistas individuais com um grupo de idosos (19 pessoas) que costumam frequentar o ambulatório do CRI-Norte (Centro de referência do idoso da zona norte) na cidade de São Paulo (SP). O objetivo foi compreender o perfil para adesão e o interesse com relação à utilização de um sistema de telemonitoramento usando um *smartwatch* e medidores com saída *bluetooth*. O questionário continha 16 questões e foi aplicado por um entrevistador que fazia as perguntas e mostrava as possíveis respostas para que o entrevistado pudesse dizer qual estava mais adequada em sua opinião. De forma geral, pelas respostas ao questionário, detectou-se que o público entrevistado se mostrou favorável ao processo de telemonitoramento, com destaque para duas perguntas relacionadas diretamente ao tema. A primeira perguntava: “se você tivesse uma pulseira ou relógio que ajudasse a identificar como está o seu estado de saúde, você usaria?”. Dezoito pessoas responderam que sim. Apenas uma disse não. A segunda pergunta era: “Qual a sua opinião se este dispositivo agregasse uma solução de assistência contínua para situações onde seus familiares ou pessoas próximas não podem estar o tempo todo acompanhando você?”. Dezesesseis pessoas disseram que seria positiva esta solução. Uma pessoa respondeu não tem interesse nesse tipo de solução. Uma pessoa respondeu que é indiferente a solução proposta, pois somente costuma procurar contato com pessoas próximas, e por fim, uma pessoa não soube responder a pergunta.

Após esta atividade inicial, o próximo passo foi realizar os primeiros testes de campo focados na usabilidade do sistema, isto é, como os idosos iriam se comportar com a atualização diária de um sistema de telemonitoramento. Se haveria algum tipo de rejeição ao longo do período de uso e qual o nível de adesão durante o decorrer dos dias. Os testes de campo foram realizados, introduzindo na jornada diária dos idosos, a medição dos dados fisiológicos. Como comentado anteriormente, cada idoso precisava manter ligado o *smartwatch* em seu pulso, inclusive quando fosse dormir. Apenas retirando para poder recarregar na energia elétrica e tomar banho (o modelo de *smartwatch* utilizado nos testes não era a prova d'água).

Esses testes foram realizados em uma casa de cuidados, pois seria possível acompanhar os idosos em um ambiente controlado com a presença dos cuidadores que poderiam apoiar os idosos na fase de adaptação. Foi escolhida uma ILPI (Instituição de Longa Permanência para Idosos) destinada a residentes “grau I” de dependência. Com relação ao grau de dependência, o grau I se refere aos idosos independentes, mesmo os que utilizam equipamentos de autoajuda<sup>(20)</sup>.

O período de teste foi de trinta dias corridos. Referente à elegibilidade dos idosos para participar das atividades foram elencados três critérios. O primeiro foi que fosse um idoso hipertenso com uso de medicação para controle de pressão arterial de uso contínuo. O segundo critério foi que o idoso aceitasse o uso do dispositivo *smartwatch* e os procedimentos para medição. Por fim, o terceiro foi que assinasse o termo de

responsabilidade de uso do equipamento (medidor de pressão) e do *smartwatch*, além do TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido).

Importante comentar que a responsabilidade do carregamento da energia dos *smartwatches* ficou a cargo dos cuidadores físicos, cabendo apenas ao idoso, utilizar o *wearable* nos horários preestabelecidos para realizar a medição. No momento da medição, o cuidador físico acompanhava o procedimento deixando a operação para que o idoso realizasse. No total, 10 idosos foram entrevistados para participarem do projeto de pesquisa, e ao final dos 30 dias corridos, apenas quatro idosos chegaram a participar de todo o processo de testes. Os demais acabaram desistindo alegando desinteresse pessoal, em decorrência da irritação com o *smartwatch* (atividade do recarregamento do dispositivo na energia elétrica e da retirada dele para tomar banho, lavar as mãos, etc.), não adaptação à nova rotina diária devido ao uso do sistema e pela não interação adequada da central de atendimento. Além disso, alguns idosos se incomodaram no decorrer das semanas de teste, dizendo que estavam se sentindo bem, e por isto, não precisavam ficar medindo a pressão arterial o tempo todo. Este perfil de idosos estava na faixa entre os 70 anos e 90 anos.

Com relação ao plano de cuidado digital individual, o mesmo basicamente definiu inicialmente que a medição da pressão arterial fosse realizado duas vezes ao dia e a leitura do acelerômetro contido no relógio fosse realizada a cada 10 minutos. O objetivo do acelerômetro era saber a quantidade de movimentação dos idosos, isto é, se eles ficaram muito tempo parado ou não, qualidade do sono, etc. Depois foi ajustado para uma vez ao dia a medida da pressão arterial. Sendo que os horários foram definidos distintamente, isto é, que não houvesse sobreposição de horários de coleta entre os idosos, haja vista que existia somente um cuidador físico para acompanhar a medição de cada idoso. Diante disso, foi montada uma escala de medição com os idosos participantes para realizar a medição individual. O tempo total de duração do processo de medição era aproximadamente em torno de quatro minutos. Sendo que o medidor de pressão realiza três medidas em sequência seguindo o protocolo MAM (*MicroLife Average Mode*). Inicialmente foi requisitado que as idosos utilizassem o *smartwatch* continuamente apenas retirando para tomar banho e carregar o dispositivo na energia elétrica. Depois de 20 dias, após as desistências de alguns idosos, este procedimento foi ajustado para que eles utilizassem apenas no horário da medida diária da pressão arterial. Devido a esta situação, a medição do acelerômetro teve que ser suspensa.

No início dessa fase de testes de campo, tanto os cuidadores físicos (trabalhavam em regime de plantão) quanto às idosos participantes foram treinados para utilizarem corretamente tanto o medidor de pressão com saída *bluetooth* (por onde são realizadas as medidas) quanto o *smartwatch* (que envia a medida para a plataforma). Com relação às funções do atendente da central de atendimento, o mesmo foi responsável por quatro atividades realizadas em paralelo: acompanhar a adesão do idoso ao processo, acompanhar a adesão dos cuidadores físicos que eram

funcionários da casa de cuidado, monitorar a geração dos alarmes (funcionais e operacionais) e realizar as intervenções via telefone conforme os protocolos já preestabelecidos (cuidado digital). Com relação aos alarmes operacionais, verde (normal), amarelo (atenção), vermelho (perigo) e preto (urgente), os mesmos são gerados segundo protocolos que foram configurados no sistema junto ao plano de cuidado individual de cada idoso participante. No caso dos alertas funcionais eles estão relacionados ao processo de engajamento dos usuários.

Durante o período inicial de testes ocorreram importantes *insights* advindos da automatização diária das medidas de pressão arterial e a criação de um histórico dessas medidas para auxiliar o profissional de saúde a tomar suas decisões baseadas em evidências. Por exemplo, uma idosa ao realizar umas das medidas de rotina, gerou um alerta vermelho, o sistema imediatamente avisou o atendente (cuidado nível 1) que seguindo o protocolo do alarme vermelho avisou o médico responsável pela casa de cuidado (cuidado nível 2) que constatou que deveria modificar a dose da medicação que a idosa estava ingerindo. Ao realizar essa mudança da dose, a idosa voltou a ter sua medição de pressão regularizada. Outro exemplo ocorreu com a geração de uma sequência de alertas amarelos de outra idosa, o atendente entrou em ação e por meio de uma investigação realizada por telefone (teletriagem), o sistema detectou que a medicação estava sendo ingerida em horário inadequado. O tratamento indicado exigia que a idosa tomasse o medicamento em jejum (antes do café da manhã), e na verdade, a mesma, estava tomando depois da refeição, diminuindo a ação desse medicamento. Foi modificada esta rotina e a idosa teve a medição da pressão arterial regularizada nas medições seguintes. Nesta situação não foi preciso envolver o cuidado nível 2.

## ESTUDOS DE CASOS E DISCUSSÕES

Após o período de testes iniciais, foi constituído um novo grupo de seis idosos crônicos para iniciar a fase de testes onde esses idosos permaneciam em suas próprias residências sem a presença de nenhum cuidador. Dois idosos fizeram uso do *smartwatch* como dispositivo responsável por gerenciar o cuidado nível zero (automático) e transmitir os dados, enquanto quatro utilizaram o próprio *smartphone*. Os resultados foram obtidos por meio da aplicação de metodologia de pesquisa quantitativa onde o método busca por resultados

que possam ser quantificados. O trabalho se baseou em uma pesquisa de campo com o apoio de ferramenta de BI (*Business Intelligence*).

No primeiro caso de estudo, foi realizada uma análise específica do paciente E.F. durante seis meses. E.F. é do sexo masculino, tem 73 anos, multicrônico, ou seja, possui mais de três doenças crônicas associadas ao diabetes e à hipertensão, sendo elas: arritmia cardíaca, nefropatia diabética, e hipercolesterolemia. É um usuário de polifarmácia, ou seja, utilizam mais de cinco medicamentos associados a cada 24 horas. Na Figura 1, são apresentados os resultados da distribuição das entradas de alertas gerados do primeiro ao sexto mês de adesão para todos os alertas relacionados às medidas de: pressão arterial e glicemia, onde é possível observar um aumento de 71,4% de alertas de normalidade (verde) do primeiro mês em comparação ao sexto mês. O quadro de melhora se acentua conforme o período de monitoramento é estendido.

No período analisado, a taxa de adesão às atividades do cuidado digital desse paciente foi em torno de 63,24%. Tais resultados são atribuídos à realização de consultas médicas com outros profissionais de saúde por indicação da central de atendimento e, também, pela execução de exames laboratoriais, anteriormente pendentes, e que foram realizados após a intervenção do cuidado digital, além da realização de ajustes na terapia medicamentosa vigente. O impacto das ações de acompanhamento foi considerado positivo pelo paciente devido ao estímulo para a realização das ações necessárias para o gerenciamento do seu autocuidado. Foi observada uma mudança no seu estilo de vida e nos seus hábitos alimentares.

Em um segundo estudo de caso, é apresentado o resultado de um grupo de quatro pacientes hipertensos. A Figura 2 mostra a distribuição dos alertas gerados para cada um dos pacientes nos três primeiros meses de sua participação no programa de cuidado digital. A partir desses dados é possível observar que, no geral, os pacientes obtiveram melhora no seu quadro de hipertensão arterial, inclusive diminuindo o total de alertas de perigo (vermelho) e atenção (amarelo). Foi constatado pela análise dos dados capturados que a melhora se deve aos mesmos pontos já citados no caso anterior. A figura também mostra que é possível identificar um quadro de melhora clínica de saúde por meio do monitoramento, mesmo em um curto espaço de tempo (três meses).

Em um terceiro estudo de caso é demonstrado os resultados quanto à adesão ao plano de cuidado digital de cinco pacientes monitorados (Tabela 1). A métrica aplicada

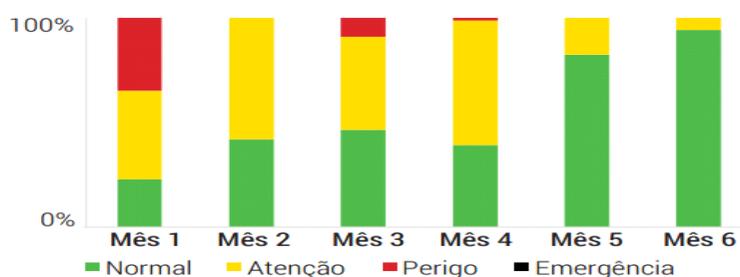
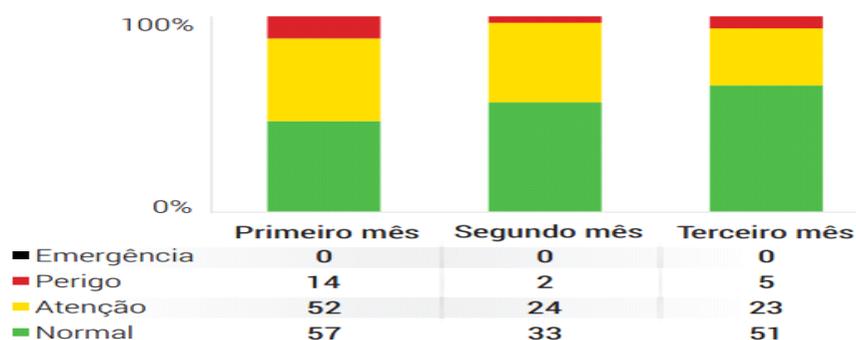


Figura 1 - Resultado da distribuição das entradas de alertas de um paciente multicrônico



**Figura 2** - Distribuição dos alertas gerados para cada um dos pacientes nos três primeiros meses

é a razão entre o número de medições realizadas em um período estipulado, e o número de medições planejadas no plano de cuidado digital no mesmo período. Sendo este resultado transformado em porcentagem. Os pacientes foram acompanhados durante 44 dias corridos divididos em dois períodos. Neste caso foi identificado que independente das características socioeconômicas individuais ou patologias associadas, é possível identificar algum grau de aumento de adesão ao cuidado digital junto a todos os participantes.

**Tabela 1** - Resultados quanto à adesão ao plano de cuidado digital de cinco pacientes monitorados.

	1º ao 22º dia	23º ao 44º dia
Paciente 1	58%	72%
Paciente 2	76%	99%
Paciente 3	100%	100%
Paciente 4	73%	91%
Paciente 5	68%	94%

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A validação da eficiência do sistema e dos dispositivos de aquisição de dados em campo (medidores e *smartwatch*) é fundamental para geração de credibilidade da plataforma de telemonitoramento. Diante disso, uma análise comparativa foi realizada e tomada como base de referência. Foi executado um primeiro piloto de campo para validação e refinamento do sistema (usabilidade) e de todo o seu processo de telemonitoramento (geração de alarmes e acompanhamento das ocorrências). Houve um teste contínuo desde a captura do dado fisiológico até a impressão dos relatórios de saída, passando pela interpretação dos dados medidos, geração dos alarmes e a abertura das ordens de ocorrências. Este piloto serviu para reavaliar a modelagem da parte do cuidado digital e da interface de procedimento utilizado pelo atendente na central de atendimento. Além de compreender qual a composição dos elementos de entrada que são necessários para realizar as medições não discretas (medições interpretativas), como é o caso, da medida de um sintoma depressivo.

As atividades de telemonitoramento foram realizadas considerando a rotina habitual de cada idoso crônico independentemente do horário e dia da semana, ou seja, sem qualquer interferência teórica e/ou critérios de uso. Os indicadores referentes aos riscos crônicos (patologias)

foram relacionados aos dados adquiridos por meio do *smartwatch* e dos equipamentos de medição que cada idoso teve acesso (kit de telemonitoramento). Posteriormente, estes dados foram enviados via Internet para a plataforma de *cloud computing*. Uma análise da necessidade de correção foi identificada durante esses testes, e realizada com êxito (processo de aferição do sistema).

Durante os testes de campo, procurou-se estimular a capacidade de cada idoso de realizar a própria medição de seus dados fisiológicos, inclusive, buscando orientar esses idosos a possíveis mudanças dos seus hábitos rotineiros, com o objetivo de maximizar o resultado do cuidado híbrido. Além disso, buscou gerar junto ao idoso, uma relação de confiança e promoção do hábito do autocuidado. O propósito do projeto foi viabilizar um apoio capaz de evitar um encaminhamento precipitado desse idoso para um PS, PA ou, até mesmo, para uma consulta ambulatorial. Em suma, a aplicação da plataforma procurou ajudar nas decisões alinhadas às diretrizes assistenciais com foco no apoio à clínica farmacêutica. Além disso, esse sistema pode promover um *feedback* aos profissionais da saúde com a possibilidade de comparar resultados, inclusive, com a geração de registros automatizados que permita planificar dados com um enfoque na gestão da saúde populacional.

Um dos principais desafios da composição da arquitetura do sistema foi à montagem do módulo responsável pelo acionamento dos alarmes advindos das medidas discretas e os possíveis alarmes reincidentes. Pois conforme uma determinada sequência de medição realizada junto ao idoso, acionasse, consecutivamente, um alarme amarelo (atenção) ou vermelho (perigo), por exemplo, o sistema deveria direcionar para providências diferenciadas da primeira vez que tinha sido acionado.

O potencial inovador está na introdução do processo do cuidado digital vinculado ao cuidado físico (cuidado híbrido) para os idosos com condição crônica. Todo o processo se inicia na realização da medição dos dados fisiológicos pelo próprio idoso ou seu cuidador ou ente querido; e a captura e envio automático dessas medidas para que o sistema possa operacionalizar o processo de teletriagem baseado nos algoritmos analíticos descritivos. Com isto é possível identificar os momentos corretos de intervenção para manter este idoso dentro de um melhor quadro de qualidade de vida, minimizando a progressão da doença e diminuindo os custos com o uso do sistema de saúde.

Como trabalho futuro, essa massa de dados advinda das medições contínuas dos pacientes poderá ser utilizada para aplicação dos algoritmos analíticos preditivos que são baseados em técnicas de *machine learning* para identificação precoce de situações de risco mediante padrões fisiológicos do idoso. Além disso, será possível oferecer aos profissionais de gestão de saúde populacional, uma base de dados estruturada para a formatação de ações que poderão definir pontos de intervenção para aplicação de medidas preventivas junto aos pacientes com doenças crônicas.

## REFERÊNCIAS

- World Health Organization. Global status report on noncommunicable diseases. Geneva: World Health Organization; 2010.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa Nacional de Saúde: percepção do estado de saúde, estilos de vida e doenças crônicas. Brasil, grandes regiões e unidades da Federação. Fiocruz: Rio de Janeiro; 2014.
- Rabacow FM. Estilo de vida de trabalhadores, absenteísmo e gastos com serviços de saúde [tese]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo; 2014 [Internet] [citado 14 de Outubro de 2017]. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5137/tde-13052015-082521/publico/FabianaMalufRabacowVersaoCorrigida.pdf>
- Conselho Regional de Farmácia-SP. Manejo do tratamento de pacientes com hipertensão. Projeto Farmácia Estabelecimento de Saúde. São Paulo: CRF-SP; 2010.
- Valerio Netto A, Tateyama AGP. Avaliação de tecnologia de telemonitoramento e biotelemetria para o cuidado híbrido para o idoso com condição crônica. J. Health Inform. 2018;10(4):103-11.
- Urtiga KS, Louzada LAC, Costa CLB. Telemedicina: uma visão geral do estado da arte. Anais do IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde -CBIS'2004. 2004 Nov 7-10; Ribeirão Preto/SP. Disponível em: <http://telemedicina.unifesp.br/pub/SBIS./CBIS2004/trabalhos/arquivos/652.pdf>
- Guler N. Theory and applications of biotelemetry. J Med Syst. 2002; 26(2):159-78.
- Vecina Neto G, Malik AM. Gestão em saúde. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2011.
- Andrade LE. Avaliação do nível de autonomia funcional de idosos, a partir da aplicação de bateria de testes do protocolo GDLAM: revisando a literatura. Caderno de Graduação-Ciências Biológicas e da Saúde-UNIT. 2015;3(1): 61-72.
- Doryab A, Min J, Wiese J, Zimmerman J, Hong J. Detection of behavior change in people with depression. Proceedings of the Workshops at the Twenty-Eighth AAAI Conference on Artificial Intelligence. 2014 Jul 27-30; Québec, CA. Available from: <https://www.aaai.org/ocs/index.php/WS/AAAIW14/paper/view/8850/8303>
- Miranda H, Moreira NM, David D, Xavier M, Silva AC, Jimenez R, Souza RA. Avaliação de um programa de atividade física durante o período de oito meses para indivíduos acima de 60 anos por meio do protocolo GDLAM. Fitness & Performance. 2009; 8(5):378-82.
- Sausen LSV. Perfil dos idosos classificados como não urgentes em um serviço de emergência [trabalho de conclusão de curso]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Enfermagem. Curso de Enfermagem; 2013 [Internet] [citado 25 de Novembro de 2018] Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/78412>
- Souza CC, Toledo AD, Tadeu LF, Chianca TCM. Classificação de risco em pronto-socorro: concordância entre um protocolo institucional brasileiro e Manchester. Rev. Latino-Am. Enfermagem. 2011;19(1):26-33.
- Aledavood T, Lehmann S, Saramäki J. Digital daily cycles of individuals. Front. Phys. 2015; 3(73):1-7. Available from: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphy.2015.00073/full>
- Burns MN, Begale M, Duffecy J, Gergle D, Karr CJ, Giangrande E, Mohr DC. Harnessing context sensing to develop a mobile intervention for depression. J. Med Internet Res. 2011; 13(3):e55. Available from: <https://www.jmir.org/2011/3/e55/?newDesign>
- Carmo NM, Mendes EL. Influência da atividade física nas atividades da vida diária de idosas. Rev Bras Ciênc Env Hum. 2008; 5(2):16-23.
- Carneiro RS, Falcone E, Clark C, Prette Z, Prette A. Qualidade de vida, apoio social e depressão em idosos: relação com habilidades sociais. Psicol. Reflex. Crit. 2007; 20(2):229-37.
- Carneiro RS, Falcone EMO. O desenvolvimento das habilidades sociais em idosos e sua relação na satisfação com a vida. Estud. Psicol. 2013; 18(3):518-26.
- Devmedia, Criptografia MD5. [Internet] [citado 29 de Novembro de 2017]. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/criptografia-md5/2944>
- ANVISA. Resolução de diretoria colegiada. [Internet] [citado 20 de Outubro de 2017]. Disponível em: [http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC\\_283\\_2005\\_COMP.pdf](http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_283_2005_COMP.pdf)

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a equipe da *startup* Virtual Monitor, a empresa francesa de equipamentos Visiomed/Bewell Connect, a equipe de cuidadores da Casa de cuidados Cantareira e o Instituto de Ensino e Pesquisa do Hospital Sírio-Libanês. Também um agradecimento especial ao Prof. Dr. Luiz Fernando L. Reis e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) por meio do seu programa inovativo para pequenas empresas (PIPE) – Processo número: 17/15513-4.