

Análisis del Envejecimiento para la Creación de un Sistema de Monitoreo de Ancianos

Cláudio Roberto Magalhães PESSOA
Faculdade de Engenharia, Universidade FUMEC
Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

Patrícia de AZAMBUJA
Faculdade de Engenharia, Universidade FUMEC
Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

y
Cassio Luis BATISTA
Faculdade de Engenharia, Universidade FUMEC
Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

RESUMEN

El proceso de envejecimiento es un hecho biológico normal y debido a la mejora en la calidad de vida, un aumento significativo en el número de ancianos fue percibido. La investigación apuntó que problemas cardiovasculares son los de mayor incidencia en los ancianos. Importa resaltar el tiempo de socorro como un factor predominante para salvar vidas. La población anciana ha tenido un mayor riesgo de exposición a situaciones que pueden causarles traumas, además de sistemas fisiológicos frágiles, en la mayoría de los individuos de esta población. El estudio de los parámetros que conducen a problemas ya frecuentes en estos individuos y los cambios que pueden llevar la mejora en la calidad de vida serán apuntados en este artículo. En síntesis, el estudio analiza los cambios naturales ocurridos a través del tiempo y la disminución de funciones fisiológicas en consecuencia de éstas con el objetivo de desarrollar un sistema de monitoreo de ancianos que permita auxiliar en sus cuidados. Se realizó una revisión de literatura sobre el envejecimiento humano que permitió crear parámetros para UN SURVEY. Los análisis servirán de base para la creación de un producto que hará el monitoreo de signos vitales en tiempo real.

Palabras Clave: Ancianos, Funciones fisiológicas, Enfermedades, Internet de las Cosas.

1. INTRODUCCIÓN

El envejecimiento es un hecho biológico del que nadie está libre. Con el aumento de la tecnología en el área de salud, el surgimiento de nuevas vacunas, antibióticos, quimioterapia y tratamientos más eficientes, enfermedades comunes han sido mejor controladas, lo que generó un aumento de la población de ancianos en todo el mundo. De acuerdo con datos proporcionados por [1], Brasil posee cerca de 21 millones de ancianos, con una tendencia de crecimiento de la población.

Debido a los innumerables cambios que ocurren en el organismo y que caracterizan el proceso de envejecimiento, se tiene una necesidad de proporcionar a la persona anciana un cuidado y atención mayores con relación a la salud [2]. La eficiencia del seguimiento en esta fase de la vida es un factor determinante en la calidad de vida del anciano, así como en la protección de la instalación de otras enfermedades [3,4].

Así, es interesante que se desarrolle un sistema de información que permita medir y acompañar los signos vitales de individuos ancianos, permitiendo con ello el atendimento en tiempo hábil, en caso de algún incidente de salud.

Esta investigación hace una descripción de las características anatómicas y fisiológicas presentes en el envejecimiento normal, indicando las alteraciones funcionales (enfermedades) más comunes de esta fase, para que, a partir de estos datos, se definan cuáles son los signos vitales más importantes a ser monitoreados en esta población. El objetivo de la investigación es hacer un análisis de las informaciones críticas que serán monitoreadas y utilizadas en un sistema de monitoreo de ancianos. Como metodología, se realizó una investigación exploratoria, a través de un análisis de la literatura, para conocer los signos vitales que deben ser monitoreados. En un segundo momento, se realizó una investigación cuantitativa con potenciales usuarios de los sistemas para conocer las expectativas en relación al sistema que será desarrollado por el grupo de investigación. Los resultados apuntan a una alineación entre las expectativas de los usuarios y los signos vitales señalados por las investigaciones científicas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Procedimiento de Envejecimiento

El envejecimiento está presente en todos los animales, reflejando, en su mayor parte, cambios biológicos. Este proceso se refiere a las pérdidas de las funciones normales, que empiezan a ser más evidentes a partir de los 60 años. El envejecimiento normal, que ocurre a través del tiempo, acarrea cambios naturales que pueden llevar a una disminución funcional fisiológica, aumentando la posibilidad de enfermarse [6]. En las naciones desarrolladas, el límite de edad entre adulto y anciano es de 65 años. En los países en desarrollo, el límite es de 60 años. Sin embargo, debido a algunos aspectos, principalmente legales, en Brasil el límite también es de 65 años [2]

Senescencia: La senescencia es el proceso de convertirse en senil sin que haya comprometimiento de las necesidades básicas de vida (alimentación, locomoción, etc), conocido como envejecimiento natural y saludable [14].

El proceso de envejecimiento ha revelado efectos mayores, debido al paso de los años, sobre una serie de variables clínicamente relevantes. Las alteraciones fisiológicas que ocurren con la edad es constante en la octava y novena décadas, lo que indica que individuos a partir de los 80 años estarán perdiendo funciones rápidamente. Es importante resaltar que estos efectos varían de un individuo a otro [7]. Para los índices de evaluación para Fibrilación Atrial (FA) y Accidente Vascular Encefálico (AVE) por ejemplo, la edad es altamente relevante como factor de riesgo de los pacientes [8]. En la investigación bibliográfica realizada quedó evidente algunos aspectos que son importantes destacar, a saber:

- **Envejecimiento Cerebral:** El número de células nerviosas disminuye considerablemente, como ocurre en el Hipotálamo, pero en algunas áreas la pérdida es mínima. Las habilidades verbales, con algunas alteraciones sutiles, como olvidos banales, se mantienen hasta los 70 años [7].
- **Envejecimiento Cardiovascular:** Aumento de la presión sistólica, de la presión de pulso y de la incidencia de enfermedad arterial coronaria son algunos de los hitos del envejecimiento cardiovascular. Aunque los estudios demuestran que otros factores pueden ser relevantes en el medio cardiovascular, la edad se configura como principal factor de riesgo. En situaciones de mayor demanda, ya sea fisiológica o patológica, los mecanismos del sistema pueden fallar debido a su significativa reducción funcional. Sin embargo, en reposo, no hay un déficit cardíaco relevante [10].

Los cambios estructurales limitan la capacidad de tolerancia en varias situaciones y con ello presentan una serie de consecuencias, como: disminución de la respuesta de elevación de la frecuencia cardíaca, disminución de la complacencia del ventrículo izquierdo causando retraso en la relajación del ventrículo, elevando la presión diastólica de esta cavidad, disminución de la complacencia arterial, con aumento de la resistencia periférica y consecuente aumento de la presión sistólica, disminución del consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx.), entre otros. Con la hipertensión sistólica frecuente por encima de los 70 años, existe un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares. En el tejido específico del sistema cardiovascular, hay una acumulación de grasa, reducción de la musculatura específica y aumento de tejido colágeno [10].

- **Envejecimiento Respiratorio:** El sistema respiratorio, incluso durante el proceso de envejecimiento, logra mantener la oxigenación y ventilación adecuadas en el reposo. Pero hay una pérdida progresiva de la reserva respiratoria y de la respuesta ventilatoria en situaciones de alta demanda. Se disminuye la complacencia de la pared torácica y la presión inspiratoria y transdiafragmática, además de disminuir también el volumen espiratorio y la capacidad vital [11].

El aumento del diámetro de los conductos alveolares y el aumento de la lámina basal del alvéolo, que originan el enfisema senil, incluso en no fumadores, son otros cambios pulmonares debido a la edad [12].

Senilidad: La senilidad se caracteriza como un proceso capilar de envejecimiento asociado a cambios que ocurren debido a las enfermedades crónicas y malos hábitos de vida [14].

Además del natural envejecimiento, una senilidad dificulta el trabajo en todas las partes del cuerpo, principalmente cardiovasculares, respiratorios, urinarios e inmunológicos [13].

El envejecimiento aumenta las complicaciones ocasionadas por la enfermedad ya existente, principalmente como de naturaleza crónica. Los problemas de origen cardiovascular son de mayor importancia, como la hipertensión arterial, los ataques al corazón, la angina, la insuficiencia cardíaca y el AVE. Además de estos, se ha observado que como Enfermedades degenerativas o Alzheimer y respiratorias como neumonías y enfisema, también con un grande número de ocurrencias [18]. Como las tablas 1 y 2 muestran índices internos en relación al diagnóstico principal.

Tabla 1: Distribución proporcional (%) del diagnóstico principal que justifica una internación no un área del Sistema Único de Salud, según grupo de edad, sexo masculino. Brasil, 2001.

Diagnóstico Principal	Masculino por edad (años)			
	60+	60-69	70-79	80+
Enfermedades del aparato circulatorio	28,6	27,4	29,7	29,6
Enfermedades del aparato respiratorio	20,4	17,7	21,3	24,9
Enfermedades del aparato digestivo	11	12,8	10,2	8,1
Enfermedades infecciosas y parasitarias	5,5	5,2	5,3	6,6
Enfermedades del aparato genitourinario	7,2	7,2	7,5	6,6
Causas externas	4,1	4,7	3,5	4,1
Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas	4,5	4,2	4,4	5,1
Enfermedades del sistema nervioso	3,1	3	3,1	3,1
Trastornos mentales y de comportamiento	1,7	2,8	1	0,6
Neoplasias	5,4	6,2	5,5	3,6
Enfermedades del sistema osteomuscular y tejido conjuntivo	2	2,4	1,8	1,5
Embarazo, puerperio	0	0	0	0
Otro	6,5	6,5	6,7	6,3
Total	100	100	100	100

Fuente: Ministerio de Salud, Sistema de Informaciones Hospitalarias del Sistema Único de Salud (SIH-SUS) [1]

Tabla 2: Distribución proporcional (%) del diagnóstico principal que justificó la internación en el ámbito del Sistema Único de Salud, según grupo de edad, sexo femenino. Brasil, 2001.

Diagnóstico Principal	Feminino por faixa etária (anos)			
	60+	60-69	70-79	80+
Enfermedades del aparato circulatorio	30,1	28	31,5	31,8
Enfermedades del aparato respiratorio	18,7	17	18,9	21,5
Enfermedades del aparato digestivo	9,7	11,2	9,2	7,8
Enfermedades infecciosas y parasitarias	6,6	6,4	6,4	7,1
Enfermedades del aparato genitourinario	5,3	6,8	4,8	3,5
Causas externas	4,6	4	4,5	6,2
Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas	6,4	6,3	6,4	6,5
Enfermedades del sistema nervioso	2,9	2,6	2,9	3,5
Trastornos mentales y de comportamiento	1,4	2,1	0,9	0,7
Neoplasias	4,9	6	4,7	3
Enfermedades del sistema osteomuscular y tejido conjuntivo	2,6	2,9	2,6	2,1
Embarazo, puerperio	0	0,1	0	0
Otro	6,7	6,7	7,1	6,2
Total	100	100	100	100

Fuente: Ministerio de Salud, Sistema de Informaciones Hospitalarias del Sistema Único de Salud (SIH-SUS) [1]

Según los datos del Ministerio de Salud [1] la principal causa de internación de ancianos de 60 a 69 años, fueron las enfermedades circulatorias totalizando el 28% de todas las internaciones en el período. Las tasas de internaciones por neumonía y EPOC (enfermedad pulmonar obstructiva crónica) fueron muy parecidas en ambos sexos: 56 mil internaciones por neumonía y 30 mil por EPOC. En el ámbito de las enfermedades circulatorias, las cardiopatías no isquémicas fueron las de mayor incidencia, afectando un total del 29,6% de hombres y el 31,8% de mujeres. Las enfermedades respiratorias alcanzaron el 21,5% de las mujeres y el 24,9% de los hombres (en el caso de ancianos mayores de 80 años). la tasa de internación por enfermedades cerebrovasculares llegó a ser un 40% mayor en octogenarios que en septuagenarios cuando se trata de hombres, y el 120% cuando se trata de mujeres [19]. Hecho importante a destacar son los costos de estas internaciones. En un estudio de Silveira (2013), en el período de 2002 a 2011 se gastaron en Brasil más de 21 mil millones de reales en internaciones de ancianos.

De acuerdo con el Ministerio de Salud [20], entre las principales causas de mortalidad de ancianos en Brasil están las enfermedades del aparato circulatorio (37,7%) y respiratorio (13%), y los tumores (16,7%). Los hallazgos alterados de signos vitales (8,4%), las enfermedades endocrinas (7,5%), caídas (3%) y enfermedades de los aparatos digestivo y genitourinario, sistema nervioso y enfermedades infecciosas y parasitarias, juntas, totalizan 11,9 % de las muertes en este grupo de edad. Todos estos datos se vuelven aún más relevantes cuando analizamos que en 2001 el número de ancianos en Brasil correspondía al 9,1% de la población, totalizando un total de 16,2 millones de personas [1] y consideramos que actualmente ese porcentaje es de 14,3% (Gobierno de Brasil, 2016) con tendencia a crecimiento. Una estimación hecha por la Organización de las Naciones Unidas prevé que en 2050 habrá 2

mil millones de ancianos en el mundo, totalizando el 22% de la población

La diabetes mellitus (DM) es una enfermedad que trae cambios funcionales importantes, siendo responsable de disminución en la calidad de vida y la instalación de otras morbilidades. La diabetes viene creciendo cada año en Brasil como consecuencia del aumento de la expectativa de vida de la población y, con ello, el grupo de edad en que más se acomete es la anciana. El número de prevalencia del DM tuvo un aumento de 6,4 veces entre 60-69 años, según el Estudio Multicéntrico sobre la Prevalencia de la Diabetes en Brasil. La hipertensión ocurre, en diabéticos, dos veces más que en no diabéticos, dejando esos puntos íntimamente ligados [21].

Monitoreo de los Señales Vitales

El monitoreo de los signos vitales (SSVV) consiste en la práctica de observar y controlar los parámetros relacionados a la frecuencia respiratoria, cardíaca, presión arterial, glucosa y temperatura [23].

Las alteraciones funcionales generalmente reflejan en los signos vitales y algunas veces pueden indicar enfermedades. Debido a esto, se debe monitorear los signos vitales con frecuencia y rigidez, de modo que los datos recibidos sean siempre comparados a los valores de referencia: temperatura (ideal: 36-37°C), frecuencia de la respiración (60+ años: 12 a 28 rpm; La presión arterial (que consiste en la presión del flujo sanguíneo en la pared de las arterias, y, como el valor normal varía un poco de individuo a individuo, es difícil definir un valor exacto), la glucosa (en los individuos no diabéticos en ayunas valor menor que 110 mg / dl, y en individuos diabéticos valor mayor que 126 mg / dl) y frecuencia cardíaca percibida a través del pulso, que es la onda de contracción y expansión de las arterias resultante de los latidos del corazón, los valores considerados normales entre 60-100bpm [24]. El monitoreo de

esas señales ayudará a evitar patologías y disminuir las tasas de internación vinculadas a ellos, según el punto 2.1.1, son los principales problemas enfrentados.

Durante la internación del paciente, su monitoreo se realiza 24 horas, lo que facilita la detección de cambios en sus señales. En la mayoría de los casos, la mayoría de las personas que sufren de esta enfermedad, no se sienten satisfechas con el uso de este medicamento. entre las medidas y exponga al paciente a riesgos. En algunos casos clínicos, monitoreo continuo debía ser hecho en casa, pero la ejecución de esta prescripción es inviabilizada por la falta de practicidad presentada por los equipos con este tipo de monitoreo y por la necesidad de organización y disciplina específicas para que el paciente pause su rutina y haga la apreciación de sus signos vitales. [25]

Importancia del Tiempo en el Socorro

El socorro inmediato en una situación de emergencia es un factor preponderante para salvar vidas. Pero por falta de conocimiento técnico de la población no se da ni una atención básica entre el momento del ocurrido hasta la llegada de un equipo de socorro [26]. Este tiempo de espera puede significar la diferencia entre vida o muerte y definir comorbilidades, que según es cuando la enfermedad diagnosticada inicialmente causa otra alteración funcional, o cuando otra enfermedad desarrolla paralelamente al diagnóstico original.

La población anciana tiene mayor riesgo de exposición a situaciones que pueden causar diferentes traumas, como, por ejemplo, atropellamiento, caída, quemadura. El individuo anciano no posee capacidad o reserva funcional necesaria para el proceso recuperativo, lo que eleva la tasa de mortalidad en este grupo [27]. En caso de accidentes, el pronto reconocimiento y estabilización precoz de traumas reducen la pérdida de sangre, aumentando la supervivencia. Una atención correcta, y en el menor tiempo posible, posibilita que la atención posterior obtenga mejores resultados. [28] evidencian la reducción de la mortalidad en un 60% en víctimas de accidentes que recibieron atención adecuada e inmediata, preservando así los signos vitales de los individuos.

Caídas: Las caídas son accidentes frecuentes en personas mayores y, pueden ocurrir en cualquier momento y, en diversos lugares. Sin embargo, según [27], ocurren predominantemente en ambientes domiciliarios y están asociados a actividades comunes del día a día.

Según [27], los traumas pueden generar heridas y hemorragias que, en ancianos, representan riesgo de mortalidad por llevar a complicaciones sistémicas perjudiciales a las funciones vitales. La pérdida de sangre por hemorragia genera desequilibrio entre volumen de líquidos y el sistema cardíaco, llevando al choque hipovolémico (la pérdida de más del 20% de la sangre o de fluidos corporales), condición potencialmente letal por la caída brusca de la presión arterial [30].

Quemaduras: Las quemaduras, por sí solas, no son un riesgo inmediato a la vida; pero factores como el comprometimiento de las vías aéreas e infecciones pueden ser asociados a alta letalidad. Por lo tanto, el tratamiento adecuado en el lugar del accidente puede disminuir la mortalidad de los pacientes que sufren traumas en ese sentido [30]. Lange [31] destaca muerte por quemadura como una de las principales causas de muertes accidentales entre ancianos mayores de 75 años de edad. Las quemaduras ocurren 90% en ambiente domiciliario, siendo las llamas del fuego el responsable del 80% de las quemaduras y, líquidos hirvientes, los responsables del 20% de los casos de accidentes.

Infarto agudo de miocardio (IAM): Según la Sociedad Brasileña de Cardiología [32], la mayor incidencia de muerte por

IAM ocurre en las primeras horas de manifestación de la enfermedad, con 40% a 60% ocurriendo a la primera hora y aproximadamente el 80% en las primeras 24 horas después del infarto. Por lo tanto, la mayor ocurrencia de muertes ocurre fuera del hospital.

La atención inmediata, también en este caso, es de extrema importancia pues puede retardar el inicio de la necrosis muscular, cuya cicatrización promueve un cambio eléctrico importante en el miocardio, causando alteraciones funcionales. La causa más frecuente de muerte asociada a alteraciones cardíacas es la Fibrilación ventricular, caracterizada por un cambio de comportamiento eléctrico del corazón identificado en el trazado del electrocardiograma (ECG). Según Pergola y Araújo [28], el 90% de las paradas cardiorrespiratorias resultantes de fibrilación ocurren en ambientes extra hospitalarios.

El tiempo del inicio de los síntomas, que representa la oclusión de la arteria coronaria hasta el inicio del tratamiento, es proporcionalmente relevante para las consecuencias a las cuales el paciente se someterá. Los casos de pacientes con IAM que llegan a una emergencia con hasta 2 horas después del inicio de los síntomas es de apenas 20% [32].

Otro factor muy importante es la íntima relación existente entre enfermedades cardíacas y neurológicas generales, ya sean vasculares o degenerativas del tejido nervioso [17]. Los cambios funcionales del corazón repercuten en la calidad general de la circulación sanguínea perjudicando el soporte de vida del encéfalo, lo que puede llevar a un proceso gradual que culmina en degeneración, resultante o no de un accidente vascular causado por la cardiopatía [16, 17].

En el mundo existen 33.500 pacientes con Fibrilación Atrial (FA), además de los casos de alteraciones cardíacas silenciosas y asintomáticas. En la mayoría de los casos, el riesgo de muerte por la FA, este trastorno es causa probada de problemas neurológicos futuros como AVE y demencia [16,8], aumentando aún más la importancia del monitoreo continuo entre ancianos.

Accidente Vascular Encefálico (AVE): El AVE se caracteriza por un déficit neurológico focal, repentino y no convulsivo, determinado por una lesión cerebral. Poseen dos tipos: isquémico y hemorrágico. El Accidente Vascular Encefálico Isquémico (AVEI) puede ser causado por embolia o bloqueo súbito de una arteria provocada por un material sólido transportado en el torrente sanguíneo hasta el lugar del bloqueo, caída en la presión de perfusión sanguínea u obstrucción en el drenaje de la sangre venosa, impidiendo así el paso de oxígeno a las células encefálicas, pudiendo llevar la muerte de las mismas [15].

El accidente vascular encefálico hemorrágico (AVEH) ocurre por el rompimiento de un vaso sanguíneo encefálico provocando sangrado (hemorragia) en un área del sistema nervioso. El contacto de la sangre con el tejido cerebral causa una acción irritativa, esta irritación junto con el coágulo generado hace una presión sobre el tejido nervioso, pudiendo llevar la pérdida de función del área afectada [15].

Las evidencias experimentales y clínicas sugieren que, en los AVE que tengan persistencia de la isquemia cerebral, por más de 4 a 6 horas, producen pérdida de funciones neurológicas permanentes [9].

Las relaciones entre las principales alteraciones funcionales y sus consecuencias están organizadas en la tabla 3.

Tabla 3: Comparación de causa y efecto de las principales enfermedades

	Parámetros normales	Enfermedades	Consecuencias
Envejecimiento Cerebral	Sin parámetro a observar	Accidente Vascular Encefálico	Accidente vascular encefálico isquémico persistente de 4 a 6 horas, produce pérdidas de función neurológica permanentes
Envejecimiento Cardiovascular	Frecuencia cardiaca: 60-100bpm	Infarto de miocardio	El 40% al 60% de las muertes se produce en las primeras horas de manifestación de la enfermedad
Envejecimiento Respiratorio	Frecuencia respiratoria: >60 años: 12 a 28rpm >80 años: 10 a 30rpm		

Fuente: Los autores

3. INTERNET DE LAS COSAS

La Internet hoy pasa a incluir objetos que se conecten entre sí, formando así la Internet de las cosas (Internet of Things - IoT). Este término recibe variaciones en la literatura como, por ejemplo: WEB de las cosas (WoT), Internet de todas las cosas (IoE), Internet de la salud (IoH), dependiendo de los aspectos asociados a su arquitectura que se quiera valorar en la solución [29].

La IdC concentra diversas tecnologías, como hardware y firmware de sensores, servicios WEB, computación en nube y computación en el borde, computación ubicua, modelado y almacenamiento de datos, procesamiento de señales e información y telecomunicaciones.

Debido a las potencialidades ofrecidas por las tecnologías de IdC se ha hecho posible el desarrollo de un gran número de aplicaciones. De acuerdo con [30], las aplicaciones típicas de Internet de las Cosas (IdC) implican la recolección de información automática de diversos sensores inteligentes distribuidos geográficamente y concentran la información en computadoras potentes.

Las características del IdC, incluyendo una ultra red de alta capacidad de cosas, dispositivos y nivel de heterogeneidad de la red y un gran número de eventos generados por estas cosas, hacen el desarrollo de diversas aplicaciones y servicios una tarea bastante desafiante. Los esfuerzos de investigación recientes están investigando cómo explorar mejor la capacidad en el borde de la red para soportar el IdC y su necesidad. Motivado para proveer la comunicación de máquinas de forma eficiente, comunicación de baja latencia ultra confiable con alta eficiencia espectral y bajo consumo de energía, la inversión de la industria y el interés de la investigación en computación en el borde de la red ha aumentado significativamente. Diferentes foros han creado soluciones para la computación en el borde con especificaciones desarrolladas como Cloudlets, el Mobile Edge Computing (MEC) y Fog Computing [31]. La solución de la plataforma de monitoreo de ancianos usa un Gateway, mientras las redes aun no siguen esta arquitectura.

Servir como un representante, físicamente cercano, de la nube, que puede no estar disponible debido a fallas o un cyber ataque, los elementos en el borde pueden mejorar la robustez y la disponibilidad en un ambiente hostil.

Las soluciones IoT, independientemente de su arquitectura, normalmente están compuestas de tres componentes básicos - capa de percepción, capa de redes y capa de aplicación. La capa de percepción está formada por los dispositivos, que incluyen sensores inteligentes, máquinas, productos o gateways que contienen los módulos de comunicaciones. Los dispositivos a menudo incluyen CPU (Unidad Central de Procesamiento) y plataformas de software embebidas que habilitan una inteligencia distribuida. En la capa de redes, varias redes inalámbricas o cableadas, usadas en varias combinaciones posibles, habilitan la comunicación remota. Varios protocolos se utilizan para la comunicación y habilitación de funcionalidades en la solución. Un esfuerzo de estandarización está siendo realizado por diferentes foros de estandarización. Las plataformas de software incluyen varios entornos y sistemas de TI que proveen funcionalidad como la gestión de los dispositivos, la gestión de datos, la lógica del negocio y la integración con otros sistemas empresariales de TI. La figura 1 muestra los distintos componentes de la solución de IdC.

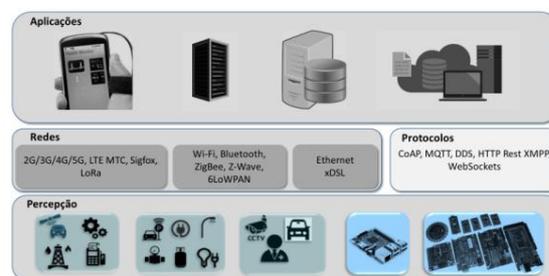


Figura 1: Componentes de una solución IdC. Fuente: Los Autores, 2017.

La IdC, en la capa de red, posee una intensa actividad de estandarizaciones en el 3GPP [32], ETSI [33] y IEEE [34], en las cuales hay una adecuación de Internet y de las tecnologías de acceso, para que se desarrollen los GAPS de la actual estructura de Internet y de la conexión de los objetos

inteligentes a Internet, con QoS y seguridad adecuados a los nuevos servicios inteligentes que se incluyen.

Además de los esfuerzos de estandarización, otras iniciativas de un modelado y arquitectura unificada están siendo analizadas por el Reference Architecture Model Industrie 4.0 (RAMI 4.0) [35], por la Industrial Internet Reference Architecture (IIRA) [36] y por Internet of Things - Architecture (IoT-A) [37]. Las arquitecturas y los modelos de implementación dan las directrices para el desarrollo de las plataformas de IdC. La plataforma de monitoreo de ancianos tiene como directriz, la flexibilización para que, en su evolución, pueda ser fácilmente adecuada para la adherencia a la arquitectura y modelo de referencia en una futura versión.

4. PLATAFORMA IOT PARA EL MONITOREO DE ANCIANOS

La Internet pasa por un proceso de adecuación al nuevo paradigma de IdC. En consecuencia, la capa de red está en un proceso de evolución e incorporación de nuevas interfaces y protocolos. Por lo tanto, para la plataforma de monitoreo de ancianos, se desarrolla una arquitectura flexible, donde los protocolos de red pueden ser actualizados, conforme las estandarizaciones avancen.

Para proveer esta flexibilización, un terminal móvil actúa como un Gateway y fue introducido en la capa de red para que la misma pueda ser adecuada a la arquitectura estandarizada, en su configuración definitiva.

Conforme a lo establecido por Toma y Popa [38] el papel del gatewayIdC es procesar los datos recogidos en los sensores / actuadores inteligentes IdC, establecer un comportamiento de realimentación local y enviarlos al sistema de Datacenter / Nube para procesarlos con soluciones dedicadas.

La plataforma de monitoreo de ancianos fue desarrollada con las siguientes directrices: fácil utilización, considerando que los ancianos no se sienten muy cómodos con la tecnología, agravados con la reducción de la visión y, eventualmente, acometidos de algún grado de artritis; no estigmatizantes, es decir, no deben discriminar o identificarse con el anciano; proveer privacidad y seguridad para evitar que los ancianos no sean objetivos de ataques o se vuelvan más vulnerables, considerando su condición de fragilidad de salud; bajo costo de dispositivos; bajo consumo de energía; capacidad de arranque; integridad de la información, ya que la información es sensible y puede significar la vida o la muerte; alta disponibilidad, donde el acceso está provisto a la red a través de un dispositivo móvil accediendo a la red móvil o, alternativamente, conectado a un acceso fijo a través de WiFi.

La plataforma de supervisión de ancianos debe procesar datos de dispositivos IdC de forma confiable y debe cumplir los siguientes requisitos:

- **SopORTE de datos brutos nativos.** Tanto en términos de recepción de datos como en el procesamiento, la plataforma debe ser capaz de manejar nativamente con datos IdC. La plataforma de supervisión de ancianos permite recibir los datos de entrada en su formato bruto JSON, archivos de registro y configuración.
- **Seguridad y privacidad.** La plataforma garantiza una operación punta a punta segura, incluyendo la integración con sistemas de autenticación y autorización.
- Por último, pero no menos importante, la **privacidad del usuario** debe ser garantizada por la plataforma, desde el soporte a la procedencia de datos, hasta la encriptación y el

enmascaramiento de datos. La plataforma posee una interfaz NFC para habilitación e identificación del anciano, o acompañantes.

La arquitectura de la aplicación se basa en microservicios, que casa perfectamente con casos de uso dirigidos por eventos.

Derhamy [39] presenta entornos de desarrollo de soluciones IoT en la nube. La mayoría de las plataformas de M2M e IoT se basan en la nube, utilizando soluciones de Infraestructura como Servicio (IaaS) o Plataforma como Servicio (PaaS), de proveedores como Amazon, Google, IBM, Microsoft, Cisco, Oracle y SAP y software de gestión de sistemas en la nube de empresas como VMware, BMC, CA Technologies. Las ofertas de IaaS típicamente incluyen máquinas virtuales, almacenamiento, balanceadores de carga y redes locales virtuales, disponibles como recursos bajo demanda. Las ofertas de PaaS también incluyen sistemas operativos, entorno de ejecución, bases de datos y herramientas de desarrollo. La actual plataforma de monitoreo de ancianos se basa en la nube privada, usando una solución propia de aplicación web en servidores propios. Sin embargo, en versiones futuras, hay el objetivo de utilizar aplicaciones basadas en Mobile Edge Computing (MEC) y el uso de IaaS o PaaS.

Capa de persistencia

El desarrollo de la capa de persistencia considera la utilización de dispositivos inteligentes de vestuario (wearables), los cuales, están provistos con los sensores y actuadores necesarios para el monitoreo de los ancianos. En la investigación realizada por el IERC [40], la preferencia por la localización de los dispositivos visibles apunta para el uso como un brazalete o un reloj de pulso, que va al encuentro del producto que será desarrollado para monitoreo de ancianos.

Los dispositivos de vestuario están compuestos de sensores inteligentes y actuadores conectados a Internet a través de una interfaz Bluetooth con un terminal móvil. Este terminal móvil actúa como un Gateway que accede a Internet a través de la red móvil, o a través de una interfaz Wifi conectado a la red fija. Los dispositivos están compuestos por un módulo de sensorización, un módulo de procesamiento, un módulo de transmisión y un módulo de alimentación.

Módulo de sensorización: consiste en sensores y convertidores digitales que convierten señales analógicas producidas por el sensor a la señal digital. El sensor convierte el fenómeno físico en una señal eléctrica. Actualmente, el dispositivo utilizado en la plataforma posee sensor para medición de glucemia, sensor de temperatura, acelerómetro y dispositivo de localización, usando GPS. Otros sensores / actuadores son fácilmente añadidos.

Módulo de procesamiento: Constituye un microprocesador o microcontrolador que controla los sensores, el módulo de interfaz Bluetooth y el módulo de interfaz NFC, y la ejecución y el procesamiento de algoritmos inteligentes en la recolección de los datos de los sensores. El dispositivo usado en la plataforma de vigilancia de ancianos es un Arduino Primo.

Módulo de Transmisión: Esta recolecta la información de la CPU que luego transmite a un terminal móvil que actúa como Gateway, usando interfaz Bluetooth.

Módulo de alimentación: en el dispositivo visible, la fuente de alimentación principal es la batería. Luego la unidad de alimentación suministra la alimentación de la batería a los demás módulos del dispositivo.

Gateway

La función del Gateway de comunicación es unir los dispositivos de vestuario a Internet proporcionando acceso a recursos de procesamiento compartidos.

Es posible la instalación de servicios que proporcionan seguridad al usuario como un firewall, que ayuda a proteger contra ataques e intrusiones de hackers que puedan intentar robar su información y datos. La función de puerta de enlace será ejecutada por el terminal móvil.

Como se ha comentado en Postscapes [41], los Gateways emergen como un elemento clave para traer dispositivos heredados y de próxima generación para Internet de las cosas (IdC). Que integran protocolos en la red, ayudan a administrar el almacenamiento y análisis de borde de los datos y facilitan el flujo de datos de forma segura entre dispositivos de borde y la nube.

Un Gateway también administra sus dispositivos de cliente, agrega los datos, y realiza otras tareas afines. El proporciona comunicación mutua a través de la realización de la conversión de protocolo de comunicación entre el dispositivo visible e Internet, usando por un lado la interfaz Bluetooth y, por otra, la interfaz de la red móvil o WiFi, en la capa de red. En la capa de aplicación, la comunicación con el servidor se realiza utilizando HTTPS.

El Gateway, a menudo funciona como una puerta de selección de servicio (SSG), que permite a los usuarios conectarse a varias sesiones, servicios de red bajo demanda.

La arquitectura de servicio WEB utilizada es RESTful. De acuerdo con Oracle [42] es un estilo arquitectónico que especifica restricciones, como la interfaz uniforme, que, si se aplica a un servicio web, induce propiedades deseables, como rendimiento, escalabilidad y facilidad de modificación, que permiten que los servicios funcionen mejor en la Web. Por estos motivos, se utiliza en el sistema desarrollado.

Además, se optó por el Web Service pues tiene como principales características:

- **Interoperabilidad:** permite la comunicación entre arquitecturas diferentes;
- **Transparencia de ubicación:** no necesita saber dónde están los objetos;
- **Independencia de plataforma:** objetos pueden estar distribuidos en plataformas diferentes;
- **Neutralidad de lenguaje:** objetos se comunican incluso en lenguajes diferentes.

La aplicación en el servidor se desarrolló en Java.

5. CONCLUSIÓN

El envejecimiento es un proceso inherente a la vida y puede acompañarse de cambios funcionales que pueden poner en peligro la vida del anciano si no se presta la debida atención. Pero incluso si esta fase de la vida no tiene ningún trastorno previamente diagnosticado, la senescencia se caracteriza por un aumento considerable en los riesgos de desarrollo de enfermedades.

Independiente del contexto en el que el anciano esté inserto es de suma importancia el monitoreo de los principales signos vitales para que éste tenga un seguimiento adecuado de su estado general. Esto puede prevenir enfermedades o tratarlas en

etapas primarias con menores daños y evitando procedimientos, como internación. Un monitoreo constante puede llevar a la disminución del tiempo de atención en caso de cambios del corazón o del cerebro, o accidentes como caídas o quemaduras. Como se ha visto en el artículo, el tiempo de atención es siempre un factor primordial, pues puede preservar la vida y evitar consecuencias más graves.

Por lo tanto, parámetros como frecuencia cardíaca, temperatura y saturación son datos importantes para monitorear de forma constante para que se haga una prevención eficiente de situaciones que posea por la vida del anciano en riesgo, o alterar su calidad de vida.

Se presenta en este artículo una plataforma flexible de monitoreo de señales vitales del anciano. En trabajos futuros, se agregarán nuevas funcionalidades y nuevos sensores, agregando capacidad de monitoreo del bienestar del anciano.

6. REFERÊNCIAS

- [1] DATASUS, **Ministério da Saúde**. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?ibge/cnv/popuf.def> Acesso em 14 nov 2017.
- [2] M.P. NETTO, **O estudo da velhice: Histórico, definição do campo e termos básicos**. In E. V. FREITAS; L. PY; F. A .X. CANÇADO; M. L. GORZONI, J. DOLL (Eds.). Tratado de Geriatria e Gerontologia. Ed.Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.68,71, 2011.
- [3] F.A. M. R.S SOUSA; M.J.G. GOULART; A. M. S. BRAGA; C. M. O. MEDEIROS; D.C.M. REGO; F.G. VIEIRA; H.J.A.R. PEREIRA; H.M.C. TAVARES; M.M.P LOURA, **Setting healthpriorities in a community: a case example**. Revista de Saúde Pública. 51(11), 2017Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5336317/pdf/0034-8910-rsp-S1518-87872017051006460.pdf>. Acessado em 14/11/2017.
- [4] L.P. ROLIM; A.G. SAMELLI; R.R. MOREIRA; C.G. MATAS; I.S. SANTOS; I.M. BENSENOR; P.A. LOTUFO. **Effects of diabetes mellitus andsystemic arterial Hypertension on elderly patients' hearing**. BrazilianJournalofOtorhinolaryngology. 2017, Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2017.08.014> Acessado em 14/11/17
- [5] E.B. LARSON. **Evidence supports action to prevent injurious falls in older adults**. Journal American Medical Association. 318(17):1659-1660. Nov 2017
- [6] PROMOLAR. **As alterações comuns no processo de envelhecimento** (2017). Disponível em: <https://www.promolar.com.br/idoso/as-alteracoescomuns-no-processo-de-envelhecimento.html>. Acessado em: 20/09/17.
- [7] F. A. X. CANÇADO; L. M.ALANIS; M. L. HORTA. **Envelhecimento Cerebral**. In E. V. FREITAS; L. PY; F. A .X. CANÇADO; M. L. GORZONI, J. DOLL (Eds.). Tratado de Geriatria e Gerontologia. 3. Ed.Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.244-246, 2011.
- [8] A. YOSHIHISA; S. WATANABE; S. KANNO; Y. KANNO; M. TAKIGUCHI; A. SATO; T. YOKOKAWA; S. MIURA; T. SHIMIZU. S. ABE; T. SATO; S. SUZUKI; M. OIKAWA; N. SAKAMOTO; T. YAMAKI; K. SUGIMOTO; H. KUNII; K. NAKAZATO; H. SUZUKI; S. SAITOH; Y. TAKEISHI. **The CHA2DS2-VASc score as a predictor of high mortality in hospitalized heart failurepatients**. ESC Heart Failure 2016; 3: 261-269
- [9] L. YAMASHITA; G. FUKUJIMA; N. GRANITOFF; PRADO. **Pacientes com acidente vascular cerebral isquêmico já é atendido com mais rapidez no hospital São Paulo**. São Paulo: UNIFESP, 2003.
- [10] A. AFIUNE. **Envelhecimento Cardiovascular**. In E. V. FREITAS, L.PY, F. A .X.CANÇADO; M. L. GORZONI , J.

- DOLL. (Eds.). **Tratado de Geriatria e Gerontologia**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.557-558,562-563, 2011.
- [11] M. L. GORZONI. **Envelhecimento Pulmonar**. In E. V. FREITAS; L. PY; F. A. X. CANÇADO; M. L. GORZONI, J. DOLL (Eds.). **Tratado de Geriatria e Gerontologia**. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.891-892, 2011.
- [12] SINGER, J. Doença pulmonar obstrutiva crônica. In FREITAS, E. V.; PY, L.; CANÇADO, F. A. X.; GORZONI, M. L., DOLL J. (Eds.). **Tratado de Geriatria e Gerontologia**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.894, 2011.
- [13] REMÉDIO DA TERRA. **Senilidade – causas e sintomas** (2016). Disponível em: <<https://remediodaterra.com/senilidade-causas-esintomas/>>. Acessado em: 20/09/17.
- [14] HOME ANGELS. **Senescência e Senilidade** (2017) Disponível em: <<http://www.homeangels.com.br/itucentro/noticias.asp?id=4512>>. Acessado em: 22/09/2017.
- [15] J. BRAGA, L.; R. M. P. ALVARENGA; J.B.M.M.NETO, **Acidente vascular cerebral**. Disponível em: <http://www.moreirajr.com.br/revistas.asp?id_materia=2245&fase=imprime> Acessado em: 11/11/17.
- [16] R.F.A.G BRUJIN; J. HEERINGA; F.J. WOLTERS; O.H. FRANCO; B.H.C. STRICKER; A. HOFMAN; P.J. KOUDESTAAL; M.A. IKRAM; **Association Between Atrial Fibrillation and Dementia in the General Population**. JAMA Neurology, sept 2015. Disponível em <https://jamanetwork.com/journals/jamaneurology>. Acessado em 16/11/17.
- [17] A. MARELLI; P.M. STEVEN; S.M. BRADLEY; A. JEFFERSON; J.W. NEWBURGUER. **The Brain in Congenital Heart Disease across the Lifespan: The Cumulative Burden of Injury**. Circulation. 2016 May 17; 133(20): 1951–1962
- [18] F. S. A. CARLOS; F. R. A. PEREIRA. **Principais doenças crônicas acometidas em idosos**. 2015. Disponível em <http://www.editorarealize.com.br/revistas/cieh/trabalhos/TRABALHO_EV040_MD4_SA2_ID2624_11092015161625.pdf>. Acessado em: 23/09/17.
- [19] F. CHAIMOWICZ; M. C. S. CAMARGOS. **Envelhecimento e saúde no Brasil**. In E. V. FREITAS; L. PY; F. A. X. CANÇADO; M. L. GORZONI, J. DOLL (Eds.). **Tratado de Geriatria e Gerontologia**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.167, 2011.
- [20] Brasil. **Ministério da Saúde**. DATASUS, 2009. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/atencao_saude_pessoa_idosa_envelhecimento_v12.pdf. Acessado em: 21/08/09.
- [21] M. do P.S. MARTINS; A. GOMES; M. do C. MARTINS; M.A. de MATTOS; M.D. de SOUZA FILHO; D.B. de MELLO; H.E.M DANTAS. **Consumo Alimentar, Pressão Arterial e Controle Metabólico em Idosos Diabéticos Hipertensos**. 2010 Disponível em: <http://sociedades.cardiol.br/socerj/revista/2010_03/a20_10_v23_n03_completa.pdf#page=14>. Acesso em: 20 nov.2017.
- [22] J. L. GROSS; S.P. SILVEIRO; J.L. CAMARGO, Joíza L; A.J. REICHEL; M. J. de AZEVEDO. de. **Diabetes Mellito: Diagnóstico, Classificação e Avaliação do Controle Glicêmico**. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0004-27302002000100004&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 21 nov. 2017.
- [23] C., C. TEIXERA et al. **Aferição de sinais vitais: um indicador do cuidado seguro em idosos**. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/tce/v24n4/pt_0104-0707-tce24-04-01071.pdf>.p.2-3. Acessado em: 24/09/17.
- [24] M. VARELA. **Fundamentos da enfermagem**. 2014. Disponível em <<http://www.ifcursos.com.br/sistema/admin/arquivos/19-14-31-apostila-fundamentos.pdf>>. p. 22-25. Acessado em:23/09/17.
- [25] J.G.D. NARDES; G. CHEQUIM. **PULSEIRA PARA MONITORAMENTO DE QUEDA E BATIMENTO CARDÍACO DE IDOSOS**. 2015. 23 f. TCC (Graduação) - **Curso de Engenharia da Computação, Núcleo de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Positivo, Curitiba**, 2015. Disponível em: <http://www.up.edu.br/blogs/engenharia-dacomputacao/wpcontent/uploads/sites/6/2015/12/2015.Nardes.Chequim.pdf> . Acesso em: 11 nov. 2017.
- [26] SOUZA, J.A.G.; IGLESIAS, A.C.R.G. Trauma no Idoso. Rio de Janeiro. **Revista Associação Médica Brasileira**, p. 79-86, 2002.
- [27] MANTOVANI, M. **Suporte básico de vida no trauma**. São Paulo: Atheneu, 2006.
- [28] PERGOLA, A.M.; ARAUJO, I.E.M. **Lay people and basic life support**.Campinas. Revista Escola de Enfermagem USP, p.334-341, 2009.
- [29] C. PERERA; A. ZASLAVSKY; P. CHRISTEN; D. GEORGAKOPOULOS. “**Context Aware Computing for The Internet of Things: A Survey**”. IEEE Communications Surveys & Tutorials, Volume: 16, Issue: 1, First Quarter 2014
- [30] FRAME, S.; RICHARD, R.; JOSEPH, D. **Pré-hospital trauma life support –PHTLS.7 ed**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- [31] LANGE, C. **Acidentes domésticos em idosos com diagnóstico de demência atendidos em um ambulatório de Ribeirão Preto – SP**. 2005. 221f. Tese (DOUTORADO) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/22/22132/tde-23062005-113139/pt-br.php>> Acessado em :02/11/17.
- [32] SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia. V diretriz da sociedade brasileira de cardiologia sobre tratamento de infarto agudo do miocárdio com supra desnível do segmento ST**. Rio de Janeiro, 2015.
- [33] I. CALVO et al. “**Building IoT applications with raspberry Pi and low power IQRf communication modules. Electronics**”, v. 5, n. 3, p. 54, 2016.
- [34] Y. AI; M. PENG; K. ZHANG. “**Edge cloud computing technologies for internet of things: A primer**”. Digital Communications and Networks, 2017.
- [35] 3GPP. **3GPP – A Global Initiative**. Disponível em: <http://www.3gpp.org/> Acessado em: 29/12/17.
- [36] ETSI. **ETSI Standards**. Disponível em: <http://www.etsi.org/standards> Acessado em 29/12/17.
- [37] IEEE. **IEEE Standards Association**. Disponível em: <http://standards.ieee.org/> Acessado em 29/12/17.
- [38] P. Adolphs, H. Bedenbender, D. Dirzus, M. Ehlich, U. Epple, M. Hankel, R. Heidel, M. Hoffmeister, H. Huhle, B. K’archer, et al. “**Reference architecture model industrie4.0 (rami4.0)**,” ZVEI and VDI, StatusReport, 2015.
- [39] I. I. CONSORTIUM, et al., “Industrial internet reference architecture,” Industrial Internet Consortium, Tech. Rep., June, 2015.
- [40] A. B. HEU; P. G. HEU; A. O. CEA. eStefa, J. “**Internet of things architecture**” 2013.
- [41] C. TOMA; M. POPA. “**IoT – Internet of Things Architecture for Context Aware Sensors Data Processing in Waste Management Solution**. Journal of Mobile, Embedded and Distributed Systems”, vol. VI, no. 4, 2014.
- [42] H. DERHAMY et al. “**A survey of commercial frameworks for the internet of things**. In: **Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA)**”, 2015 IEEE 20th Conference on. IEEE, 2015. p. 1-8.
- [43] IERC. **European Research Cluster on Internet of Things**. Disponível em: http://www.internet-of-thingsresearch.eu/About_10t.htm Acessado em: 12 de dezembro de 2017.
- [44] POSTSCAPES. “**IoT Gateways**”. Disponível em: <<http://www.postscapes.com/iot-gateways/>>. Acessado em 09 de janeiro de 2017.
- [45] ORACLE. **The Java EE 6 Tutorial**. Disponível em: <<http://docs.oracle.com/javaee/6/tutorial/doc/gijqy.html>>. Acessado em 15 de Janeiro de 2017.