



FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA  
MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA-TRABALHO FINAL

PEDRO DUARTE SILVA FERNANDES

**AUTONOMIA E BEM-ESTAR NA POPULAÇÃO IDOSA:  
APLICAÇÕES PARA CASAS INTELIGENTES**

ARTIGO DE REVISÃO

ÁREA CIENTÍFICA DE GERIATRIA

Trabalho realizado sob a orientação de:

PROFESSOR DOUTOR MANUEL TEIXEIRA MARQUES VERÍSSIMO

SETEMBRO/2018



**AUTONOMIA E BEM-ESTAR NA POPULAÇÃO IDOSA:  
APLICAÇÕES PARA CASAS INTELIGENTES**

Artigo de revisão

TRABALHO FINAL DO 6º ANO MÉDICO COM VISTA À ATRIBUIÇÃO DO  
GRAU DE MESTRE NO ÂMBITO DO CICLO DE ESTUDOS DE MESTRADO  
INTEGRADO DE MEDICINA

PEDRO DUARTE SILVA FERNANDES

2012171307

Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Portugal

Email: [ped94@hotmail.com](mailto:ped94@hotmail.com)

Orientador: Professor Doutor Manuel Teixeira Marques Veríssimo

CHUC: Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

Coimbra, setembro de 2018



*«O SNS é do povo, é uma exigência ética da civilização. (...).  
É tempo de semear de novo. Perdeu-se alguma sementeira,  
mas não se perdeu a semente. E o terreno é fértil.»*

**António Arnault**



## Tabela de Conteúdos

Índice de Ilustrações .....	9
Lista de Abreviaturas.....	11
Resumo .....	13
Introdução.....	17
Materiais e Métodos .....	23
Resultados.....	27
1. Políticas de promoção de Bem-Estar para a população idosa .....	27
2. Mudança de paradigma na promoção da saúde da população idosa .....	29
3. <i>Smart Homes</i> para pessoas idosas .....	33
4. Tipos de Sensores para <i>Smart Homes</i> .....	38
5. Aplicações para <i>Smart Homes</i> .....	43
Discussão .....	47
Conclusão .....	51
Agradecimentos.....	53
Referências .....	55
Anexo 1.....	65





## Índice de Ilustrações

Tabela 1-Critérios de inclusão e exclusão .....	24
Figura 1- Sumário de pesquisa .....	27
Tabela 2- Políticas de promoção de Bem-Estar para a população idosa: Distribuição das fontes por critérios de análise .....	29
Tabela 3- Mudança de paradigma na promoção da saúde da população idosa: Distribuição das fontes por critérios de análise.....	33
Tabela 4- Smart Homes para pessoas idosas: Distribuição das fontes segundo a classificação das tecnologias por Schultz <i>et al.</i> ....	38
Tabela 5- Tipos de sensores por área de utilização .....	39
Tabela 6- Tipos de sensores para Smart Homes: Distribuição das fontes por categorias de análise .....	43
Tabela 7-Distribuição das fontes pelos 5 domínios de Schultz <i>et al.</i> .....	43
Tabela 8-Distribuição das fontes pelo critério de classificação de Majumder <i>et al.</i> .....	44



## Lista de Abreviaturas

AAL	Ambient Assisted Living
e-Health	Electronic Health
ENEAS	Estratégia Nacional para o Envelhecimento Ativo e Saudável 2017-2025
EU/UE	União Europeia/European Union
IMC	Índice de massa corporal
IoT	Internet of Things
LoWPAN	Low Power Wireless Personal Area Networks
m-APPS	Mobile Applications
m-Health	Mobile Health
NFC	Near-Field Communication/Comunicação por campo de proximidade
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OMS/WHO:	Organização Mundial de Saúde/World Health Organization
PIR SENSORS	Passive Infra-Red sensors
PLC Indoor	Power Line Communication Indoor
QoL	Quality of Life Technologies
RFID	Radio-Frequency Identification
SNS	Serviço Nacional de Saúde
SOC	Selective Optimization with Compensation
WiFi	Wireless Fidelity
Wirless HART	Wirless Highway Addressable Remote Transducer Protocol
WSN	Wireless Sensor Network



## Resumo

**Enquadramento:** A sociedade de informação, a recente geração da indústria tecnológica 4D baseada na Internet das Coisas (IoT) e as novas orientações para a política da saúde, trouxeram desafios acrescidos à medicina em geral e à área da geriatria em particular. Nas últimas décadas, a procura de soluções que visam a promoção da autonomia e bem-estar do idoso no contexto de uma *Smart Home* ou *Ambient Assisted Living* tem sido objeto de inúmeras investigações e aplicações.

**Objetivo do estudo:** análise e reflexão crítica acerca dos avanços tecnológicos utilizados na construção de *Smart Homes* que visam a promoção da saúde e do bem-estar da pessoa idosa.

**Questões orientadoras:** quais os dispositivos inteligentes disponíveis para utilização em *Smart Homes* pela pessoa idosa? quais os seus riscos e potencialidades?

**Materiais e Métodos:** artigo de revisão baseado em 44 artigos publicados nos últimos 10 anos em revistas indexadas na PUBMED, acrescidos de 12 artigos de autores e instituições de referência, num total de 56 artigos. A análise foi baseada em critérios PYCOT para inclusão/exclusão e na categorização temática a partir da análise de conteúdo.

**Resultados:** As potencialidades dos sensores e aplicações utilizadas em *Smart Homes*, permitem perceber um novo papel da tecnologia na promoção da medicina preventiva (monitorização do bem-estar ambiental, parâmetros fisiológicos, adesão à terapêutica, uso de *Smart Clothes* e *Smart Devices*, etc) e da medicina persuasiva (e-Health e e-APPS). O acesso e gestão dos dados pelo utente e instituições carece de um amplo debate, dadas as

questões éticas que lhe estão associadas. A definição de uma estratégia nacional para o envelhecimento ativo, o reforço da interdisciplinaridade e novas modalidades de formação médica constituem-se como imperativos em face da emergência de um novo paradigma na área da geriatria.

**Palavras-Chave:** Geriatria; Envelhecimento Ativo; Internet das Coisas; Sensores; Domótica.

## **Abstract**

**Background:** Information society, the new generation of 4D technological industry based on the Internet of Things (IoT) and the recent healthcare policy guidelines, brought new challenges to medicine in general and to the field of geriatrics in particular. Over the past few decades, researchers have focused on solutions that promote the autonomy and well-being of elderly people in the context of a Smart Home or Ambient Assisted Living.

**Objective:** analysis and critical reflection on the technological advances used in the construction of Smart Homes that promote the health and well-being of elderly people.

**Guiding Questions:** Which smart devices are available in Smart Homes for the elderly to use? What are their risks and potentials?

**Materials and Methods:** Review article based on 44 published articles in journals indexed in PUBMED over the last 10 years, as well as 12 articles by renowned authors and institutions, adding a total of 56 articles. PYCOT criteria was defined for inclusion/exclusion articles and categorization for content data analysis.

**Results:** The emerging technologies applied in smart homes play a new role in the promotion of preventive medicine (monitoring of environmental well-being, physiological parameters, treatment compliance, wearable smart devices), and in persuasive medicine (e-Health and e-APPS). The user's and other institutions' access to and management of the Big Data lack a wider debate, given the ethical issues at play. A national strategy for a healthy ageing, the reinforcement of multidisciplinary cooperation and the updating of medical education are key aspects in facing this new paradigm in geriatrics.

**Keywords:** Geriatrics; Healthy Ageing; Internet of Things; Sensors; Smart Home.



## Introdução

Um dos desafios da sociedade contemporânea é o incremento de novas políticas de saúde e bem-estar para a população idosa ( $\geq 65$  anos). Em 2015, a população europeia alcançou uma esperança média de vida de 80,6 anos e uma população de idosos de cerca de 18,9%, estimando-se que, em 2060, esta população constitua cerca de 30% [1].

Para o mesmo período, em Portugal, os dados apontam para uma percentagem de 20,3% de população idosa, uma esperança média de vida de 81,3 (78,1 anos para os homens e de 84,3 para as mulheres) e uma estimativa para 2060 de cerca de 33% [2].

No entanto, analisando estes dados à luz do indicador de esperança de vida saudável, os dados revelam que aos 65 anos as mulheres portuguesas podem esperar viver aproximadamente 4,8 anos de vida saudável e os homens cerca de 5,2 (contra os 9,4 de média da UE e menos de metade da média de alguns países do norte da UE [2]).

A estes dados acrescem, segundo Arnault *et al.* [3], os números referentes à acessibilidade ao Serviço Nacional de Saúde (SNS), que revelam lacunas na prestação de serviços de saúde, com mais de 800 mil portugueses sem médico de família e uma em cada quatro consultas hospitalares realizadas fora do tempo máximo previsto.

Dados da OCDE [2], indicam ainda que mais de 26% do total de doenças em Portugal é atribuível a fatores de risco como o tabagismo, o consumo de álcool, os hábitos alimentares e a inatividade física, evidenciando que o ritmo das melhorias não foi acompanhado por mudanças estruturais das políticas da saúde, nomeadamente a nível das políticas de equidade.

Por outro lado, surge na última década, um novo conceito de arquitetura da informação com inúmeras possibilidades de aplicação à geriatria, nomeadamente, i) na área da domótica (casas inteligentes, mais eficientes e seguras); ii) das *smart cities* (cidades inteligentes, capazes de controlar acessibilidades e infraestruturas, entre outras funcionalidades), iii) localização de pessoas, iv) *fitness* (comunicação de dados entre *gadgets* e sistemas centrais colocados em relógios, pulseiras, roupa, sapatos, medidores diversos, etc), v) *e-health* (m-APPS, telemedicina, plataformas de informação e comunicação, etc); vi) monitorização e alarmes de dispositivos médicos aplicados em doentes (diabéticos, monitores cardíacos, sistema de alertas em caso de queda, etc).

Estas novas potencialidades têm acolhimento nas recomendações da UE para a área da saúde, algumas das quais diretamente relacionadas com a temática geral da geriatria, tais como: 1. encorajar a vida independente e a proporcionar cuidados domiciliários eficazes, estimular o recurso à telemedicina e melhorar o acesso de informação aos destinatários e melhorar o ambiente familiar e geral; 2. promover um envelhecimento saudável e prevenir a deterioração física e mental das pessoas com cuidados crónicos; 3. Estimular políticas de prevenção e promoção da saúde e identificar grupos de risco [4] .

Segundo a análise feita por Franco *et al.* [5], a necessidade de adaptação dos sistemas de saúde aos diversos tipos de mudanças (ambientais, populacionais, demográficas, etc) que estão a ocorrer deverá ser acompanhado pela emergência de um novo paradigma em saúde; os autores, seguindo as orientações da OMS, designam este

novo paradigma de ‘modelo funcional’<sup>1</sup> destacando a necessidade de o utente ter mais informação e um papel mais ativo na tomada de decisão sobre o seu bem-estar físico e psicológico e cuidados de saúde.

Sendo o envelhecimento populacional uma área científica multidisciplinar, foi constituída em 1997 a *International Society of Gerontechnology* (ISG) [5] [6], com a publicação de inúmeros artigos científicos desde finais dos anos 80 [7]. Mais recentemente, as *Quality of Life Technology* (QoL) em geral e a Internet das Coisas [Internet of Things] (IoT)<sup>2</sup> em particular têm vindo a desempenhar um importante papel no design de soluções inovadoras para a área da promoção da qualidade de vida, assistência e organização de cuidados de saúde para idosos em casa [6] [4] [8] [5]. Considerada por muitos como a quarta revolução tecnológica, a IoT permite conectar objetos reais e plataformas virtuais num ambiente simbiótico de interação permanente [5] [9].

É neste contexto de procura de soluções inovadoras para o envelhecimento ativo promotor do bem-estar e da autonomia do idoso, em particular nos domínios da promoção da saúde e bem-estar, da prevenção e monitorização de doentes crónicos, que surgem os

---

<sup>1</sup> « Although basic elements of the Hippocratic paradigm remain valid, this paradigm has not been able to handle many of the changes of environments, population, demographics, and actors up till the present. Here it will be argued that the Hippocratic model in which disease with diagnosis and treatment is at the centre and the physician has the primary role, is gradually being accompanied by a ‘Functional model’. In this model, limitations and restorations of human functions are at the centre. The ‘patient’ takes on a role as a primary source of information. This also leads to increased autonomy of the patient who, aided by an abundance of current information resources, may take a more active role. This replaces the passive role of the patient in the Hippocrates paradigm. In this way, part of the problems of the Hippocratic paradigm can be solved. This paper has been written from a European perspective, but the gist of the development is thought to be rather universal because both increased longevity and rapid technological innovation are occurring world-wide. » (Id: 6)

<sup>2</sup> De acordo com a UE [ [55] A expressão "Internet of Things" (IoT) foi utilizada pela primeira vez utilizada em 2009 por Kevin Ashton do MIT Auto-ID Center. Enquanto sistema complexo, a IoT integra um vasto conjunto de sensores, dispositivos de identificação e comunicação e redes informáticas, permitindo conectar de forma ubíqua pessoas e «coisas» em qualquer lugar e a qualquer hora, permitindo o acesso mais eficiente à informação.

conceitos de «*ageing-in-place*» (continuar a viver em sua casa ou lar de idosos, mantendo os níveis de autonomia adequados à sua situação em termos de saúde) [10], «*ageing-well*» (considerando as dinâmicas entre a pessoa (P) e o contexto físico, espacial e tecnológico (E))<sup>3</sup> [11] e a área das *Smart Homes* ou casas inteligentes ou *Ambient Assisted Living (AAL)*<sup>4</sup> [12].

A nível da tecnologia de serviços médicos, as *Smart Homes* e os *AAL*, representam um enorme potencial nas áreas do bem-estar e da promoção de uma vida independente, assim como na prevenção e monitorização de doenças, permitindo, através do recurso a diferentes tipos de sensores<sup>5</sup>, quer uma avaliação rápida dos sinais vitais (temperatura, pressão arterial, ritmo cardíaco, nível de colesterol e glicémia, etc), quer uma atuação mais célere em caso de emergência médica [13].

---

3 Veja-se Whal et al. [12: 307] «Based on Lewin's ecological equation, Lawton suggested an interaction term to account for the influence of person–environment interactions, that is,  $B = f(P, E, P \times E)$ . This interaction term suggests that because person-related competencies and needs manifest differently in different environments, they may lead to dissimilar outcomes. The ecology theory of ageing (ETA) of Lawton and Nahemow (1973) provides a broad overarching framework that includes different types and levels of personal competence (e.g., sensory loss, physical mobility loss, and cognitive decline) and characteristics of the objective environment (housing standards, neighborhood conditions, and public transport). A fundamental assumption of the ETA is that unique combinations of personal competence and environmental characteristics determine an individual's optimal level of functioning».

<sup>4</sup> «Ambient Assisted Living (AAL) encompasses technical systems to support elderly people and people with special needs in their daily routine. The main goal of AAL is to maintain and foster the autonomy of those people and, thus, to increase safety in their lifestyle and in their home environment. The necessity for such applications arises from the demographic change in industrialized countries where life expectancy is on the rise and the birth rate is in decline. These circumstances require innovative and cost-effective solutions to keep the health care expenditures within the bounds of economic possibility. AAL applications include services, products and concepts to increase the quality of life, wellbeing and safety of elderly people. The main goal of AAL is to achieve benefits for the individual (increasing safety & wellbeing), the economy (higher effectiveness of limited resources) and the society (better living standards). The fields of needs for elderly people in AAL applications are: Health, Safety/Security, Peace of mind, Independence, Mobility and, Social contact. » [12]

<sup>5</sup> Veja-se CERP-IoT [14: 52] «With emergence of pattern detection and machine learning algorithms, the “things” in a patient's environment would be able to watch out and care for the patient. Things can learn regular routines and raise alerts or send out notifications in anomaly situations. These services will be merged with the medical technology services, mentioned above. Attention should be given to the nature of the problem that needs to be solved. Not all human needs can be met with technology alone. Caring for elders is a social issue; hence the technology should foster a community response, such as facilitating communication between individuals, instead of attempting».

Prevê-se, portanto, que a IoT se constitua como um dos mais promissores motores de mudança nos sistemas de saúde, com um incremento de políticas focalizadas na *e-Health*, *m-Health*, no contexto das *Smart Homes*, especialmente para os casos de doenças crónicas e terceira idade, esperando-se ganhos de eficiência e eficácia dos serviços de saúde e assistência social aos idosos [8], designadamente nos domínios das tecnologias compensatórias do declínio de competências físicas e cognitivas e desempenho de atividades, das tecnologias assistenciais para as áreas da monitorização ambiental e do estado de saúde e das tecnologias preventivas orientadas para a promoção do bem-estar e do entretenimento [7]



## **Materiais e Métodos**

A revisão da literatura teve início com a pesquisa *on-line* de artigos (*full text articles/MEDLINE journals*) publicados em *open access* na base de dados PUBMED e PUBMED HEALTH entre outubro de 2017 e fevereiro de 2018.

Numa primeira etapa da pesquisa e de acordo com o *Medical Subject Headings* (MeSH), foi utilizado o termo «*Healthy Ageing*» e os seguintes filtros de pesquisa: natureza do estudo (estudos humanos), tipo de estudo (*Research* e *Systematic Review*) e data de publicação (entre 2008 e 2018), em artigos de língua inglesa, francesa, portuguesa e espanhola. Foram obtidos 753 artigos.

Recorreu-se de seguida a uma nova pesquisa com base na associação dos seguintes termos «*Healthy Ageing OR geriatrics and wellbeing*» (1518 artigos); «*Healthy Ageing OR geriatrics and IoT*» (753 artigos); «*Healthy Ageing OR geriatrics and Smart Home*» (753 artigos); «*Healthy Ageing OR geriatrics and sensors*» (1494 artigos); «*Healthy Ageing OR geriatrics and APPS*» (755 artigos).

Seguiu-se uma segunda etapa de definição dos critérios de inclusão e de exclusão definidos (PYCOT *criteria*), tendo em conta a população ( $\geq 65$  anos), o ângulo de análise do estudo (Bem-Estar em idosos, Smart Homes, Aplicações IoT e Envelhecimento Ativo), comparações (com outras populações), os resultados esperados (relacionados com o envelhecimento ativo, promoção da autonomia e bem-estar, monitorização dos dados de saúde) e o tipo de artigos, conforme tabela abaixo:

Tabela 1-Critérios de inclusão e exclusão

PICOT	Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
Population	≥ 65 anos	≤65 anos
Interventions	Healthy Ageing; Smart Home-IoT-Sensores; APPS; Telemedicina.	Estudos sobre idosos que não se reportem à área da saúde e bem-estar.
Comparisons	Estudos comparativos entre o uso da IoT em idosos e noutra tipo de populações.	Estudos que apenas refiram o uso comparativo das IoT entre seguros privados de saúde (USA) e estudos exclusivamente sobre Lares.
Outcomes	Estudos que avaliem o envelhecimento saudável em Smart Homes, nos seguintes <i>outcomes</i> :  - Autonomia e Bem-Estar - Monitorização da saúde através de sensores - Plataformas para Smart Homes	Estudos que se reportem à aplicação da IoT: - a idosos mas noutras áreas da medicina; - Nas mesmas áreas da medicina, mas não a idosos; -Estudos que avaliem o uso de Smart Homes em idosos, nos seguintes <i>outcomes</i> : - Doença crónica; Doença mental; Quedas; - Reabilitação; Estudos técnicos, preliminares ou de satisfação ou sem relevância para a área da medicina.
Type of study	- Qualquer tipo de estudo publicado em revista indexada a PUBMED; - Publicados nos últimos 10 anos; - Em Português, Francês, Inglês ou Espanhol.	-Estudos publicados em revistas não indexadas à PUBMED. -Publicados há mais de 10 anos; -Estudos publicados noutras línguas.

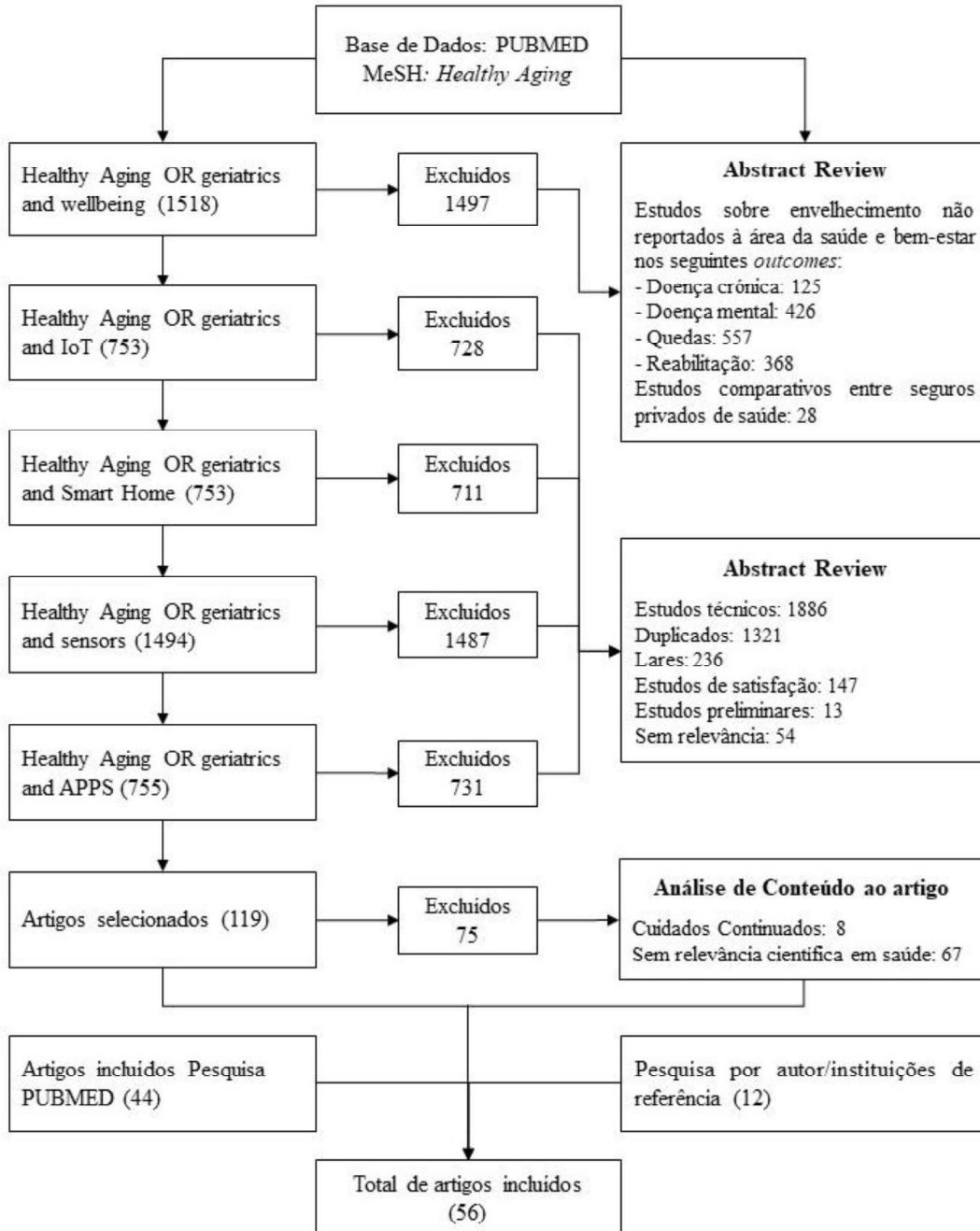
Foram de seguida analisados os *Abstract* dos artigos selecionados e excluídos aqueles que não cumpriam os critérios definidos. A pesquisa incluiu ainda a seleção de 11 relatórios e 1 livro de instituições e autores de referência publicados nos últimos 10 anos pela WHO/OMS, OCDE, EU e DGS e que não constavam da equação de pesquisa; esta pesquisa adicional teve por base a sua relevância em termos de contributos para a definição das políticas nacionais, União Europeia e mundiais para a saúde em geral e o setor da geriatria em particular.

Seguiu-se a análise de conteúdo aos 56 artigos selecionados, a partir da qual foram determinadas as áreas temáticas de maior relevância a incluir no artigo, a saber:

1. Políticas de promoção de Bem-Estar para a população idosa
2. Mudança de paradigma na promoção da saúde da população idosa
3. Tipos de sensores para *Smart Homes* de pessoas idosas
4. Aplicações para *Smart Homes* de pessoas idosas.



Figura 1-Sumário de Pesquisa





## Resultados

### 1. Políticas de promoção de Bem-Estar para a população idosa

De acordo com dados da OCDE [1] e da UE [4], estima-se que a população da UE atinja cerca de 517 milhões em 2060, dos quais 30% terá 65 ou mais anos [8]; segundo as mesmas fontes, esta tendência implica a necessidade de definição e implementação de novas medidas de promoção da saúde e bem-estar, considerando que se espera um aumento da esperança média de vida em 2060 para 84,6 para homens e de 89,1 para mulheres [8] [4] [1].

Quando analisamos o caso português, para além da estatística sobre o envelhecimento da população, os dados apontam para uma esperança média de vida saudável na população idosa inferior à média da UE [2], ocupando o 21.º lugar de entre os 28 estados membros da UE no indicador de ‘vida independente’ e o 16.º no de ‘envelhecimento ativo’ [56]. A desigualdade de acesso aos cuidados de saúde primários e a pressão demográfica associada a assimetrias regionais na sua distribuição são apontadas como causas para esta situação.

Por outro lado, a própria UE reconhece que os sistemas de saúde europeus, embora tenham sido a coroa de glória das democracias na Europa, não acompanharam a evolução social e estão em muitos casos desajustados e fragmentados, carecendo de mudanças difíceis de conseguir devido ao facto de serem ‘grandes e pesados’<sup>6</sup> [14]

---

<sup>6</sup> «(...) health systems may have been the pride of European democracies but they have not evolved to respond to the modern environment and are no longer fit for purpose. Indeed, European health systems are large, unwieldy and

É, pois, com base nesta realidade, que os sistemas de saúde procuram implementar políticas inovadoras de saúde e resolver os problemas colocados pela difícil equação entre o envelhecimento da população e o aumento da esperança média de vida, a baixa esperança média de vida saudável dos idosos e a eficiência dos sistemas [3].

Destacamos, pela sua relevância e atualidade, o relatório da UE [8] onde é proposta uma visão ‘*menos intrusiva de cuidados de saúde mais personalizados (...), dependente das TIC e da utilização dos dados recolhidos.*’ (id: 7). Do mesmo relatório sublinhamos cinco princípios considerados indispensáveis em termos do (re) desenho dos sistemas de saúde europeus:

1. Os dados sobre o estado de saúde de cada pessoa devem poder ser geridos pelo próprio e servir de base à tomada de decisões informadas sobre a situação clínica da pessoa;
2. Os dados devem ser analisados e correlacionados com os sistemas sociais de modo a garantir uma maior qualidade e eficiência dos sistemas de saúde;
3. Devem ser estabelecidas redes que permitam melhorar as conexões entre as pessoas e os sistemas de saúde, garantindo a monitorização do estado de saúde, a continuação de tratamentos ou o bem-estar das pessoas.
4. Deve haver maior transparência sobre a qualidade dos serviços, permitindo às pessoas idosas fazer escolhas mais informadas sobre onde e como querem ser tratadas.

---

*highly fragmented. Change is hard to achieve because stakeholders with vested interests protect their own turf. Health services are largely still configured to respond to the health threats of the mid twentieth century by providing acute care in expensive institutions. » [id:8]*

5. Aposta na redução das desigualdades de acesso e utilização dos serviços de saúde e da discriminação de grupos pertencentes a minorias étnicas, religiosas ou outras<sup>7</sup>.

Tabela 2- Políticas de promoção de Bem-Estar para a população idosa: Distribuição das fontes por critérios de análise

Envelhecimento da população europeia	Envelhecimento da população portuguesa	Análise dos sistemas de saúde europeus	Propostas de reformas dos sistemas de saúde
[1] [4] [8]	[2] [3]	[14]	[3] [8]

## 2. Mudança de paradigma na promoção da saúde da população idosa

No âmbito dos estudos selecionados, alguns autores referem-se à emergência de um novo paradigma [5] [6] [15] centrado em funcionalidades individualizadas da saúde da pessoa [3], na manutenção das capacidades funcionais da população idosa, na prevenção da doença e na otimização da coordenação e gestão dos cuidados de saúde. [16].

Argumenta-se que as inovações tecnológicas são um fator essencial na promoção do bem-estar da população idosa, designadamente nas áreas da capacitação, monitorização, avaliação e interação entre o utente e os serviços colocados à sua disposição e defende-se que estes novos conceitos apresentam potencial de inovação em saúde, em particular nas áreas da prestação de cuidados médicos, na capacitação e apoio às pessoas idosas e às famílias e na gestão do impacto de continuar a viver autonomamente em casa, considerando que esse é o desejo da maioria dos idosos [16] [17] [18].

---

<sup>7</sup> 'Citizens and patients will be empowered to actively participate in managing their own health; clinicians and care professionals will provide integrated, community-based care; funding will be allocated to institutions that provide good care with better return on investment; health outcomes will be better monitored; decision-making and resource allocation in health will be based on stronger evidence.' Id: 13

Franco *et al.* [15] [5] alegam a necessidade de mudança de paradigma<sup>8</sup>, seguindo aliás as recomendações internacionais da OCDE [1] e da UE [8] [14] para o setor. Segundo estas fontes, o paradigma Hipocrático<sup>9</sup> baseado no diagnóstico e tratamento da doença e numa relação vertical entre o utente o médico tem sofrido alterações, muito por força de mudanças nos conceitos estruturantes da medicina, como o conceito de saúde (não apenas como ausência de doença) ou o conceito de envelhecimento e a introdução de novos e ‘revolucionários’ conceitos como o de ‘medicina positiva’ ou ‘medicina preventiva’. Emerge assim, um novo paradigma ou ‘modelo funcional’ no qual é reservado um papel mais ativo ao idoso na gestão do seu bem-estar e na tomada de decisões informadas sobre os tratamentos a prescrever e uma nova visão da medicina associada à tecnologia, orientada à promoção de maior autonomia, prevenção e educação para a saúde e apostada na sustentabilidade dos sistemas de saúde.

Foram inventariadas duas taxonomias de atividades promotoras de bem-estar, autonomia e cuidados de saúde: a primeira identifica sete fatores: físico, emocional, social, intelectual, espiritual, ocupacional e ambiental [7], enquanto a segunda classifica estas atividades em três níveis: i) atividades básicas, como higiene, vestir, comer e beber, dormir; ii) atividades instrumentais como cozinhar, lazer, limpeza, toma da medicação e telefonar; iii) atividades ambulatoriais, como andar, praticar exercício, sentar e deitar [16].

---

<sup>8</sup> «The second paradigm, deeply entrenched in the western medical education, is based on the identification of diseases, their diagnosis, their physiopathology and treatment. But the demographic transition to an ageing society modifies this model from the classical acute and single disease management model, to a chronic, unique, and multiple disease model, which requires a new care model predominantly based on case management. » (id: 64).

<sup>9</sup> Veja-se Franco *et al* [5:5] «Hippocrates of Kos (460-370 BC) has formulated principles of the health care paradigm that has dominated western medicine ever since and is still being taught by most medical faculties. He introduced the trio (i) diagnosis of disease and establishing the external agent, (ii) disease-specific treatment by erasing the agent by therapeutics, (iii) an implicit privacy contract between patient and physician in which the patient's health is the leading principle and secrecy guaranteed. The Hippocratic model has been worked out for centuries and is currently leading in the World Health Organization International Classification of Diseases ICD, currently in its 10th revision».

Por sua vez, Boman *et al.* [19], Franco *et al.* [5] e Dawadi *et al.* [20] defendem a necessidade de clarificação dos princípios orientadores das reformas estruturais e de implementação de medidas de promoção da equidade a nível do bem-estar e saúde.

Franco *et al.* [15], Lee *et al.*, Kort *et al.* [21] Whal *et al.* [11] e Whiles *et al.* [10] defendem a necessidade de repensar a forma como proporcionamos cuidados de saúde a pessoas idosas numa perspetiva de bem-estar, entendido como equilíbrio multidimensional no processo de envelhecimento saudável; Kort *et al.* propõem a introdução de conceitos como *positive health*<sup>10</sup>, *ageing in place* [10] e *connected health* [11], possíveis através do uso de tecnologias da informação e comunicação de 4.<sup>a</sup> geração, a IoT.

Já Schultz *et al.* [7] associam o envelhecimento ativo e a promoção do bem-estar a tecnologias de suporte à qualidade de vida, introduzindo os conceitos de *Quality of Live Technologies* e de *Technology for Older Adults*; estes autores identificam cinco principais domínios para a promoção do bem-estar nos idosos: a saúde física e mental, a mobilidade, a interação social, a segurança, as atividades do dia a dia e de lazer e três áreas de aplicação: monitorização, diagnóstico e tratamento. Os referidos autores interrogam-se, no entanto, sobre a eficácia destas tecnologias, exemplificando com a escassez de evidências robustas acerca das vantagens da utilização da telemedicina; segundo eles, a grande maioria dos idosos com mais de 75 anos adaptou-se tardiamente à tecnologia. Analisando algumas das principais teorias sobre o envelhecimento e a esperança de vida

---

<sup>10</sup> A recent attempt catches this new spirit by defining a concept called 'positive health' as the ability to adapt and self-manage one's own life against physical, emotional, and social challenges of life. Health care then is every support for achieving such health. In terms of the functional paradigm: once chronic diseases of the patient are stabilized, the focus is shifting toward optimal daily functioning. The main source of information on functions and limitations of functions is the patient her/himself. (id: 6).

(*Socioemotional Selectivity Theory, Selective Optimization with Compensation e Life-Span Theory of Control*) concluíram que o papel da tecnologia no envelhecimento ativo não está ainda plenamente desenvolvido, embora defendam a sua progressiva integração no sistema familiar, nos serviços sociais e nos serviços de saúde.

Maia *et al.* [22], Boman *et al.* [19] e Carroll *et al.* [23] esclarecem quais as condições ecossistémicas que permitem a concretização de cuidados de saúde em casa, referindo a necessidade de reforço relacional entre o utente idoso, os familiares e os prestadores de cuidados assistenciais e de saúde através da tecnologia e uma maior conexão de serviços de saúde através da e-Health.

A este propósito Le *et al.* [24] fazem um conjunto de recomendações sobre a necessidade de adaptação do design visual da informação fornecida, de modo a que esta seja corretamente percebida; segundo eles, a informação deve ser simples e focada nos aspetos essenciais, mostrar tendências com recurso a diagramas e comparação a partir de padrões. Criticam o recurso a gradientes de cores e o excesso de informação que dificultam a compreensão dos dados.

Outros autores, como Nikolich-Zugich *et al.* [25] defendem a necessidade de unir os profissionais de saúde, cientistas e sociedade para a promoção da qualidade de vida do idoso; argumentam que o ‘tsunami dourado’, isto é, os efeitos do inevitável e expectável envelhecimento da população, irá obrigar os sistemas de saúde a fortalecer as políticas de envelhecimento ativo, designadamente através da introdução de ambientes assistidos por tecnologia (AAL).<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Veja-se Nikolich-Zugich, J. *et al.* (id: 435-436): «*The world’s population will experience a demographic “silver tsunami” in this century because of inevitable shifts in age structure—leading to a large increase in numbers of older adults and a concomitant increase in the prevalence of fatal and disabling chronic conditions. (...) In preparing for an*



Tabela 3- Mudança de paradigma na promoção da saúde da população idosa: Distribuição das fontes por critérios de análise

Novo paradigma em saúde	Taxonomias de atividades de Bem-Estar	Princípios orientadores das reformas estruturais	Novos conceitos associados ao envelhecimento ativo	Reforço de redes de apoio ao idoso	Recomendações	
					Qualidade da informação aos idosos	Criação de redes de cooperação interdisciplinares e internacionais
[2] [5] [6] [8] [14] [26] [27] [16] [17] [15]	[16] [27]	[5] [20]	[7] [10] [11] [15] [17] [21]	[19] [22]	[7] [17]	[25]

### 3. *Smart Homes* para pessoas idosas

Os avanços tecnológicos na área da IoT e em particular no domínio dos sensores fez emergir uma rápida evolução dos ambientes inteligentes e em particular nas *Smart Homes*<sup>12</sup>. Quando aplicado à população com idade igual ou superior a 65 anos, este conceito foca-se sobretudo no apoio à qualidade de vida e autonomia dos idosos, constituindo um dos eixos dos *Ambient Assisted Living* (AAL), que integra entre outros os lares e os centros de dia [16] [28].

Reconhece-se que o domínio das *Smart Homes* pode trazer importantes contributos à promoção da autonomia, monitorização do estado de saúde e prevenção de doenças na população idosa, com soluções mais eficientes e de baixo custo [28]; a introdução da arquitetura de sistemas em AAL permite a recolha e armazenamento de um

---

*ageing world, the health care needs of the frail elderly population can and must be met through the provision of high value home-based models of clinical care delivery targeted to the specific needs of the population. At the same time, we must learn more about and encourage activities that we know influence resilience: physical behaviors, social connectedness, cognitive reframing, and pursuing a life of meaning/purpose. And in the age of information and big data, we have the ability, and the responsibility, to maximize our chances of identifying successful paths to achieve the health outcomes that we hope to reach.*

<sup>12</sup> Veja-se CERP-IoT [13] «*A smart-home is often defined as “any living or working environment that has been carefully constructed to assist people in carrying out required activities*».

grande número de dados, a sua análise por *machine learning*<sup>13</sup> e a ativação de alarmes através da análise de padrões de dados. Esta arquitetura supõe a existência de sensores, de conectividade de rede (RFID, Bluetooth, NFC, Wi-Fi, PLC Indoor, LoWPAN, Wireless HART) e capacidade de computação para recolha e processamento de dados [16].

Associado ao conceito de AAL, a introdução de sensores nas *Smart Homes* implica a ideia de ubiquidade e de conectividade em rede, quer de objetos, quer da própria estrutura da casa, de modo a permitir a recolha de informação. Villacorta [29] afirma que as soluções de AAL são baseadas em aplicações inteligentes, em geral sensores, que permitem ao idoso: a) adaptar o ambiente da sua casa às necessidades específicas da sua situação ou estado de saúde; d) detetar movimentos e ativar um sistema de alarme em caso de risco; c) criar uma rede de sensores conectada a uma plataforma digital para controlo e (re) configuração do sistema em caso de necessidade.

Já Kort [21], faz um conjunto de recomendações de design de ambientes assistidos por tecnologia para idosos, nomeadamente sobre a necessidade dos ambientes para idosos deverem, não apenas monitorizar as suas condições físicas, a segurança e a qualidade da gestão da eficiência doméstica, mas também contribuir para o seu bem-estar psicológico. Recomenda-se ainda que o idoso seja sempre ouvido e as suas necessidades tidas em conta na definição dos indicadores aquando da instalação da *Smart Home*.

---

<sup>13</sup> As técnicas de *Machine Learning* servem para correlacionar a informação obtida pelos sensores remotos através de um campo da Inteligência Artificial cujos sistemas ‘aprendem’ com os dados. Esta análise é feita com base na identificação de padrões nos dados, transformando dados em bruto em dados com significado a ativando sistemas de alarme, conforme os casos.

Por sua vez, Morais [30] defende a associação entre *ageing in place* e AAL, considerando que a tecnologia pode ajudar cada vez mais os idosos nos domínios da promoção de estilos de vida saudáveis e qualidade de vida, deteção precoce de doenças, prestação de cuidados sociais e de saúde e capacitação dos idosos para uma vida autónoma em suas casas.

Também Villacorta [29] argumenta que o programa da AAL da UE promove a utilização de tecnologias com vista a permitir aos idosos manterem-se autónomos e com níveis elevados de qualidade de vida e bem-estar por um lado e diminuir os custos de saúde e sistemas sociais públicos por diminuição da utilização dos serviços, por outro.

Quanto às funcionalidades apresentadas nos diferentes artigos analisados e tendo em conta a classificação das tecnologias para idosos defendida por Schultz *et al.* [7], no domínio das tecnologias compensatórias, Oecepeck *et al.* [31] defendem no seu artigo um conceito de *Smart Home* equipada com tecnologias para apoiar os idosos na gestão do ambiente doméstico tendo em conta as suas limitações físicas ou mentais (IRIS Smart Home) e que se pode adaptar às características e necessidades específicas de cada pessoa, permitindo-lhe o mais elevado nível de autonomia funcional possível, tais como abrir e fechar janelas e portas, abrir cortinas, ligar/desligar a TV, radio, telefone ou aquecimento, através de interruptores, controlo remoto, controlo de voz, joystick, etc.

Por sua vez, Costa *et al.* [12] propõem um mordomo virtual para idosos (*virtual butler*), cuja funcionalidade é apoiar a gestão das tarefas domésticas, tendo em conta as limitações ou dificuldades específicas do utente.

Já no âmbito dos 25 projetos apoiados e financiados pela UE [14], alguns dos projetos inscritos nas categorias *Robotics for ageing well* (I-SUPPORT; GrowMUEp; RADIO; ROBOT-ERA; SILVER) podem ser incluídos neste domínio.

Quanto ao domínio das tecnologias assistencialistas, Jung [32] propõe um sistema de avaliação binário do bem estar e saúde do idoso (positivo/negativo), através da recolha de informação contextualizada a partir de sensores ambientais (seguro/em risco), o que permite a definição de idoso em situação de risco e ativação de alarme através da plataforma instalada na *Smart Home*.

Por sua vez Aguirre *et al.* [33] descrevem a implementação de sensores sociais (NASISTIC) que combinam a monitorização de sinais vitais, os comportamentos e as rotinas do idoso integrando dados de saúde e dados sociais, visando a monitorização contextualizada dos dados e a promoção da interação entre utente e equipas sociais e médicas.

Austin *et al.*, Ahmed *et al.* [28], Nambiar *et al.* [34], Guan *et al.* [35], Li *et al.* [36], Seelye *et al.* [37] e Maia *et al.* [22] propõem nos seus artigos o uso de sensores para monitorização da respiração [36], do sono [37] e dos parâmetros fisiológicos [28], [35] [34] [22], para posterior tratamento de dados e tomada de decisões.

Também Majamder *et al.* [9], Augustyniak *et al.* [38] e Morais *et al.* [30] defendem uma arquitetura tecnológica para *Smart Home* que combine um sistema de sensores passivos e atuantes, de modo a monitorizar o estado de bem-estar e saúde do idoso e ativar automaticamente os serviços de emergência médica.

Já Palumbo *et al.* [39], Nef *et al.* [40] e Cook *et al.* [41] propõem sistemas de monitorização da atividade diária dos idosos que vivem em *Smart Homes* com o objetivo

de avaliar o seu estado de saúde e enviar os dados para os profissionais de saúde, enquanto Lee *et al.* [42] propõem um sistema de visualização de dados pelos idosos que lhes permita autoavaliar a sua saúde e apoiar uma tomada de decisões mais informada. Billis *et al.* [43], por sua vez, propõem a monitorização das atividades diárias em idosos através de um sistema de *SmartTV* e Merrell, R. [44] sugere o reforço do uso da telemedicina na prevenção de doenças nos idosos.

No âmbito dos 25 projetos apoiados e financiados pela UE [14], alguns dos projetos inscritos nas categorias *Robotics for ageing well* (InCASA; INCA; IN LIFE; LONG LASTING MEMORIES; ACCOMPANY) podem ser incluídos neste domínio.

No que diz respeito ao domínio das tecnologias preventivas, Dawadi *et al.* [20] elaboram um sistema de avaliação do bem-estar do idoso a partir da monitorização das suas atividades diárias de preparação de refeições, de limpeza da casa, dos cuidados de higiene, da gestão dos serviços bancários e financeiros, da toma da medicação, conversação ao telefone, ver televisão, etc.

Por sua vez Hossein *et al.* [45] apresentam no seu artigo um sistema de entretenimento e bem-estar para idosos que vivem em *Smart Homes*: robots; uso de radio/TV websites para acesso a informação e jogos; *Homie* (companhia virtual para entretenimento e assistência em saúde); *Age Invaders Game* (jogo entre idosos e jovens).

Forberger *et al.* [18] apresentam um estudo integrado na rede AEQUIPA que visa a promoção da atividade física nos idosos, enquanto Spanakis *et al.* [46] no seu artigo de revisão referem um conjunto de inovações promotoras de Bem-Estar e qualidade de vida, nomeadamente o reconhecimento de comportamentos e a identificação inteligente de

perfis de utentes (Ocean Model), a tecnologia persuasiva de mudança de comportamentos e o registo pessoal de saúde para doentes digitais (PHR).

Hoecke *et al.* [47] propõe um sistema de monitorização da segurança do idoso, ativando um sistema de alerta em caso de deteção de risco, enquanto Petit *et al.* [48] apresenta um sistema de conectividade *smart* para prevenção de doenças no quadro de uma medicina mais participativa, suportada por dispositivos inteligentes indutores da mudança de comportamento e de um novo modelo de prevenção de doenças.

Já no âmbito dos 25 projetos apoiados e financiados pela UE [14], alguns dos projetos inscritos nas categorias *Robotics for ageing well* (SOCIABLE; MARIO) podem ser incluídos neste domínio.

Tabela 4- *Smart Homes para pessoas idosas: Distribuição das fontes segundo a classificação das tecnologias por Schultz et al.*

Tecnologias Compensatórias	Tecnologias Assistencialistas	Tecnologias Preventivas
[31] [12] [14]	[33] [28] [49] [32] [35] [36] [22] [34] [37] [38] [9] [30] [41] [40] [39] [43] [42] [14]	[20] [45] [18] [46] [47] [48] [14]

#### 4. Tipos de Sensores para *Smart Homes*

Existem várias categorias de sensores, conforme as suas características e funcionalidades, seja para recolha de informação ou ativadores de sinais de alarme: 1. sensores que informam sobre a atividade humana e ambiental (imagem, vídeo); 2. sensores de som (microfones); 3. sensores binários que informam sobre a interação com

objetos, detecção de movimentos e localização; 4. sensores de temperatura, gaz, luz ou humidade; 5. sensores para sinais vitais; 6. sensores de inércia que informam sobre a atividade física e movimentos corporais (marcha, sentar-se, deitar-se, levantar-se, quedas, etc) [16] [49]. No caso em estudo, as informações inserem-se em duas áreas fundamentais, conforme se pode ver pelo quadro abaixo:

*Tabela 5- Tipos de sensores por área de utilização: classificação de Ni et al. e Austin et al.*

ÁREA DO BEM-ESTAR AMBIENTAL	ÁREA DO BEM-ESTAR FÍSICO E PSICOLÓGICO
Medição da temperatura ambiente	Medição da pressão arterial
Leitura da humidade	Medição da frequência cardíaca
Deteção de fumo	Eletroencefalograma
Deteção de gás	Eletromiografia
Deteção de monóxido de carbono	Eletro-oculografia
Sensores de movimento	Medição da frequência respiratória
Controlo de acessos à habitação	Medição da glucose capilar
Sensores de abertura de portas e janelas	<i>Pacemakers</i> inteligentes
Controlo do aquecimento central	Medição da oxigenação do sangue
Controlo de iluminação	Avaliação da qualidade do sono
Controlo de eletrodomésticos	Medição da temperatura corporal
Controlo dos níveis de poeira	Medição do peso e cálculo do IMC
Televisão inteligente	Avaliação da adesão à terapêutica
Deteção de quedas	Fitness
Controlo remoto de rega	Roupa Inteligente

Ni *et al.* [16] classificam os sensores para Smart Homes em dois tipos: I- Sensores ambientais: i) vídeo, ii) microfones; iii) binários; iv) RFID); v) sensores de temperatura, luz e humidade. II- Wearable Sensors (associados, direta ou indiretamente ao corpo humano) vi) inertial sensors; vii) sinais vitais.

Ahmed *et al.* [28] clarificam os critérios de segurança dos dados (privacidade; confidencialidade; integridade; autenticação) e identificam sensores de monitorização de parâmetros fisiológicos (temperatura corporal, pressão arterial, pulso radial, frequência cardíaca, frequência respiratória, peso, saturação de oxigénio, glucose capilar, adesão à terapêutica, eletroencefalograma, eletromiograma, eletrocardiograma), distinguindo entre sensores para monitorização contínua (frequência cardíaca, pulso radial, frequência respiratória, eletroencefalograma, eletromiograma e eletrocardiograma) e periódica (pressão arterial, glucose capilar, peso e temperatura corporal) [28].

Por outro lado, os diferentes tipos de sensores têm merecido um grande investimento nas últimas décadas, quer na área do Bem-Estar, quer na área da Monitorização Clínica ou, frequentemente, na interseção e combinação destas duas áreas [13].

No que diz respeito à área do Bem-Estar ambiental, Hsu *et al.* [50] desenvolveram um sistema de gestão energética e segurança baseado em sensores de inércia, através dos quais é possível ao idoso e familiares o controlo remoto da TV e do ar condicionado na sala de estar, a gestão eficiente da luz na sala de estar, cozinha, WC e corredores e detetores de fogo, fumo, monóxido de carbono e gás. As informações recolhidas são processadas e analisadas por um *decision-making module*, gerando um conjunto de decisões acerca dos padrões de qualidade ambiental necessários ao Bem-Estar dos idosos.

Jung [32] propõe um *cluster* para prestação de serviços de Saúde e Bem- Estar no contexto de uma *Smart Home* que agrega um conjunto de sensores ambientais (eletrodomésticos, ar condicionado e eletricidade inteligentes), designadamente sensores de fogo, fumo, monóxido de carbono e gás na cozinha, sensores de movimento, de



humidade, de pó e de som na sala de estar, controlo da temperatura e sensores de luz no quarto e ainda sensores biomédicos, de localização de idosos e monitorização da frequência cardíaca, eletrocardiografia, temperatura corporal e pressão arterial. O autor deste artigo refere a importância destes dispositivos (controlo ambiental na *Smart Home*, monitorização de dados biométricos e localização), na tomada de decisões acerca do estado de saúde e qualidade de vida do idoso.

Quanto à área da monitorização clínica, Austin *et al.* [49] descrevem uma plataforma de sensores de movimento e de contacto para detetar os comportamentos do idoso e eventuais padrões de solidão<sup>14</sup>, através da monitorização do total de horas passadas em casa, da velocidade da marcha e do número de horas de sono; argumentam que a solidão é especialmente traumática na população idosa, dando origem a numerosos problemas de saúde, desde o aumento da morbilidade e mortalidade, redução da qualidade do sono, aumento de comportamentos disfuncionais ou declínio cognitivo [49].

Fiorini *et al.* [51] realizaram um estudo baseado na correlação entre o estado de saúde do idoso e a sua ocupação diária; os dados recolhidos através dos sensores instalados na Smart Home foram segmentados do seguinte modo: i) noite (23:00-05:59); ii) manhã (06:00-09:59); iii) final da manhã (10:00-11:59); iv) almoço (12:00-13:59); v) tarde (14:00-16:59); vi) entardecer (17:00-19:59); vii) jantar (20:00-22:59). Os dados são recolhidos em três locais diferentes da casa: quarto, WC, cozinha e sala e analisados a partir de padrões adaptados a cada caso por meio de algoritmos comportamentais e posteriormente validados com os serviços de assistência médica [51].

---

<sup>14</sup> Este trabalho é baseado em 20 itens da escala UCLA para a solidão.

Cook *et al.* [41] propõem um sistema de sensores para monitorização da atividade diária de idosos em Smart Homes; acelerómetros para identificação de actividades que envolvem movimentos corporais repetidos, como andar ou correr, sensores binários para identificar as interações do idoso com objetos, como por exemplo, portas e janelas, eletrodomésticos ou medicamentos e vídeo ou um sistema sonoro para reconhecimento das atividades do idoso.

Finalmente, Nef *et al.* [40] propõem um sistema de classificação dos movimentos e atividades diárias do idoso através do PIR *sensors* e posterior avaliação da sua saúde mental.

Já Majumder *et al.* [9] abordam no seu artigo a importância das *Smart Homes* para a melhoria da qualidade de vida e cuidados de saúde na população idosa, focando a sua análise na criação de uma rede de serviços que inclui a monitorização da saúde pelos familiares e serviços de apoio comunitário, o hospital da área de residência, farmácias e serviços de urgência, através de dispositivos de *E-Health* e *M-Health*. Segundo eles, uma *Smart Home* para idosos deve integrar os seguintes sistemas: i) segurança; ii) eficiência energética; iii) automação através de sensores; iv) monitorização ambiental; v) monitorização do sono; vi) detetores de atividade; vii) plataforma de serviços remotos (emergência, E-Health); viii) sensores biométricos.

Wang *et al.* [52] referem-se no seu artigo em particular aos *wearable sensors* ou *smart clothes* para monitorização de ECG, transmissão de dados e deteção de risco.

Tabela 6- Tipos de sensores para Smart Homes: Distribuição das fontes por categorias de análise

Categorias de sensores	Base tecnológica de construção de sensores	Aplicações de sensores a idosos		
		Gestão energética, segurança e controlo	Deteção de comportamentos	Redes de serviços
[16] [28] [49] [52]	[13]	[32] [40] [41] [50]	[49] [51]	[9]

## 5. Aplicações para Smart Homes

A utilização de sensores em *Smart Homes* para idosos implica a existência de uma plataforma tecnológica, cuja função é adaptar e conectar os serviços pretendidos ao software utilizado, reduzir a complexidade do sistema e adaptar as funcionalidades programadas ao perfil dos utentes; tal como propõem Schulz *et al.* [7], a tecnologia para idosos aplica-se a cinco domínios, tal como já anteriormente referido; através da análise de conteúdo efetuada, foi possível classificar e distribuir os artigos analisados sobre aplicações para *Smart Homes*, tal como a seguir se apresenta:

Tabela 7-Distribuição das fontes pelos 5 domínios de Schultz *et al.*

Saúde física e mental	Mobilidade	Redes sociais	Segurança	Atividades diárias e lazer
[9] [28] [49] [16] [36] [51] [14]	[14]	[14]	[10] [14] [14] [47]	[9] [7] [16] [14]

No mesmo artigo, estes autores tecem um conjunto de reflexões e recomendações sobre a utilização de aplicações tecnológicas a idosos, nomeadamente:

1. A utilização destas tecnologias deve ter em conta as mudanças nas funções sensoriomotoras, cognição e emoção da pessoa idosa;

2. O recurso a esta tecnologia deve respeitar as questões éticas decorrentes de questões de grande preocupação quer para os idosos, quer para a sociedade, como a privacidade dos dados de saúde e atividades desenvolvidas;
3. Deve ser personalizada e/ou contextualizada em relação ao uso pretendido pelos idosos com o objetivo de promover a sua qualidade de vida, nomeadamente a manutenção das funções físicas e cognitivas, emocionais e sociais.
4. O seu contributo compreende as áreas da monitorização ou medição de dados relativos ao idoso ou ao ambiente; a área de diagnóstico ou exame de problemas, necessidades ou desejos dos idosos e a área do tratamento ou intervenção.

Por sua vez, Majumder *et al.* [9], para além de fornecer informação sobre diversos projetos em curso nas universidades americanas, propõem um sistema de aplicações para *Smart Homes* para os seguintes serviços: 1. Saúde; 2. Transportes; 3. Segurança; 4. Gestão da casa; 5. Entretenimento; 6. Serviços bancários.

De acordo com esta classificação, os oito artigos analisados sobre plataformas *para Smart Homes* que incluíam informação de projetos inovadores são:

Tabela 8-Distribuição das fontes pelo critério de classificação de Majumder *et al.*

Serviços de saúde	Serviços Bancários	Segurança	Transportes	Entretenimento	Gestão da Casa
[9] [16] [7] [32] [51] [14]	[20]	[9] [16]	[14]	[14]	[9] [16] [14]

Por outro lado, nos seus artigos de revisão, Ahmed *et al.* [28], Austin *et al.* [49] e Ni *et al.* [16] apresentam projetos para monitorização e avaliação da saúde física e mental das pessoas idosas, enquanto Guan *et al.* [35] e Fiorini *et al.* [51] apresentam propostas de monitorização e avaliação do seu estado de saúde.

Finalmente, o Relatório da EU-COM [14] apresenta uma lista com a descrição dos 25 projetos europeus financiados pelo programa Horizonte 2020- *ICT for Active and Healthy Ageing*, dos quais se destacam os seguintes para a área da geriatria:

Tabela 9-Projetos europeus para Smart Homes e respetivas funcionalidades

Ref.	Propósito	Ano	Plataforma (s)	
			Nome	Funcionalidades
[9]	Artigo de revisão sobre Smart Homes para idosos a nível do Bem-Estar e saúde.	2017	MavHome (Colorado Univ)	Analisa o ambiente doméstico e a atividade do idoso.
			GatorTech Smart House (Florida Univ)	Integra automaticamente todos os sensores e fornece aos idosos um ambiente assistido.
			Ottawa (Carleton Univ)	Sistema de monitorização da saúde e bem-estar dos idosos.
			ORCATECH (Oregon Center for Ageing and Technology)	Projeto de avaliação da saúde física e cognitiva dos idosos em <i>Smart Home</i> .
[28]	Artigo de revisão sobre sistemas de monitorização da saúde para idosos	2016	Architectures for Communication in health applications	Utilização de LPWT para monitorização da saúde, tem vantagens, mas também riscos de privacidade.
[7]	Artigo de revisão sobre modelos de tecnologia para idosos	2014	CREATE	Modelo baseado na importância, quer do contexto social, quer na monitorização dos dados de saúde. Enfatiza a correlação entre o declínio de capacidades e e o design tecnológico que reconhece ou se adapta às capacidades funcionais do idoso.
[49]	Apresentação de uma plataforma de sensores para estimar a solidão em idosos	2016	Sem nome	1. <sup>a</sup> etapa da criação de um modelo de avaliação da solidão e design de medidas de prevenção.
[16]	Artigo de revisão sobre Smart Homes para promoção da autonomia para idosos	2015	CASAS (Washington ST Univ)	Criação de um ambiente doméstico inteligente, baseado em sensores não intrusivos e atuadores.
			SWEETHOME (Projeto francês)	<i>Smart Home</i> baseada em tecnologia audio e que visa que o idoso possa ter maior controlo sobre a gestão da casa.
			USEFIL	Fornecimento de cuidados de saúde para <i>Smart Homes</i> com recurso a sensores e a um sistema de apoio à tomada de decisões para APPS.
			CSIRO	Projeto que visa a promoção da qualidade de vida do idoso e que é baseado na identificação de comportamentos, para diagnóstico e tomada de decisões sobre o estado de saúde do idoso.

[51]	Proposta de um modelo para avaliação cognitiva do idoso.	2014	Sem nome	Definição e avaliação de padrões de comportamento do idoso e posterior validação pelos serviços de saúde.
[35]	Proposta de um sistema de monitorização remota da saúde dos idosos baseado através de uma rede constituída por roupa inteligente.	2017	Sem nome	Proposta de um sistema de monitorização remota através de <i>Smart Clothing</i> para recolha de dados de ECG, transmitidos depois à base de dados da <i>Smart Home</i> , acessível aos serviços de saúde.
[14]	Lista dos 25 projetos Europeus financiados pelo programa Horizonte 2020-ICT for Active and Healthy Ageing.	2016	eWALL	Projeto que visa a criação de um ambiente inovador em casa para idosos.
			GrowMUEp	Robot inteligente capaz de trabalhar em conjunto com o idoso e ouvir as suas necessidades.
			INCA	Plataforma na <i>cloud</i> para prestação de cuidados de saúde, com vista a um menor número de hospitalizações, maior eficiência dos sistemas de saúde. Implementado em 7 países europeus.
			inCASA	Projeto de prestação de serviços de saúde em rede com vista a apoiar os idosos e a prolongar o bem-estar e a autonomia nas suas casas.
			I-SUPPORT	Apoio aos idosos nas atividades de higiene pessoal através dos serviços de robótica.
			IN LIFE	Soluções e serviços inovadores para melhorar o atendimento aos idosos, incluindo serviços médicos ou de saúde, serviços promotores da qualidade de vida em casa e serviços de apoio à autonomia e mobilidade.
			LONG LASTING MEMORIES	Projeto de promoção combinada do exercício físico combinado e do treino cognitivo com vista a melhorar a memória episódica e a memória de trabalho.
			MARIO	Desenvolvimento de uma aplicação para promover a autonomia e capacitar as pessoas com demência e os idosos, reduzindo solidão e isolamento.
			ACCOMPANY	Robot para prestação de assistência e cuidados pessoais.
			RADIO	Robot para <i>Smart Home</i> com vista à melhoria da qualidade de vida dos utentes idosos.
			ROBOT-ERA	Serviços de robótica para idosos para promover a sua autonomia e qualidade de vida.
			SILVER	Projeto que oferece um ‘assistente pessoal’ que pode ajudar nas rotinas diárias e no serviço de limpeza.
SOCIABLE	Projeto para o treino cognitivo, constituído por 27 jogos sociais			
UniversAAL:	Plataforma AAL para apoio aos investigadores e à tomada de decisões tendo em conta o tempo de execução de uma atividade.			

## Discussão

§1-A ‘revolução conceptual’ no domínio da saúde ou ‘a emergência de um novo paradigma’, conceitos referidos por Franco *et al.* [15] [5] e instituições internacionais [4] [1], quando associados aos dados sobre o envelhecimento da população e à perda de autonomia e bem-estar dos idosos [4] [14] [1] [2], evidenciam a necessidade de mudanças estruturais nas orientações de políticas de saúde, sobretudo no que diz respeito ao papel que a tecnologia tem nas sociedades contemporâneas [8]. Segundo os mesmos autores, a gerontecnologia constitui-se como uma resposta multidisciplinar envolvendo áreas tão diversas como a psicologia, a fisiologia, a sociologia e a medicina, mas também a física e a química, a ergonomia, a arquitetura, a mecatrónica, a programação, a gestão, *etc*, visando dar resposta às necessidades da população idosa no domínio da autonomia, bem-estar e envelhecimento ativo. Esta nova área de conhecimento constitui-se, portanto, como uma das áreas fundamentais de suporte ao novo paradigma funcional proposto pelas fontes referenciadas.

§2- Como em qualquer revolução paradigmática, questões éticas associadas a uma nova visão, podem e devem ser cuidadosamente analisadas, como aliás é referido por diversas fontes [23] [27] [5]. Propõe-se uma ética aplicada á clínica médica, baseada em valores partilhados pela humanidade [27]. Torna-se no entanto indispensável equacionar igualmente as questões éticas associadas quer ao direito à privacidade dos idosos, quer à transparência e segurança na utilização dos dados por terceiros (designados por *Big Data*).

§3- As tecnologias para *Ambient Assistive Living* (AAL) incluem sistemas de automação, robótica, sensores, APPS, IoT e telemedicina que, no caso de estarem integradas no ambiente doméstico, são designadas por *Smart Home* [7] [9] [21]. A combinação entre o princípio da sua funcionalidade para o utente e a arquitetura de serviços em termos de saúde, segurança, conforto, lazer e autonomia na realização das tarefas quotidianas, constitui ainda um domínio emergente em termos das políticas de saúde em geriatria. Todavia, questões éticas associadas à privacidade e ao acesso indevido a dados carecem ainda de aprofundamento legal e de um amplo debate nas sociedades ocidentais.

§4- A análise da distribuição dos estudos de acordo com a classificação do tipo de tecnologias [7] permite-nos verificar que vinte e um apresentam propostas de tecnologia compensatória ou assistencialista e apenas sete de tecnologias preventivas, o que, à luz dos estudos analisados, pode significar que a maioria dos estudos e investigações continuam vinculados ao paradigma Hipocrático e que, portanto, estamos ainda longe de dar cumprimento aos cinco níveis de mudanças propostas pela UE [8] até 2020.

§5- A arquitetura de sensores para monitorização das atividades diárias e sociais e da condição física e mental constitui-se como um importante contributo para a capacitação do idoso para a gestão das suas funcionalidades e estado de saúde e para a tomada de decisões informadas, conscientes e autónomas sobre cuidados de saúde, como referido nas orientações de políticas de saúde propostas pela OCDE [1] [2] e UE [8] [14]. Tal como referem Petit *et al.* [48] o recurso a dispositivos inteligentes na área da saúde, poderão contribuir para modificar a hierarquia de conhecimento e a cadeia de poder e de



decisão, abrindo espaço a uma nova era de comunicação e participação entre os utentes e os profissionais de saúde e a um novo domínio, designado de medicina participativa.

§ 6- A possibilidade de gestão dos dados referentes ao seu estado de saúde a partir da *Smart Home*, *wearable sensors*, ou outros dispositivos inteligentes que prestam informação relevante para o idoso, como por exemplo dados sobre locomoção ou obesidade, constituem-se como importantes motores de mudança de comportamentos e auxiliares preciosos no domínio da medicina preventiva, ou como referem Petit et al. [48] e Lee *et al.* [42], da medicina persuasiva.

§7- Considerando a necessidade de melhorias a nível das políticas de prevenção em saúde, do bem-estar e do envelhecimento ativo, os avanços nas tecnologias estão ainda longe de um bom desempenho, designadamente na construção de redes de apoio do idoso e em AAL: Schultz *et al.* [7] e a própria UE [8] defendem a criação de redes que integrem os utentes e familiares, os serviços sociais e de saúde e outros serviços comunitários e Le *et al.* [24] recomendam a necessidade de melhorar graficamente a informação, de modo a ser melhor percebida e avaliada pelo idoso.

§8- A preocupação com a qualidade da informação e o reforço da educação tecnológica e médica estão ainda por cumprir para a maior parte dos idosos, facto que levanta ainda outras preocupações relacionadas com a desigualdade de condições de acesso e utilização destas tecnologias nesta esta faixa populacional.

§9- A recomendação de revolução na saúde assinalada no relatório da UE [8] é suportada por uma maior integração entre o setor de saúde e os setores de assistência social e bem-

estar. Estamos, no entanto, ainda longe da sua concretização, como referem Arnault *et al.* [3].

§10- A sustentabilidade do SNS e a defesa da equidade tornam imperativa a aposta numa nova visão estratégica; no caso particular da medicina geriátrica, a potencialidade da tecnologia das *Smart Homes* deve ser posta ao serviço do Bem-Estar e da Autonomia da pessoa idosa, pese embora a referência a este domínio seja escassamente incluída na proposta de Estratégia Nacional para o Envelhecimento Ativo e Saudável 2017-2025 [56].

## Conclusão

O envelhecimento ativo, com autonomia e bem-estar é, não apenas uma vontade expressa por muitos idosos, mas também uma orientação para as políticas de saúde dos países da OCDE e da UE.

Espera-se que políticas inovadoras nas áreas da promoção do bem-estar e da medicina preventiva por um lado e o recurso à tecnologia dos sensores e sistemas de rede e comunicações por outro, possam contribuir para um maior eficiência e sustentabilidade dos sistemas de saúde.

Defende-se também um novo papel para a tecnologia aplicada à área da saúde, designadamente o seu contributo no desenvolvimento da medicina preventiva e da medicina persuasiva (veja-se o caso da e-Health e em particular das e-APPS).

Emerge uma visão ecossistémica dos cuidados de saúde a idosos, no quadro de um novo paradigma de envelhecimento no qual o idoso continua: i) autónomo na medida da sua condição de saúde e, desejavelmente, com poder de decisão informada sobre prescrição de tratamentos e cuidados de saúde; ii) ativo, porque apoiado por aplicações que lhe permitem as mais variadas possibilidades de lazer, quer físicas ou intelectuais, quer sociais, permitindo ao mesmo tempo novas formas de combate à solidão; iii) em segurança, considerando os recursos tecnológicos disponíveis na *Smart Home*; iv) monitorizado a nível do seu estado de saúde, através dos mais variados tipos de sensores, garantindo maior equidade de cuidados de saúde.

As possibilidades abertas pelo recurso à tecnologia e a emergência deste novo paradigma em saúde estão ainda em fase inicial de experimentação e utilização, embora o seu potencial em termos da promoção de qualidade de vida dos idosos e de redução de custos para os sistemas de saúde sejam muito promissores.

Para já, as mais recentes tecnologias nas áreas da domótica (*Smart Homes*), telemedicina, monitorização do estado de saúde dos idosos (e-Health; e-APPS; *Smart Clothes*), fazem antever a necessidade de definição de uma estratégia nacional para o envelhecimento ativo, um novo modelo de comunicação entre o médico mediado pela tecnologia, uma maior capacitação do utente idoso e seus familiares na gestão dos dados de saúde e um debate alargado sobre as novas questões éticas associadas à gestão da informação pelo utente e pelas instituições (*Big Data*).

Do ponto de vista da investigação e da formação médica, a emergência deste novo paradigma implica uma forte aposta interdisciplinar entre as diferentes áreas da medicina, biotecnologia e IoT e, portanto, uma maior aproximação entre as áreas do conhecimento médico e das tecnologias.

Considerando a reforma em curso do SNS, pensamos ser imperativa a clarificação da estratégia nacional para o envelhecimento ativo e saudável (ENEAS) no que diz respeito às potencialidades do conceito ‘*Ageing in Place*’, criando incentivos para mais investigação no domínio integrado das *Smart Homes* para pessoas idosas.

## **Agradecimentos**

A realização deste trabalho não seria possível sem a disponibilidade do meu orientador Prof. Doutor Manuel Teixeira Marques Veríssimo, a quem agradeço em primeiro lugar, por todo o suporte técnico e sábios conselhos.

Agradeço também à minha família, por todo o suporte e apoio incondicional.

A todos os meus amigos, que comigo partilharam vivências inesquecíveis, que deixaram marcas no meu modo de ser pessoal e de futuro profissional de saúde



## Referências

- [1] OECD/EU, "Health at a Glance: Europe 2016 – State of Health in the EU Cycle" OECD Publ., Paris, 2016. Available: <http://www.oecd.org/health/health-at-a-glance-europe-23056088.htm>.
- [2] OECD/EU, "Portugal: Perfil de Saúde do País 2017, State of Health in the EU,," 2017. [doi.org/10.1787/9789264285385-pt](https://doi.org/10.1787/9789264285385-pt).
- [3] A. Arnault and J. Semedo, *Salvar o SNS. Uma nova Lei de Bases da Saúde para defender a Democracia.*, Porto: Porto Ed., 2017.
- [4] COM, "The Joint Report on Health Care and Long-Term Care Systems & Fiscal Sustainability (vol. 1 e 2)," EN, Brussels, 2016. Available: [doi:10.2765/680422](https://doi.org/10.2765/680422).
- [5] A. Franco and H. Bouma, "Health Care paradigms in transition," *Gerontechnology*, vol. 13, no. 1, pp. 5-11, 2014. [doi: 10.4017/gt.2014.13.1.001.00](https://doi.org/10.4017/gt.2014.13.1.001.00).
- [6] A. Cruz-Jentoft, A. Franco, P. Sommer, J.-P. Baeyens and . A. Milewicz, "European silver paper on the future of health promotion and preventive actions, basic research, and clinical aspects of age-related disease," *Eur J Ageing*, vol. 6, p. 51–57, 2009. [doi:10.4017/gt.2008.07.04.001.00](https://doi.org/10.4017/gt.2008.07.04.001.00).
- [7] R. Schultz, H.-W. Wahl, J. Matthews, A. Dabbs, S. Beach and S. Czaja, "Advancing the Ageing and Technology Agenda in Gerontology," *The Gerontologist*, vol. 55, no. 5, pp. 724-734, 2015. [doi: 10.1093/geront/gnu017](https://doi.org/10.1093/geront/gnu017).

- [8] EU, "e-Health Task Force Report. Redesigning health in Europe for 2020." Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2012. doi:10.2759/82687.
- [9] S. Majumder, E. Aghayi, M. Noferesti, H. Memarzadeh-Teheran, T. Mondal, Z. Pang and M. J. Deen, "Smart Homes for Eldery Healthcare-Recent Advances and Research Challenges," *Sensors*, vol. 17, no. 2496, pp. 1-32, 2017. doi: 10.3390/s17112496.
- [10] J. Wiles, A. Leibning, N. Guberman, J. Reeve and R. Allen, "The Meaning of "Ageing in Place" to Older People," *The Gerontologist*, vol. 52, no. 3, p. 357–366, 2011. doi.org/10.1093/geront/gnr098.
- [11] H.-H. Wahl, S. Iwarsson and F. Oswald, "Ageing Well and the Environment: Toward an Integrative Model and Research Agenda for the Future," *The Gerontologist*, vol. Vol. 52, no. 3, p. 306–316, 2012. doi: 10.1093/geront/gnr154.
- [12] N. Costa, P. Domingues, F. Fez-Riverola and A. Pereira , "A Mobile Virtual Butler to Bridge the Gap between Users and Ambient Assisted Living: A Smart Home Case Study," *Sensors*, vol. 14, pp. 14302-14329, 2014. doi: 10.3390/s140814302.
- [13] CERP-IoT, "Vision and Challenges for Realising the Internet of Things," Cluster of European Research Projects on the Internet of Things. , 2010. Available: [http://europa.eu/information\\_society](http://europa.eu/information_society).
- [14] EU-COM, "Impact of EU-Funded Research & Innovation on ICT for Active & Healthy Ageing- The Top 25 most influencial projects." Luxembourg, Publications Office of the European Union, Brussels, 2015. doi:10.2759/575824



- [15] A. Franco, H. Bouma, G. Cornet and P. Mallea, "Gerontechnology at IAGG 2009 for optimal health in a multidisciplinary context," *Gerontechnology*, vol. 8, no. 2, pp. 63-69, 2009. doi: 10.4017/gt.2009.08.02.001.00.
- [16] Q. Ni, A. Garcia Hernando and I. Pau de la Cruz, "The Eldery's Independent Living in Smart Homes: A Characterization of Activities and Sensing Infrastructure Survey to Facilitate Services Development," *Sensors*, vol. 15, pp. 11312-11362, 2015. doi: 10.3390/s150511312.
- [17] B. Reeder, E. Meyer, A. Lazar, S. Chaudhuri, H. Thompson and G. Demiris, "Framing the evidence for health smart homes and home-based consumer health technologies as a public health intervention for independent ageing: a systematic review," *NIH, National Institutes of Health*, vol. 82, no. 7, pp. 565-579, 2013. doi: 10.1016/j.ijmedinf.2013.03.007.
- [18] S. Forberger, K. Bammann, J. Bauer, S. Boll, G. Bolte, T. Brand, A. Hein, F. Koppelin, S. Lippke, J. Meyer, C. Pischke, C. Voelcker-Rehage and H. Zeeb, "How to Tackle Key Challenges in the Promotion of Psysical Activity among Older Adults (65+): The AEQUIPA Network Approach," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 14, no. 379, pp. 1-13, 2017. doi: 10.3390/ijerph14040379.
- [19] M. Boman and E. Kruse, "Suporting global health with information and communications technology," *Global Health Action*, vol. 10, no. 1321904, pp. 6-12, 2017. doi: 10.1080/16549716.2017.1321904.

- [20] P. Dawadi, D. Cook, M. Schmitter-Edgecombe and C. Parsey, "Automated Assessment of Cognitive Health Using Smart Home Technologies," *Technology health care journal*, vol. 21, no. 4, pp. 323-343, 2013. doi:10.3233/THC-130734.
- [21] H. Kort, "Healthy buildind environments for ageing adults," *Gerontechnology*, vol. 16, no. 4, pp. 207-210, 2017. doi: 10.4017/gt.2017.16.4.001.00.
- [22] P. Maia, T. Batista, E. Cavalcante, A. Baffa, F. Delicato, P. Pires and A. Zomaya, "A Web platform for interconnecting body sensors and improving health care," *Procedia, Computer Science*, vol. 40, pp. 135-142, 2014. doi: 10.1016/j.procs.2014.10.041.
- [23] N. Carroll, C. Kennedy and I. Richardson, "Challenges towards a Connected Community Healthcare Ecosystem (CCHE): for managing long-term conditions," *Gerontechnology*, vol. 14, no. 2, pp. 64-77, 2016. doi:10.4017/gt.2016.14.2.003.00.
- [24] T. Le, B. Reeder, D. Yoo, R. Aziz, H. Thompson and G. Dimitris, "An Evaluation of Wellness Assessment Visualizations for Older Adults," *Telemedicine and e-Health*, vol. 21, no. 1, pp. 9-16, 2015. doi: 10.1089/tmj.2014.0012.
- [25] J. Nikolich-Zugich, D. Goldman, P. Cohen, D. Cortese, L. Fontana, B. Kennedy, J. Mohler, J. Olshansky, T. Perls, D. Perry, A. Richardson, C. Ritchie, A. Wertheimer, R. Faragher and M. Fain, "Preparing for an Ageing World: Engageing Biogerontologists, Geriatricians, and the Society," *The gerontological Society of America*, vol. 71, no. 4, pp. 435-444, 2015. doi: 10.1093/gerona/glv164.
- [26] J.-P. Michel and A. Franco, "Geriatricians and Technology," *JAMDA*, vol. 15, pp. 860-862, 2014. doi:10.1016/j.jamda.2014.09.016.

- [27] A. Franco and F. Blanchard, "Fondements et repères pour une démarche éthique clinique. L'exemple de la Gériatrie," *La Revue de Gériatrie, Tome 42, No 1 JANVIER 2017*, vol. 42, no. 1, pp. 29-42, 2017.  
Available:<http://www.revuedegeriatrie.fr/index.php>.
- [28] M. Ahmed, M. Björkman, A. Causevic, H. Fotouhi and M. Lindén, "An Overview on the Internet of Things for Health Monitoring Systems," *IEEE Journal of Trans. Engineering in Health and Medicine*, vol. 4, pp. 1-9, 2016. Available: [http://www.es.mdh.se/pdf\\_publications/4006.pdf](http://www.es.mdh.se/pdf_publications/4006.pdf).
- [29] J. Villacorta, . M. Jiménez, . L. Val and A. Izquierdo, "A Configurable Sensor Network Applied to Ambient Assisted Living," *Sensors*, vol. 11, pp. 10724-10737, 2011. doi: 10.3390/s111110724.
- [30] W. Morais, J. Lundstrom and N. Wickstrom, "Active In-Database Processing to Support Ambient Assisted Living Systems," *Sensors*, vol. 14, pp. 14756-14785, 2014. doi: 10.3390/s140814765.
- [31] J. Ocepek, A. Roberts and G. Vidmar, "Evaluation of Treatment in the Smart Home IRIS in terms of Functional Independence and Occupational Performance and Satisfaction," *Hindawi, Publ, Computational and Mathematical Methods in Medicine*, vol. 2013, pp. 1-10, 2013. doi: 10.1155/2013/926858.
- [32] Y. Jung, "Hybrid-Aware Model for Senior Wellness Service in Smart Home," *Sensors*, vol. 17, no. 1182, pp. 1-10, 2017. doi: 10.3390/s17051182.

- [33] E. Aguirre, S. Led, P. Lopez-Iturri, L. Azpilicueta, L. Serrano and F. Falcone, "Implementation of Context Aware e-Health Environments Based on Social Sensor Networks," *Sensors*, vol. 16, no. 310, pp. 1-12, 2016. doi: 10.3390/s16030310.
- [34] S. Nambiar, A. Nikolaev, M. Greene, L. Cavuoto and A. Bisantz, "Low-Cost Sensor System Design for In-Home Physical Activity Tracking," *IEEE, Journal of Translational Engineering in Health and Medicine*, vol. 4, pp. 1-6, 2016. doi: 10.1109/JTEHM.2016.2620971.
- [35] K. Guan, M. Shao and S. Wu, "A Remote Health Monitoring System for the Elderly Based on Smart Home Gateway," *Hindawi, Journal of Healthcare Engineering*, pp. 1-9, 2017. doi.org/10.1155/2017/5843504.
- [36] W. Li, B. Tan and R. Piechocki, "Passive Radar for Opportunistic Monitoring in E-Health Applications," *IEEE, Journal of Translational Engineering in Health and Medicine*, vol. 6, pp. 1-8, 2018. doi: 10.1109/JTEHM.2018.2791609.
- [37] A. Seelye, N. Mattek, D. Howieson, T. Riley and K. Wild, "The impact of sleep on neuropsychological performance in cognitively intact older adults using a novel in-home sensor based sleep assessment approach," *Clinical Neurophysiology*, vol. 29, no. 1, pp. 53-66, 2015. doi: 10.1080/13854046.2015.1005139.
- [38] P. Augustyniak, M. Smoleń, Z. Mikrut and E. Kańto, "Seamless Tracing of Human Behavior Using Complementary Wearable and House-Embedded Sensors," *Sensors*, vol. 14, pp. 7831-7856, 2014. doi:10.3390/s140507831.

- [39] F. Palumbo, J. Ullberg, A. Stimec, F. Furfari, L. Karlsson and S. Koradeshi, "Sensor Network Infrastructure for a Home Care Monitoring System," *Sensors*, vol. 14, pp. 3833-3860, 2014. doi: 10.3390/s140303833.
- [40] T. Nef, . P. Urwyler, M. Büchl, I. Tarnanas, R. Stucki, D. Cazzoli, R. Muri and U. Mosimann, "Evaluation of Three State-of-the-Art Classifiers for Recognition of Activities of Daily Living from Smart Home Ambient Data," *Sensors*, vol. 15, pp. 11725-11740, 2015. doi: 10.3390/s150511725.
- [41] D. Cook and L. Holder, "Sensor Selection to Support Practical Use of Health-Monitoring Smart Environments," *Data Mining and Knowledge Discovery* , vol. 1, no. 4, pp. 339-351, 2011. doi: 10.1002/widm.20.
- [42] D. Lee, S. Helal, S. Anton, S. De Deugd and A. Smith, "Participatory and Persuasive Telehealth," *Gerontechnology*, vol. 58, pp. 269-281, 2012. doi:10.1159/000329892.
- [43] A. Billis, A. Batziakas, C. Bratzas, M. Tsatali, M. Karagianni and P. Bamidis, "Enabling active and healthy ageing decision support systems with the smart collection of TV usage patterns," *Healthcare Technology Letters*, vol. 3, no. 1, pp. 46-50, 2016. doi: 10.1049/htl.2015.0056.
- [44] R. Merrell, "Geriatric Telemedicine: Background and Evidence for Telemedicine as a Way to Adress the Challenges of Geriatrics," *HIR, Healthcare Informatics Research*, vol. 21, no. 4, pp. 223-229, 2015. doi: 10.4258/hir.2015.21.4.223.
- [45] M. Hossain, A. Alamri, A. Almogren, S. Hossain and J. Parra, "A Framework for a Context-Aware Elderly Entertainment Support System," *Sensors*, vol. 14, pp. 10538-10561, 2014. doi:10.3390/s140610539.

- [46] E. Spanakis, S. Santana, M. Tsiknakis, K. Marias, V. Sakkalis, A. Teixeira, H. Jong and C. Tziraki, "Technology-Based Innovations to Foster Personalized Healthy Lifestyles and Well-Being: a Targeted Review," *JMIR, Journal of Medical Internet Research*, vol. 18, no. 6, pp. 1-26, 2016. doi: 10.2196/jmir.4863.
- [47] S. Hoecke, R. Verborgh, D. Deursen and R. Van de Walle, "SAMuS: Service-Oriented Architecture for Multisensor Surveillance in Smart Homes," *Hindawi, The Scientific World Journal*, vol. 2014, pp. 1-9, 2014. doi:10.1155/2014/150696.
- [48] A. Petit and L. Cambon, "Exploratory study of the implications of research on the use of smart connected devices for prevention: a scoping review," *BMC Public Health*, vol. 16, no. 552, pp. 1-13, 2016. doi: 10.1186/s12889-016-3225-4.
- [49] J. Austin, H. Dodge, T. Riley, P. Jacobs, S. Thielke and J. Kaye, "A Smart-Home System to Unobstrusively and Continuously Assess Loneliness in Older Adults," *IEEE, Journal of Transn. Engineering in Health and Medicine*, vol. 4, pp. 1-24, 2016. doi: 10.1109/JTEHM.2016.2579638.
- [50] Y.-L. Hsu, P.-H. Chou, H.-C. Chang, S.-L. Lin, S.-C. Yang, H.-H. Su, C.-C. Chang, Y.-S. Cheng and Y.-C. Kuo, "Design and Impementation of a Smart Home System using Multisensor Data Fusion Technology," *Sensors*, vol. 17, no. 1631, pp. 1-21, 2017. doi:10.3390/s17071631.
- [51] L. Fiorini, F. Cavallo, P. Dario, A. Eavis and P. Caleb-Sollis, "Unsupervised Machine Learning for Developing Personalised Behavior Models Using Activity Data," *Sensors*, vol. 17, no. 1034, pp. 1-17, 2017. doi: 10.3390/s17051034.

- [52] J. Wang, C.-C. Lin, Y.-S. Yu and T.-C. Yu, "Wireless Sensor-Based Smart-Clothing Platform for ECG Monitoring," *Hindawi Publ-Computational and Mathematics Methods in Medicine*, vol. 2015, pp. 1-8, 2015. doi:10.1155/2015/295704.
- [53] M. Zilberman, S. Benham and P. Kramer, "Tablet technology and occupational performance for older adults: a pilot study," *Gerontechnology*, vol. 15, no. 2, pp. 109-115, 2016. doi: 10.4017/gt.2016.15.2.024.00.
- [54] V. Ahanathapillai, J. Amor, Z. Goodwin and C. James, "Preliminary study on activity monitoring using an android smart-watch," *Healthcare Technology Letters*, vol. 2, no. 1, pp. 34-39, 2015. DOI: 10.1049/htl.2014.0091.
- [55] COM, "Advancing the Internet of Things in Europe," UE, Brussels, 2016. Available: [eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/52016SC0110](http://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/52016SC0110).
- [56] Estratégia nacional para o Envelhecimento ativo e Saudável, 2017-2025. Proposta do Grupo de Trabalho Interministerial (Despacho n.º12427/2016) Available: <https://www.eapn.pt/documento/562/estrategia-nacional-para-o-envelhecimento-ativo-e-saudavel>.





## Anexo 1

Lista de artigos selecionados e classificação sumária:

Ref	Autor (es)	Tipo	Revista/Edit	Sumário
[4]	COM	Relatório	EU Publ.	Relatório sobre cuidados de saúde a idosos na EU e sustentabilidade fiscal dos sistemas de saúde europeus.
[1]	OECD/EU	Relatório	OECD Publ.	Relatório de 2016 sobre o estado da saúde nos países da OCDE.
[2]	OECD/EU	Relatório	OECD Publ.	Relatório de 2016 sobre o estado da saúde em Portugal.
[3]	Arnault, A. <i>et al.</i>	Livro	Porto Ed.	Análise do SNS (Portugal) e defesa da necessidade de uma nova Lei de Bases para a Saúde.
[5]	Franco, A. <i>et al.</i>	Perspetive	The Gerontologis t	Análise do paradigma Hipocrático e proposta do paradigma funcional em saúde.
[6]	Cruz-Jentoft A. <i>et al.</i>	Perspetive	Eur. J. Ageing	Análise prospetiva sobre o futuro da saúde na europa e proposta de medidas de prevenção de doenças associadas ao envelhecimento.
[7]	Schultz R. <i>et al.</i>	Perspetive	The Gerontologis t	Conceito de ‘tecnologia para o idoso’. Taxonomia da tecnologia aplicada aos idosos. Recomendações para futuras investigações nesta área.
[8]	EU	Relatório	EU Publ.	Necessidade de redefinição das políticas europeias para a área da gerontologia, com recurso à tecnologia.
[9]	Majumder, S. <i>et al.</i>	Review	Sensors	Artigo de revisão sobre Smart Homes e tecnologias aplicadas à monitorização da saúde em idosos
[10]	Wiles, J. <i>et al.</i>	Perspetive	The Gerontologis t	Clarificação do conceito de Ageing in place.
[11]	Whal, H-H <i>et al.</i>	Perspetive	The Gerontologis t	Proposta de um modelo integrado de compreensão da pessoa idosa e clarificação da relação entre os conceitos de Ageing Well e integração no ambiente.
[12]	Costa, N. <i>et al.</i>	Research	Sensors	Uso de um mordomo virtual baseado em AAL para idosos.
[13]	CERP-IoT	Relatório	EU Publ.	Apresentação das potencialidades da IoT em projetos de investigação europeus.
[14]	EU-COM	Relatório	EU Publ.	Apresentação dos 25 projetos europeus financiados pela UE para promoção do envelhecimento ativo e baseados na tecnologia.

[26]	Michel, J-P. <i>et al.</i>	Perspective	JAMDA	Análise das potencialidades de associação entre geriatria e tecnologia.
[16]	Ni, Q. <i>et al.</i>	Review	Sensors	Classificação de atividades promotoras do bem-estar em Smart Homes, dos sensores e métodos de processamento de dados que permitem essas atividades.
[17]	Reeder, B. <i>et al.</i>	Research	Int. J. Med. Inform.	Artigo de revisão sobre promoção de vida independente nos idosos.
[18]	Forberger, S. <i>et al.</i>	Research	Int. J. Env. Researc h Publ. Health	AEQUIPA: sistema de prevenção de um envelhecimento ativo na população com 65 anos ou mais.
[15]	Franco, A. <i>et al.</i>	Perspectiv e	Gerontechnol ogy	Defesa do paradigma funcional em medicina e necessidade de redes multidisciplinares em geriatria.
[19]	Boman M. <i>et al.</i>	Perspectiv e	Glob. Health Act.	Análise dos Big Data a partir das aplicações eletrónicas.
[20]	Dawadi, P. <i>et al.</i>	Research	J. Trans Syst, Man, Cybern: Syst	Sistema de avaliação automático do bem-estar em idosos em AAL.
[21]	Kort, H	Perspectiv e	Gerontechnol ogy	Design de ambientes para idosos (AAL).
[22]	Maia, P. <i>et al.</i>	Research	Proc. Comp. Science	EcoHealth-plataforma de conexão de doentes com sensores e médicos.
[23]	Carroll, N. <i>et al.</i>	Perspectiv e	Gerontechnol ogy	Defesa da constituição de redes comunitárias de prestação de cuidados médicos a idosos.
[24]	Le, T. <i>et al.</i>	Research	TeleMed. and e-Health J.	Criação de um sistema de visualização de dados pelos idosos em Smart Homes
[25]	Nikolich-Zugich, J. <i>et al.</i>	Perspectiv e	J. Geront. A. Biol. Med.Sci.	Clarificação dos indicadores de ação para unir os profissionais de saúde, cientistas e sociedade para a promoção da qualidade de vida no idoso.
[27]	Franco, A. <i>et al.</i>	Perspectiv e	La Revue de Gériatrie	Análise dos atuais paradigmas na medicina e defesa do paradigma funcional. Reflexão baseada na ética do cuidado.
[28]	Ahmed, M. <i>et al.</i>	Perspectiv e	The Gerontologis t	Sistemas tecnológicos de segurança, monitorização e comunicação da saúde.
[29]	Villacorta, J. <i>et al.</i>	Research	Sensors	Uso de sensores em rede, configuráveis para diferentes cenários de AAL em idosos.
[30]	Morais, W.	Research	Sensors	Desenvolvimento de um dispositivo para Smart Homes e AAL que permite não apenas o armazenamento, como também a deteção e reação a eventos que tenham lugar no AAL.

[31]	Ocepeck, J. <i>et al.</i>	Research	CMMM	Avaliação do tratamento com base no IRIS Smart Home em termos vida independente e satisfação.
[32]	Jung, Y.	Research	Sensors	Segurança do idoso através da monitorização da sua atividade no contexto de uma Smart Home.
[33]	Aguirre, E. <i>et al.</i>	Research	Sensors	Implementação de sensores sociais aplicados à e-Health and m-Health nos casos dos idosos com interação entre utente e equipas sociais e médicas.
[34]	Nambiar, S. <i>et al.</i>	Research	J.Trans Eng. Health Med.	Avaliação da viabilidade do uso de sensores para rastrear o movimento e inferir os níveis de atividade física em idosos.
[35]	Guan, k. <i>et al.</i>	Research	J. Healthcare Eng.	Sistema de monitorização remota da saúde dos idosos baseado na tecnologia das Smart Homes, através de uma rede constituída por roupa inteligente, dados fornecidos pela tecnologia das Smart Homes e o servidor de saúde.
[36]	Li, W. <i>et al.</i>	Research	J.Trans Eng. Health Med.	Aplicação de e-Health: uso de sensores passivos (Doppler) baseado no sinal wireless da casa para captar e interpretar o movimento, a respiração e a atividade física do idoso.
[37]	Seelye, A. <i>et al.</i>	Research	Clin.NUErop sychol.	Uso de um sensor para monitorização do sono em idosos.
[38]	Augustyniak, P. <i>et al.</i>	Research	Sensors	Desenvolvimento de um sistema multimodal para vigilância contínua de idosos em Smart Homes.
[39]	Palumbo, F. <i>et al.</i>	Research	Sensors	Sistema de monitorização do estado psicológico de idosos em AAL a partir das atividades diárias.
[40]	Nef, T. <i>et al.</i>	Research	Sensors	Avaliação da classificação das atividades diárias dos idosos em AAL.
[41]	Cook, D. <i>et al.</i>	Research	Data Min. Knowl.Discov	Sistema de sensores para monitorização da atividade diária de idosos em Smart Homes.
[42]	Lee, D. <i>et al.</i>	Research	Gerontechnology	Proposta de um sistema participativo e persuasivo de telemedicina, conectado com um conjunto de soluções médicas.
[43]	Billis, A. <i>et al.</i>	Research	Healthcare Technology L.	Sistema de SmartTV para monitorização das atividades diárias em idosos para promoção da saúde.
[45]	Hossain, M. <i>et al.</i>	Research	Sensors	Sistema de entretenimento e bem-estar para idosos em Smart Homes.
[46]	Spanakis <i>et al.</i>	Perspective	J. Med. Int. Research	Artigo de revisão sobre serviços de e-Health e m-Health, incluindo serviços de gestão da saúde.
[47]	Hoecke, S. <i>et al.</i>	Research	The Scient. World J.	Arquitetura de um sistema de multisensores de vigilância de idosos em Smart Homes.
[48]	Petit, A.	Review	BMC Publ Health	Artigo de revisão sobre o uso de dispositivos de conectividade smart para prevenção de doenças em idosos

[49]	Austin, J. <i>et al.</i>	Research	J.Trans Eng. Health Med.	Descrição de uma plataforma de sensores que permite relacionar a solidão no idoso com alguns dos seus comportamentos diários: total de horas fora de casa; velocidade de locomoção; n.º de horas de sono.
[50]	Hsu, Y. <i>et al.</i>	Research	Sensors	Descrição de um sistema de multisensores para implementação em Smart Homes de idosos.
[51]	Fiorini, L. <i>et al.</i>	Research	Sensors	Análise de custos associados à implementação de sensores, classificação de atividades, recolha e análise de dados.
[52]	Wang, J. <i>et al.</i>	Research	CMMM	Wearable Sensors para monitorização de ECG
[53]	Zilberman, M. <i>et al.</i>	Research	Gerontechnology	Performance ocupacional em idosos através do uso de tablets: estudo preliminar.
[54]	Ahanathapi llaiV. <i>et al.</i>	Research	Healthcare Technology L.	Sistema de monitorização de atividade em idosos através do uso de smart-watch: estudo preliminar.
[44]	Merrell, R.	Review	HIR, HealthCare Inf.Research	Arti sobre a importância do uso da telemedicina com idosos.
[55]	COM	Relatório	EU Publ.	Defesa das potencialidades da IoT aplicadas a SmartCities, SmartHomes, Transportes, etc.
[56]	ENEAS	Doc. de Trabalho DGS	Relatório	Proposta de uma estratégia nacional para a promoção do envelhecimento ativo, para debate público.

NOTAS: