

# *Mobile Sensing* e Psicologia da Cognição versus Computação Cognitiva

Universidade do Minho - Sensorização e Ambiente

**Resumo** Este artigo tem como objetivo explorar dois temas amplamente discutidos na comunidade científica: *mobile sensing* e psicologia cognitiva e computação cognitiva. O primeiro tópico trata da utilização de sensores em dispositivos móveis, no qual são elucidados conceitos básicos, a sua aplicabilidade e viabilidade, assim como algumas soluções desenvolvidas nesta área, seguidas da respetiva análise crítica. Por sua vez, o segundo tema discute a interação entre psicologia cognitiva e computação cognitiva, explorando os conceitos e aplicações de ambos os campos, com ênfase na sua relação. Por fim, o artigo discute como estes dois temas podem ser combinados para benefício mútuo, explorando sinergias e possíveis aplicações práticas.

**Keywords:** *mobile sensing*, cognição, computação, psicologia

## 1 Métodos

### 1.1 Critérios de Elegibilidade

Na coleção de artigos foram priorizados artigos em inglês ou português relevantes para a área de pesquisa e com um número significativo de referências confiáveis.

### 1.2 Fontes

Para a coleção de estudos foram utilizadas as seguintes fontes de informação: Google Scholar, arXiv, IEEE Access, GitHub, Springer.

### 1.3 Termos de Pesquisa

Para a procura de artigos recorreremos aos seguintes termos de pesquisa: "mobile sensing", "psicologia da cognição", "cognitive computing", "WalkSafe", "Sleep Cycle", "Waze", "cognitive psychology versus cognitive computing", "IBM Watson", "Tesla", "RAVEN AI", "Mobile cognitive systems", "Siri".

### 1.4 Processo de Recolha de Dados

Foram recolhidos dados dos artigos selecionados sobre definições das áreas abordadas, as suas aplicações e exemplos relevantes.

## 2 Introdução

Nos dias de hoje, é extensa a lista de temas inseridos na comunidade científica e que são apelativos e alvo de estudo por parte de investigadores. Assim, com o avanço das tecnologias móveis e o desenvolvimento de sensores, o *mobile sensing* tornou-se um tópico cada vez mais importante de pesquisa científica. Este tópico tem várias aplicações, como monitorização de saúde em grandes cidades, deteção de falhas de equipamentos, controlo de qualidade de alimentos e gestão do tráfego, através da recolha de dados por parte dos sensores presentes nos dispositivos móveis. Com isto, o desenvolvimento de soluções à medida tem-se revelado muito útil neste sentido, uma vez que permite a criação de serviços adaptados às necessidades específicas de cada situação.

Paralelamente, a dualidade entre a psicologia cognitiva e a computação cognitiva tem ganho destaque entre investigadores, uma vez que são campos de estudo que buscam perceber os processos mentais humanos e desenvolver algoritmos e modelos computacionais para replicá-los. A interação entre estes dois campos permitiu grandes avanços na compreensão do comportamento humano e na criação de sistemas inteligentes capazes de tomar decisões com base em informações complexas.

Além disto, a combinação destes dois temas pode gerar soluções ainda mais poderosas e inovadoras. Isto deve-se ao facto de, por exemplo, a análise de dados recolhidos por meio de dispositivos móveis poder ajudar a entender melhor a cognição humana em situações do mundo real, o que pode levar a novas descobertas científicas e a avanços significativos na área da psicologia. Outro exemplo, é a utilização de sensores em dispositivos móveis para recolher dados que ajudam a entender melhor o comportamento humano em diferentes situações, possibilitando o desenvolvimento de sistemas inteligentes que se adaptam a diferentes situações e melhoram a experiência do utilizador.

Com isto, o objetivo deste artigo é elucidar ambos os temas, bem como um cerne de tópicos relevantes a ambos e enaltecer como os dois temas estão relacionados e como tirar partido disso.

## 3 Sensorização em Dispositivos Móveis

Com as crescentes inovações no âmbito dos *smart-phones*, *smart-watches*, pulseiras inteligentes e outros dispositivos móveis, estes têm apresentado de forma embutida, cada vez mais a presença de vários sensores. Isto motivou o aparecimento da área de sensorização móvel, **mais conhecida na comunidade científica como *mobile sensing***, que integra de forma parcial outras áreas tais como **redes de sensores sem fios e deteção web**. Assim, *mobile sensing* é a área **dedicada à recolha de dados sensoriais através dos dispositivos móveis** das pessoas, no qual estes **são obtidos através da presença de sensores embebidos nos dispositivos ou através de redes de sensores sem fios na proximidade de uma dado utilizador** [8]. Neste âmbito, podemos enaltecer duas vertentes presentes na sensorização de dispositivos móveis: **a mobilidade e sensorização**, estando ambos intrinsecamente ligados e necessários para o desenvolvimento e surgimento de sistemas

dedicados na recolha de dados através de sensores presentes nos dispositivos móveis [8].

Na recolha de dados através de sensores, podemos dar ênfase tanto ao tipo de dados bem como ao tipo de sensores. Assim, no que diz respeito ao tipo de dados, consoante o objetivo proposto da recolha dos mesmos, estes definem parâmetros tais como:

- **Ambientais:** Inserem-se neste contexto, por exemplo, dados relativos a temperatura, poluição e humidade;
- **Fisiológicos:** Inserem-se neste contexto, por exemplo, dados relativos a temperatura corporal, respiração e ritmo cardíaco;
- **Mobilidade:** Inserem-se neste contexto, por exemplo, dados relativos a aceleração, velocidade, posição e orientação;

No que diz respeito aos sensores, os mais recentes e inovadores dispositivos móveis têm presentes diversos tipos de sensores capazes de em conjunto, recolher todo o tipo de dados produzidos pela mobilidade do utilizador. Assim, na sua larga maioria, podemos destacar os seguintes sensores que estão presentes nos dispositivos atuais:

- **GPS:** navegação e aquisição de medidas precisas de localização geográfica e geodésica [9];
- **Acelerómetro:** medição de aceleração [9];
- **Compasso:** medição do ângulo de rotação do dispositivo em relação ao polo norte magnético da Terra [9];
- **Giroscópio:** medição da taxa de angular da velocidade de rotação do dispositivo [9];
- **Sensor de Imagem:** captura de imagens/vídeos [9];
- **Sensor de Luz Ambiente:** medição da iluminação presente [9];
- **Sensor de Proximidade:** medição da proximidade do utilizador relativamente ao dispositivo móvel [9];
- **Sensor de Toque:** deteção da presença e localização do toque [9];

Posto isto, convém salientar que qualquer sistema de *mobile sensing* (*Mobile Sensing System* (*MSS*)) necessita de suporte ao nível da aplicação do utilizador de forma a correr no dispositivo e ler o(s) sensor(es) e prosseguir à eventual recolha de dados, necessitando posteriormente de reportar os mesmos para a plataforma pretendida, podendo esta ser externa ou interna ao dispositivo [9].

### 3.1 Aplicabilidade e Viabilidade

A recolha de dados em qualquer vertente permite compreender possíveis padrões bem como acima de tudo enaltecer referências estatísticas, tais como distribuições dos mesmos. Assim, relativamente ao domínio em estudo, no que concerne à recolha de dados através de sensores presentes no dispositivo móvel de um dado utilizador, estes permitem definir comportamentos adotados por este

bem como o ambiente que o envolve e que de alguma forma ditam alguns dos seus comportamentos. Tendo por base o referido, a análise estatística e comportamental quer do utilizador quer do ambiente que o envolve trazem em grande parte diversas finalidades com propósitos vantajosos, no qual as mesmas inserem-se em diversas áreas tendo diferentes aplicabilidades, variando consoante a localização do dispositivo móvel do utilizador [12]. Posto isto, podemos mencionar algumas das aplicações relativas a estes sistemas de *mobile sensing* associados ao dispositivo móvel de um qualquer utilizador:

- **Saúde:** Uso pessoal e monitorização constante de sinais vitais do utilizador, tais como frequência cardíaca, pressão arterial, oxigénio no sangue e atividade física. Posteriormente, os dados recolhidos podem ser transmitidos para profissionais de saúde, permitindo a monitorização remota dos pacientes e o ajuste do tratamento em tempo real [14] [9];
- **Transporte:** Otimização de rotas e redução de congestionamentos. Em transportes públicos, pode ser estendido para monitorizar a higiene e a manutenção dos transportes [15] [9];
- **Habitação:** Automatização dos vários sistemas existente numa habitação, tais como iluminação (por exemplo, sensores de movimento), climatização (por exemplo, sensores de temperatura) e segurança (por exemplo, sensores de fumo e gás), entrando no âmbito das conhecidas *smart homes* [16] [9];
- **Urbano:** Monitorização constante do ambiente urbano, através do papel oportunista das pessoas, permitindo averiguar a qualidade do ar, níveis de ruído e temperatura, permitindo identificar áreas com altos níveis de poluição ou ruído excessivo, entrando no âmbito das conhecidas *smart cities* [17] [9].

No que concerne à viabilidade do *mobile sensing*, convém salientar para o facto de que o processo de recolha de dados depende do dispositivo móvel associado ao utilizador, bem como o ambiente em que este se insere, além dos comportamentos que descreve. Assim, estes fatores influenciam diretamente na qualidade dos dados, que podem trazer adversidades como vantagens relativamente ao objetivo pretendido. No que concerne à recolha dos dados, esta pode ser contínua, desencadeada por uma ação ou ao receber uma determinada notificação de terceiros, dependendo sempre dos fatores anteriormente mencionados [9].

### 3.2 Casos de Estudo

Dadas as inúmeras aplicabilidades no âmbito do domínio em estudo, foram desenvolvidas diversas soluções de forma a trazerem vantagens no que concerne à área que integram. Estas soluções podem visar a pessoa em si, bem como o ambiente que a rodeia, ou seja serem centradas no utilizador, dependendo do mesmo para que os sensores do dispositivo móvel recolham os dados pretendidos, ou serem voltadas para o ambiente. Assim, podemos enaltecer algumas das soluções gratuitas e ambas disponíveis para *smart-phones* Android e iOS, desenvolvidas e implementadas neste âmbito.

### 3.2.1 WalkSafe

O [WalkSafe](#) é uma aplicação móvel desenvolvida por uma equipa de investigadores da Universidade de Buffalo com o propósito de funcionar como um sistema de alerta "de bolso" durante atividades físicas aeróbicas em meios urbanos. Deste modo, notifica o utilizador de potenciais riscos como áreas de alta criminalidade, construções, áreas com pouca iluminação ou tráfego intenso de veículos, enquanto este navega por meios urbanos, aumentando deste modo a segurança do mesmo [9] [18]. A funcionalidade de alerta da aplicação, é disponibilizada através da recolha em tempo real de dados através de diversos sensores presentes no dispositivo móvel do utilizador como GPS, acelerómetro e bússola, de forma a determinar com precisão a localização, velocidade e direção/mudanças de direção do utilizador e o ambiente que o rodeia, sendo posteriormente processados através de algoritmos de forma a enaltecer eventuais riscos com os quais possa encontrar e gerar alertas em tempo real [9] [18]. Além disso, o WalkSafe permite que os utilizadores relatem problemas aquando do seu percurso, por forma a melhorar a precisão no cálculo dos riscos sobre uma dada infraestrutura urbana, realizando consequentemente um melhor mapeamento da mesma. Permite ainda que os utilizadores compartilhem rotas seguras, pontos de interesse, entre outros de forma a criar uma comunidade voltada para a segurança urbana.

### 3.2.2 Sleep Cycle

O [Sleep Cycle](#) é uma aplicação móvel desenvolvida pela Northcube AB, com o objetivo de monitorizar e averiguar a qualidade do sono do utilizador, sendo capaz de identificar os diferentes estágios de sono: leve, profundo e REM, no qual estas informações são disponibilizadas através de gráficos da aplicação que descrevem a duração de cada estágio de sono, bem como a qualidade de sono do utilizador [19] [20]. Estas informações são averiguadas através da recolha em tempo real de dados através do acelerómetro do dispositivo móvel do utilizador, no qual o sensor consegue monitorizar o movimento do mesmo enquanto dorme. Através destas informações, a aplicação faz uso também do alarme do dispositivo de forma a acordar o utilizador na fase de sono leve mais próxima da hora pretendida pelo mesmo em acordar, por forma ao mesmo obter uma melhor qualidade de sono [19] [20]. Deste modo, o Sleep Cycle consegue de certa forma não só melhorar a qualidade de sono, mas também o bem-estar do utilizador, assim como monitorizar em tempo real o sono do utilizador.

### 3.2.3 Waze

O [Waze](#) é uma aplicação móvel desenvolvida pela Waze Mobile, cujo objetivo é a navegação em comunidade segura e eficiente do utilizador por meios urbanos dado o seu destino de forma a encontrar as melhores rotas seguindo os dois pontos anteriormente referidos, permitindo-lhe evitar congestionamentos, acidentes e radares de velocidade, através da recolha de dados em tempo

real pela sensorização do dispositivo móvel do utilizador [21] [22]. Os sensores utilizados pela aplicação são o GPS, giroscópio e acelerómetro, havendo especial destaque para o GPS, uma vez que é através deste que permite rastrear a localização do utilizador, crucial para o cálculo das rotas mais eficientes e seguras de direção. Além disso, através dos restantes sensores mencionados, recolhe dados acerca da velocidade, aceleração e direção do movimento do veículo do utilizador e a sua posição no mapa, permitindo detetar movimentos repentinos e possíveis acidentes e/ou congestionamentos [21] [22]. Tal como muitas outras aplicações, também o Waze permite a interação dos utilizadores de forma a ajudar a melhorar o serviço, nos quais os mesmo podem indicar a ocorrência dos eventos como acidentes e condições do piso.

### 3.3 Análise Crítica

O *mobile sensing* tem como principal fator condutivo a utilização dos diversos sensores presentes no dispositivo móvel do utilizador com o intuito de recolher dados, seja em tempo real, desencadeado por uma ação, ou por terceiros, para um dado objetivo [9]. Assim, as diversas entidade empresariais que desenvolvem aplicações que usam estes sensores, conseguem não só melhorar a qualidade do seu serviço como também melhorar aspetos relativos a interesse empresarial, algo que pode levantar questões de ética. Com isto, podemos salientar dois aspetos importantes no âmbito do *mobile sensing*: recolha dos dados e melhoria de serviço. Ambos os aspetos estão dependentes da utilização dos sensores que um dado dispositivo móvel apresenta, no qual uma melhoria de serviço é diretamente proporcional a uma maior e melhor recolha de dados. Contudo, a utilização dos sensores para recolha de dados deve ser salvaguardada pelo consenso do utilizador por forma a respeitar a segurança e privacidade do mesmo. Assim, no que concerne a este domínio, existe subjacente aspetos éticos sobre a utilização de sensores que são largamente necessários para a disponibilização de um (melhor) serviço. Posto isto, podemos também mencionar a expansão neste domínio, com mais presenças de serviços cada vez mais sofisticados e robustos, tendo larga aplicabilidade em diversas áreas.

## 4 Psicologia da Cognição versus Computação Cognitiva

A Psicologia Cognitiva e a Computação Cognitiva são duas áreas altamente relacionadas. Ambas beneficiam-se mutuamente e têm mais semelhanças do que diferenças entre elas, sendo estas duas áreas de grandes progressos na busca pelo conhecimento em relação ao funcionamento da mente humana assim como na simulação das suas capacidades e complexidade num computador.

### 4.1 Psicologia da Cognição

A Psicologia da Cognição é um ramo da Psicologia que estuda os processos mentais envolvidos na perceção, memória, raciocínio, resolução de problemas,

tomada de decisões e outras funções cognitivas. Deste modo, estes processos incluem a atenção, a aprendizagem, a linguagem, a motivação e até as emoções da pessoa.

A abordagem cognitiva considera que a mente humana é semelhante a um computador, que recebe, processa e armazena informações. Os psicólogos cognitivos utilizam diversas técnicas e métodos para estudarem estes processos mentais, tais como experiências comportamentais. Esta está interessada em compreender como as pessoas pensam, como resolvem problemas e como tomam decisões. Por exemplo, a psicologia cognitiva pode estudar como as pessoas memorizam informações, como usam a linguagem para comunicar ideias complexas ou como a motivação e as emoções influenciam o processo de tomada de decisão[10].

## 4.2 Computação Cognitiva

A Computação Cognitiva é uma área de pesquisa e desenvolvimento que se concentra maioritariamente na criação de sistemas computacionais capazes de simular algumas das funções cognitivas do ser humano, como a capacidade de aprendizagem, a linguagem natural, a tomada de decisão e a percepção do ambiente. Normalmente este tipo de sistemas são projetados para processar grandes quantidades de dados, utilizando modelos computacionais cujos processos se assemelham aos do cérebro humano.

Ao contrário da abordagem tradicional da Inteligência Artificial, que se concentra em programar sistemas para realizar tarefas específicas, a Computação Cognitiva procura criar sistemas que possam aprender e adaptar-se ao seu ambiente., sendo capazes de reconhecer padrões e contextos, identificar problemas e propor soluções. Tudo isto através do uso de diversas técnicas, incluindo o processamento de linguagem natural, o reconhecimento de voz e imagem, a análise de dados e *machine learning* assim como a capacidade de aprenderem continuamente, sendo essa capacidade uma das principais características da Computação Cognitiva[7].

## 4.3 Semelhanças e Diferenças

Ambas as áreas descritas revolvem à volta do constante interesse pelo conhecimento acerca do funcionamento do sistema cognitivo humano. No entanto a Psicologia da Cognição concentra-se na compreensão dos processos cognitivos através da observação do comportamento humano e da investigação experimental. A Computação Cognitiva tem como objetivo construir sistemas computacionais que possam simular e imitar esses processos e posteriormente superar as suas limitações, criando sistemas que possam executar tarefas cognitivas de forma mais eficiente e precisa do que os seres humanos[1].

## 4.4 Aplicabilidade e Viabilidade

Sistemas capazes de raciocinar e realizar tarefas cognitivas ao nível dos seres humanos têm ilimitadas aplicações em varias áreas da sociedade, como saúde,

finanças, educação, marketing, entre outras. A aplicabilidade da Computação Cognitiva deve-se à sua capacidade de simular alguns processos cognitivos humanos e a sua habilidade de aprender com a experiência e melhorar o desempenho ao longo do tempo. Isso permite que os sistemas cognitivos possam lidar com problemas complexos, ambíguos e em constante mudança de forma mais eficiente e eficaz do que os sistemas tradicionais.

- Na área da **saúde**, por exemplo, a Computação Cognitiva pode ser aplicada no diagnóstico e tratamento de doenças, através de sistemas que utilizam os dados de pacientes para identificar padrões e recomendar tratamentos personalizados.
- Na área das **finanças**, a Computação Cognitiva pode ser utilizada em sistemas de análise de risco e investimentos, para prever e identificar oportunidades de negócios com base em dados e análises precisas.
- Na **educação**, a Computação Cognitiva pode ser aplicada em sistemas de ensino adaptativo, que personalizam o ensino para cada aluno com base nas suas necessidades e capacidades individuais.
- Na área de **marketing**, a Computação Cognitiva pode ser utilizada em sistemas de recomendação e análise de dados para personalizar a experiência dos utilizadores ou prever as necessidades dos clientes.

A viabilidade dos Sistemas Cognitivos é influenciada por vários fatores, incluindo a disponibilidade de dados e informações de qualidade, a disponibilidade de recursos computacionais e até mesmo o nível de aceitação por parte do público. Além disso, a Computação Cognitiva pode enfrentar desafios éticos e de privacidade, especialmente quando se trata de lidar com dados sensíveis dos utilizadores.

Apesar destes desafios, a Computação Cognitiva tem grande potencial para transformar a maneira como se trabalha, melhorando a eficiência, precisão e personalização dos sistemas de tomada de decisões. Com o avanço das tecnologias e a recolha de dados cada vez maior, espera-se que a Computação Cognitiva se torne cada vez mais viável e aplicável em diversas áreas.

#### 4.5 Casos de Estudo

Hoje em dia, devido ao grande aumento da viabilidade destes sistemas associado a uma maior facilidade no que toca à recolha de dados de qualidade, assim como os recentes aumentos em poder computacional, o número de produtos e projetos que utilizam sistemas de Computação Cognitiva não para de aumentar, dos mais simples aos mais complexos, dos mais aos menos conhecidos, alguns dos principais exemplos incluem:



#### 4.5.1 Watson da IBM

O [IBM Watson](#)[2] é uma das mais conhecidas tentativas de criação de um Sistema Cognitivo desenvolvido pela renomeada IBM em 2011, que se destaca pela sua capacidade de processar grandes volumes de dados e responder a perguntas em linguagem natural. Este utiliza técnicas de machine learning e processamento de linguagem natural para entender e analisar informações, tornando-se uma poderosa ferramenta para apoiar a tomada de decisões em diversas áreas, como saúde, finanças, educação e entretenimento.

O Watson é considerado um sistema cognitivo pela sua capacidade de simular alguns processos cognitivos humanos, como o raciocínio, a capacidade de aprendizagem e a inferência. Além disso, é capaz de processar grandes volumes de dados estruturados e não estruturados e aprender com as informações disponíveis para melhorar seu desempenho ao longo do tempo. Este sistema já não é hoje em dia o estado da arte no que toca à sua capacidade de simular um sistema cognitivo.

#### 4.5.2 Tesla (Condução Autónoma)

Os carros autónomos, como os produzidos pela [Tesla](#), são um exemplo de como a Computação Cognitiva tem sido aplicada para transformar a indústria automóvel. Estes veículos utilizam uma série de sensores, câmaras e algoritmos de machine learning para tomar decisões em tempo real e moverem-se de forma autónoma pela estrada.

Os sistemas de condução autónoma utilizam uma variedade de técnicas de Computação Cognitiva para simular uma sequência de processos cognitivos humanos, como perceção, tomada de decisão e aprendizagem. Por exemplo, os sistemas de visão por computador dos carros autónomos utilizam algoritmos de deteção de objetos para identificar e classificar os elementos presentes na estrada, tomando essa representação do ambiente à sua volta para a partir daí tomarem decisões sobre o que fazer a seguir[3].

#### 4.5.3 RAVEN AI

O [RAVEN](#) (Realtime Assistant Voice Enabled Network) é um projeto "open source" ambicioso criado por David Shapiro ainda na sua fase inicial cujo objetivo é criar um sistema cognitivo muito semelhante ao do ser humano criando um agente que será não só capaz de interagir com pessoas de forma muito realista mas simular processos biológicos como sonhar e ter objetivos e ambições.

Este sistema tem por base modelos linguísticos como o GPT-3 e mais recentemente o GPT-4 em que ao contrário destes sistemas que respondem diretamente a uma "prompt", a RAVEN executará toda uma sequência de pensamentos e introspeção antes de chegar a uma resposta satisfatória, tornando o programa não só mais eficaz mas também mais semelhante a um organismo consciente[4].

#### 4.6 Análise Crítica

A introdução de novas tecnologias na sociedade é sempre acompanhada tanto por uma onda de entusiasmo como por uma onda de receio. Na área da Inteligência Artificial estes fenómenos são ainda mais exacerbados dada a grande capacidade de disrupção destas tecnologias em várias áreas da indústria e da ciência.

Por um lado este tipo de sistemas vem resolver alguns problemas que eram até agora impossíveis de abordar tal como a condução autónoma[27] como descrito anteriormente e mostrando-se até capaz de ajudar a salvar vidas através da sua implementação na área médica como forma de ajudar a diagnosticar certas doenças ou problemas[28] que de outra forma seriam quase impossíveis para os médicos de identificar.

No entanto, como qualquer ferramenta, esta pode ser utilizada com intenções maliciosas em mente que aliadas do grande poder computacional e cognitivo destas ferramentas podem ter consequências irreversíveis na sociedade. Pior do que a sua possível utilização como armas, é talvez o facto de que estes sistemas podem falhar em determinadas situações dada a natureza probabilística da maioria destes agentes, uma vez que fazem uso maioritariamente de redes neuronais que nem sempre são confiáveis em todas as situações e cujo processo de raciocínio é muito difícil, senão impossível de ser avaliado.

Uma outra preocupação refere-se não ao uso mas sim ao processo de treino destes sistemas por grandes impressas que consomem uma grande quantidade de dados muitas vezes privados para treinar modelos de Inteligência Artificial levantando algumas preocupações ao nível da privacidade das informações associadas aos utilizadores.

Todas estas vantagens e desvantagens criam um conflito de interesses e valores que pode demorar algum tempo até que a sociedade os resolva de uma forma que possa ser aceite pela maioria não pondo em causa a privacidade dos cidadãos mas permitindo ao mesmo tempo a continua evolução destes sistemas.

### 5 Fusão dos Temas

A Sensorização em Dispositivos Móveis e a Computação Cognitiva são dois temas que embora distintos se relacionam fundamentalmente na criação de sistemas inteligentes. Ambos os campos lidam com a obtenção, processamento e interpretação de informações do ambiente sendo ambas as áreas extremamente dependentes de dados, grande parte destes recolhidos do ambiente envolvente por meio de sensores.

Os avanços recentes das tecnologias cognitivas exemplificadas nos casos de estudo descritos em cima mostram que mais do que nunca estas fazem parte do meio tecnológico atual, meio este que é dependente de grandes quantidades de dados de vários tipos para, por exemplo, treinar modelos probabilísticos como redes neuronais. Estas dependências mostram a necessidade do uso de sensores como forma dos sistemas cognitivos sentirem o ambiente em que se inserem. Este

tipo de necessidade de sensorização por parte destes sistemas será muito mais exacerbada num futuro próximo marcado por uma maior presença de sistemas físicos (robóticos) que interagem com pessoas e com o ambiente real que é extremamente complexo e requer um elevado nível de recolha de informação de qualidade para que possa ser modelado de uma maneira eficaz[11].

Do mesmo modo, também o uso de certos tipos de sistemas cognitivos podem ser utilizados para melhorar a qualidade dos dados recolhidos por vários tipos de sensores como por exemplo remover o ruído natural que muitas vezes interfere em certas medições. Este tipo de simbiose pode já ser observada hoje em dia em vários *smartphones* que fazem uso de vários sistemas inteligentes para melhorar qualidade de imagem da câmara ou a qualidade do áudio captado.

Também a Psicologia da Cognição se pode aliar do *Mobile Sensing* como forma de recolher informações sobre os utilizadores. Estas informações podem ser ao nível da localização (através de GPS ou rastreio de pacotes de wifi) ou até de hábitos de pesquisa e de uso de aplicações. Posteriormente estas informações podem ser utilizadas para inferir o comportamento e o funcionamento de certas funções cognitivas dos utilizadores como forma de melhor entender o funcionamento da psicologia humana.

É assim perceptível que estas áreas não só podem ser utilizadas em conjunto como estão cada vez mais dependentes uma da outra para melhorarem mutuamente os resultados e qualidade dos produtos desenvolvidos por cada uma delas.

## 5.1 Casos de Estudo

Existem dois tipos de implementações que podemos identificar que fazem uso de sensorização móvel e de computação cognitiva. Numa delas o modelo cognitivo executa no dispositivo móvel enquanto que na outra este executa numa outra plataforma mas ainda assim fazendo uso dos dados recolhidos através de sensores de dispositivos móveis.

Os dados recolhidos por este tipo de sistemas são muitas vezes utilizados para prever o comportamento humano, estudar processos cognitivos e testar teorias de cognição[25].

Para além de algumas das aplicações supramencionadas neste artigo segue-se um exemplo de um sistema cognitivo que processa informação recolhida por sensores em dispositivos móveis:

### 5.1.1 Siri

A [Siri](#) é um assistente virtual desenvolvida pela Apple que revolucionou a maneira como as pessoas interagem com os dispositivos móveis. Este é um exemplo de um sistema cognitivo, ou seja, um sistema que utiliza tecnologias de inteligência artificial para simular a capacidade humana de processar informações, aprender e tomar decisões.

A Siri utiliza uma combinação de tecnologias de processamento de linguagem natural, reconhecimento de voz e *machine learning* para entender o que os utilizadores dizem e fornecer respostas relevantes. Isto significa que a Siri é capaz de entender comandos de voz em diferentes idiomas, além de ser capaz de entender o contexto das conversas e responder adequadamente.

Além disto, a Siri faz uso de sensorização móvel para fornecer informações contextuais aos utilizadores. Isto inclui o uso de GPS para fornecer informações sobre o estado do tempo local, as condições de trânsito e as direções para um determinado destino. Assim a Siri é um dos exemplos mais conhecidos de sistemas cognitivos que fazem uso dos sensores móveis para melhor entenderem o contexto em que se encontram e responder de forma adequada[26].

## 6 Conclusão

Ao longo deste artigo deu-se a conhecer duas áreas que têm vindo a ser alvo de intensa investigação e desenvolvimento. No que toca ao *mobile sensing* esta área é cada vez mais procurada para tornar os dispositivos móveis mais versáteis e responsivos para com o utilizador, através da captação dos dados por diversos tipos de sensores. No que toca à dualidade do tema psicologia da cognição e computação cognitiva, esta demonstra o a ânsia humana pela procura da implementação de uma entidade com uma cognição mais próxima ao dos humanos e que de uma ou outra maneira, se possa relacionar com estes.

Além do supramencionado e tal como fora anteriormente referido, estes dois temas estão bastante relacionados no que concerne à perspetiva da captação e recolha de dados que são extremamente importantes na melhoria do serviço. Assim, as duas temáticas conseguem aliar-se em diversas vertentes, cooperando por forma a obter diversas melhorias na qualidade do serviço a prestar, bem como desenvolver novas formas tecnológicas que se aproximam de nós, como entidades inteligentes.

Com isto, ao longo dos diversos tópicos, foram demonstradas as definições, bem como aplicabilidades e exemplos de soluções propostas em ambos os temas e a conciliação entre as duas vertentes. De realçar que estas temáticas estão em constante crescimento, sendo tecnologias recentes e com grande prospeção para o futuro.

## Siglas e Acrónimos

- **GPS** - *Global Positioning System*
- **MSS** - *Mobile Sensing System*
- **iOS** - *iPhone Operating System*
- **REM** - *Rapid Eye Movement*
- **RAVEN** - *Realtime Assistant Voice Enabled Network*
- **GPT** - *Generative Pre-trained Transformer*
- **AIVA** - *Artificial Intelligence Virtual Artist*

## Referências

1. Eifler Saraiva, C. A., de Lima Argimon, I. I. (2007). [Ciência da computação e ciência cognitiva: um paralelo de semelhanças](#). *Ciências Cognição*, 12, 150–155.
2. Judith H., Marcia K., Adrian B. (2015). IBM's Watson as a Cognitive System. [Cognitive Computing and Big Data Analytics](#), 137–155.
3. Craig F. (2014). [The Cognitive Consequence of Self-Driving Cars](#). HuffPost.
4. Shapiro, D. (2023). [RAVEN Open Source Software \(OSS\) Community Project](#). [online] GitHub.
5. UBIRAJARA A. (2018). [Infraestrutura de Sensorização Partilhada para Cidades Inteligentes](#).
6. Chanita S., Panita W. (2021). [Sensorization of Things Intelligent Technology for Sport Science to Develop an Athlete's Physical Potential](#). Higher Education Studies.
7. Samaa E., Manoj T., Kweku-Muata O. (n.a). [What is Cognitive Computing? An Architecture and State of The Art](#).
8. Paulo F., José A., Helena F. (n.a). [Sistema de Sensorização Móvel e Controlo baseado em ZigBee para Bicicletas Elétricas](#).
9. Elsa M., Alvaro S., Jaime L. (2013). [Mobile sensing systems](#). *Sensors* (Switzerland).
10. Samuel R., David B., Adam S., Matt B. (2017). [Cognitive Psychology for Deep Neural Networks: A Shape Bias Case Study](#).
11. Ricardo G. (2005). [Novas Fronteiras na Inteligência Artificial e na Robótica](#).
12. Özgür Y., Chi H., Zhengguo S., Victor L., Wilfrido M., Kin L. (2016). [Context-awareness for mobile sensing: A survey and future directions](#). *IEEE Communications Surveys and Tutorials*.
13. Peter G., Landon C., Jaeyeon J., David W. (2010). [Toward Trustworthy Mobile Sensing](#). ACM Digital Library.
14. Pervasive and Mobile Sensing and Computing for Healthcare. (2013). In S. C. Mukhopadhyay O. A. Postolache (Eds.), [Smart Sensors, Measurement and Instrumentation](#). Springer Berlin Heidelberg.
15. Wang, C., Li, C., Qin, C., Wang, W., Li, X. (2018). [Maximizing spatial-temporal coverage in mobile crowd-sensing based on public transports with predictable trajectory](#). *International Journal of Distributed Sensor Networks*,
16. Ai, W., Chen, C. (2011, August 1). [Green house environment monitor technology implementation based on android mobile platform](#). *IEEE Xplore*.
17. Campbell, A. T., Eisenman, S. B., Lane, N. D., Miluzzo, E., Peterson, R. A. (2006). [People-centric urban sensing](#). *Proceedings of the 2nd Annual International Workshop on Wireless Internet - WICON '06*.
18. Wang, T., Cardone, G., Corradi, A., Torresani, L., Campbell, A. T. (2012). [Walk-Safe](#). *Proceedings of the Twelfth Workshop on Mobile Computing Systems Applications - HotMobile '12*.
19. [How Sleep Cycle works - Sleep Cycle alarm clock](#). (2019). *Sleep Cycle Alarm Clock*.
20. Kidecha, S. (2022, January 31). [How Sleep Cycle App Development Solves A Serious Problem?](#) Kody Technolab.
21. Sari, R. F., Rochim, A. F., Tangkudung, E., Tan, A., Marciano, T. (2017). [Location-Based Mobile Application Software Development: Review of Waze and Other Apps](#). *Advanced Science Letters*.
22. Laor, T., Galily, Y. (2022). [In WAZE we trust? GPS-based navigation application users' behavior and patterns of dependency](#). *PLOS ONE*, 17(11), e0276449.
23. Pei, L., Guinness, R.E., Kaistinen, J. (2015). [Cognitive Phone for Sensing Human Behavior](#).

24. Campbell, A.T., Choudhury, T. (2012). [From Smart to Cognitive Phones](#). IEEE Pervasive Computing, 11, 7-11.
25. Dufau S, Duñabeitia JA, Moret-Tatay C, McGonigal A, Peeters D, Alario F-X, et al. (2011) [Smart Phone, Smart Science: How the Use of Smartphones Can Revolutionize Research in Cognitive Science](#).
26. V. Kėpuska and G. Bohouta, [Next-generation of virtual personal assistants \(Microsoft Cortana, Apple Siri, Amazon Alexa and Google Home\)](#), 2018 IEEE 8th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC)
27. Chen, S., Zhang, S., Shang, J., Chen, B., Zheng, N. (2019). [Brain-Inspired Cognitive Model With Attention for Self-Driving Cars](#). IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems.
28. Ogiela, L. (n.d.). [Cognitive Systems for Medical Pattern Understanding and Diagnosis](#). Lecture Notes in Computer Science.