



# Innovation Telescope Zoom Portugal

2025

[indracompany.com](http://indracompany.com)

 **INDRA**  
GROUP

# Índice

|                                                                |           |
|----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                        | <b>6</b>  |
| I. Principais tendências identificadas .....                   | 7         |
| II. Grau de adoção e maturidade .....                          | 8         |
| • Grau de adoção .....                                         | 8         |
| » Grau de adoção por tecnologia e setor .....                  | 9         |
| » Comparação da adoção por setor (tecnologias globais) .....   | 10        |
| » Comparação da adoção por tecnologia (mercados globais) ..... | 11        |
| <b>1. AI VALUE SOLUTIONS .....</b>                             | <b>12</b> |
| 1.1. Machine customer .....                                    | 12        |
| Introdução .....                                               | 12        |
| <b>1.1.1. Impacto nos negócios.....</b>                        | <b>12</b> |
| <b>1.1.2. Abordagem técnica.....</b>                           | <b>13</b> |
| 1.1.2.1. Arquitetura de clientes máquina .....                 | 13        |
| 1.1.2.2. Fases de evolução .....                               | 13        |
| <b>1.1.3. Casos de uso por mercado .....</b>                   | <b>13</b> |
| <b>1.1.4. Considerações de mercado .....</b>                   | <b>14</b> |
| <b>1.1.5. Empresas de referência e startups.....</b>           | <b>14</b> |
| <b>1.1.6. Estatísticas recentes.....</b>                       | <b>14</b> |
| <b>1.1.7. Referências .....</b>                                | <b>14</b> |
| <b>2. APP MODERNIZATION .....</b>                              | <b>15</b> |
| 2.1. Polyfunctional Robots.....                                | 15        |
| Introdução .....                                               | 15        |
| <b>2.1.1. Impacto nos negócios.....</b>                        | <b>15</b> |
| <b>2.1.2. Abordagem técnica .....</b>                          | <b>16</b> |
| 2.1.2.1. Componentes tecnológicos.....                         | 16        |
| 2.1.2.2. Capacidades-Chave .....                               | 16        |
| <b>2.1.3. Casos de uso por mercado .....</b>                   | <b>16</b> |
| <b>2.1.4. Considerações de mercado.....</b>                    | <b>16</b> |
| <b>2.1.5. Empresas de referência e startups .....</b>          | <b>17</b> |
| <b>2.1.6. Estatísticas recentes .....</b>                      | <b>17</b> |
| <b>2.1.7. Referências .....</b>                                | <b>17</b> |
| <b>3. DATA MODERNIZATION .....</b>                             | <b>18</b> |
| 3.1. Quantum technologies.....                                 | 18        |
| Introdução .....                                               | 18        |
| <b>3.1.1. Impacto nos negócios.....</b>                        | <b>18</b> |
| <b>3.1.2. Abordagem técnica .....</b>                          | <b>19</b> |
| 3.1.2.1. Computação quântica .....                             | 19        |
| 3.1.2.2. Comunicação quântica.....                             | 19        |
| 3.1.2.3. Deteção quântica .....                                | 19        |

|                                                       |           |
|-------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3.1.3.</b> Casos de uso por mercado .....          | 19        |
| <b>3.1.4.</b> Considerações de mercado.....           | 19        |
| <b>3.1.5.</b> Empresas de referência e startups.....  | 20        |
| <b>3.1.6.</b> Estatísticas recentes .....             | 20        |
| <b>3.1.7.</b> Referências .....                       | 20        |
| <b>3.2.</b> Spatial computing.....                    | 21        |
| Introdução .....                                      | 21        |
| <b>3.2.1.</b> Impacto nos negócios.....               | 21        |
| <b>3.2.2.</b> Abordagem técnica.....                  | 22        |
| 3.2.2.1. Tecnologias-chave .....                      | 22        |
| 3.2.2.2. Infraestruturas.....                         | 22        |
| <b>3.2.3.</b> Casos de uso por mercado .....          | 22        |
| <b>3.2.4.</b> Considerações de mercado .....          | 22        |
| <b>3.2.5.</b> Empresas de referência e startups.....  | 23        |
| <b>3.2.6.</b> Estatísticas recentes .....             | 23        |
| <b>3.2.7.</b> Referências .....                       | 23        |
| <b>4. CUSTOMER FIRST .....</b>                        | <b>24</b> |
| <b>4.1.</b> Neurological enhancements .....           | 24        |
| Introdução .....                                      | 24        |
| <b>4.1.1.</b> Impacto nos negócios.....               | 24        |
| <b>4.1.2.</b> Abordagem técnica .....                 | 25        |
| <b>4.1.3.</b> Casos de uso por mercado .....          | 25        |
| <b>4.1.4.</b> Considerações de mercado .....          | 25        |
| <b>4.1.5.</b> Empresas de referência e startups.....  | 26        |
| <b>4.1.6.</b> Estatísticas recentes .....             | 26        |
| <b>4.1.7.</b> Referências .....                       | 26        |
| <b>5. DIGITAL IDENTITY ONBOARDING/SIGNATURE .....</b> | <b>27</b> |
| <b>5.1.</b> Digital trust and cybersecurity.....      | 27        |
| Introdução .....                                      | 27        |
| <b>5.1.1.</b> Impacto nos negócios.....               | 27        |
| <b>5.1.2.</b> Abordagem técnica .....                 | 28        |
| <b>5.1.3.</b> Casos de uso por mercado .....          | 28        |
| <b>5.1.4.</b> Considerações de mercado .....          | 28        |
| <b>5.1.5.</b> Empresas de referência e startups.....  | 29        |
| <b>5.1.6.</b> Estatísticas recentes .....             | 29        |
| <b>5.1.7.</b> Referências .....                       | 29        |

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| <b>5.2. Disinformation security .....</b>             | 30 |
| Introdução .....                                      | 30 |
| <b>5.2.1. Impacto nos negócios .....</b>              | 30 |
| <b>5.2.2. Abordagem técnica.....</b>                  | 31 |
| <b>5.2.3. Casos de uso por mercado .....</b>          | 31 |
| <b>5.2.4. Considerações de mercado .....</b>          | 31 |
| <b>5.2.5. Empresas de referência e startups.....</b>  | 32 |
| <b>5.2.6. Estatísticas recentes.....</b>              | 32 |
| <b>5.2.7. Referências .....</b>                       | 32 |
| <b>5.3. Post-quantum cryptography.....</b>            | 33 |
| Introdução .....                                      | 33 |
| <b>5.3.1. Impacto nos negócios.....</b>               | 33 |
| <b>5.3.2. Abordagem técnica.....</b>                  | 34 |
| <b>5.3.3. Casos de uso por mercado .....</b>          | 34 |
| <b>5.3.4. Considerações de mercado .....</b>          | 34 |
| <b>5.3.5. Empresas de referência e startups.....</b>  | 35 |
| <b>5.3.6. Estatísticas recentes.....</b>              | 35 |
| <b>5.3.7. Referências .....</b>                       | 35 |
| <b>6. ESG 360 .....</b>                               | 36 |
| <b>6.1. Sustainable IT technology .....</b>           | 36 |
| Introdução .....                                      | 36 |
| <b>6.1.1. Impacto nos negócios.....</b>               | 36 |
| <b>6.1.2. Abordagem técnica .....</b>                 | 37 |
| <b>6.1.3. Casos de uso por mercado .....</b>          | 37 |
| <b>6.1.4. Considerações de mercado .....</b>          | 37 |
| <b>6.1.5. Empresas de referência e startups.....</b>  | 38 |
| <b>6.1.6. Estatísticas recentes .....</b>             | 38 |
| <b>6.1.7. Referências .....</b>                       | 38 |
| <b>7. ITO TRANSFORMATION.....</b>                     | 39 |
| <b>7.1. Private cloud .....</b>                       | 39 |
| Introdução .....                                      | 39 |
| <b>7.1.1. Impacto nos negócios .....</b>              | 39 |
| <b>7.1.2. Abordagem técnica.....</b>                  | 40 |
| <b>7.1.3. Casos de uso por mercado .....</b>          | 40 |
| <b>7.1.4. Considerações de mercado .....</b>          | 40 |
| <b>7.1.5. Empresas de referência e startups .....</b> | 41 |
| <b>7.1.6. Estatísticas recentes.....</b>              | 41 |
| <b>7.1.7. Referências .....</b>                       | 41 |

|                                                       |           |
|-------------------------------------------------------|-----------|
| <b>7.2. Hybrid computing.....</b>                     | <b>42</b> |
| Introdução .....                                      | 42        |
| <b>7.2.1. Impacto nos negócios .....</b>              | <b>42</b> |
| <b>7.2.2. Abordagem técnica.....</b>                  | <b>43</b> |
| <b>7.2.3. Casos de uso por mercado.....</b>           | <b>43</b> |
| <b>7.2.4. Considerações de mercado .....</b>          | <b>43</b> |
| <b>7.2.5. Empresas de referência e startups .....</b> | <b>44</b> |
| <b>7.2.6. Estatísticas recentes.....</b>              | <b>44</b> |
| <b>7.2.7. Referências.....</b>                        | <b>44</b> |
| <b>8. DIGITAL WORKPLACE.....</b>                      | <b>45</b> |
| <b>8.1. Augmented connected workforce.....</b>        | <b>45</b> |
| Introdução .....                                      | 45        |
| <b>8.1.1. Impacto nos negócios.....</b>               | <b>45</b> |
| <b>8.1.2. Abordagem técnica .....</b>                 | <b>46</b> |
| <b>8.1.3. Casos de uso por mercado .....</b>          | <b>46</b> |
| <b>8.1.4. Considerações de mercado.....</b>           | <b>46</b> |
| <b>8.1.5. Empresas de referência e startups .....</b> | <b>47</b> |
| <b>8.1.6. Estatísticas recentes .....</b>             | <b>47</b> |
| <b>8.1.7. Referências .....</b>                       | <b>47</b> |

# Introdução



Num cenário tecnológico em constante transformação, é essencial que as organizações em Portugal acompanhem as tendências emergentes em Tecnologias da Informação (TI) para garantir a sua competitividade, resiliência e eficiência operacional. A aceleração digital, impulsionada por tecnologias como a inteligência artificial, a computação híbrida, a cibersegurança avançada e a sustentabilidade digital, está a redefinir os modelos de negócio e os serviços públicos em todo o país.

Este documento apresenta uma análise aprofundada das principais tendências tecnológicas que estão a moldar o futuro do setor das TI em Portugal desde 2024. O objetivo é identificar áreas prioritárias de inovação e desenvolvimento que possam apoiar

a transformação digital das empresas e da Administração Pública, em alinhamento com os objetivos do Plano de Recuperação e Resiliência (PRR) e da Estratégia Portugal Digital.

A análise foi realizada com base numa combinação de investigação primária e secundária. Foram consultados relatórios de referência de consultoras internacionais, bem como estudos e indicadores nacionais do Observatório de Inovação do INCoDe.2030, do Centro Nacional de Cibersegurança (CNCS) e da Agência para a Modernização Administrativa (AMA). Este trabalho foi complementado com a análise interna das nossas unidades de negócio, que já identificaram oportunidades concretas de inovação a curto e médio prazo, integradas nas atividades de evolução da oferta prioritária.

# I. Principais tendências identificadas

- **Computação quântica em expansão inicial:** Apesar de ainda se encontrar numa fase exploratória, a computação quântica está a ganhar tração em setores como a banca, a saúde e a logística. Em Portugal, estão a ser desenvolvidas parcerias entre universidades, centros de investigação e entidades públicas para explorar aplicações práticas em criptografia pós-quântica, simulação de materiais e otimização de processos complexos. Esta tecnologia será determinante para resolver problemas que ultrapassam as capacidades da computação clássica nos próximos anos.
- **Evolução da Inteligência Artificial (IA):** A IA continua a evoluir rapidamente em Portugal, com destaque para a IA generativa, modelos energeticamente eficientes e soluções hiperpersonalizadas. A combinação da IA com a análise de dados está a transformar setores como a saúde, a educação, a indústria transformadora e os serviços financeiros. A IA está a tornar-se uma infraestrutura invisível, essencial para a inovação e a competitividade empresarial.
- **Cibersegurança inteligente e confiança digital:** A crescente digitalização da economia portuguesa tem elevado a cibersegurança a uma prioridade estratégica. As organizações estão a adotar arquiteturas de Zero Trust, inteligência artificial para deteção proativa de ameaças e estratégias de ciber-resiliência nas suas cadeias de valor. Apesar dos desafios em termos de talento e infraestrutura, Portugal tem vindo a reforçar a sua soberania digital, em linha com a Estratégia Nacional de Cibersegurança 2024-2030.
- **Conectividade avançada e 5G:** A expansão das redes 5G e a digitalização das infraestruturas estão a permitir o desenvolvimento de cidades inteligentes, automação industrial e serviços públicos mais eficientes. Esta conectividade também potencia a interação entre dispositivos autónomos, facilitando o crescimento dos clientes-máquina e dos sistemas de decisão autónomos.



## II. Grau de adoção e maturidade

Com base nas informações disponíveis em fontes públicas e nos resultados analisados no relatório, foi realizada uma análise inicial do grau de maturidade e da adoção destas tendências geográficas.

Este documento, apresenta uma comparação do grau de maturidade com outras geografias analisadas (Espanha, Portugal, Itália, México, Colômbia & América Central + Caribe, Peru ou Cone Sul, Brasil) assim como uma comparação com líderes em inovação (EUA, China, EUA).

### • Grau de adoção

O grau de adoção tecnológica é uma medida que indica quão ampla e profundamente se estão a implementar e utilizar tecnologias específicas num país, setor ou indústria. Este grau é geralmente expresso numa escala de 1 a 5, em que:

- 1** = Adoção muito baixa ou incipiente
- 2** = Adoção limitada ou fase piloto
- 3** = Adoção moderada ou em expansão
- 4** = Adoção avançada ou consolidada
- 5** = Adoção Completa ou Altamente Integrada

#### Que fatores influenciam o grau de adoção?

**Infraestrutura tecnológica:** Disponibilidade de redes, data centers, conectividade, etc.

**Capacidades humanas:** Formação, talento digital, cultura de inovação.

**Investimento público e privado:** fundos atribuídos a I+D, transformação digital, etc.

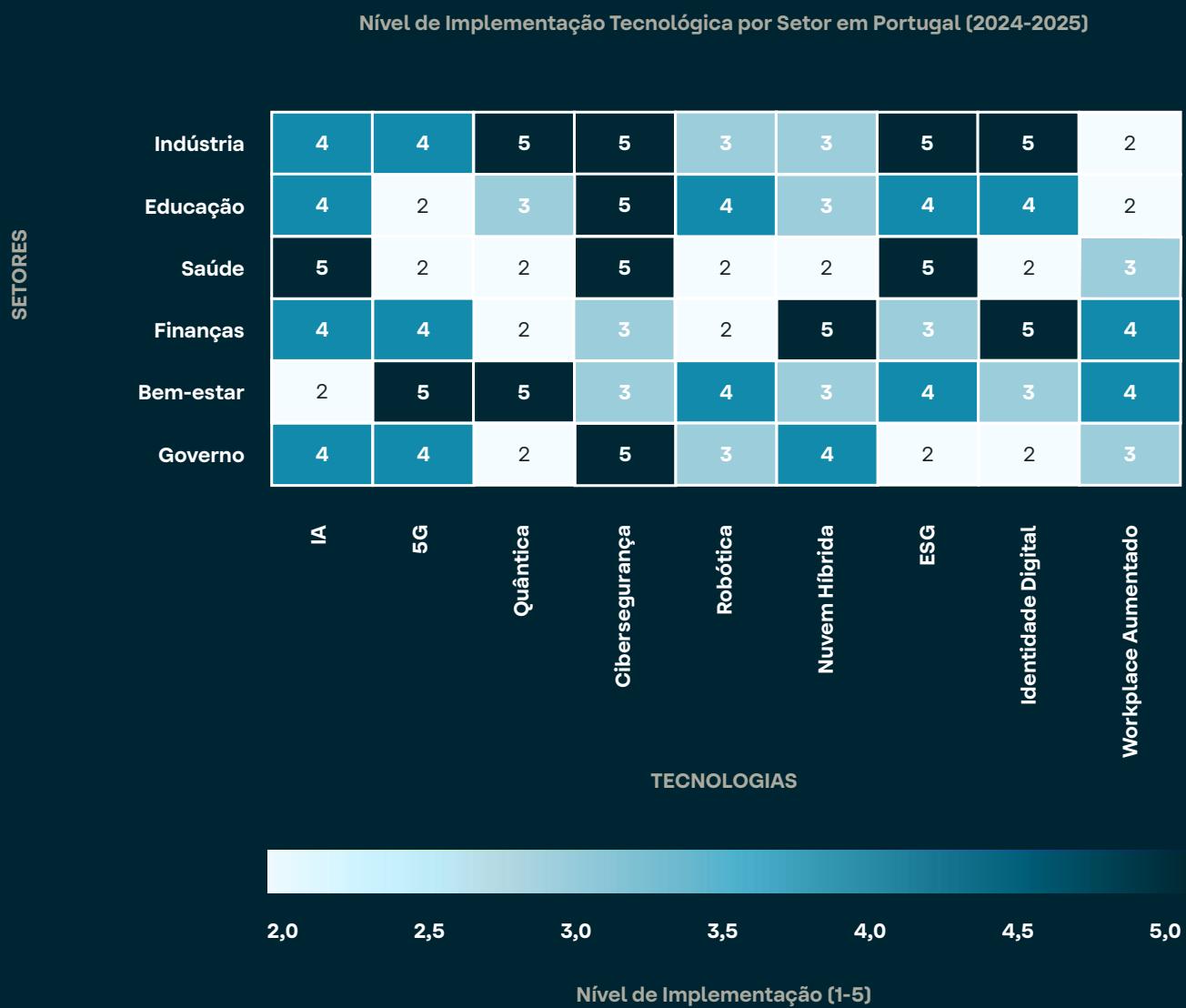
**Regulação e políticas:** Quadros jurídicos que favorecem ou limitam a adoção.

**Procura do mercado:** Necessidades dos consumidores ou utilizadores finais.

**Maturidade do ecossistema:** Presença de startups, universidades, centros de inovação.

## » Grau de adoção por tecnologia e setor

Apresentamos aqui o **mapa de calor** que mostra o **nível de implementação tecnológica por setor em Portugal**, com base em dados estimados para o período **2024-2025**:



Como interpretar:

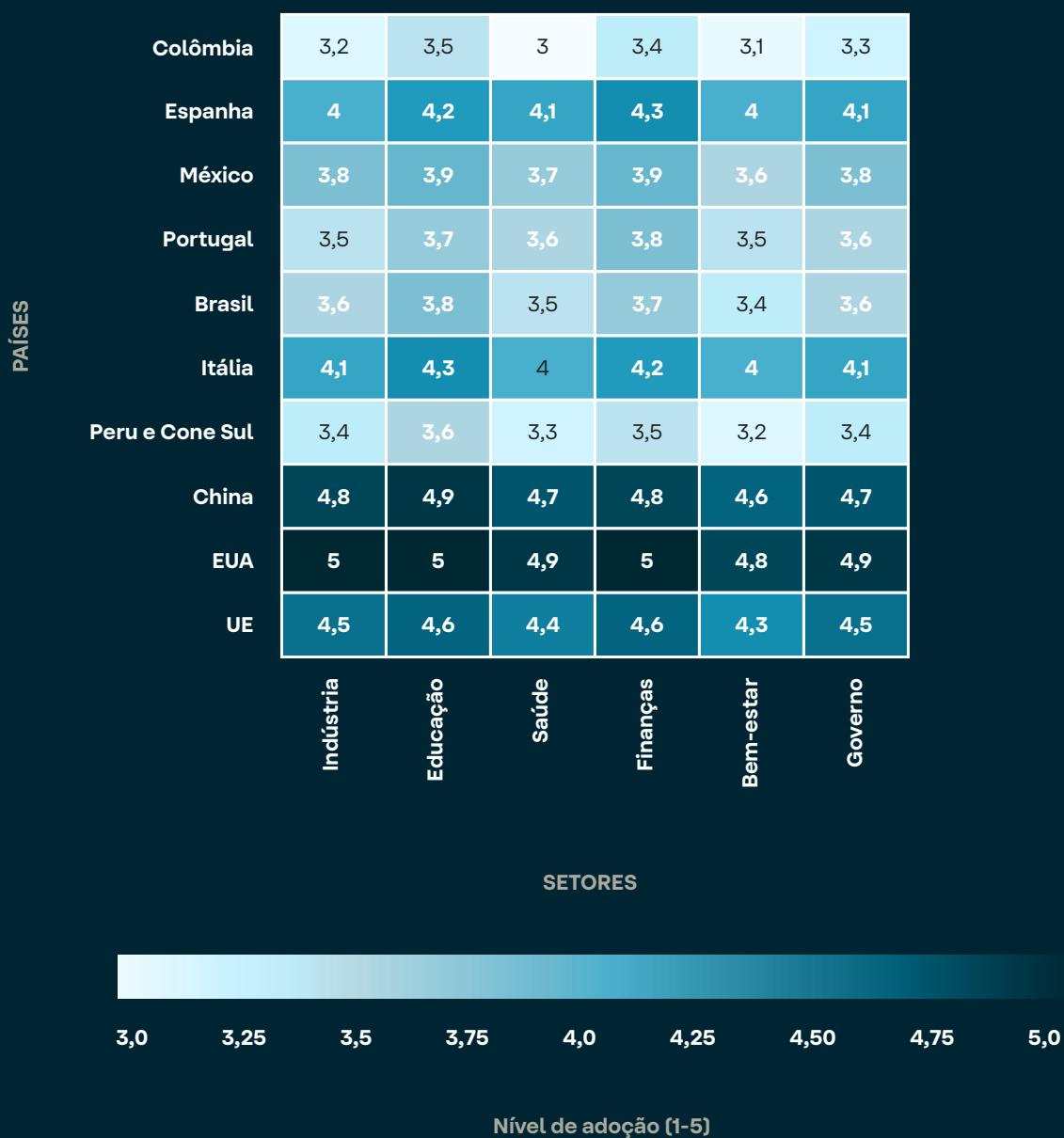
- **Eixo vertical:** Setores (Indústria, Educação, Saúde, etc.).
- **Eixo horizontal:** Tecnologias (IA, 5G, Quântica, etc.).
- **Cores:** Representam o nível de implementação (de 1 a 5), onde tons mais escuros indicam maior adoção.

## » Comparação da adoção por setor (tecnologias globais)

Apresentamos um mapa de calor com:

- **Eixo horizontal:** Setores (indústria, educação, saúde, finanças, saúde, governo).
- **Eixo vertical:** Países e regiões.
- **Cores:** Representam o nível médio de adoção de tecnologia (2024-2025) numa escala de 1 a 5.

Grau de adoção tecnológica por país e setor (2024–2025)



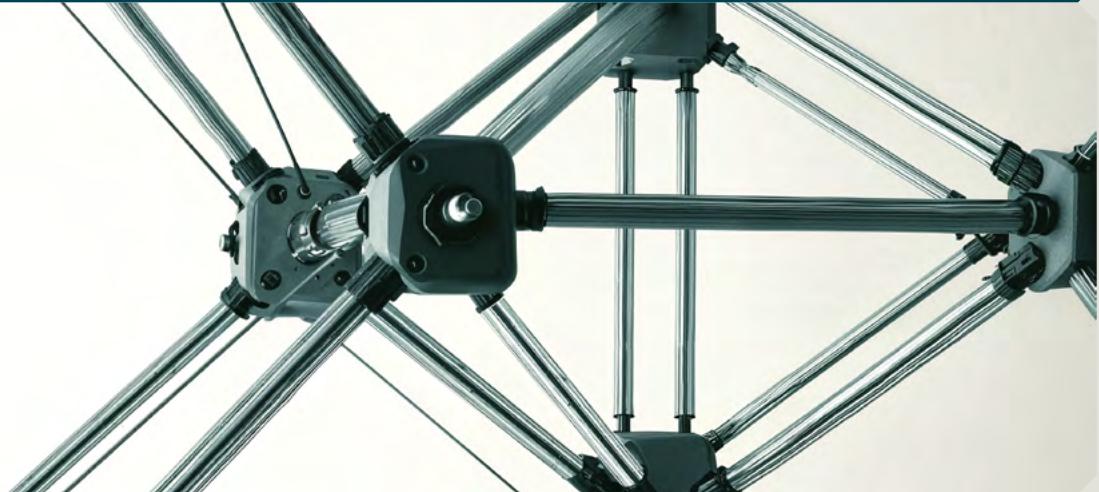
## » Comparação da adoção por tecnologia (mercados globais)

Apresentamos um mapa de calor com:

- **Eixo horizontal:** Tecnologias
- **Eixo vertical:** Países e regiões.
- **Cores:** Representam o nível médio de adoção de tecnologia (2024-2025) numa escala de 1 a 5.

Grau médio de adoção tecnológica (2024–2025) por mercado e tecnologia





## 1.1. | Machine customer

**Machine Customers: Emergência de Sistemas Autónomos e Algoritmos como Atores Económicos em Transações B2B.**

A ascensão dos **machine customers** — sistemas autónomos, algoritmos e dispositivos inteligentes que tomam decisões e realizam transações B2B — representa uma das maiores oportunidades de crescimento da década. Segundo a Gartner, até 2030, **25% das compras empresariais e de consumo serão realizadas por máquinas**<sup>1</sup>. Em Portugal, setores como energia, telecomunicações, saúde e finanças já exploram o potencial de **clientes autónomos**, desde reabastecimento automático até decisões de investimento baseadas em IA.

### 1.1.1. Impacto nos negócios

| Setor                    | Impacto esperado                                                                                                 |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Administração pública    | Automatização de compras públicas, gestão de contratos digitais, licitações inteligentes.                        |
| Energia & Utilities      | Otimização de compras de peças e serviços, manutenção preditiva com compras automatizadas.                       |
| Financeiro & Seguros     | Roboadvisors que tomam decisões de investimento e seguros automaticamente                                        |
| Indústria e Retalho      | Reposição automática de stocks, negociação de preços de IA, compras baseadas em previsão de demanda.             |
| Telecomunicações e Media | Contratação automática de serviços de rede, gestão de fornecedores por algoritmos.                               |
| Saúde                    | Compra autónoma de medicamentos e equipamentos, gestão de stocks hospitalares, contratação de serviços clínicos. |

## 1.1.2. Abordagem técnica

A implementação de machine customers requer uma combinação de tecnologias avançadas e uma infraestrutura robusta:

- **Agentes Autónomos:** Sistemas de IA com capacidades de tomada de decisão baseadas em dados históricos e contexto operacional.
- **Smart Contracts:** Executados em blockchain, permitem acordos automáticos entre máquinas.
- **Plataformas de Comércio Autónomo:** Integradas com ERP, CRM e marketplaces digitais.
- **Identidade Digital de Máquinas:** Autenticação e autorização de sistemas autónomos.
- **Integração API-first:** para conectar agentes com fornecedores, bancos e sistemas logísticos.

### 1.1.2.1. Arquitetura de Clientes Máquina

- **Sensores e IoT:** Captura de dados em tempo real
- **IA e Machine Learning:** Tomada de decisão autónoma
- **APIs e Plataformas Digitais:** Integração com marketplaces e ERPs
- **Blockchain:** Registo imutável de transações máquina-a-máquina
- **Identidade Digital para Máquinas:** Autenticação e autorização seguras

### 1.1.2.2. Fases de Evolução

- **Clientes Vinculados:** Executam ações pré-programadas [ex: Amazon Dash].
- **Clientes Adaptáveis:** Tomam decisões com base em IA [ex: roboadvisors].
- **Clientes Autónomos:** Agem com total independência dentro de limites definidos.

## 1.1.3. Casos de uso por mercado

| Setor                 | Empresa                                          | Aplicação de Clientes de Máquinas                                                    |
|-----------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Administração pública | AMA [Agência para a Modernização Administrativa] | Sistema automatizado de contratos públicos para contratos de baixo valor             |
| Energia               | EDP                                              | Agente de IA para aquisição de peças e serviços de manutenção                        |
| Financeiro            | Millennium BCP                                   | Roboadvisors para gestão de carteiras empresariais                                   |
| Indústria e Retalho   | Sonae                                            | Reabastecimento automático de produtos com base em algoritmos de previsão de demanda |
| Telecomunicações      | EUA                                              | Gestão automatizada de contratos com fornecedores de infraestruturas                 |
| Saúde                 | CUF                                              | Sistema autónomo de compra de medicamentos e equipamento médico                      |

## 1.1.4. Considerações de mercado

**Público:** Requer regulamentação clara e interoperabilidade entre sistemas

**Energia:** Alta fiabilidade e segurança operacional

**Financeiro:** Conformidade com o Banco de Portugal e a CMVM

**Indústria:** Integração com cadeias de abastecimento e ERPs

**Telecom:** Gestão de tráfego e latência

**Saúde:** Certificação médica e proteção de dados sensíveis

## 1.1.5. Empresas de referência e startups

Globais



Portuguesas:

**Unbabel** (IA), **Defined.ai** (dados para IA), **Feedzai** (fraude financeira), **Veniam** (IoT móvel).

## 1.1.6. Estatísticas recentes

Até 2030, **25% das transações B2B serão realizadas por máquinas**<sup>1</sup>

Existem **mais dispositivos com capacidade de compra do que humanos no planeta**<sup>1</sup>

O mercado de machine customers poderá ultrapassar **três biliões de dólares em valor** até o final da década<sup>2</sup>

## 1.1.7. Referências

Gartner, “Principais tendências em ecossistemas de IA e B2B”, 2024.

McKinsey & Company, “O Futuro dos Sistemas Autónomos nos Negócios”, 2023.

Forrester, “Alavancando machine customers para obter vantagem competitiva”, 2024.

Pesquisa IBM, “Blockchain e IA para Comércio Autônomo”, 2023.

# App Modernization

02



## 2.1. | Polyfunctional Robots

**Polyfunctional Robots: Robôs Capazes de Multitarefa.**

Os **Polyfunctional Robots** representam uma nova geração de sistemas automatizados capazes de realizar diversas tarefas, adaptando-se a diferentes contextos operacionais sem necessidade de reprogramação. Para a Gartner, estes robôs estão entre as **principais tendências tecnológicas para 2025**, com potencial para transformar a produtividade humana e a eficiência empresarial<sup>4</sup>. Em Portugal, setores como saúde, indústria, energia e administração pública já exploram aplicações práticas desta tecnologia.

### 2.1.1. Impacto nos negócios

| Setor                    | Impacto esperado                                                                             |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Administração pública    | Robôs para atendimento ao cidadão, limpeza urbana, vigilância e logística documental.        |
| Energia & Utilities      | Inspeção de infraestruturas, manutenção preditiva, monitorização ambiental com robôs móveis. |
| Financeiro & Seguros     | Atendimento ao cliente, análise de documentos e deteção de fraudes                           |
| Indústria e Retalho      | Robôs colaborativos para montagem, embalagem, controlo de qualidade e logística interna.     |
| Telecomunicações e Media | Instalação e manutenção de equipamentos, suporte técnico automatizado, inspeção de rede.     |
| Saúde                    | Robôs cirúrgicos, entrega de medicamentos, desinfecção, apoio logístico hospitalar.          |

## 2.1.2. Abordagem técnica

### 2.1.2.1. Componentes tecnológicos

- Sensores multiespectrais e câmaras 3D para navegação e reconhecimento de objetos.
- Inteligência Artificial incorporada para a tomada de decisões em tempo real.
- Plataformas móveis autónomas (AMR) com braços robóticos modulares.
- Integração com sistemas ERP, SCADA e plataformas de gestão hospitalar.
- Conectividade via 5G e edge computing para baixa latência e resposta imediata.

### 2.1.2.2. Capacidades-Chave

- **Execução de múltiplas funções:** Um único robô pode realizar tarefas de limpeza, transporte, inspeção e interação humana
- **Colaboração Homem-Máquina:** Operação segura em ambientes partilhados
- **Mobilidade e Autonomia:** Navegação em espaços complexos com tomada de decisão local

## 2.1.3. Casos de uso por mercado

| Setor                 | Empresa                  | Aplicação de Polyfunctional Robots                                                   |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Administração pública | Concelho de Cascais      | Robôs de limpeza urbana e entrega de documentos em edifícios públicos                |
| Energia               | E-Redes (Grupo EDP)      | Robôs móveis para inspeção de subestações e linhas de transmissão                    |
| Financeiro            | Banco Santander Portugal | Robôs de análise documental e atendimento em agências                                |
| Indústria e Retalho   | Sonae MC                 | Robôs colaborativos para embalagem e controlo de qualidade em centros logísticos     |
| Telecomunicações      | Altice Portugal          | Robôs para manutenção de rack e inspeção de rede em data centers                     |
| Saúde                 | Hospital da Luz          | Robôs de apoio cirúrgico e logística hospitalar (entrega de medicamentos e amostras) |

## 2.1.4. Considerações de mercado

**Administração Pública:** Requer regulamentação sobre interação com cidadãos e proteção de dados

**Energia:** Necessidade de certificação para ambientes críticos e integração com sistemas SCADA

**Financeiro:** Conformidade com regulamentos do Banco de Portugal e proteção de dados sensíveis

**Indústria:** Compatibilidade com linhas de produção e sistemas de gestão

**Telecomunicações:** Robustez em ambientes externos e conectividade contínua

**Saúde:** Certificação médica, segurança clínica e interoperabilidade com sistemas hospitalares

## 2.1.5. Empresas de referência e startups

Globais



Portuguesas:

- **Tekever:** robótica aérea.
- **INESC TEC:** investigação em robótica colaborativa.
- **CEiiA (Centro de Engenharia e Desenvolvimento):** Desenvolvimento de robôs para cidades inteligentes.
- **Zippedi (com presença em Portugal):** robôs de IA para reposição de inventário e retalho.

## 2.1.6. Estatísticas recentes

Existem mais de **4 milhões de robôs industriais de função única** em operação globalmente <sup>4</sup>

Polyfunctional Robots oferecem **maior retorno sobre investimento (ROI)** ao substituir múltiplos sistemas especializados <sup>4</sup>

Em Portugal, espera-se que **30% das grandes empresas industriais adotem Polyfunctional Robots até 2027** <sup>5</sup>

## 2.1.7. Referências

Gartner. (2023). “Análise de Tecnologias Emergentes: Robótica Polifuncional”.

Deloitte. (2023). “Tendências em Automação Industrial”.

Fortune Business Insights. (2023). “Previsão do Mercado de Robótica”.

Statista. (2023). “Insights da Indústria de Robótica”.

# Data Modernization

03



## 3.1. | Quantum Technologies

**Quantum technologies:** crescente consciencialização do seu potencial em IA, simulação de cenários de negócios e descobertas científicas, mesmo com a implementação completa a anos de distância.

As **tecnologias quânticas** estão a emergir como um dos pilares da próxima revolução tecnológica. Embora a sua implementação em larga escala ainda esteja distante, o seu potencial disruptivo — especialmente em **criptografia, simulação molecular, otimização e comunicações seguras** — está a gerar crescente interesse em Portugal e no mundo. **A computação quântica, a comunicação quântica e a deteção quântica** são os três pilares principais desta transformação <sup>6</sup>.

### 3.1.1. Impacto nos negócios

| Setor                    | Impacto esperado                                                                                        |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Administração pública    | Criptografia quântica para comunicações seguras, simulações complexas de políticas públicas.            |
| Energia & Utilities      | Simulação de novos materiais para baterias, otimização de redes energéticas.                            |
| Financeiro & Seguros     | Modelagem de risco, deteção de fraudes e criptografia resistente a ataques quânticos                    |
| Indústria e Retailho     | Otimização logística, simulação de cadeias produtivas, previsão de demanda com algoritmos quânticos.    |
| Telecomunicações e Media | Distribuição quântica de chaves (QKD), segurança de rede, deteção de interferências.                    |
| Saúde                    | Simulação molecular para desenvolvimento de fármacos, algoritmos quânticos para diagnóstico e genómica. |

## 3.1.2. Abordagem técnica

### 3.1.2.1. Computação quântica

- Utiliza **qubits** que operam em estados superpostos e entrelaçados
- Algoritmos como **Shor** (fatoração) e **Grover** (busca) oferecem vantagens exponenciais

### 3.1.2.2. Comunicação quântica

- Baseada em **entrelaçamento quântico e distribuição de chave quântica (QKD)**
- Impossível de ser interceptada sem deteção

### 3.1.2.2. Deteção quântica

- Sensores quânticos para medições ultra-precisas de campos magnéticos, gravidade
- Plataformas híbridas (clássica + quântica) para simulações industriais

## 3.1.3. Casos de uso por mercado

| Setor                 | Empresa/Instituição                         | Aplicação de Tecnologias Quânticas                                      |
|-----------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Administração pública | INA / Gabinete de Segurança Nacional        | Formação e Aplicação QKD em Comunicações Governamentais                 |
| Energia               | EDP Inovação                                | Simulação de Materiais para Baterias e Redes Inteligentes               |
| Financeiro            | Banco de Portugal                           | Avaliação de risco quântico e preparação para criptografia pós-quântica |
| Indústria e Retalho   | Sonae IM                                    | Otimizando cadeias de abastecimento com algoritmos quânticos simulados  |
| Telecomunicações      | Altice Labs / Instituto de Telecomunicações | Projeto DISCRETION com QKD para redes militares e civis seguras         |
| Saúde                 | Instituto Gulbenkian de Ciência             | Simulação molecular para o desenvolvimento de terapias personalizadas   |

## 3.1.4. Considerações de mercado

**Administração Pública:** Requer políticas nacionais de cibersegurança quântica

**Energia:** Integração com HPC e plataformas de simulação

**Financeiro:** Conformidade com reguladores e preparação para ataques quânticos

**Indústria:** Acesso a plataformas quânticas via cloud e capacitação técnica

**Telecomunicações:** Infraestrutura para QKD e redes quânticas

**Saúde:** Validação científica e regulamentação ética

### 3.1.5. Empresas de referência e startups

Globais



Portuguesas:

**QPT** (Quantum Portugal Technologies), **INL** (Laboratório Ibérico Internacional de Nanotecnologia), **Instituto de Telecomunicações** (projetos de QKD)

Startups:

- a. **QCentroid (Europa):** Plataforma de simulação quântica para otimização logística.
- b. **Deimos Engenharia:** Coordenador do projeto DISCRETION com QKD para defesa nacional.
- c. **Adyta (Portugal):** Especialista em segurança quântica aplicada a redes de comunicação.

### 3.1.6. Estatísticas recentes

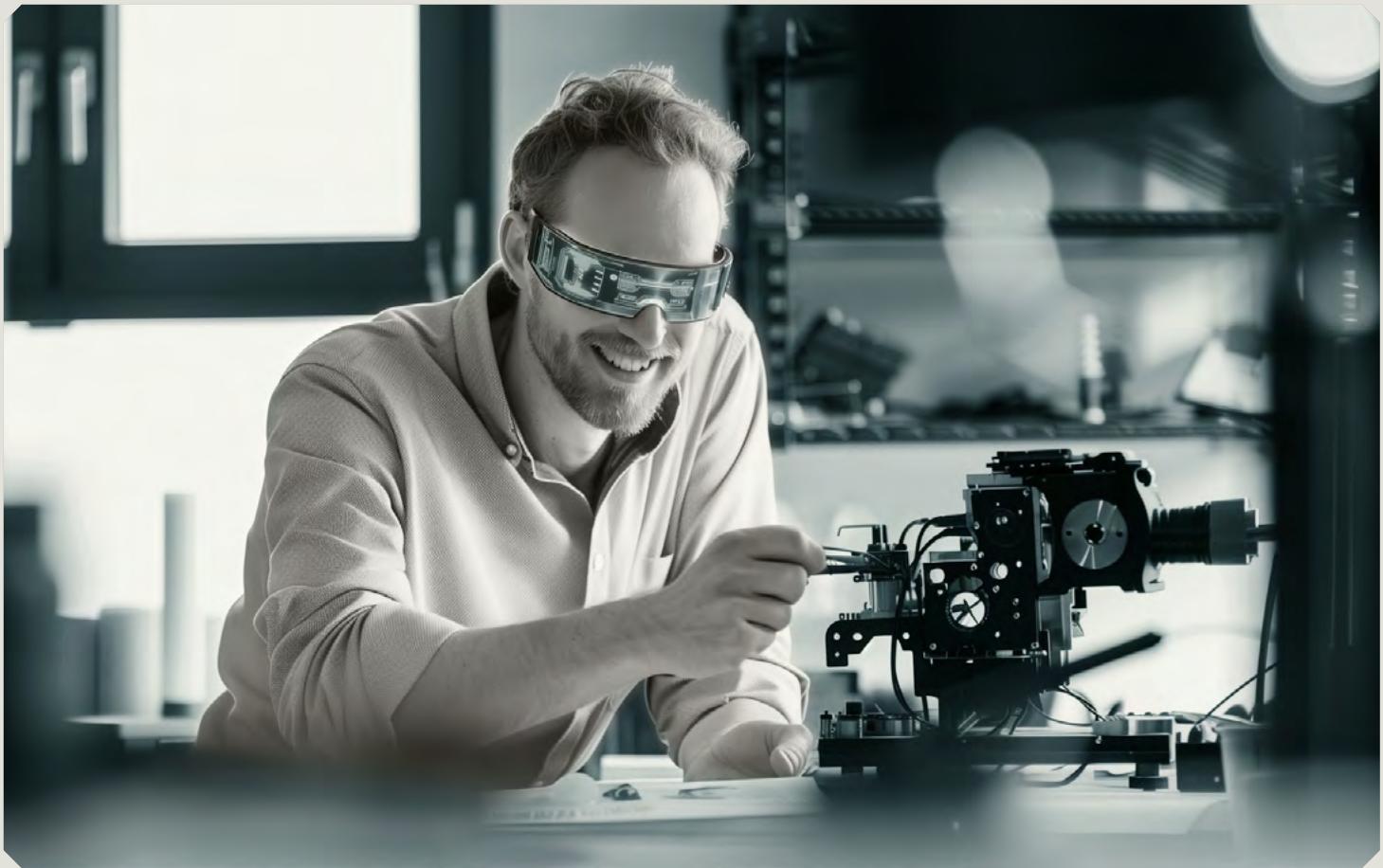
O mercado global de tecnologias quânticas poderá atingir **97 mil milhões de dólares até 2035** <sup>6</sup>

A computação quântica representará **72 mil milhões** desse total, com destaque para os setores de **finanças, ciências da vida, mobilidade e energia** <sup>6</sup>

Portugal participa em **projetos europeus de comunicação quântica** como o **EuroQCI** (European Quantum Communication Infrastructure)

### 3.1.7. Referências

- Gartner, “Quantum Computing Trends”, 2024.  
McKinsey & Company, “Desbloqueando o Potencial das Tecnologias Quânticas”, 2023.  
Forrester, “Disrupção quântica nos negócios”, 2024.  
IBM Research, “O Futuro da Computação Quântica”, 2023.



## 3.2. | Spatial Computing

**Spacial Computing: A Fusão dos Mundos Físico e Digital através da Realidade Aumentada e Virtual.**

A **Spacial Computing** representa uma convergência de tecnologias imersivas — como realidade aumentada (AR), realidade mista (MR), sensores espaciais, IA e interfaces naturais — que permitem aos utilizadores interagir com conteúdos digitais ancorados no mundo físico. Esta tecnologia está a transformar a forma como as empresas compreendem e interagem com os seus colaboradores e clientes, potenciando funções cognitivas e decisões baseadas em contexto<sup>7,8</sup>.

### 3.2.1. Impacto nos negócios

| Setor                    | Impacto esperado                                                                                              |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Administração pública    | Visualização de dados urbanos em 3D, simulações de políticas públicas, aumento da participação cidadão.       |
| Energia & Utilities      | Monitorização remota de infraestruturas, simulações de redes de energia, formação técnica imersiva.           |
| Financeiro & Seguros     | Simulações imersivas para educação financeira e análise comportamental                                        |
| Indústria e Retailho     | Análise do comportamento do consumidor, design de produtos RA, experiências de compra imersivas.              |
| Telecomunicações e Media | Visualização de rede, suporte técnico remoto, experiências interativas do cliente.                            |
| Saúde                    | Diagnóstico espacial assistido por IA, treino cirúrgico em RV, reabilitação cognitiva com ambientes virtuais. |

## 3.2.2. Abordagem técnica

### 3.2.2.1. Tecnologias-chave

- **Sensores espaciais** (LiDAR, câmaras 3D) para mapeamento do ambiente.
- **Plataformas AR/VR** como Unity, Unreal Engine, WebXR.
- **IA cognitiva** para interpretar emoções e padrões de comportamento.
- Gêmeos digitais para simular ambientes físicos.
- **Edge computing e 5G** para baixa latência e processamento em tempo real.

### 3.2.2.2. Infraestruturas

- Integração com sistemas GIS, ERP e plataformas de dados urbanos.
- Dispositivos como HoloLens, Magic Leap, Meta Quest.
- Plataformas de gestão de experiência imersiva (XR-as-a-Service).

## 3.2.3. Casos de uso por mercado

| Setor                 | Empresa/Instituição        | Aplicação da Spacial Computing                                            |
|-----------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Administração pública | Câmara Municipal de Lisboa | Simulação urbana 3D para planeamento participativo e gestão da mobilidade |
| Energia               | EDP Inovação               | Formação técnica em ambientes virtuais e simulação de redes elétricas     |
| Financeiro            | Millennium BCP             | Simulações imersivas para educação financeira de clientes jovens          |
| Indústria e Retalho   | Sonae MC                   | Análise de fluxo de clientes e projeto de layout com RA                   |
| Telecomunicações      | Laboratórios Altice        | Visualização de rede de fibra ótica e suporte técnico com RA              |
| Saúde                 | Hospital da Luz            | Treino cirúrgico em RV e diagnóstico assistido com IA espacial            |

## 3.2.4. Considerações de mercado

**Administração Pública:** Requer acessibilidade, inclusão digital e interoperabilidade

**Energia:** Necessidade de robustez em ambientes industriais e integração com sistemas SCADA

**Financeiro:** Privacidade de dados e conformidade com reguladores

**Indústria:** Compatibilidade com sistemas de chão de fábrica e formação técnica

**Telecomunicações:** Latência mínima e suporte a edge computing

**Saúde:** Certificação médica e validação científica de aplicações clínicas

### 3.2.5. Empresas de referência e startups

Globais



Portuguesas:

Didimo (avatares digitais), Sensei (retalho inteligente), YData (IA contextual), IT People Innovation, **Follow Inspiration** (Robôs e sistemas de navegação espacial para retalho e cuidados de saúde), **CeiaA**: Desenvolvimento de soluções urbanas inteligentes com integração espacial.

### 3.2.6. Estatísticas recentes

O mercado global de Spacial Computing crescerá de **\\$110 mil milhões em 2023 para \\$1,7 mil milhões até 2033** <sup>2</sup>

Até 2028, **20% das pessoas terão experiências imersivas com conteúdo contextual semanalmente**, face a menos de 1% em 2023 <sup>3</sup>

60% das empresas europeias planeiam investir em tecnologias imersivas até 2026 (IDC Europe, 2024)

### 3.2.7. Referências

- Gartner. (2023). “Análise de Tecnologias Emergentes: Computação Espacial”.
- IDC. (2023). “Previsão de mercado: tendências de adoção de RA e RV.”
- Deloitte. (2023). “Transformação Digital na Manufatura”.
- Statista. (2023). “Insights de Mercado de Realidade Aumentada e Realidade Virtual”.



## 4.1. | Neurological enhancements

**Melhorias neurológicas: tecnologias para melhorar as funções cognitivas e a compreensão do pensamento do consumidor.**

As melhorias **neurológicas** através de tecnologias como **realidade aumentada (RA)**, **realidade virtual (RV)** e **interfaces cérebro-máquina** estão a transformar a forma como os seres humanos interagem com o mundo digital. Estas tecnologias não só aumentam as capacidades cognitivas e sensoriais dos utilizadores, como também permitem **compreender emoções, intenções e padrões de comportamento** dos consumidores e colaboradores <sup>10 11</sup>.

### 4.1.1. Impacto nos negócios

| Setor                    | Impacto esperado                                                                                             |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Administração pública    | Formação imersiva dos colaboradores, simulações urbanas, aumento da participação dos cidadãos.               |
| Energia & Utilities      | Testes técnicos em ambientes virtuais, simulação de falhas, aumento da segurança operacional.                |
| Financeiro & Seguros     | Análise emocional de clientes, simulações de risco e formação comportamental                                 |
| Indústria e Retalho      | Análise do comportamento do consumidor, experiências de compra imersivas, team building.                     |
| Telecomunicações e Media | Supporte técnico com RA, visualização de rede, experiências interativas do cliente.                          |
| Saúde                    | Cirurgia assistida em RV, reabilitação cognitiva, diagnóstico assistido por RA e interfaces cérebro-máquina. |

## 4.1.2. Abordagem técnica

### Tecnologias-chave

- **Realidade Aumentada (RA):** Sobreposição de dados digitais no ambiente físico.
- **Realidade Virtual (VR):** Ambientes digitais imersivos para simulação e treinamento.
- **Interfaces cérebro-máquina (BBMI):** Comunicação bidirecional entre cérebro e máquina.
- **Sensores biométricos e EEG:** Monitorização de estados mentais e emocionais.
- **Plataformas de IA cognitiva:** Análise de padrões de atenção, stress e desempenho.

### Infraestruturas

- Dispositivos como HoloLens, Meta Quest, sensores de EEG.
- Integração com plataformas LMS, ERP e simulação.
- Edge computing e 5G para baixa latência e resposta em tempo real.

## 4.1.3. Casos de uso por mercado

| Setor                 | Empresa/Instituição      | Aplicação de Melhorias Neurológicas                                              |
|-----------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Administração pública | Concelho de Cascais      | Formação de técnicos municipais com simulações VR                                |
| Energia               | EDP Inovação             | Treino de operadores em ambientes virtuais com feedback cognitivo                |
| Financeiro            | Banco Santander Portugal | Avaliação emocional de clientes em interações digitais                           |
| Indústria e Retalho   | Sonae MC                 | Análise de emoções e decisões de compra com RA e sensores biométricos            |
| Telecomunicações      | Laboratórios Altice      | Suporte técnico com RA e monitoramento de estresse em técnicos de campo          |
| Saúde                 | Hospital da Luz          | Cirurgia assistida em RV e reabilitação cognitiva com interfaces cérebro-máquina |

## 4.1.4. Considerações de mercado

**Administração Pública:** Inclusão digital e acessibilidade

**Energia:** Segurança operacional e validação técnica

**Financeiro:** Ética na análise emocional e privacidade

**Indústria:** Integração com sistemas de produção e ergonomia

**Telecomunicações:** Latência e personalização em tempo real

**Saúde:** Certificação médica e validação científica

## 4.1.5. Empresas de referência e startups

Globais



Portuguesas:

Didimo (avatares digitais), IT People Innovation (RA/RV), NeuroPsyAI (neurociência aplicada), IPN (projetos de saúde com RV)<sup>12</sup>, **Virtuleap** (Portugal): Plataforma de formação cognitiva em RV para a saúde e educação, **Siga a inspiração:** Robótica e navegação cognitiva para ambientes hospitalares e de retalho.

## 4.1.6. Estatísticas recentes

Até 2034, **30% dos knowledge workers** (trabalhadores do conhecimento cujo principal capital de trabalho é o conhecimento) **utilizarão tecnologias de aperfeiçoamento neurológico** para manter a competitividade<sup>10</sup>

O mercado global de neurotecnologia deverá ultrapassar **\\$40 mil milhões até 2030**

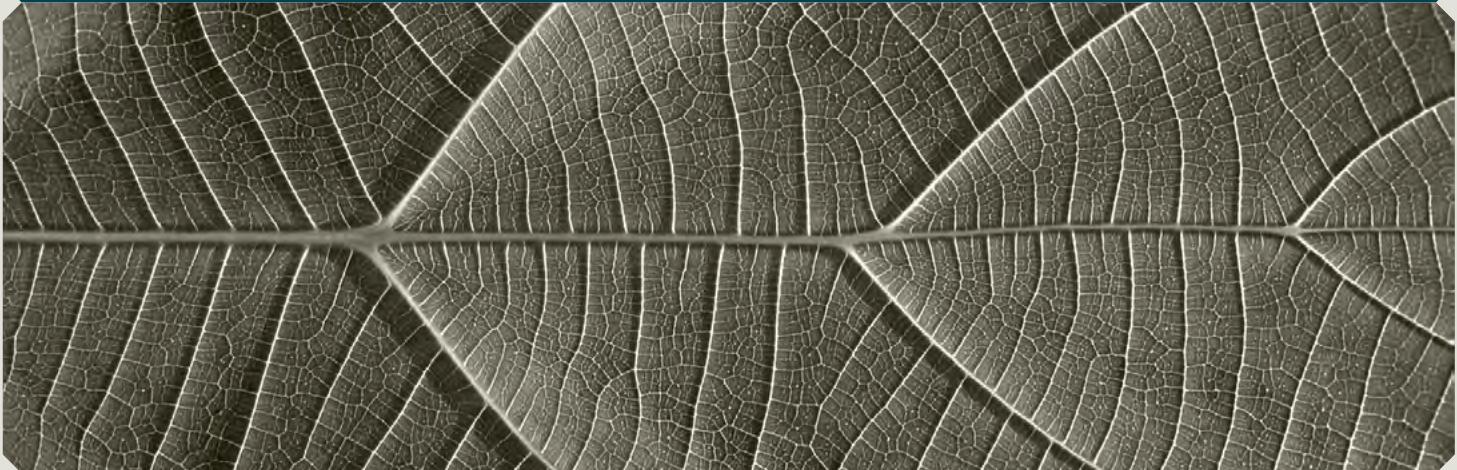
Em Portugal, projetos como o **VR Health Champions** já investem mais de **7 milhões de euros** em aplicações de RA/RV na saúde<sup>12</sup>

## 4.1.7. Referências

- Gartner. (2023). “Análise de Tecnologias Emergentes: Aprimoramentos Cognitivos e Neurológicos”.
- Deloitte. (2023). “Tendências na Adoção de Neurotecnologia”.
- Fortune Business Insights. (2023). “Visão Geral do Mercado de Aprimoramentos Neurológicos”.
- Statista. (2023). “Insights de Mercado de Tecnologia Cognitiva”.

# Digital Identity Onboarding/ Signature

05



## 5.1. | Digital Trust and Cybersecurity

Confiança digital e cibersegurança, Integração de tecnologias Web3 e arquiteturas de Digital Trust para melhorar a segurança digital e reduzir os riscos de ciberataques.

A crescente complexidade do ecossistema digital, impulsionada por tecnologias como IA generativa, 5G, IoT e cloud, tem ampliado a superfície de ataque e exposto vulnerabilidades críticas. Em resposta, empresas e entidades públicas em Portugal estão a adotar **arquiteturas de confiança zero (Zero Trust)** e tecnologias **Web3** — como blockchain, identidade descentralizada (DID) e contratos inteligentes — para reforçar a **confiança digital** e a **resiliência cibernética** <sup>13 14</sup>.

### 5.1.1. Impacto nos negócios

| Setor                    | Impacto esperado                                                                                       |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Administração pública    | Identidade digital soberana, autenticação descentralizada, transparência nos contratos públicos.       |
| Energia & Utilities      | Registo imutável de dados operacionais, contratos inteligentes para gestão descentralizada de energia. |
| Financeiro & Seguros     | Identidade digital, prevenção de fraudes e contratos inteligentes                                      |
| Indústria e Retailho     | Rastreabilidade de produtos, proteção de dados do consumidor, pagamentos seguros com tokens digitais.  |
| Telecomunicações e Media | Gestão de identidade digital, proteção de redes distribuídas, rentabilização segura de conteúdos.      |
| Saúde                    | Consentimento digital seguro, interoperabilidade de dados clínicos, proteção de dados sensíveis.       |

## 5.1.2. Abordagem técnica

### Web3 e Blockchain:

- Contratos inteligentes para automação de processos.
- Identidade descentralizada (DID) para autenticação segura.
- O distributed ledger para rastreabilidade e integridade dos dados.

### Arquiteturas de confiança:

- Arquitetura Zero Trust (ZTA) com verificação contínua.
- Computação confidencial para proteção de dados em uso.
- Integração com SIEM, IAM e plataformas de cibersegurança.

### Infraestruturas:

- Redes 5G e edge computing para segurança em tempo real.
- Plataformas interoperáveis com APIs seguras.
- Certificação de conformidade com RGPD e NIS2.

## 5.1.3. Casos de uso por mercado

| Setor                 | Empresa/Instituição    | Aplicação Web3 e Confiança Digital                                             |
|-----------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Administração pública | AMA / Autenticação.gov | Identidade digital descentralizada e autenticação segura                       |
| Energia               | E-Redes (EDP)          | Blockchain para rastreabilidade de consumo e contratos inteligentes de energia |
| Financeiro            | Banco de Portugal      | Estudo de viabilidade de identidade digital única e contratos inteligentes     |
| Indústria e Retalho   | Sonae                  | Rastreabilidade de produtos e proteção de dados do consumidor com blockchain   |
| Telecomunicações      | EUA                    | Gestão de identidade digital e segurança de rede com arquitetura Zero Trust    |
| Saúde                 | SPMS/SNS24             | Consentimento digital e interoperabilidade segura dos dados clínicos           |

## 5.1.4. Considerações de mercado

**Administração Pública:** Requer interoperabilidade entre sistemas e conformidade com RGPD

**Energia:** Alta criticidade exige certificações e testes rigorosos

**Financeiro:** Regulação do Banco de Portugal e da CMVM

**Indústria:** Integração com ERPs e sistemas de logística

**Telecomunicações:** Escalabilidade e latência são desafios técnicos

**Saúde:** Ética, consentimento informado e interoperabilidade clínica

## 5.1.5. Empresas de referência e startups

Globais



Portuguesas:

Utrust (pagamentos Web3), OriginalMy (identidade digital), BlockBee (infraestrutura blockchain), Autentika (verificação de identidade), **Sphereon** (com presença em Portugal): Soluções descentralizadas de identidade e verificação digital.

## 5.1.6. Estatísticas recentes

Apenas **2% das organizações globais** implementaram ações de resiliência cibernética em todas as áreas críticas <sup>14</sup>

**66% dos executivos** consideram o cibercrime a principal ameaça ao seu negócio <sup>15</sup>

A adoção de **identidade digital descentralizada** deverá crescer 300% até 2027 na Europa, segundo a IDC

## 5.1.7. Referências

Gartner, “Trends in Digital Trust and Web3”, 2024.

McKinsey & Company, “Blockchain e Inovações em Cibersegurança”, 2023.

Forrester, “Reforçar a segurança através da descentralização”, 2024.

IBM Research, “Integrando Blockchain em Arquiteturas de Segurança”, 2023.



## 5.2. | Disinformation Security

**Segurança contra a desinformação: tecnologias baseadas em IA para mitigar os riscos de desinformação.**

A desinformação digital tornou-se uma das ameaças mais críticas à confiança institucional, à reputação empresarial e à integridade dos dados. Em Portugal, o aumento da manipulação de conteúdos, perfis falsos e campanhas de influência digital exige uma resposta tecnológica robusta. A integração de **Web3** (blockchain, identidade descentralizada, contratos inteligentes) com **arquiteturas de confiança** (Zero Trust, verificação descentralizada) está a emergir como uma abordagem estratégica para mitigar riscos de desinformação e reforçar a **segurança digital** <sup>16 17</sup>.

### 5.2.1. Impacto nos negócios

| Setor                    | Impacto esperado                                                                                        |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Administração pública    | Verificação da autenticidade das comunicações oficiais, combate às campanhas de desinformação política. |
| Energia & Utilities      | Proteção contra campanhas de desinformação sobre falhas de energia ou preços, rastreabilidade de dados. |
| Financeiro & Seguros     | Identidade digital segura e contratos inteligentes contra Golpes com deepfakes, manipulação de mercado  |
| Indústria e Retalho      | Defesa contra ataques à reputação da marca, verificação da origem do produto e campanhas falsas.        |
| Telecomunicações e Media | Monitoramento de mídias sociais, deteção de deepfakes, proteção de conteúdo e identidade digital.       |
| Saúde                    | Combater a desinformação sobre vacinas e tratamentos, validando fontes clínicas e científicas.          |

## 5.2.2. Abordagem técnica

### Web3 e Blockchain:

- Registo imutável de conteúdos e fontes.
- Identidade descentralizada (DID) para validação de autor e entidade.
- Contratos inteligentes para gestão de consentimento e rastreabilidade.

### Arquiteturas de confiança:

- **Zero Trust:** Verificação contínua de identidade e contexto.
- **Verificação de conteúdo** com IA e machine learning.
- **Inteligência Narrativa:** detetar padrões de desinformação nas redes sociais.

### Ferramentas complementares:

- Plataformas automatizadas de verificação de factos.
- Sistemas de reputação digital.
- Integração com SIEM e plataformas de inteligência de ameaças.

## 5.2.3. Casos de uso por mercado

| Setor                 | Empresa/Instituição                  | Aplicação da Segurança da Desinformação                                              |
|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Administração pública | Presidência do Conselho de Ministros | Plataforma para verificar a autenticidade das comunicações oficiais                  |
| Energia               | Galp Energia                         | Blockchain para rastreabilidade de dados operacionais e mitigação de notícias falsas |
| Financeiro            | Banco de Portugal                    | Identidade digital descentralizada para onboarding e prevenção de fraudes            |
| Indústria e Retalho   | Sonae                                | Monitorização de social media e deteção de campanhas falsas contra marcas            |
| Telecomunicações      | Altice Portugal                      | Deteção de deepfake e proteção de identidade digital de clientes                     |
| Saúde                 | Direção-Geral da Saúde (DGS)         | Validação de fontes clínicas e combate à desinformação em saúde pública              |

## 5.2.4. Considerações de mercado

**Administração Pública:** Requer regulamentação e interoperabilidade entre sistemas

**Energia:** Alta criticidade exige certificações e testes rigorosos

**Financeiro:** Conformidade com o Banco de Portugal e RGPD

**Indústria:** Integração com ERPs e sistemas de rastreabilidade

**Telecomunicações:** Escalabilidade e latência são desafios técnicos

**Saúde:** Ética, consentimento informado e validação científica

## 5.2.5. Empresas de referência e startups

Globais



Portuguesas:

OriginalMy (identidade digital), BlockBee (infraestrutura Web3), Autentika (verificação de identidade), YData (dados éticos para IA), Adyta (Portugal): Segurança das comunicações e identidade digital

## 5.2.6. Estatísticas recentes

Até 2028, **50% das empresas adotarão soluções específicas para combater a desinformação**, contra menos de 5% em 2024 <sup>15</sup>

68% dos portugueses afirmam já ter sido expostos a fake news com impacto em decisões pessoais ou profissionais  
74% das empresas consideram a desinformação uma ameaça crítica à reputação e à confiança digital <sup>16</sup>

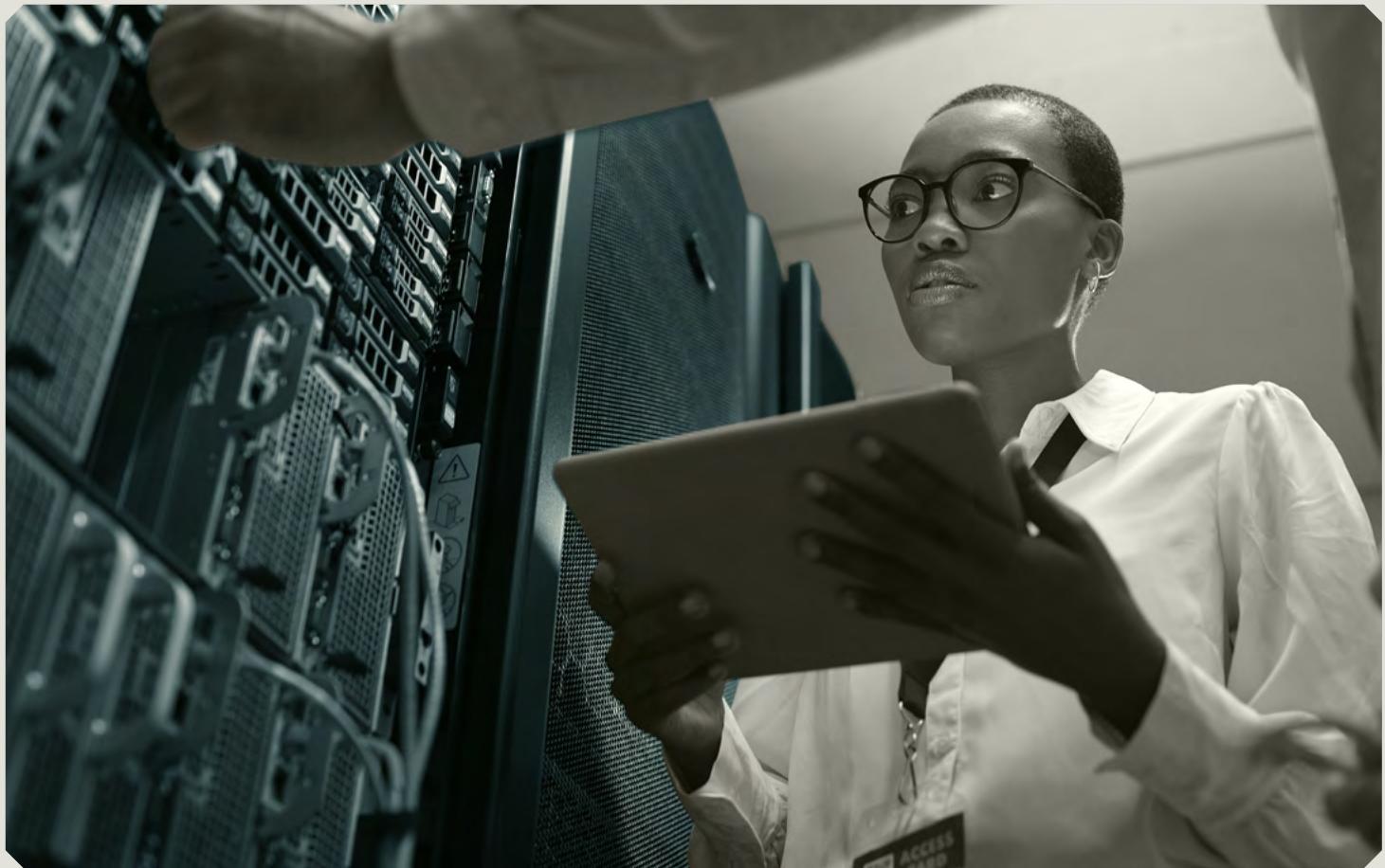
## 5.2.7. Referências

Gartner, “Combatendo a desinformação com IA”, 2024.

McKinsey & Company, “Securing Trust in the Digital Age” (Garantir a confiança na era digital), 2023.

Forrester, “Blockchain e IA para a Confiança”, 2023.

IBM Watson, “AI for Information Integrity”, 2023.



## 5.3. | Post-quantum Cryptography

**Criptografia pós-quântica:** métodos criptográficos resistentes a ameaças de computação quântica.

A computação quântica promete revolucionar áreas como saúde, finanças e inteligência artificial. No entanto, representa também uma ameaça crítica à segurança digital. Algoritmos criptográficos amplamente utilizados hoje — como RSA e ECC — poderão ser quebrados por computadores quânticos em minutos<sup>18 19</sup>. A **criptografia pós-quântica (PQC)** surge como resposta, com algoritmos resistentes a ataques quânticos, sendo já recomendada por entidades como o **NIST** e o **Departamento de Segurança Interna dos EUA (DHS)**<sup>19</sup>.

### 5.3.1. Impacto nos negócios

| Setor                    | Impacto esperado                                                                                            |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Administração pública    | Proteção das comunicações governamentais, autenticação segura dos cidadãos, integridade dos dados públicos. |
| Energia & Utilities      | Segurança de rede SCADA, proteção de dados operacionais e contratos inteligentes com algoritmos PQC.        |
| Financeiro & Seguros     | Segurança de transações e contratos digitais contra quebra de criptografia bancária                         |
| Indústria e Retalho      | Proteção dos dados dos clientes e da cadeia de abastecimento, segurança nos pagamentos digitais.            |
| Telecomunicações e Media | Proteção de redes 5G, autenticação de dispositivos IoT, segurança de dados em edge computing.               |
| Saúde                    | Proteção de dados clínicos, consentimento digital seguro, interoperabilidade criptografada entre sistemas.  |

## 5.3.2. Abordagem técnica

### Algoritmos pós-quânticos:

- Baseado em problemas matemáticos como reticulados, códigos de correção de erros e isogenia.
- Exemplos: Kyber, Dilithium, Falcon (selecionado pelo NIST).

### Transição de criptografia:

- Inventário de criptoativos.
- Avaliação de impacto e desempenho dos novos algoritmos.
- Implantação híbrida (clássico + PQC) durante o período de transição.

### Infraestruturas:

- Atualização de bibliotecas criptográficas (por exemplo, OpenSSL, Bouncy Castle).
- Integração com HSMs e PKIs compatíveis com PQC.
- Monitorização contínuo de vulnerabilidades e conformidade com a NIS2 e o RGPD.

## 5.3.3. Casos de uso por mercado

| Setor                 | Empresa/Instituição    | Aplicação da Criptografia Pós-Quântica                                              |
|-----------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Administração pública | AMA / Autenticação.gov | Transição para algoritmos PQC em autenticação digital e assinatura eletrônica       |
| Energia               | EDP Inovação           | Testando algoritmos PQC em redes SCADA e contratos inteligentes                     |
| Financeiro            | Banco de Portugal      | Estratégia de transição para criptografia pós-quântica                              |
| Indústria e Retalho   | Sonae                  | Protegendo dados de clientes e transações com criptografia híbrida PQC              |
| Telecomunicações      | Altice Portugal        | Atualizando a infraestrutura de rede com algoritmos resistentes a ataques quânticos |
| Saúde                 | SPMS/SNS24             | Proteção de Dados Clínicos e Consentimento Digital com PQC                          |

## 5.3.4. Considerações de mercado

**Administração Pública:** Alinhamento com políticas nacionais de cibersegurança

**Energia:** Alta disponibilidade e integração com sistemas SCADA

**Financeiro:** Conformidade com o Banco de Portugal e RGPD

**Indústria:** Integração com sistemas legados e ERPs

**Telecomunicações:** Desempenho e latência são desafios técnicos

**Saúde:** Garantia de interoperabilidade e consentimento digital

## 5.3.5. Empresas de referência e startups

Globais



Portuguesas:

Kryptus (HSMs e segurança nacional), INESC TEC (investigação em criptografia), INL (nanotecnologia aplicada à segurança)

## 5.3.6. Estatísticas recentes

Até 2029, a criptografia assimétrica atual será considerada insegura <sup>18</sup>

A transição para PQC exigirá mais esforço do que o Y2K <sup>18</sup>

A maioria das organizações ainda não iniciou o planeamento para PQC <sup>18</sup>

## 5.3.7. Referências

Gartner, “O futuro da criptografia pós-quântica”, 2024.

McKinsey & Company, “Quantum Security Trends”, 2023.

Forrester, “Construindo resiliência com PQC”, 2023.

IBM Research, “Soluções criptográficas quantum-seguras”, 2023.



## 6.1. | Sustainable IT technology

**Tecnologia sustentável: alavancando a tecnologia para alcançar metas ambientais, sociais e de governança (ESG).**

A sustentabilidade deixou de ser apenas uma responsabilidade corporativa para se tornar uma **alavancada estratégica de inovação e competitividade**. A **tecnologia sustentável** — que inclui desde infraestruturas verdes até software de gestão ESG — está a transformar a forma como as organizações operam, medem impacto e criam valor. Em Portugal, empresas de todos os setores estão a integrar práticas sustentáveis nas suas estratégias de TI, com o apoio de consultoras como **EY, INTELLIAS, LUZA GROUP, McKinsey, BCG, IDC e Globant** <sup>21 22</sup>.

### 6.1.1. Impacto nos negócios

| Setor                    | Impacto esperado                                                                                           |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Administração pública    | Digitalização verde dos serviços, redução de papel, eficiência energética nas infraestruturas públicas.    |
| Energia & Utilities      | Monitorização inteligente de consumos, redes elétricas sustentáveis, otimização dos recursos naturais.     |
| Financeiro & Seguros     | Relatórios ESG automatizados, análise de risco climático e investimentos verdes                            |
| Indústria e Retalho      | Cadeias de abastecimento sustentáveis, rastreabilidade do carbono, embalagens inteligentes.                |
| Telecomunicações e Media | Data centers com baixo consumo de energia, redes 5G eficientes, inclusão digital.                          |
| Saúde                    | Infraestruturas hospitalares verdes, telemedicina para reduzir as viagens, gestão sustentável de resíduos. |

## 6.1.2. Abordagem técnica

### Tecnologias-chave:

- **Nuvem verde:** uso de data centers com energia renovável.
- **IoT e sensores ambientais:** monitorização de consumos e emissões.
- **Blockchain para rastreabilidade ESG:** transparência nas cadeias de valor.
- **IA para a Sustentabilidade:** otimização de processos com menor impacto ambiental.
- **Digital Twins:** simulação do impacto ambiental das operações.

### Infraestruturas:

- Plataformas de análise ESG integradas com ERP.
- Certificações digitais (e.g. ISO 14001, LEED).
- Integração com relatórios e frameworks de sustentabilidade como GRI e SASB.

## 6.1.3. Casos de uso por mercado

| Setor                 | Empresa/Instituição        | Aplicação de Tecnologia Sustentável                                   |
|-----------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Administração pública | Câmara Municipal de Lisboa | Plataforma digital para gestão energética de edifícios públicos       |
| Energia               | EDP                        | Plataforma de gestão de carbono e otimização de rede com IA           |
| Financeiro            | Banco de Portugal          | Implementação de sistema de reporte ESG automatizado                  |
| Indústria e Retalho   | Sonae                      | Rastreabilidade de emissões da cadeia de abastecimento com blockchain |
| Telecomunicações      | EUA                        | Data centers energeticamente eficientes e monitorização de consumo    |
| Saúde                 | Hospital da Luz            | Gestão de resíduos hospitalares com IoT e painéis de sustentabilidade |

## 6.1.4. Considerações de mercado

**Administração Pública:** Necessidade de políticas públicas e interoperabilidade

**Energia:** Integração com sistemas SCADA e regulação ambiental

**Financeiro:** Conformidade com SFDR (Sustainable Finance Disclosure Regulation) e Taxonomia Europeia

**Indústria:** Integração com ERPs e fornecedores globais

**Telecomunicações:** Eficiência energética e gestão de equipamentos

**Saúde:** Certificação ambiental e conformidade com normas clínicas

## 6.1.5. Empresas de referência e startups

Globais



Portuguesas:

Sensei (retalho inteligente), YData (dados éticos), Circularise (blockchain para economia circular), Watt-IS (eficiência energética), **Heaboo** (Portugal): Tecnologia de poupança de água com sensores inteligentes.

## 6.1.6. Estatísticas recentes

70% das empresas europeias planeiam aumentar o investimento em tecnologia ESG até 2026<sup>22</sup>

60% dos líderes de TI em Portugal consideram a sustentabilidade uma prioridade estratégica<sup>21</sup>

O mercado global de software ESG deverá ultrapassar **\\$10 mil milhões até 2027**<sup>22</sup>

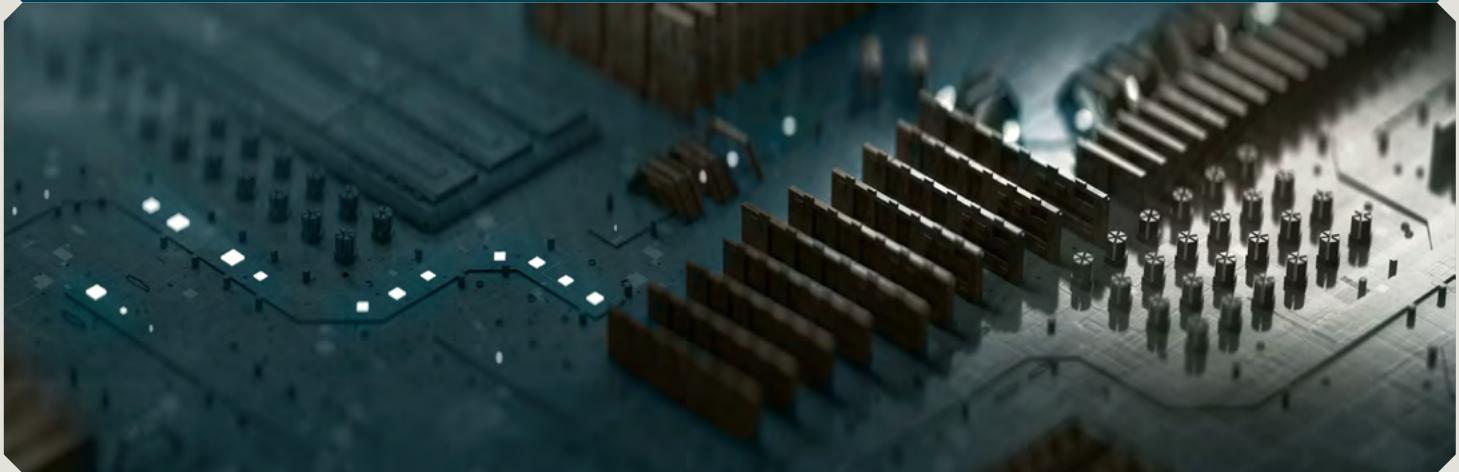
## 6.1.7. Referências

Gartner, “Tendências em Tecnologia Sustentável”, 2024.

McKinsey & Company, “ESG e Transformação Digital”, 2023.

Forrester, “Tecnologia para um futuro mais verde”, 2024.

Relatório de Sustentabilidade da Microsoft, 2023.



## 7.1. | Private cloud

**Nuvem privada: crescimento do investimento impulsionado por mudanças nos preços da nuvem pública e domínio dos principais fornecedores.**

O crescimento exponencial da computação em nuvem nos últimos anos levou muitas organizações a adotarem **infraestruturas públicas** como padrão. No entanto, com o aumento dos custos, a complexidade dos modelos de pricing e a concentração de mercado em poucos fornecedores (como AWS, Azure e Google Cloud), cresce o interesse por **alternativas de nuvem privada**. Em Portugal, empresas de setores críticos estão a investir em **modelos híbridos e privados**.<sup>24 25</sup>

### 7.1.1. Impacto nos negócios

| Setor                    | Impacto esperado                                                                                               |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Administração pública    | Soberania digital, conformidade com o RGPD, controlo sobre dados críticos e serviços essenciais.               |
| Energia & Utilities      | Continuidade operacional, segurança de dados SCADA, integração com edge computing.                             |
| Financeiro & Seguros     | Isolamento de dados e controlo de auditoria para desafio Regulação do Banco de Portugal e riscos de terceiros  |
| Indústria e Retailho     | Redução de latência, proteção de propriedade intelectual, gestão de dados sensíveis de clientes.               |
| Telecomunicações e Media | Gestão de redes 5G, armazenamento de dados multimédia, suporte para serviços de baixa latência.                |
| Saúde                    | Proteção dos dados clínicos, interoperabilidade entre sistemas hospitalares, cumprimento das normas europeias. |

## 7.1.2. Abordagem técnica

Modelos de nuvem privada:

- **Hosted Private Cloud:** infraestrutura dedicada em centros de dados externos (e.g. OVHcloud, IBM Cloud).
- **On-Premises Private Cloud:** infraestrutura gerida internamente com soluções como VMware, OpenStack.
- **Private Cloud as a Service (PCaaS):** Modelo gerido por terceiros com SLAs personalizados.

Tecnologias-chave:

- Virtualização (KVM, Hyper-V), containers (Kubernetes), SDN (Software Defined Networking).
- Integração com SIEM, IAM, backup e recuperação de desastres.
- Monitorização e orquestração de consumos com ferramentas como Ansible, Terraform.

Segurança e conformidade:

- Certificações ISO 27001, SecNumCloud.
- Encriptação de dados em repouso e em trânsito.
- Segmentação de rede e políticas de Zero Trust.

## 7.1.3. Casos de uso por mercado

| Setor                 | Empresa/Instituição    | Aplicação na nuvem privada                                                           |
|-----------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Administração pública | AMA / Autenticação.gov | Plataforma de identidade digital de nuvem privada soberana                           |
| Energia               | EDP Inovação           | Gerenciamento de dados SCADA e análise preditiva em um ambiente privado              |
| Financeiro            | Banco de Portugal      | Plataforma de dados sensíveis em nuvem privada com compliance regulatório            |
| Indústria e Retalho   | Sonae                  | Plataforma de E-commerce e CRM em nuvem privada híbrida                              |
| Telecomunicações      | EUA                    | Armazenamento multimédia e gestão de redes 5G com cloud privada distribuída          |
| Saúde                 | Hospital da Luz        | Gestão de dados clínicos e interoperabilidade com sistemas públicos em nuvem privada |

## 7.1.4. Considerações de mercado

**Administração Pública:** Requer infraestrutura nacional e fornecedores certificados

**Energia:** Alta disponibilidade e integração com sistemas SCADA

**Financeiro:** Auditoria, criptografia e segregação de ambientes

**Indústria:** Compatibilidade com sistemas legados e automação

**Telecomunicações:** Baixa latência e escalabilidade local

**Saúde:** Conformidade com RGPD e normas da DGS

## 7.1.5. Empresas de referência e startups

Globais



Portuguesas:

NOS Data Centers, Claranet Portugal, Warpcom, IP Telecom, Sword Health (Portugal): Plataforma digital de saúde com infraestrutura privada para proteção de dados clínicos.

## 7.1.6. Estatísticas recentes

O investimento global em nuvem pública ultrapassará os **\\$723 mil milhões em 2025**, mas com **crescimento mais lento** devido à pressão de custos <sup>25</sup>

42% das empresas portuguesas planeiam migrar cargas críticas para nuvem privada até 2026 (IDC Portugal)

A McKinsey destaca que os **modelos híbridos e privados** estão a ganhar tração como resposta à volatilidade dos preços e à necessidade de controlo operacional <sup>26</sup>

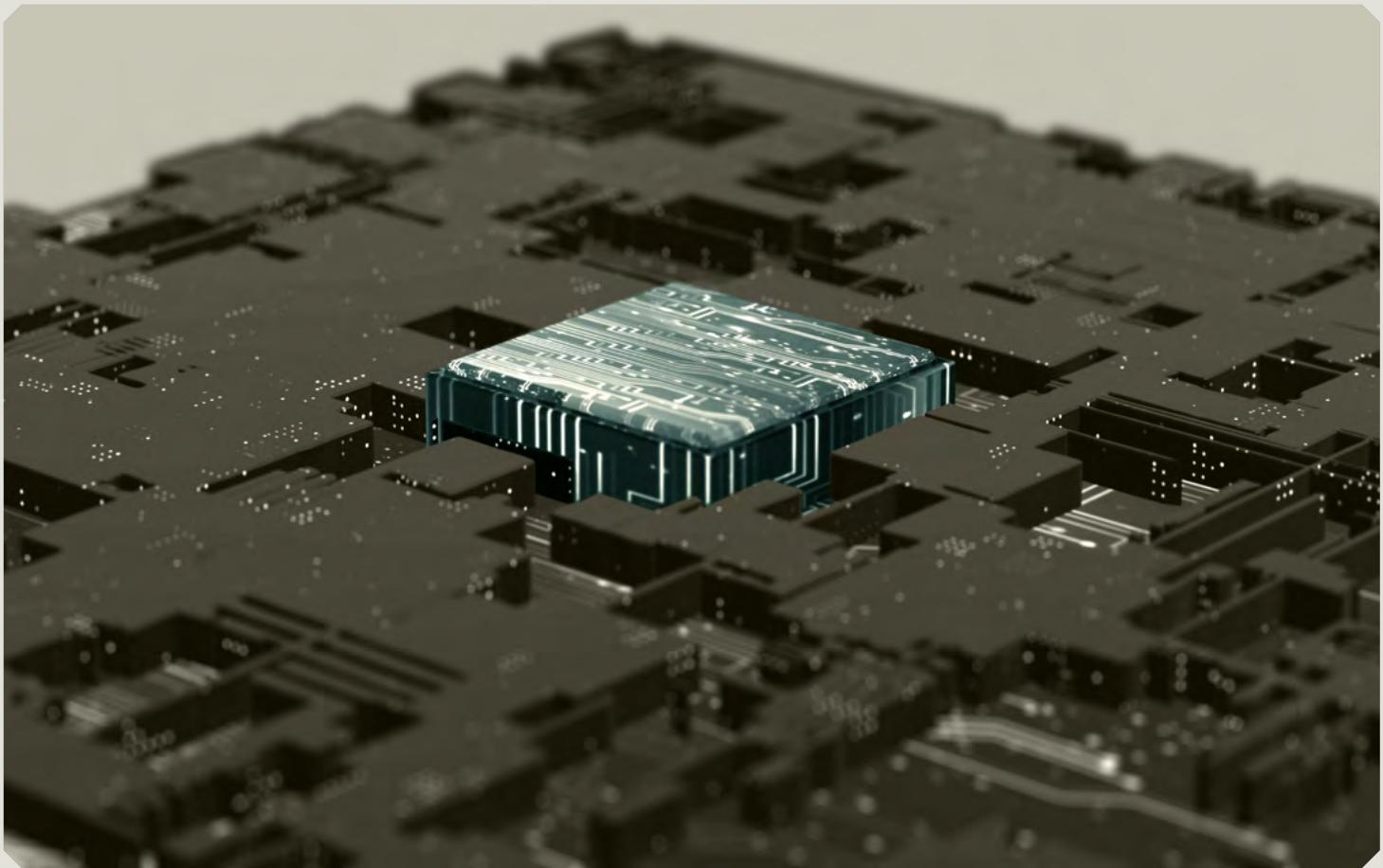
## 7.1.7. Referências

Gartner, “Principais tendências em computação em nuvem”, 2024.

McKinsey & Company, “Soluções de nuvem híbrida e privada”, 2023.

Forrester, “Navegando no cenário da nuvem privada”, 2024.

Red Hat Research, “Soluções de código aberto para nuvens privadas”, 2023.



## 7.2. | Hybrid computing

**Integração de Diferentes Modelos Computacionais para Eficiência na Resolução de Problemas Complexos.**

A **Hybrid computing** representa a orquestração de diferentes modelos de computação — incluindo cloud pública, cloud privada, edge computing, HPC (computação de alto desempenho) e, futuramente, computação quântica — para resolver problemas complexos de forma eficiente, segura e escalável. Segundo a Gartner, trata-se de uma das **10 principais tendências tecnológicas estratégicas para 2025**, com impacto transversal em todos os setores <sup>27 28</sup>.

### 7.2.1. Impacto nos negócios

| Setor                    | Impacto esperado                                                                                                 |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Administração pública    | Modernização de serviços digitais, interoperabilidade entre sistemas legados e em nuvem, soberania de dados.     |
| Energia & Utilities      | Processamento em tempo real com edge computing, otimização de rede e manutenção preditiva.                       |
| Financeiro & Seguros     | Análise de risco, detecção de fraudes e modelação financeira com IA e HPC                                        |
| Indústria e Retalho      | Integração de dados de produção e consumo, automação inteligente, análise preditiva em tempo real.               |
| Telecomunicações e Media | Supporte para redes 5G, entrega de conteúdo de baixa latência, gestão de dados distribuídos.                     |
| Saúde                    | Processamento seguro de dados clínicos, suporte de telemedicina, interoperabilidade entre sistemas hospitalares. |

## 7.2.2. Abordagem técnica

### Componentes da Hybrid computing:

- **Nuvem pública** (AWS, Azure, GCP) para escalabilidade e elasticidade.
- **Nuvem privada** para segurança e conformidade.
- **Computação de borda** para baixa latência e processamento local.
- **Orquestração multicloud** com ferramentas como Kubernetes, OpenShift, Terraform.

### Benefícios técnicos:

- Redução de custos operacionais com alocação dinâmica de recursos.
- Continuidade de negócios com failover entre ambientes.
- Flexibilidade para cargas de trabalho sensíveis e não confidenciais.

### Segurança e Governança:

- Políticas de zero trust.
- Monitorização unificada com SIEM.
- Conformidade com LGPD e normas setoriais (ex: ANS, ANEEL).

## 7.2.3. Casos de uso por mercado

| Setor                 | Empresa                   | Aplicação da Computação Híbrida                                                  |
|-----------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Administração pública | Serpro                    | Integração de serviços digitais com nuvem privada e edge para segurança nacional |
| Energia               | REN                       | Monitorização de grade com edge computing + nuvem híbrida para análise preditiva |
| Financeiro            | Banco de Portugal         | Análise de risco em tempo real com cloud híbrida e IA                            |
| Indústria e Retalho   | Modelo Continente - Sonae | Plataforma de e-commerce e logística com arquitetura híbrida                     |
| Telecomunicações      | Altice Labs (MEO)         | Orquestração de redes 5G com edge computing e nuvem privada                      |
| Saúde                 | Fundação Champalimaud     | Processamento de exames e dados clínicos com nuvem híbrida e edge computing      |

## 7.2.4. Considerações de mercado

**Administração Pública:** Conformidade com RGPD e soberania de dados

**Energia:** Integração com sistemas SCADA e resiliência operacional

**Financeiro:** Segurança, auditoria e conformidade regulatória

**Indústria:** Compatibilidade com sistemas legados e automação

**Telecomunicações:** Latência mínima e escalabilidade

**Saúde:** Ética, interoperabilidade e certificação clínica

## 7.2.5. Empresas de referência e startups

Globais



Portuguesas:

Claranet Portugal, Warpcom, IP Telecom, INESC TEC (investigação em HPC), **Zup Innovation**: Plataforma para integração e orquestração de ambientes híbridos.

## 7.2.6. Estatísticas recentes

68% das empresas portuguesas planeiam adotar arquiteturas híbridas até 2026 (IDC Portugal)

45% das cargas de trabalho críticas já operam em ambientes híbridos em Portugal <sup>28</sup>

A Gartner prevê que a computação híbrida será essencial para suportar **IA, computação espacial e robótica polifuncional** até 2027 <sup>27</sup>

## 7.2.7. Referências

Gartner, “A Ascensão da Computação Híbrida”, 2024.

Forrester, “Edge and Cloud: Um Futuro Híbrido”, 2023.

McKinsey & Company, “Strategies for Hybrid IT Adoption”, 2023.

IBM Research, “Nuvem híbrida e sinergias quânticas”, 2023.



## 8.1. | Augmented connected workforce

**Força de trabalho aumentada e conectada: adotando ferramentas digitais para modelos de trabalho remotos e híbridos e o aumento da produtividade.**

A **força de trabalho aumentada-conectada (Augmented Connected Workforce – ACWF)** é uma abordagem estratégica que combina **tecnologias inteligentes, plataformas colaborativas, análise de dados e automação** para melhorar a experiência, o desempenho e a produtividade dos colaboradores. Segundo a Gartner, até 2027, **50% das grandes organizações industriais criarão novas funções com base em modelos de trabalho aumentados e conectados** <sup>30</sup>.

Em Portugal, a transformação digital da força de trabalho é uma prioridade transversal, refletida em políticas públicas como a Estratégia para a Transformação Digital da Administração Pública 2021-2026.

### 8.1.1. Impacto nos negócios

| Setor                    | Impacto esperado                                                                                 |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Administração pública    | Digitalização dos serviços, formação remota dos colaboradores, maior eficiência e transparência. |
| Energia & Utilities      | Operações remotas, manutenção preditiva, colaboração entre equipas distribuídas.                 |
| Financeiro & Seguros     | Atendimento digital personalizado, automação de processos e análise de desempenho                |
| Indústria e Retalho      | Automação de processos, gestão de equipas híbridas, integração de dados em tempo real.           |
| Telecomunicações e Media | Suporte técnico remoto, gestão de redes distribuídas, formação contínua.                         |
| Saúde                    | Telemedicina, colaboração clínica remota, gestão de equipas multidisciplinares.                  |

## 8.1.2. Abordagem técnica

### Tecnologias-chave:

- Plataformas de colaboração (Microsoft Teams, Google Workspace, Slack).
- Ferramentas de produtividade alimentadas por IA (Copilot, Notion AI, Miro).
- Soluções de gestão de RH e performance (SAP SuccessFactors, Workday).
- Realidade aumentada para suporte técnico remoto.
- Infraestrutura segura com Zero Trust, VPNs e autenticação multifator.

### Infraestruturas:

- Nuvem híbrida para escalabilidade e segurança.
- Integração com ERP e CRM.
- Monitorização digital da produtividade e bem-estar.

## 8.1.3. Casos de uso por mercado

| Setor                 | Empresa/Instituição    | Aplicação da Augmented-Connected Workforce                                  |
|-----------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Administração pública | AMA / Autenticação.gov | Formação digital de colaboradores e gestão remota de serviços públicos      |
| Energia               | EDP                    | Operações e manutenção remotas com RA e painéis colaborativos               |
| Financeiro            | Banco de Portugal      | Automação de processos internos e análise de desempenho com IA              |
| Indústria e Retalho   | Sonae                  | Gestão de equipas híbridas e integração de dados de loja e logística        |
| Telecomunicações      | EUA                    | Suporte técnico remoto com RA e formação técnica contínua                   |
| Saúde                 | Hospital da Luz        | Telemedicina e colaboração clínica com plataformas seguras e interoperáveis |

## 8.1.4. Considerações de mercado

**Administração Pública:** Inclusão digital e interoperabilidade entre sistemas

**Energia:** Conectividade em campo e segurança operacional

**Financeiro:** Conformidade com RGPD e segurança de dados

**Indústria:** Integração com sistemas de chão de fábrica e ERPs

**Telecomunicações:** Latência mínima e escalabilidade

**Saúde:** Ética, certificação clínica e interoperabilidade

## 8.1.5. Empresas de referência e startups

Globais



Portuguesas:

Talkdesk (contact centers), Sensei (retalho inteligente), Didimo (avatares digitais), Sword Health (fisioterapia digital)

## 8.1.6. Estatísticas recentes

74% dos líderes portugueses consideram o trabalho híbrido como modelo permanente (EY Work Reimagined Survey 2024)

60% das empresas industriais planeiam adotar plataformas de força de trabalho conectada até 2027 (IDC Europe)

A Gartner prevê que **a produtividade aumentará até 30%** com a adoção de estratégias ACWF bem implementadas <sup>30</sup>

## 8.1.7. Referências

Gartner, “Tendências na força de trabalho aumentada”, 2024.

McKinsey & Company, “Transformação Digital no Local de Trabalho”, 2023.

Forrester, “Ferramentas da força de trabalho e insights de produtividade”, 2024.

Pesquisa da Microsoft, “The Role of Collaboration Platforms in Hybrid Work” (O papel das plataformas de colaboração no trabalho híbrido), 2023.

# Tech for the future

Tecnología que nos prepara  
para o futuro