

Vigilância Tecnológica e de Mercado no Domínio Espacial

Missão Interface - LA1

CTI Aeroespacial



Autor: Teresa Correia
Cargo: Engenheira Física
Data: Dezembro de 2025

Motivação

O presente estudo surge no âmbito da **Missão Interface**, com o propósito de apoiar o desenvolvimento estratégico e tecnológico do **setor espacial nacional**, em articulação com as tendências internacionais. O **CTI Aeroespacial** conduz esta análise de vigilância tecnológica e de mercado com o objetivo de identificar produtos, processos e serviços emergentes, capazes de gerar valor e competitividade para Portugal no contexto do **New Space**.

Num momento em que o setor espacial atravessa uma transformação profunda - marcada pela entrada de novos atores privados, pela reutilização de lançadores, miniaturização de satélites e pela digitalização dos serviços orbitais - torna-se essencial dispor de informação atualizada e prospetiva. Este estudo pretende, assim, **mapear as trajetórias tecnológicas** e **identificar oportunidades de inovação**, promovendo a integração da indústria e da investigação nacional nas cadeias de valor internacionais.

A motivação central assenta na **necessidade de posicionar Portugal como um ator relevante no ecossistema espacial europeu**, reforçando a sua autonomia tecnológica, atraindo investimento e potenciando sinergias entre a academia, as empresas e as instituições públicas. Através da análise das tendências globais, até dezembro de 2025, e da identificação de oportunidades setoriais, este trabalho contribui para a formulação de estratégias que suportem o **crescimento sustentável e competitivo** do setor espacial nacional.

Índice

I	Análise estratégica e de vigilância de mercado	5
1	Introdução	6
2	Diagnóstico do setor do espacial	7
2.1	Contextualização	7
2.2	Panorama atual do setor espacial	11
2.3	Segmentos da cadeia de valor	14
2.4	Principais agentes	17
2.4.1	Caso Português	19
3	Mapeamento de tendências e trajetórias tecnológicas	24
4	Identificação de novos produtos, processos e serviços	26
4.1	Comunicações	26
4.2	Navegação	27
4.3	Acesso ao Espaço	28
4.4	Observação da Terra	29
4.5	Ciência & Investigação	30
4.6	Exploração Espacial	31
4.7	Segurança Espacial	32
5	Identificação de oportunidades e necessidades setoriais	34
5.1	Metodologia	35
5.2	Análise dos resultados	36
5.2.1	Relevância dos produtos e serviços identificados para o setor espacial	36
5.2.2	Prospetiva de oportunidade para o ecossistema nacional, considerando a capacidade de implementação dos produtos e serviços identificados	36
5.2.3	Escala temporal de implementação dos produtos e serviços identificados com base na maturidade da indústria portuguesa nesse domínio de aplicação	37
5.2.4	Análise global	38
5.3	Questões de resposta aberta	39
6	Conclusões da análise	41
II	Roadmap	43

Lista de Siglas e Acrónimos

AI	Artificial Intelligence. 36–38	FCT	Fundação para a Ciência e a Tecnologia. 19
ARIEL	Atmospheric Remote-sensing Infra-red Exoplanet Large-survey. 30	FCUL	Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. 21
CHEOPS	CHaracterising ExOPlanet Satellite. 30	FCUP	Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. 21
CNSA	China National Space Administration. 18	GNSS	Global Navigation Satellite System. 22, 27, 28
COTS	Commercial Off-The-Shelf. 7, 9, 24	GSaaS	Ground Segment as a Service. 26, 36–38
D2D	Direct to Device. 27	HE	Horizon Europe. 19
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (German Aerospace Center). 29	IA	Instituto de Astrofísica e Ciências do Espaço. 31
ELT	Extremely Large Telescope. 31	IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers. 8
EO	Earth Observation. 44	IoD/IoV	In-orbit Demonstration/Validation. 8, 9, 24
ESA	European Space Agency. 11, 12, 18, 19, 27–30, 32, 39, 44	IoT	Internet of Things. 6, 23, 24, 27, 36–38, 42
ESO	European Southern Observatory. 31	IRIS²	Infrastructure for Resilience, Interconnectivity and Security by Satellite. 18, 27
EUMETSAT	European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites. 19	ISL	links inter-satélites. 26
EuroQCI	European Quantum Communication Infrastructure. 26	ISRO	Indian Space Research Organisation. 18
EUSP	European Union Space Programme. 19	ISS	Estação Espacial Internacional. 31
		IST	Instituto Superior Técnico. 21
		JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency. 10, 18

JUICE	JUpiter ICy moons Explorer. 30	PRR	Plano de Recuperação e Resiliência. 10, 19, 23, 40, 44, 45
JWST	James Webb Space Telescope. 31	RF	Radio-frequência. 26
LEO	Low Earth Orbit. 15, 25, 27–29, 36–38, 42	Roscosmos	Russian Federal Space Agency. 10, 18
MEMS	Micro-Eletro-Mechanical Systems. 7	SAR	radares de abertura sintética. 29, 41, 44
MEO	Medium Earth Orbit. 27	SatCom	Satellite Communications. 40
NASA	(EUA) National Aeronautics and Space Administration. 9, 30, 31	SKAO	Square Kilometer Array Observatory. 18, 19, 31
PLATO	PLANetary Transits and Oscillations of stars. 30	SSA	Space Situational Awareness. 19, 22
PNT	Positioning, Navigation and Timing. 27, 28, 36–38, 42	SST	Space Surveillance & Tracking. 18, 33, 36–38, 42
PRISMA	PRecursore IperSpettrale della Missione Applicativa. 29	STM	Space Traffic Management. 18, 36–38, 42
		VHR	Very-High Resolution. 29, 44
		VLEO	Very Low Earth Orbits. 25, 29

Parte I

Análise estratégica e de vigilância de mercado

1 Introdução

A 4 de outubro de 1957, o lançamento do Sputnik-1 marcou o início da chamada “Era Espacial”, inaugurando uma corrida tecnológica e científica entre as grandes potências mundiais. Desde então, o espaço evoluiu de um domínio reservado a programas governamentais e militares para um ecossistema global de elevado valor estratégico e económico, que sustenta atividades essenciais à vida moderna, desde as telecomunicações e navegação até à observação da Terra e monitorização ambiental.

Nas últimas duas décadas, esta transformação acelerou com o surgimento do New Space, um paradigma que substituiu os programas estatais de grande escala por um ecossistema dinâmico e comercialmente orientado. A redução dos custos de lançamento, a miniaturização dos satélites e o aumento da participação privada abriram caminho a novas cadeias de valor e a modelos de negócio mais ágeis e competitivos. Este movimento impulsionou também o aparecimento de tecnologias convergentes, como a inteligência artificial, a Internet of Things (IoT), o *blockchain* e a computação em nuvem, que têm redefinido a forma como os dados espaciais são produzidos, tratados e explorados.

A crescente dependência de serviços espaciais torna o setor um pilar essencial da economia moderna, com forte impacto em áreas como o ambiente, a mobilidade, a agricultura e a segurança. Neste contexto, compreender as tendências tecnológicas e de mercado que moldam o setor é fundamental para antecipar evoluções e definir estratégias que assegurem o crescimento sustentável da economia espacial.

2 Diagnóstico do setor do espacial

2.1 Contextualização

Com a viragem do século, verificou-se uma mudança de paradigma no setor espacial, com o surgimento do movimento designado por **NewSpace**. Este conceito corresponde a uma nova tendência mundial de desenvolvimento tecnológico, marcada pela diversificação e pelo crescimento do setor privado [1], que introduziu novas metodologias e mentalidades relativamente à gestão de riscos, distintas daquelas adotadas pelas agências espaciais que até então dominaram a atividade.

O aparecimento do **NewSpace** foi impulsionado pela evolução de tecnologias e de técnicas de fabrico que influenciaram diretamente a indústria espacial, tornando-a mais acessível e competitiva. Destacam-se, neste contexto, as seguintes tendências que representam os principais catalisadores desta revolução:

1. **Miniturização eletrónica** - A miniaturização eletrónica (nomeadamente MEMS) tem vindo a revolucionar várias indústrias tecnológicas, com um impacto significativo no setor espacial, sobretudo pela correlação direta entre a massa a ser lançada para órbita e o custo do seu lançamento.
2. **Padronização de plataformas** - A criação dos CubeSats¹ (com origem num projeto universitário [2]) contribuiu para a definição de um *standard*, nomeadamente a nível de dimensões, que possibilitou o desenvolvimento em série de componentes para satélites e plataformas para integração em lançadores.
3. **Commercial Off-The-Shelve (COTS)** - Com a popularização dos CubeSats, surgiram também os componentes COTS, que consistem em *hardware* e *software* desenvolvidos e testados previamente para fins comerciais, podendo ser integrados rapidamente em missões espaciais, reduzindo custos e prazos de desenvolvimento.
4. **Novos materiais** - A introdução de novos materiais como os compósitos de fibra de carbono e as ligas de alumínio-lítio (Al-Li), com elevada resistência e menor massa específica, contribuiu para a redução dos custos de lançamento.
5. **Manufatura aditiva (impressão 3D)** - O desenvolvimento de processos de fabrico aditivo permite a produção de componentes espaciais de forma mais rápida, económica e com maior flexibilidade de design.

¹Satélite de baixo custo, com formato cúbico padronizado (10x10x10 cm³), que utiliza peças comerciais para reduzir custos, facilitando o acesso ao espaço, nomeadamente para o desenvolvimento de atividades académicas, científicas e comerciais.

6. **Redução dos custos de lançamento** - Neste domínio, a sustentabilidade está associada à redução de custos, alcançada através da implementação de filosofias de reutilização de veículos lançadores e da partilha dos mesmos entre diversas entidades (*rideshares*).

Esta transformação não só revolucionou o acesso ao espaço através da redução dos preços, potenciados pela diversificação da indústria, como também acelerou o desenvolvimento de novas tecnologias, suportado por metodologias de teste que permitam a possibilidade de falha. Um exemplo paradigmático é o da SpaceX, com a sua filosofia de *In-orbit Demonstration/Validation* (IoD/IoV), considerada, até agora, incomportável para organizações governamentais devido ao peso dos investimentos públicos, mas que permite reduzir drasticamente os prazos de desenvolvimento e acelerar a disponibilização de soluções no mercado.

O *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) desenvolveu um estudo que define o novo paradigma **NewSpace** [3], no qual se sumarizam as suas principais características em três dimensões: na camada empresarial (Tabela 2.1), no modelo de negócios (Tabela 2.2) e nos produtos (Tabela 2.3).

	Principais Características	Traditional Space	New Space
Camada Empresarial	Acionistas	> 30% institucional	> 70% privado
	Fontes de receitas	Concursos públicos, subvenções e subsídios	Contratos comerciais
	Transição para a privatização	Impulsionada pela necessidade do aumento da eficiência de produção	Impulsionada pelo desejo do aumento da margem de lucro
	Rentabilidade	Não considerada como objetivo primário pelos indivíduos nem enraizada na cultura da empresa	Objetivo primário claro e enraizada na cultura da empresa
	Clientes	> 50% institucionais	< 50% institucionais
	Estrutura de operação típica	Com tendência para a integração horizontal	Com tendência para a integração vertical

Tabela 2.1: Mudança de Paradigma **NewSpace** - Camada Empresarial (fonte: artigo [3]).

	Principais Características	Traditional Space	New Space
Camada do Modelo de Negócios	Necessidades dos acionistas primários	Segurança nacional, benefícios para a sociedade e prestígio internacional	Retorno económico
	Mercado total disponível	Setor espacial	Todos os setores económicos relevantes
	Modelo Financeiro	<i>Cost plus</i> ²	Preço fixo
	Modelo de Negócios	Entrega e operação do produto	Dados e conhecimento como serviço

Tabela 2.2: Mudança de Paradigma **NewSpace** - Modelo de Negócios (fonte: artigo [3]).

	Principais Características	Traditional Space	New Space
Camada do Produto	Abordagem inovadora dominante	Impulso tecnológico (devido às necessidades futuras do mercado)	Demanda do mercado (necessidades atuais de mercado)
	Processo de desenvolvimento do produto	V-model	Agile
	Tempo de desenvolvimento	Vários anos	12–18 meses
	Tempo de vida orbital típico	Entre 5 a 15 anos	Entre meses e poucos anos (menos de 5 anos)
	Custo unitário típico (para um ativo espacial)	> 1,000k USD	10k–1,000k USD
	Decisões: Fazer Vs Comprar	Preferência por componentes feitos à medida, qualificados para o espaço	Preferência por componentes COTS, qualificados para voo espacial.
	Principais impulsores do desenho do sistema	Desempenho	Valor presente líquido e desempenho para o custo
	Atitude perante risco	Aversão ao risco	Procura de risco
	Abordagem à verificação e validação	Abordagem V&V exaustiva. Validação é tipicamente efetuada nos ativos espaciais operacionais	V&V “necessária”, preferindo redução de testes consoante o custo. Permissivos à falha em órbita desde que seja possível extrair aprendizagens passíveis de serem implementadas na próxima geração de desenvolvimento. A validação é realizada através de <i>In-orbit Demonstration/Validation</i> (IoD/IoV) em ativos não operacionais ou em partes dos ativos operacionais

Tabela 2.3: Mudança de Paradigma **NewSpace** - Produto (fonte: artigo [3]).

Contudo, é importante salientar que o **OldSpace**, caracterizado pelo domínio das agências espaciais nacionais e pelos gigantes da indústria que as alimentam - como a NASA, ESA,

² *Cost plus* é um sistema de precificação que resulta do somatório do custo de desenvolvimento (que poderá ser vulnerável à disponibilidade de fornecedores e flutuações de preço) e de uma taxa fixa de lucro da empresa, não representando, por conseguinte, um preço constante.

Roscosmos, JAXA, Boeing, Lockheed Martin, entre outros -, não perde relevância com o surgimento do **NewSpace**, estabelecendo-se antes uma relação de simbiose entre ambos [4].

Esta simbiose torna-se ainda mais evidente com a nova agenda do **PRR**: “**New Space Portugal**” [5], na qual o financiamento público é distribuído de forma a promover a colaboração entre a indústria, as entidades governamentais (civis e militares) e a academia.

2.2 Panorama atual do setor espacial

O mercado espacial global foi avaliado em 2024 pela Space Foundation em **522,5 mil milhões de euros (US\$ 613B)**. Deste montante, aproximadamente 78% corresponde às receitas e investimentos privados no setor comercial, enquanto que os restantes 22% resultam do financiamento público destinado a órgãos de investigação e desenvolvimento, *start-ups* e programas de defesa. O mercado internacional continua a ser fortemente dominado pelos Estados Unidos da América, que concentram cerca de 60% do investimento privado global no setor espacial e aproximadamente 60% do financiamento público [6].

No plano europeu, o investimento público no setor espacial manteve-se relativamente estável entre 2020 e 2024, totalizando cerca de **12.6 mil milhões de euros em 2024** (cerca de +2% face ao ano anterior). Como mostra a Figura 2.1, observa-se uma evolução estrutural na distribuição destes orçamentos, com uma crescente orientação para **aplicações de defesa**, que em 2024 já representavam **54 % dos gastos institucionais a nível global** [7].

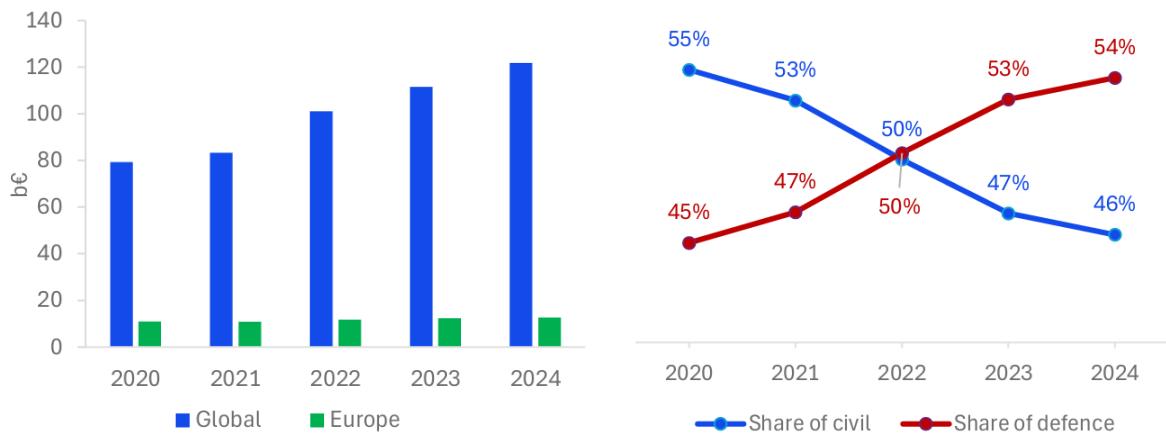


Figura 2.1: Investimento público a nível global - Relatório “The Space Economy 2025” (ESA) [7].

No que respeita ao investimento privado, este assume maioritariamente a forma de *venture capital*, *investment angels* e financiamento por dívida. A Figura 2.2 evidencia a evolução deste investimento no setor espacial global, com uma queda histórica de 51% em 2023 face a 2021. Contudo, em 2024 houve uma recuperação com um aumento de 20% face a 2023, alcançando 7 mil milhões de euros. No contexto europeu, a tendência tem sido apenas crescente, atingindo um pico de €1.5 mil milhões em 2024, um aumento de 56% face ao ano anterior [7].

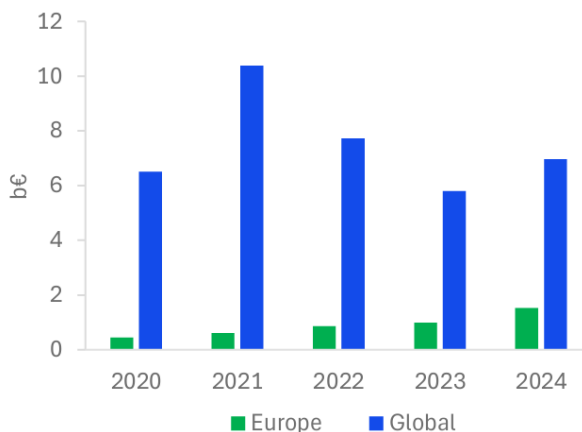


Figura 2.2: Investimento privado a nível global - Relatório “The Space Economy 2025” (ESA) [7].

O financiamento privado é um motor importante de inovação, sobretudo quando articulado com mecanismos de apoio público. Esta combinação tem sido determinante para o crescimento das *start-ups* espaciais e, deste modo, para a consolidação do paradigma NewSpace.

A nível europeu, o investimento privado em *start-ups* tem sido crescente, tendo a média de investimento por negócio sido 12 milhões de euros, 34% superior em 2023 em relação a 2022 (Figura 2.3). Para além dos valores agregados, importa notar que o investimento em *start-ups* espaciais apresenta uma natureza cíclica e particularmente volátil, fortemente influenciada pelas condições macroeconómicas e pelo apetite dos investidores por risco tecnológico. Apesar dessa volatilidade, o ecossistema europeu demonstra sinais de maturidade crescente: enquanto em 2014–2015 quase 90% do capital se concentrava em apenas cinco empresas, em 2023 essa proporção foi reduzida para 44%.



Figura 2.3: Investimentos privados nas *start-ups* europeias - Relatório “The Space Economy 2024” (ESA) [8].

O alargamento do número de beneficiários tem refletido uma maior diversificação do mercado e das soluções tecnológicas desenvolvidas pelas *start-ups*. No entanto, uma distribuição mais uniforme do capital por um conjunto alargado de empresas pode também resultar numa alocação menos eficiente dos recursos, sobretudo num setor caracterizado por elevados requisitos de investimento e ciclos de retorno prolongados. Neste contexto, os investimentos em *start-ups* espaciais continuam a representar um risco significativo para os fundos de *venture capital*, uma vez que muitas destas empresas enfrentam dificuldades em assegurar financiamento adicional nas fases mais críticas de crescimento. Não surpreende, por isso, que a taxa de insucesso permaneça elevada, apesar da entrada consistente de novos *players* no mercado. Em 2023, os **cinco maiores investimentos europeus em *start-ups*** somaram **€411 milhões** [8], ilustrando a forte concentração de capital num grupo seletivo de empresas (Figura 2.4).

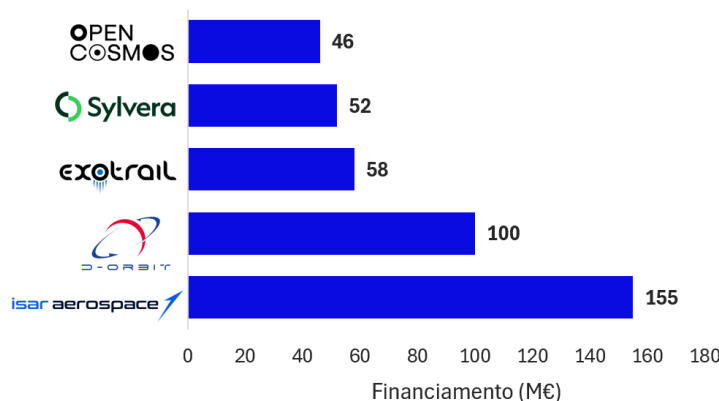


Figura 2.4: Top 5 *start-ups* europeias com maior investimento em 2023.

Para além das dinâmicas de financiamento, importa ainda compreender a diversidade de áreas em que o setor espacial se organiza. Como ilustrado na Figura 2.5, podem identificar-se sete domínios principais: comunicações, navegação, acesso ao espaço, observação da Terra, ciência e investigação, exploração espacial e segurança espacial. Estes domínios constituem o núcleo das aplicações resultantes dos desenvolvimentos tecnológicos nesta indústria, abrangendo desde serviços comerciais e científicos até atividades de defesa.



Figura 2.5: Esquema dos principais domínios do setor espacial.

Estes sete domínios não devem ser entendidos como áreas isoladas, mas sim como componentes interdependentes de um ecossistema integrado. O desenvolvimento de capacidades no Acesso ao Espaço, por exemplo, é um fator crítico para viabilizar aplicações em Observação da Terra ou Navegação, enquanto os avanços em Ciência & Investigação funcionam como motor transversal, alimentando a inovação em todos os restantes segmentos.

Em termos de maturidade e atratividade, existem diferenças relevantes entre os domínios. Comunicações e Navegação configuram mercados consolidados, com elevada penetração comercial e modelos de negócio estáveis, não obstante do surgimento de novas tecnologias nestes domínios. Por contraste, áreas como Exploração Espacial e Segurança Espacial mantêm-se em fase de afirmação, ainda fortemente dependentes de financiamento institucional. Já os segmentos de Observação da Terra e de Acesso ao Espaço encontram-se num ponto de viragem, atraindo um crescente investimento privado e estimulando a emergência de *start-ups*, especialmente no contexto europeu.

2.3 Segmentos da cadeia de valor

O setor espacial apresenta uma cadeia de valor complexa, cuja compreensão exige a análise dos seus diferentes segmentos. Na Figura 2.6 destacam-se quatro níveis principais. O **upstream** engloba a indústria de desenho, fabrico e testes de tecnologias espaciais, como satélites, lançadores, antenas e telescópios. Segue-se o **midstream**, onde se concentram as atividades de recolha, processamento e gestão de dados obtidos em órbita. O **downstream** corresponde à disponibilização de serviços baseados nesses dados, enquanto os **end users** representam os consumidores finais dessas soluções. Importa ainda salientar que existem grandes atores da indústria que operam simultaneamente em mais do que um destes segmentos.

O paradigma **NewSpace**, introduziu alterações significativas no fluxo da cadeia de valor do setor. Enquanto o modelo tradicional era caracterizado por um impulso tecnológico gerado pelo segmento **upstream** (*technology push*), o setor cedeu progressivamente lugar a uma lógica orientada pela procura de mercado (*market-demand pull*). Nesta nova realidade, é a procura dos utilizadores finais que orienta o desenvolvimento tecnológico, assegurando que a inovação responde de forma mais direta às necessidades comerciais e operacionais do setor.

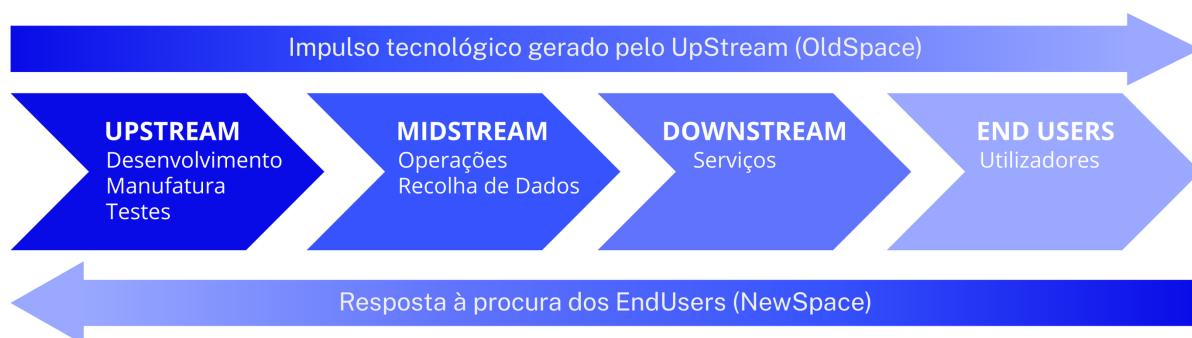


Figura 2.6: Cadeia de Valor do Setor Espacial.

Pelo facto de a cadeia de valor do setor espacial estar dividida em quatro segmentos, torna-se difícil avaliar o valor do setor. No panorama internacional, o segmento de **upstream** representou em 2024 cerca de 63 mil milhões de euros, sendo 6% disso o valor deste mercado a nível europeu [7]. Este valor tem vindo a diminuir, sendo que no ano anterior foi de 10% e em 2008 chegou a ser 21%. Já o segmento de **downstream** representou em 2023 quase 7x isso com €358 mil milhões a nível global e €82 mil milhões no panorama europeu.

A partir da Figura 2.7 é possível realizar uma análise da distribuição do investimento no setor por domínios, distinguindo os segmentos **upstream** e **downstream**. Esta análise evidencia uma discrepância face aos valores anteriormente referidos, decorrente das **diferenças metodológicas na definição dos limites do setor espacial**. A delimitação entre atividades espaciais diretas e serviços suportados por tecnologias espaciais continua a ser um dos principais desafios na quantificação deste mercado. No caso do relatório da NOVSPACE³, foram considerados apenas os produtos e serviços estritamente ligados à

³Relatório de Economia Espacial que analisa as dinâmicas de mercado e as áreas de crescente interesse a nível mundial.

infraestrutura espacial, excluindo as aplicações e serviços derivados — como plataformas digitais, soluções de monitorização ou aplicações comerciais baseadas em dados de satélite — que se enquadram no segmento **downstream**.

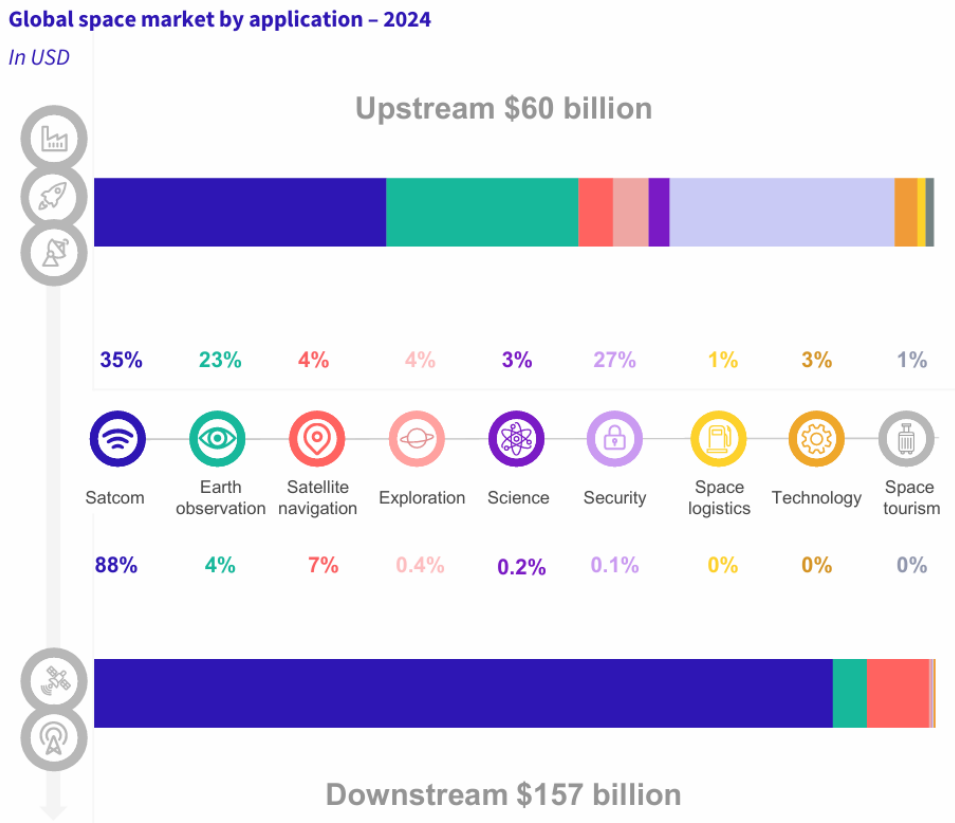


Figura 2.7: Distribuição do investimento global no setor espacial por domínio e segmento - “Space Economy Report” (NOVASPACE) [9].

Tendo essa limitação em conta, o relatório estima que o segmento **upstream** represente cerca de **60 mil milhões de dólares**, dominado pelas atividades de Comunicações (35%), Segurança (27%) e Observação da Terra (23%). O **downstream**, por sua vez, totaliza aproximadamente **157 mil milhões de dólares**, refletindo o peso crescente dos serviços comerciais e das aplicações que dependem, direta ou indiretamente, de dados e infraestruturas espaciais.

A elevada valorização do mercado de Observação da Terra está fortemente associada à curta vida orbital dos satélites que o compõem, o que implica uma necessidade constante de substituição e reconstrução de unidades. Os satélites comerciais deste domínio apresentam, em média, 3 a 6 anos de operação, enquanto as missões institucionais alcançam períodos entre 10 e 15 anos. Em contraste, os satélites de comunicações possuem ciclos de vida orbital significativamente superiores, dado que a maioria opera em órbita geoestacionária — uma tendência que tem vindo a ser gradualmente alterada pelo paradigma **NewSpace**, com o aumento de constelações em órbita baixa (LEO). Apesar dessa maior longevidade, o custo unitário destes satélites permanece substancialmente mais elevado.

Já o segmento **downstream** é fortemente dominado pelo domínio das comunicações,

apresentando um elevado nível de maturidade, constituindo um pilar da sustentabilidade financeira do setor, refletindo a forte dependência global dos serviços de conectividade e transmissão de dados dele derivados.

2.4 Principais agentes

Para concluir o diagnóstico do setor espacial, é essencial identificar os principais agentes que nele atuam e o influenciam. A Figura 2.8 apresenta uma síntese dos principais agentes do setor espacial a nível mundial, distribuídos pelos respetivos domínios de atuação e pelos seus países de origem.

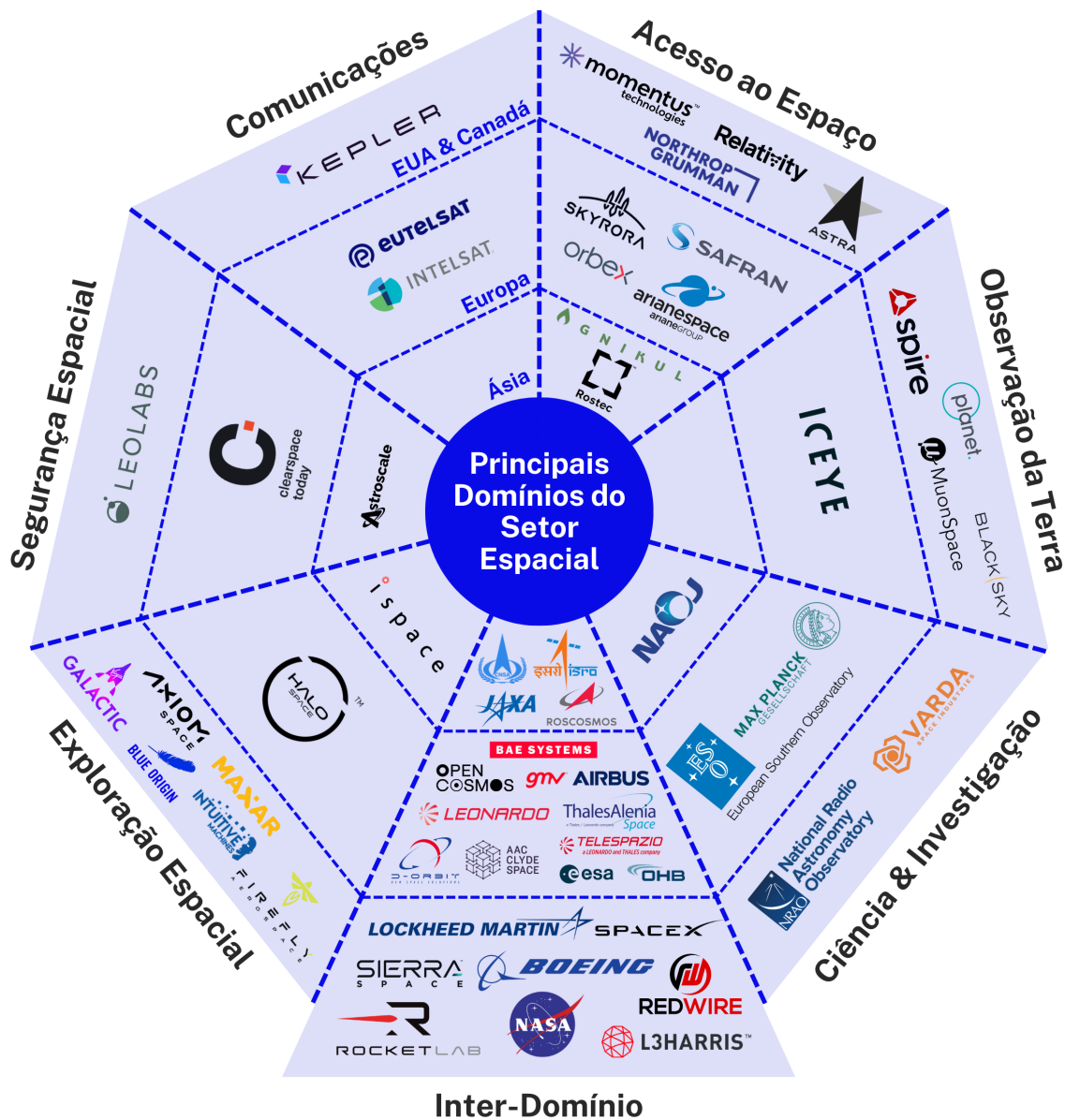


Figura 2.8: Síntese dos principais agentes do setor espacial a nível mundial.

De forma geral, os **Estados Unidos da América** continuam a dominar o setor, impulsionados por uma base industrial sólida e pela presença de empresas com elevada capacidade tecnológica e financeira, como a **SpaceX**, **Boeing**, **Northrop Grumman** e **Lockheed Martin**. Estas entidades asseguram uma posição de liderança global, sustentada por contratos públicos e por um ecossistema de investimento privado ativo.

No caso **européu**, observa-se uma distribuição mais equilibrada, com destaque para **França**, o **Reino Unido** e **Itália**, que reúnem o maior número de entidades relevantes. Grupos como a **Airbus**, **Thales Alenia Space**, **Leonardo** e **Arianespace** desempenham um papel essencial na infraestrutura espacial europeia, em articulação com a **ESA** e a **Comissão Europeia** através de programas como o **Copernicus**, **Galileo** e o **IRIS²**. Este modelo, mais colaborativo e regulado, difere da abordagem norte-americana, mas tem permitido à Europa reforçar a sua autonomia e manter competitividade.

A 23 de outubro de 2025, a **Airbus**, **Thales Alenia Space** e **Leonardo** assinaram um *Memorandum of Understanding* para criar uma nova empresa que empregará no total mais de 25 000 pessoas. Perspetiva-se que a empresa esteja operacional em 2027, tendo como objetivo uma frente europeia mais forte e competitiva no setor espacial para aumentar a dinâmica do mercado internacional, atualmente dominado pelos Estados Unidos da América.

No panorama asiático, destaca-se o peso das agências espaciais nacionais, em particular a chinesa (**CNSA**), indiana (**ISRO**), japonesa (**JAXA**) e russa (**Roscosmos**). A maioria dos projetos nestes países continua a ser conduzida por estas instituições, refletindo uma estrutura ainda fortemente estatal. No entanto, começa a notar-se um crescimento do setor privado, sobretudo na **China**, com empresas a investir em observação da Terra, comunicações e pequenos lançadores, seguindo a tendência global associada ao **New Space**.

Para além das iniciativas regionais, destaca-se também o **Square Kilometer Array Observatory (SKAO)** como um dos maiores projetos científicos de colaboração internacional na área da radioastronomia (domínio **Ciência & Investigação**). Com sede no Reino Unido e infraestruturas distribuídas entre a Austrália e a África do Sul, o SKAO reúne mais de uma dezena de países e organizações científicas de referência, incluindo a ESA e observatórios nacionais europeus e asiáticos.

A Figura 2.8 permite ainda constatar a menor maturidade do setor no domínio da **Segurança Espacial**, nomeadamente no que respeita à *Space Surveillance & Tracking* (SST) e *Space Traffic Management* (STM), que ainda conta com um número reduzido de atores relevantes. Verifica-se também que o domínio de **Ciência & Investigação** é fortemente dominado por centros de investigação e organizações governamentais, refletindo a natureza estratégica e de longo prazo das atividades de desenvolvimento tecnológico de base. É igualmente possível observar o forte investimento dos Estados Unidos no domínio da **Exploração Espacial**, particularmente nos voos comerciais e nas missões para exploração lunar.

Por fim, a maioria dos **principais players do setor** posiciona-se no **Inter-Domínio**, desenvolvendo aplicações e missões integradas que abrangem praticamente todas as áreas do setor espacial. Este grupo inclui também atividades ligadas ao domínio da **Navegação**, um setor altamente desenvolvido e tecnologicamente consolidado, mas cuja liderança permanece concentrada em agências públicas e consórcios internacionais — como o *GPS* (EUA), *Galileo* (Europa), *GLONASS* (Rússia) e *BeiDou* (China), observando-se uma menor presença de empresas privadas independentes dedicadas exclusivamente à navegação.

2.4.1 Caso Português

Segundo a Agência Espacial Portuguesa, em 2023, o setor espacial em Portugal foi avaliado em **165 milhões de euros em proveitos operacionais**, englobando vendas, subsídios e outras fontes de rendimento de empresas, centros de investigação e entidades públicas.

Neste mesmo ano, o **investimento público** direto no setor foi de **130 milhões de euros**, incluindo apoios no âmbito da **ESA, SKAO, EUMETSAT, EUSP, HE, PT2030, PRR** e financiamento do Orçamento de Estado a entidades nacionais via FCT, nomeadamente. Este investimento concentrou-se maioritariamente no segmento **upstream**, refletindo a aposta nacional no desenvolvimento da capacidade de investigação e manufatura de componentes e tecnologias.

Na Figura 2.9 é evidenciada a assimetria do investimento público pelos domínios do setor espacial, sendo que em 2023, 45% foi investido no domínio da Observação da Terra, 18% Ciência & Investigação, 16% Navegação, 7% Segurança, 5% Comunicações e 2% no Acesso ao Espaço. No conjunto de domínios definidos neste relatório, apenas o domínio da Exploração Espacial não registou investimento expressivo em 2023 em Portugal.

Adicionalmente, a Agência Espacial Portuguesa identificou uma área transversal designada Tecnologia, que agrega cerca de 7% do investimento público destinado à inovação empresarial e à modernização tecnológica aplicável a todo o setor.

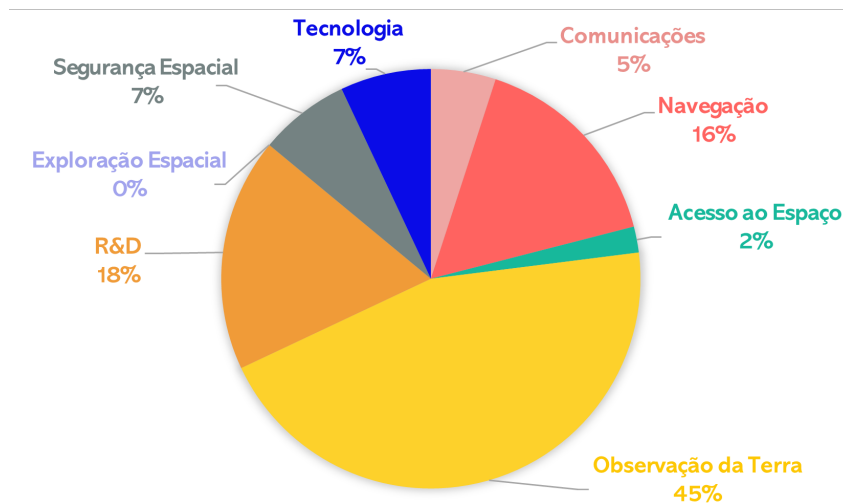


Figura 2.9: Distribuição do investimento público em Portugal por domínio.

O **investimento privado**, nomeadamente do tipo *venture capital*, apresentou maior concentração nos domínios das **Comunicações de satélite** e na **Observação da Terra**, tanto em atividades do segmento **upstream** como **downstream**. Verifica-se ainda a presença de iniciativas privadas emergentes no domínio da Space Situational Awareness (SSA), integradas no domínio da **Segurança Espacial**, sobretudo no contexto das soluções **downstream** orientadas à prestação de serviços de informação e gestão de dados orbitais.

No quadro apresentado na Figura 2.10 estão destacados os principais agentes do setor espacial em Portugal, incluindo empresas e institutos nacionais e internacionais com um polo em Portugal. Estes agentes estão agrupados pelo seu domínio e segmento de atuação.

Principais Agentes do Setor em Portugal					
	Upstream	Midstream	Downstream	Multi-Segmento	
Inter-Domínio					Inter-Domínio
Comunicações					
Navegação					Observação da Terra
Acesso ao Espaço					
Observação da Terra					Observação da Terra
R&D					
Exploração Espacial					<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p> Nacional</p> <p> Nacional c/ presença Internacional</p> <p> Internacional em Portugal</p> </div>
Segurança					

Figura 2.10: Síntese dos principais agentes do setor espacial em Portugal.

A análise a Figura 2.10 mostra que a maioria da indústria espacial portuguesa se concentra no segmento **upstream**, caracterizado pela investigação, desenvolvimento e manufatura de tecnologias, seguido do segmento **downstream**, com especial destaque

para o domínio da **Observação da Terra**. Verifica-se igualmente que **19 das 54 entidades** identificadas, apresentam presença internacional, o que evidencia uma integração crescente de Portugal nas cadeias de valor globais do setor.

Relativamente ao ano de 2024, a Agência Espacial Portuguesa identificou as empresas que se seguem⁴ como as de maior relevância para ecossistema nacional, considerando o valor acrescentado, o volume de negócios e o emprego relacionados com o setor espacial:

- Maior valor acrescentado:
 - Beyond Gravity PT;
 - Critical Software;
 - Deimos Engenharia;
 - EUTELSAT Madeira;
 - GMV PT;
- Maior volume de faturação:
 - Amorim Cork Composites;
 - Beyond Gravity PT;
 - Critical Software;
 - EUTELSAT Madeira;
 - Open Cosmos Atlantic;
- Maior número de trabalhadores:
 - Beyond Gravity PT
 - Critical Software
 - Deimos Engenharia
 - GMV PT
 - Sinuta

O **CEiiA** assume também um papel relevante no setor, embora não figure na listagem por não ter natureza empresarial. A sua atuação tem sido determinante na inovação e no desenvolvimento tecnológico, com impacto transversal nos diferentes domínios espaciais. A academia mantém, do mesmo modo, um contributo essencial, destacando-se o **Instituto Superior Técnico (IST)**, a **Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL)** e a **Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP)**, que têm desempenhado um papel ativo na investigação e na transferência de conhecimento.

Entre as nove entidades consideradas mais influentes, quatro são internacionais, três são nacionais com presença internacional e duas são nacionais sem polos fora de Portugal, conforme apresentado na Figura 2.11. Esta distribuição reflete o equilíbrio entre a

⁴Os Top 5 estão ordenados por ordem alfabética e não de valor acrescentado, volume de faturação ou número de vendas.

consolidação da indústria nacional e a presença de *players* globais no mercado português.

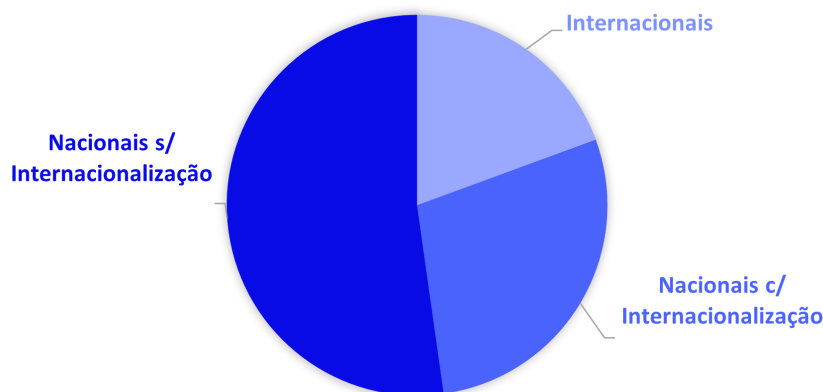


Figura 2.11: Distribuição dos principais agentes do setor espacial em Portugal.

De acordo com a Figura 2.11, **19.4%** das entidades são **internacionais**, enquanto a maior percentagem é alocada às empresas **nacionais sem internacionalização**, correspondendo a **52.2%** da seleção. O facto da proporção das nove entidades com maior faturação e empregabilidade no setor espacial não coincidir com estas percentagens, indicia que, apesar das empresas internacionais e as nacionais com internacionalização se encontrarem em menor número no ecossistema espacial português, estas são as que mais o impactam a nível económico.

No grupo de entidades com maior impacto, **Beyond Gravity**, **GMV**, **Eutelsat** e **Open Cosmos** são empresas **européias**, sediadas na Suíça, Espanha, França e Inglaterra respetivamente. A **Beyond Gravity** centra-se em atividades **upstream**, dedicando-se à manufatura de plataformas de satélite, *payloads* e lançadores. A **Eutelsat** atua no segmento **downstream**, dedicando-se exclusivamente ao domínio das **Comunicações**, enquanto a **GMV** é uma empresa multi-segmento que desenvolve aviónica para lançadores, sistemas de navegação e controlo, *software* para satélites e sistemas de processamento de dados, incluindo aplicações de SSA. Também a **Open Cosmos** se pode classificar como multi-segmento e inter-domínio, atuando *end-to-end* desde a projeção de missão à manufatura satélites, validação e operação dos satélites aplicados a múltiplos domínios.

Por outro lado, a **Critical Software** e a **Deimos Engenharia** são empresas nacionais consolidadas, com mais de duas décadas de experiência e presença em múltiplos domínios. A **Critical Software** especializa-se no desenvolvimento de *software* de voo, sistemas de simulação e computação científica para análise dos dados de missão, com forte orientação para a fiabilidade e certificação. Já a **Deimos Engenharia** atua sobretudo na construção e integração de sistemas de satélite, no desenvolvimento de sistemas de GNSS e de segmentos de solo, bem como na análise e processamento de dados, especialmente no domínio da **Observação da Terra**. A **Amorim Cork Composites**, por sua vez, integra a cadeia de valor espacial através do fornecimento de materiais avançados à base de cortiça destinados à indústria aeroespacial, com especial aplicação

no domínio do **Acesso ao Espaço**.

Também a empresa **Sinuta** e o **CEiiA** assumem um papel relevante no setor espacial português, apesar de não apresentarem internacionalização direta. Enquanto a **Sinuta** se dedica à manufatura de antenas para satélites e *ground segments*, o **CEiiA** desenvolve atividades em toda a cadeia de valor, desenvolvendo estruturas de lançadores e satélites (**upstream**), operando satélites, gerindo dados (**midstream**) e criando produtos e serviços com base nos dados (**downstream**), nomeadamente no domínio da **Observação da Terra**.

Um caso particular é o da **Connected**, uma *start-up* portuguesa fundada em 2023 e posteriormente adquirida pela **Open Cosmos** - empresa inglesa que identificou potencial no seu modelo de integração de *payloads* IoT em plataformas satélite já existentes. Esta aquisição foi destacada pelo CEO da **Open Cosmos**, Rafel Jordà, que afirmou:

“Connected has built in two years what takes others five. They’re one of Europe’s most capable space startups”

Esta transação constitui uma das saídas de *start-up* mais rápidas e bem-sucedidas registadas no setor espacial europeu.

Embora não se enquadre em nenhum dos domínios operacionais definidos, observa-se o crescimento de uma nova área de atuação associada ao **Direito Espacial**. Desde o lançamento do *Sputnik* em 1957, tornou-se evidente a necessidade de regulamentar as atividades no espaço, um desafio hoje reforçado pelo aumento do número de lançamentos e de atores intervenientes. Em Portugal, destaca-se a atuação da sociedade de advogados **Vieira de Almeida**, que esteve na vanguarda do desenvolvimento da lei espacial portuguesa, prestando atualmente serviços jurídicos, estratégicos e financeiros ao setor, incluindo regulamentação, contratos, financiamento, políticas públicas e capacitação.

Importa ainda salientar que **sete das empresas do Top 50 mundial** estão presentes em Portugal: **D-orbit**, **Eutelsat**, **GMV**, **OHB**, **Open Cosmos** (Atlantic), **Starlink** (enquanto subsidiária da **SpaceX**) e a **Thales Edisoft** (subsidiária da **Thales Group**).

Por fim, é importante sublinhar que esta análise foi elaborada com base em informação disponível até 2024, e que o cenário nacional evoluiu significativamente em 2025, impulsionado pela reprogramação do **PRR** e pelo reforço de políticas públicas orientadas para a inovação e competitividade industrial no setor espacial português.

3 Mapeamento de tendências e trajetórias tecnológicas

Como exposto no Capítulo 2, o conceito de **NewSpace** marca a passagem de um modelo dominado por programas institucionais para um ecossistema privado, comercial e orientado ao mercado. As principais tendências características deste paradigma incluem a miniaturização (CubeSats), a padronização de plataformas, o uso de COTS, os novos materiais e a manufatura aditiva, aliados à redução dos custos de lançamento, conseguidos através de novas tecnologias para a reutilização de lançadores e a popularização das *rideshares*. No plano empresarial, intensifica-se a verticalização onde as empresas procuram controlar toda a cadeia de valor. Generalizam-se ainda os contratos comerciais a preço fixo, a procura de lucro e uma base de clientes menos institucional. Ao nível do produto, os ciclos de produção são ágeis, com 12–18 meses de desenvolvimento, custos unitários mais baixos e uma maior aceitação de risco, com IoD/IoV a acelerar validação e entrada no mercado.

Contudo, existem ainda **alterações nas trajetórias de consumo** que influenciam a evolução do setor. **Crises internacionais**, como a pandemia de Covid-19 e a guerra na Ucrânia, tiveram um impacto direto na dinâmica do setor espacial. Por um lado, estas crises expuseram a dependência de matérias primas e componentes críticos, como os *chips*; por outro, acentuaram as necessidades de defesa e segurança, contribuindo para a **regionalização do espaço**, contrariando parcialmente a tendência colaborativa do setor sentida até então. Neste contexto, surgiu a nova tendência das **aplicações duais**, com utilização tanto civil como militar, que tem dominado a indústria espacial contemporânea.

Existe ainda uma tendência para a convergência de tecnologias espaciais recorrendo a plataformas digitais. A *Internet of Things (IoT)*¹ está a ser integrada nas redes de satélites, com o objetivo de reduzir a latência de comunicação e permitir a transmissão de dados para a Terra em regiões sem cobertura. Para além disto, tecnologias digitais como a **cloud**, a **inteligência artificial** e **blockchain** estão a otimizar o processamento, armazenamento e segurança da informação no setor espacial, melhorando a eficiência das operações e potenciando o desenvolvimento de soluções inovadoras suportadas em dados.

Adicionalmente, as crescentes **preocupações ambientais** têm também moldado a trajetória evolutiva do setor espacial, influenciando tanto o desenvolvimento do domínio da **Observação da Terra**, orientado para a monitorização ambiental e climática, como a

¹A Internet of Things (IoT) corresponde à interligação de dispositivos físicos através de redes digitais, permitindo a recolha, transmissão e análise de dados em tempo real.

procura por soluções que reduzam a pegada ecológica das atividades espaciais. Entre estas destacam-se o estudo de combustíveis mais sustentáveis, o desenvolvimento de lançadores reutilizáveis e as iniciativas de sustentabilidade orbital, que visam mitigar a acumulação de detritos espaciais e promover operações em órbitas seguras, resultando num crescente interesse nas órbitas LEO e VLEO².

²As *Very Low Earth Orbits* são parte são as órbitas LEO abaixo dos 450 km de altitude, caracterizadas por um maior arrasto atmosférico e conseqüente redução no tempo de vida orbital, possuindo a vantagem de menor latência para comunicações, melhor resolução na Observação da Terra e menor acumulação de detritos.

4 Identificação de novos produtos, processos e serviços

4.1 Comunicações

As novas tendências de produtos e serviços no domínio das comunicações espaciais podem ser analisadas segundo os diferentes segmentos de aplicação.

No segmento **upstream**, destaca-se o avanço das **comunicações por laser**, que propõem a substituição das ondas de rádio (RF) por luz infravermelha como meio de transmissão de dados. Entre as principais vantagens desta tecnologia face à transmissão por RF incluem-se a maior largura de banda disponível, a eliminação da necessidade de licenciamento de frequências - cada vez mais escassas - e taxas de transmissão até 100 vezes superiores, o que reduz significativamente a latência das comunicações. Esta tecnologia já é utilizada em **links inter-satélites (ISL)**, nomeadamente pela **Starlink**, e está em fase de teste para comunicações em *deep space*. Os principais desafios residem na sensibilidade às condições atmosféricas (para links Terra-Satélite) e nos exigentes requisitos de *pointing*.

Paralelamente, as comunicações por RF continuam a evoluir com a introdução de **antenas de phased array**, que permitem o ajuste eletrónico da direção de varrimento com base em *software*, substituindo os mecanismos físicos de orientação, aumentando a flexibilidade operacional, a fiabilidade do sistema e reduzindo os custos de manutenção.

Outra tendência emergente é a **distribuição de chaves quânticas**, uma tecnologia em estado embrionário de desenvolvimento, que visa revolucionar a encriptação de dados através da deteção imediata de tentativas de interceção. A médio prazo, espera-se que estas aplicações conduzam à criação de uma **internet quântica**, interligando sensores, simuladores e computadores quânticos numa rede segura e integrada. Neste contexto, a União Europeia criou a **European Quantum Communication Infrastructure (EuroQCI)** em 2019.

No segmento **midstream**, tem-se popularizado o conceito de **Ground Segment as a Service (GSaaS)**, no qual o fornecedor é responsável pela comunicação com o satélite e pela execução de operações em fases críticas, como o *comissioning*. Este modelo permite

UPSTREAM

- Comunicações Laser/ópticas
- Phased Arrays
- Comunicação quântica

MIDSTREAM

- Ground Segments como um serviço

DOWNSTREAM

- IoT a partir dos satélites
- D2D - Direct to Device

às operadoras de satélites reduzir significativamente os custos de infraestrutura, ao evitar a construção de estações próprias, e aumentar a eficiência na receção de dados, uma vez que a comunicação pode ser estabelecida através de redes distribuídas de antenas, em vez de depender de uma única estação terrestre dedicada.

No segmento **downstream**, observa-se um crescimento acentuado na conectividade e segurança, com especial destaque para as aplicações de **IoT** e na **Direct to Device (D2D)**. Estas tecnologias permitem que satélites de órbita baixa (LEO) comuniquem diretamente com dispositivos terrestres — como telemóveis, veículos e sensores — sem necessidade de intermediação por uma *ground station*. Estes avanços influenciam significativamente a redução da latência e aumentam a cobertura global, assim como ajudam a democratizar o acesso aos serviços de dados de satélite, especialmente em regiões com infraestruturas de telecomunicações reduzidas.

Neste contexto, destaca-se o projeto **IRIS²** (*Infrastructure for Resilience, Interconnectivity and Security by Satellite*) - **projeto bandeira da União Europeia**, lançado em 2022 com o objetivo de assegurar a soberania da Europa nas comunicações seguras e a conectividade da sua rede de satélites. Esta iniciativa visa o desenvolvimento de uma constelação multiórbita, incluindo LEO e MEO, integrando tecnologias de comunicação quântica, D2D e IoT via satélite, de forma a promover a autonomia estratégica da Europa no domínio das comunicações espaciais, reforçando simultaneamente a cibersegurança e a resiliência das redes críticas. O programa baseia-se num modelo de parceria público-privadas, com uma concessão de 12 anos, em que a **European Space Agency (ESA)** assume a coordenação institucional, enquanto o consórcio privado **SpaceRISE** é responsável pela conceção, implementação, operação e comercialização da constelação, contando com um orçamento superior a **10 mil milhões de euros**, proveniente de fundos públicos e privados [10].

4.2 Navegação

Os sistemas globais de navegação por satélite, GNSS, encontram-se em processo de modernização a nível internacional, com a introdução do **GPS III**, do **Beidou-3** e do **Galileo Second Generation**. Contudo, enquanto o GPS III representa uma atualização focada no aumento da precisão de posicionamento e autenticação civil, o Beidou-3 distingue-se pela inclusão de funcionalidades de comunicação bidirecional, que permitem o envio e receção de mensagens curtas através da própria infraestrutura de navegação. Por sua vez, o Galileo Second Generation para além das melhorias na capacidade de transmissão e precisão, destaca-se ainda pelo serviço de busca e salvamento, que permite o envio de links de confirmação para os *beacons* de emergência.

UPSTREAM

- Novo sistema para LEO: Positioning, Navigation and Timing (PNT)

Para além do investimento nas novas gerações de sistemas GNSS, tem emergido uma solução complementar baseada em **LEO Positioning, Navigation and Timing (PNT)**. Estes sistemas, utilizam constelações de satélites em órbita baixa que combinam e retransmitem sinais dos sistemas GNSS tradicionais (MEO), tirando partido da menor distância à Terra para melhorar a precisão, reduzir a latência e aumentar a

disponibilidade do sinal em ambientes urbanos e de alta densidade de infraestruturas e obstáculos físicos. A **ESA** planeia testar este conceito através da **missão CELESTE**, que prevê o lançamento de 10 satélites a partir de dezembro de 2025, com o objetivo de demonstrar a viabilidade técnica e operacional do **LEO-PNT** como complemento aos sistemas GNSS.

4.3 Acesso ao Espaço

A cadência de lançamentos tem aumentado de forma expressiva nos últimos anos, impulsionada pelo crescimento do mercado de satélites, especialmente das mega constelações LEO. Apenas no 1º semestre de 2025, foram realizados 141 lançamentos, dos quais 81 realizados pela **SpaceX** [6], evidenciando o domínio do setor privado americano no **Acesso ao Espaço**.

Apesar deste dinamismo, mantém-se um desfasamento entre procura e oferta em várias janelas de lançamento, sobretudo na Europa, que continua a recorrer com frequência a serviços comerciais estrangeiros. Surge então a necessidade de diversificação, resultando no *boom* dos **spaceports**. Na Europa, o **SaxaVord** (Reino Unido) obteve licença para lançamentos verticais; **Andøya** (Noruega) inaugurou operações; e o **Esrange** (Suécia) prepara o primeiro lançamento orbital, enquanto o **Centro Espacial da Guiana Francesa** retomou o ritmo com o **Ariane 6** em 2024, tendo realizado quatro lançamentos em 2025. **Portugal** procura integrar também esta rede com o desenvolvimento de um spaceport na ilha de Santa Maria (Açores) cuja localização geográfica oferece condições ideais para se afirmar como um dos principais centros de lançamento europeus.

Com a dinamização de novos *spaceports*, cresce ainda o desenvolvimento de micro e pequenos lançadores, liderado na Europa por empresas como a **Orbex**, **RFA**, **Skyrora**, **ISAR Aerospace** e **MaiaSpace**. Apesar de apresentarem um custo por quilograma superior, estes lançadores permitem lançamentos dedicados, órbitas específicas e maior frequência de janelas de lançamento, o que contribui para reduzir prazos e aumentar a autonomia europeia no acesso ao espaço.

Em paralelo, a entrada de lançadores super-pesados com capacidades para *payloads* superiores a 50 toneladas e reutilização integral dos veículos, reduzem significativamente o custo de lançamento e, conseqüentemente, viabilizam novos serviços orbitais, como o reabastecimento em órbita e a logística espacial. O principal exemplo é o **Starship/Super Heavy** da **SpaceX**, projetado para transportar entre 100-150 toneladas para LEO. Segundo o *Financial Times*, a empresa prevê atingir custos inferiores a 200 USD/kg, um valor drasticamente inferior aos cerca de 2 000 USD/kg praticados atualmente, e muito abaixo dos 50 000 USD/kg cobrados há 15 anos.

UPSTREAM

- Combustíveis mais sustentáveis
- Lançadores reutilizáveis

DOWNSTREAM

- Boom de Spaceports
- Lançadores super pesados
- Pequenos/micro lançadores

Por último, novas tecnologias estão a revolucionar a propulsão dos lançadores, com especial destaque para a transição para propulsão LOX/Metano (methalox). Esta solução combina um maior desempenho com combustão mais limpa (reduz fuligem), melhor compatibilidade com reutilização e possibilidade de produção *in-situ* na Lua ou Marte, facilitando futuras missões de exploração espacial. Na Europa, o programa **Prometheus** desenvolvido pela **ESA**, sob coordenação da **ArianeGroup**, materializa esta aposta ao desenvolver um motor methalox de baixo custo e pronto a reutilizar, coadunando com a estratégia europeia da redução da pegada ecológica das atividades espaciais.

4.4 Observação da Terra

O domínio da **Observação da Terra** tem sido moldado por duas forças principais: a pressão geopolítica, que reforça a necessidade de autonomia e vigilância, e a agenda de sustentabilidade, que aumenta a procura por informação fiável para apoio à decisão pública e empresarial.

No **upstream**, a evolução resulta da combinação de novas escolhas orbitais, miniaturização da eletrónica e evolução instrumental. A aposta em órbitas muito baixas (LEO e VLEO) permite imagens de maior resolução e tempos de revisita mais curtos, embora imponha desafios adicionais no controlo de órbita, devido ao arrasto atmosférico, e nas comunicações Terra-Satélite.

A constelação **Pléiades Neo**, desenvolvida pela **Airbus**, representa o estado da arte na muito alta resolução (VHR), fornecendo imagens submétricas (até 30 cm). Em paralelo, a introdução de câmaras hiperespetrais, como os das missões **PRISMA (Agência Espacial Italiana)** e **EnMAP (DLR)**, permitiu expandir a análise da superfície terrestre para o domínio físico-químico, através da medição contínua do espectro eletromagnético dividido em centenas de bandas estreitas. Estas câmaras captam a “assinatura espectral” dos materiais, possibilitando distinguir vegetação, solos e corpos de água com elevado detalhe e precisão. A combinação de dados VHR e hiperespetrais tem impulsionado novos produtos e serviços no **downstream**, aplicados à agricultura de precisão, monitorização ambiental e planeamento urbano.

Esta tecnologia aliada à aplicação de algoritmos de aprendizagem automática (*Machine Learning*), nomeadamente de aprendizagem aprofundada (*Deep Learning*), tem revolucionado o processamento das imagens de satélite (**midstream**).

Na vertente não ótica, os radares de abertura sintética (SAR) consolidaram a capacidade de observação independente de nuvens e iluminação; constelações comerciais como a **ICEYE**¹ demonstraram revisitas muito frequentes com resolução sub-métrica, úteis em

¹Empresa finlandesa pioneira na demonstração de viabilidade comercial de microssatélites SAR, no-



resposta a desastres e vigilância de infraestruturas.

No **midstream** é ainda notório o crescente investimento na implementação de inteligência artificial no processamento a bordo, que permite a otimização das comunicações e transmissão de dados.

4.5 Ciência & Investigação

No domínio da **Ciência e Investigação** são as grandes questões científicas - o **downstream** deste domínio - que impulsionam o desenvolvimento de novos instrumentos e plataformas no **upstream**.

Uma das principais linhas de investigação é a cosmologia observacional², incluindo matéria escura, energia escura, ondas gravitacionais e formação das primeiras galáxias. Em julho de 2023, a **ESA** lançou o telescópio espacial **Euclid** para estudar estes mesmos fenómenos. Em conjunto com a NASA, a ESA está também a desenvolver a missão **LISA**, que através de interferometria laser, irá detetar ondas gravitacionais em bandas de frequência inacessíveis a observatórios terrestres.

Por outro lado, procura-se também obter um conhecimento mais aprofundado sobre a nossa galáxia, designadamente sobre o nosso Sistema Solar. Dentro deste, os corpos alvo de maior investigação são o Sol - objeto de inúmeras missões - e as luas de Júpiter, nomeadamente através da emblemática sonda **JUICE** (*Jupiter Icy Moons Explorer*) que recorre a um sistema ótico de alta resolução, a radar planetário e a espectroscopia em múltiplos comprimentos de onda para caracterizar superfícies, atmosferas, campos magnéticos e potenciais reservatórios de água. Também Vénus e Mercúrio têm sido alvo de recentes missões de investigação da **ESA**³, a par da nossa Lua e Marte, que, para além do interesse científico, têm igualmente uma forte componente de exploração, mais detalhada na secção seguinte.

Em paralelo, o estudo dos exoplanetas consolidou-se como uma das áreas mais dinâmicas da astrofísica moderna. A **ESA**, projetou missões como a **CHEOPS**, **PLATO** e **ARIEL** para detetar e caracterizar planetas em torno de outras estrelas, medindo trânsitos astronómicos⁴ e analisando assinaturas espectrais das suas atmosferas⁵.

meadamente com capacidades *dual-use*.

²Ramo da astrofísica que estuda a estrutura, evolução e origem do Universo através da observação.

³Entre outras, as missões **EnVision** (Vénus) e **BepiColombo** (Mercúrio).

⁴Quedas periódicas do brilho aparente de uma estrela quando um planeta passa em frente do seu disco, observadas através de fotometria de alta precisão. A profundidade e a periodicidade destes trânsitos permitem determinar o raio e o período orbital do exoplaneta.

⁵Linhas de absorção, observadas com espectrógrafos, associadas aos elementos presentes na atmosfera desse exoplaneta.

UPSTREAM

- Ótica e controlo de frente de onda
- Espectroscopia avançada
- Radar planetário
- Interferometria laser

DOWNSTREAM

- Respostas a questões cosmológicas
- Caracterização dos astros do sistema solar
- Identificação de exoplanetas

É ainda de salientar os projetos **James Webb Space Telescope (JWST)**, o maior telescópio espacial alguma vez lançado, o **Extremely Large Telescope (ELT)**, do **ESO**, atualmente em construção no Chile, que recorre a um espelho segmentado de grande abertura e a sistemas avançados de ótica adaptativa e controlo de frente de onda, e o **SKAO**, organização intergovernamental dedicada à construção do maior e mais sensível radiotelescópio do mundo. Estes observatórios incidem sobre grande parte das tendências de **downstream** aqui identificadas.

Como indicado pelas missões enumeradas, o **upstream** deste domínio concentra-se no desenvolvimento de ótica avançada, controlo de frente de onda, espetroscopia de alta resolução, radar planetário e interferometria *laser*, bem como em telescópios cada vez mais complexos, tanto na Terra como no Espaço. A maioria destas missões aqui nomeadas têm forte participação de empresas, institutos e investigadores portugueses em todos os segmentos da cadeia de valor, destacando-se o **Instituto de Astrofísica e Ciências do Espaço (IA)** pelo seu envolvimento na maioria dos projetos, alguns dos quais lidera.

4.6 Exploração Espacial

O domínio da **Exploração Espacial** tem vindo a ganhar novo impulso nos últimos anos, com o regresso do interesse pela Lua e por Marte como destinos para futuras bases científicas e, a prazo, infraestruturas permanentes. Programas como o **Artemis**⁶, o desenvolvimento da **estação Gateway**⁷ em órbita lunar e as missões robóticas de reconhecimento e recolha de amostras ilustram esta mudança de foco, centrada na presença humana prolongada fora da Terra e no estabelecimento de um espaço cislunar⁸ de operações.

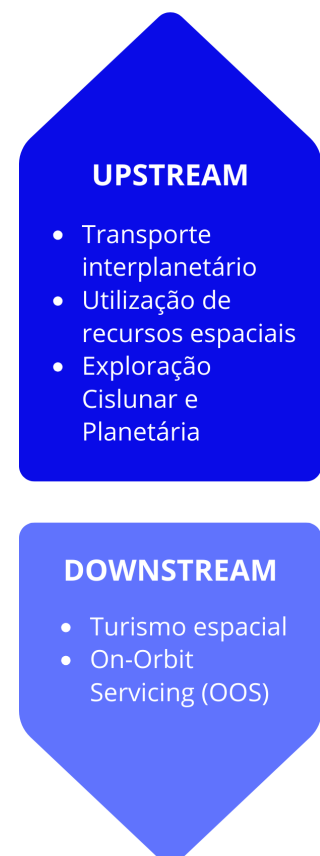
No segmento **upstream**, esta tendência traduz-se em investimentos significativos no transporte interplanetário e nas tecnologias associadas à utilização e exploração de recursos espaciais, como a utilização do gelo dos polos lunares para produção de oxigénio e combustível, ou a exploração de materiais locais para construção. Estas perspetivas têm impulsionado também a medicina espacial, com um aumento da investigação sobre os efeitos de longa duração da microgravidade, da radiação e do confinamento.

Por outro lado, a anunciada desativação da Estação Espacial Internacional (ISS) em 2030 está a ser utilizada como oportunidade para preparar um mercado comercial de

⁶Programa internacional, com liderança da NASA, a decorrer atualmente para retomar a exploração da Lua.

⁷Primeira estação espacial internacional à volta da Lua.

⁸Região do espaço situada entre a Terra e a Lua, compostos pelas regiões orbitais de ambos os corpos, incluindo os cinco Pontos de Lagrange Terra-Lua.



serviços em órbita baixa, com impacto direto na exploração [11]. A transição para estações espaciais privadas e para serviços de manutenção e reabastecimento em órbita visa criar uma infraestrutura logística de suporte. Projetos de *on-orbit servicing*, incluindo reabastecimento de satélites, recolocação em novas órbitas e montagem de estruturas complexas no espaço, começam a ser demonstrados por vários operadores, nomeadamente **Maxar Technologies** (USA), **Astroscale** (Japão) e na Europa liderado pela **Thales Alenia Space**.

No segmento **downstream**, emerge o turismo espacial. As primeiras ofertas suborbitais, promovidas por empresas privadas como a **Blue Origin** e a **Virgin Galactic**, permitem experiências de poucos minutos em microgravidade, já tendo sido realizados dezenas de voos. Por outro lado, a **SpaceX** lidera o turismo orbital desde 2021. Embora num estágio inicial, este mercado representa uma nova fonte de receita para o ecossistema espacial.

4.7 Segurança Espacial

Com a escalada do número de objetos lançados para órbita da Terra, ganhou relevância um novo problema: os **dejetos espaciais**. Consideram-se dejetos todos os objetos artificiais que permanecem em órbita após deixarem de estar operacionais, incluindo satélites desativados, estágios de foguetões e fragmentos resultantes de explosões ou colisões. Registaram-se já colisões significativas, como a de 2009 entre dois satélites e a de 2021 entre um satélite e um fragmento de foguetão, que geraram milhares de novos dejetos e reforçaram a preocupação com o chamado Síndrome de Kessler⁹.

Perante este contexto, surgiram novos produtos e serviços ao longo de toda a cadeia de resposta ao problema. No **upstream**, destaca-se a necessidade de **detetar, mapear e caracterizar** dejetos em diferentes regimes orbitais. Têm vindo a ser desenvolvidos sensores óticos, radares e LIDAR a bordo e em solo, capazes de localizar objetos cada vez mais pequenos e de melhorar a precisão dos catálogos orbitais. Em paralelo, ganha expressão o conceito de **remoção ativa** de dejetos, com missões de demonstração tecnológica como a **ClearSpace-1**, contratada pela **ESA** para capturar e desorbitar um adaptador de carga útil em órbita baixa, e as soluções da **Astroscale**, que testam veículos de serviço capazes de se acoplar a satélites desativados, arrastá-los para órbitas de reentrada controlada e, potencialmente, prosseguir para novos alvos. Outras abordagens, como dispositivos passivos de aumento de arrasto (como velas e cabos eletrodinâmicos), estão igualmente a ser estudadas como complemento às missões dedicadas.

UPSTREAM

- Mapeamento de dejetos espaciais
- Remoção dos dejetos de órbita

MIDSTREAM

- Serviços de SST (Space Surveillance & Tracking)
- Space Traffic Management

DOWNSTREAM

- Políticas de mitigação
- Legislação e regulamentação

⁹Reação em cascata de colisões de dejetos, baseada no facto de a colisão entre dois dejetos poder gerar múltiplos novos fragmentos.

No **midstream**, ganha relevância o processamento dos dados de posição de satélites e detritos, onde no âmbito do **Space Surveillance & Tracking (SST)** são gerados catálogos orbitais. Por outro lado, a utilização destes catálogos para avaliar o risco, apoiar decisões de manobra e coordenar o uso das órbitas entre diferentes operadores, concentra-se num serviço emergente: a gestão de tráfego espacial. Neste contexto, surgem plataformas com as desenvolvidas pela **GMV Portugal**, no contexto do **consórcio EU SST**, para a criação de catálogos, e pela **Neuraspace** que recorre a inteligência artificial para estimar probabilidades de colisão e sugerir manobras recomendadas.

No **downstream**, para além dos serviços resultantes do **midstream** para apoiar operadores, seguradoras e entidades públicas, consolidam-se as **políticas de mitigação** de detritos e o respetivo enquadramento regulatório. Têm sido estabelecidas diretrizes internacionais [12] de fim de vida, limites máximos de permanência em órbita, requisitos de reentrada ou recolocação em órbitas cemitério influenciam diretamente o planeamento de missões e os modelos de exploração comercial.

5 Identificação de oportunidades e necessidades setoriais

Para esta secção, com base no Catálogo da indústria espacial portuguesa realizado pela Agência Espacial Portuguesa [13], foi pedida a intervenção dos agentes integrantes desta lista com o objetivo de identificar oportunidades e necessidades setoriais, a partir dos produtos, processos e serviços identificados pelo **CTI Aeroespacial** na secção anterior.

As entidades que decidiram participar no estudo foram as seguintes:

- **Active Space Technologies** - Empresa portuguesa que fornece soluções eletromecânicas avançadas para as indústrias espacial, aeronáutica e nuclear.
- **AgroInsider** - Empresa portuguesa que utiliza dados de satélites de observação da Terra para monitorização agrícola, análise de densidade florestal e vigilância de áreas rurais.
- **Critical Software** - Multinacional portuguesa especializada no desenvolvimento de *software* crítico para diversos setores, com forte presença nas indústrias espacial e aeronáutica.
- **Força Aérea Portuguesa (FAP)**¹ - Órgão das Forças Armadas com a missão de garantir a defesa e soberania nacional no domínio aéreo e espacial.
- **Instituto Pedro Nunes (IPN)** - Instituto de apoio à investigação e incubação de empresas tecnológicas, sendo também a entidade gestora da *ESA Space Solutions Portugal*.
- **ISQ (Instituto de Soldadura e Qualidade)** - Associação portuguesa de referência internacional em serviços de consultoria, inspeção e investigação aplicada aos diversos domínios da engenharia, incluindo o setor espacial.
- **Spin.Works** - Empresa portuguesa que atua no setor aeroespacial, desenvolvendo *hardware* e *software* para observação da Terra e exploração espacial.
- **Thales Portugal** - Empresa internacional que desenvolve sistemas de controlo, navegação e processamento de dados para os setores da aviação, espaço, defesa e indústria naval, com aplicação civil e militar.

¹Denominação legal de Força Aérea, com a adoção de Portuguesa associada à imagem de identidade de marca.

Estas entidades podem ser enquadrados dentro das estatísticas das Figuras 5.1 e 5.2, configurando uma amostra coerente com a composição do setor espacial português, não obstante a falta de representação de centros de investigação e *start-ups* de micro-dimensão.

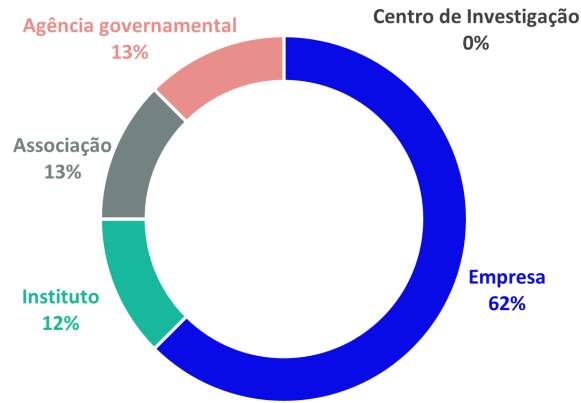


Figura 5.1: Categorias de organizações inquiridas.

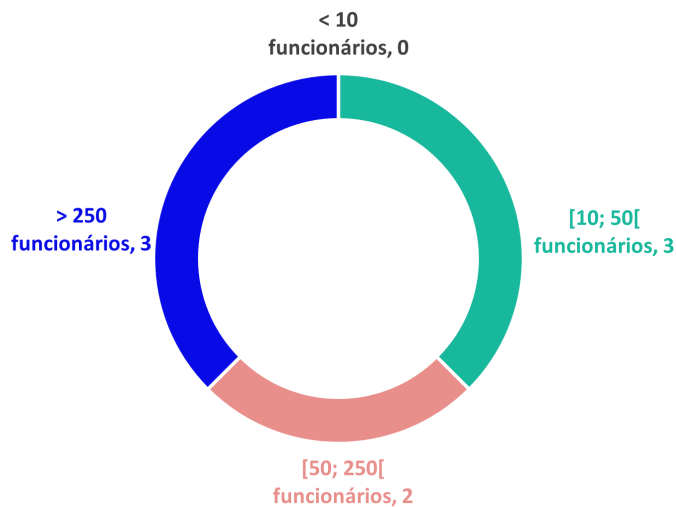


Figura 5.2: Dimensão das organizações inquiridas.

5.1 Metodologia

A sondagem realizada pedia que fossem avaliados os produtos e serviços identificados no Capítulo 4 quanto à:

1. **Relevância** dos produtos e serviços para o setor espacial.
2. **Prospetiva de oportunidade** para o ecossistema nacional, considerando a capacidade de implementação dos produtos e serviços identificados.
3. **Escala temporal de implementação**, tendo como base a maturidade da indústria portuguesa em cada domínio de aplicação.

A Tabela 5.1 apresenta a correspondência entre as respostas qualitativas dadas e a ponderação numérica utilizada para a análise quantitativa dos resultados.

Ponderação	1. Relevância	2. Oportunidade	3. Escala Temporal
1	Não significativo	Não implementável	Não exequível num futuro próximo
2	Pouco relevante	Baixa viabilidade	< 20 anos
3	Relevante	Oportunidade moderada	< 10 anos
4	Muito relevante	Boa oportunidade	< 5 anos
5	Essencial	Grande oportunidade	A decorrer

Tabela 5.1: Correspondência entre as respostas qualitativas e a pontuação numérica que lhes foi atribuída.

5.2 Análise dos resultados

5.2.1 Relevância dos produtos e serviços identificados para o setor espacial

Numa ponderação de 1 a 5 onde 1 corresponde a um produto ou serviço não significativo para o setor espacial e 5 corresponde a um produto ou serviço considerado essencial, dois serviços foram destacados pelas entidades inquiridas, tendo obtido uma classificação igual ou superior a 4.5.

Os serviços mais valorizados foram a utilização de **Artificial Intelligence (AI), Machine Learning e Deep Learning para análise de dados**, bem como o **Mapeamento de detritos espaciais**. Outros serviços como a remoção de detritos espaciais, as GSaaS, os serviços de SST/STM, a *satellite IoT*, *on-orbit servicing* e produtos como antenas *phased array*, sistemas de LEO-PNT, lançadores reutilizáveis e câmaras super-espetrais, obtiveram, em média, classificações iguais ou superiores a 4 (Muito Relevante).

Apenas uma atividade foi marcada, em média, abaixo dos 2.5: o **Turismo Espacial**, que registou uma média de 2.3, sendo classificado pelos membros da indústria como apenas relevante (3) ou não significativo (1).

Ao analisar os resultados por domínios, a **Observação da Terra** foi o domínio com maior média de classificação entre os seus produtos e serviços, com cerca de 4.3. O segundo domínio mais valorizado foi a Segurança Espacial, seguido da Navegação. Como último classificado em termos de necessidade para o setor espacial, ficou o domínio da Exploração Espacial, com uma classificação global de 3 (Relevante).

5.2.2 Prospetiva de oportunidade para o ecossistema nacional, considerando a capacidade de implementação dos produtos e serviços identificados

Com o mesmo esquema de ponderação, os produtos e serviços classificados como não implementáveis receberam a pontuação 1, enquanto os considerados uma grande oportu-

nidade para o ecossistema nacional, tendo em conta a sua capacidade de implementação, foram avaliados com 5.

Nesta questão, apenas um serviço foi classificado, em média, como uma grande oportunidade para o setor espacial português: o **mapeamento de detritos espaciais**, com 4.5. Seguiram-se os serviços AI, *Machine Learning* e *Deep Learning* para análise de dados e os serviços de SST/STM, ambos com média de 4.3. A remoção de detritos espaciais, o *spaceport* e a *satellite* IoT obtiveram 4.1, já os sistemas de LEO-PNT e os pequenos e micro-lançadores atingiram 4.0.

O Turismo Espacial foi novamente identificado com menor pontuação (2.2) e os *super-heavy launchers* com 2.4, tendo sido considerados, pelas entidades inquiridas, como produtos de baixo grau de viabilidade de implementação para o ecossistema nacional.

No que respeita a análise de domínios, a **Segurança Espacial** destacou-se com uma média de 4.5, seguido da Navegação e da Observação da Terra. O domínio pior classificado, com uma média de 3.0 correspondente a um grau moderado de oportunidade, foi novamente a Exploração Espacial.

5.2.3 Escala temporal de implementação dos produtos e serviços identificados com base na maturidade da indústria portuguesa nesse domínio de aplicação

No que concerne à escala temporal de implementação com base na maturidade da indústria portuguesa para cada domínio de aplicação, os produtos e serviços considerados não exequíveis num futuro próximo foram classificados com 1 e os que se encontram a decorrer com 5. Tal como apresentado na Tabela 5.1, a pontuação 4 corresponde a iniciativas que, na ótica das entidades inquiridas, poderão ser implementadas em menos de 5 anos, enquanto a pontuação 3 reflete um intervalo temporal entre 5 a 10 anos e pontuação 2 entre 10 a 20 anos.

Nesta categoria, várias atividades receberam pontuação elevada, visto já se encontrarem a decorrer. Destaca-se a **satellite IoT** e o **mapeamento de detritos espaciais** (ambos com 4.8), os serviços de SST/STM, os serviços AI, *Machine Learning* e *Deep Learning* para análise de dados, assim como a implementação de políticas, legislação e regulamentação também foram identificados como estando a decorrer, pelo menos parcialmente. Considerados, em média, com um tempo de execução curta (< 5 anos), foram as GSaaS e o *Spaceport*, com 4.4; os sistemas de LEO-PNT e a espectroscopia avançada com 4.1 e as câmaras super-espetrais com 4.0.

Por outro lado, o Turismo Espacial, o Transporte Interplanetário e os *super-heavy launchers* foram avaliados, em média, apenas exequíveis numa escala temporal entre 10 e 20 anos. Esta tendência reflete-se novamente na análise por domínio, surgindo a **Exploração Espacial** novamente em último lugar com 2.7, seguida dos Lançadores com 3.2. Não obstante, a média das classificações atribuídas aos restantes domínios indica um horizonte de implementação inferior a 5 anos, destacando-se novamente a Segurança Espacial com 4.4.

5.2.4 Análise global

A média das avaliações atribuídas pelas entidades inquiridas aos produtos e serviços encontra-se sintetizada na Tabela 5.2. A partir desta é possível constatar que, de um modo geral, o **mapeamento de detritos espaciais** foi o produto/serviço simultaneamente considerado o mais relevante para o setor espacial, com maior grau de oportunidade para o ecossistema português e com a implementação mais imediata, tendo em conta a maturidade da indústria portuguesa atual.

Destacam-se também a utilização de **AI, Machine Learning e Deep Learning para análise de dados** e os **serviços de SST/STM** que apresentam uma média de 4.4 nas três questões realizadas. Outros serviços como a *satellite* IoT, as GSaaS, o *Spaceport*, a remoção de detritos espaciais e os sistemas de LEO-PNT apresentam igualmente interesse para o setor espacial português segundo os seus agentes, com classificações médias acima de 4.

Por outro lado, o **Turismo Espacial** foi sistematicamente identificado como o produto/serviço menos relevante, menos oportuno e com o maior tempo de implementação, tendo obtido uma média de 2.2. Também o Transporte interplanetário, os *super-heavy launchers* e os combustíveis LOX/Methane foram classificados como soluções de interesse reduzido para o setor espacial português, tendo sido classificados em média, abaixo de 3.0.

Produtos/Serviços	Relevância	Oportunidade	Escala Temporal
Comunicações laser/ópticas	3.6	3.8	3.9
Antenas de <i>phased array</i>	4.0	3.0	3.6
Encriptação com distribuição de chaves quânticas	3.4	3.8	3.8
GSaaS	4.3	3.9	4.4
<i>Satellite</i> IoT	4.1	4.1	4.8
Sistemas de LEO-PNT	4.0	4.0	4.1
Combustíveis LOX/Methane	2.9	2.5	2.9
Lançadores reutilizáveis	4.0	3.6	3.0
<i>Spaceport</i>	3.9	4.1	4.4
<i>Super-heavy launchers</i>	2.9	2.4	2.4
Pequenos e micro-lançadores	3.1	4.0	3.6
Câmaras super-espetrais	4.0	3.5	4.0
AI, <i>Machine Learning</i> e <i>Deep Learning</i> para análise de dados	4.5	4.3	4.5
Espectroscopia avançada	3.6	3.6	4.1
Interferometria laser espacial	3.8	3.6	3.9
Transporte interplanetário	2.5	2.5	2.4
Exploração de recursos espaciais	3.5	3.3	2.5
Exploração cislunar e planetária	3.3	3.4	2.9
Turismo espacial	2.3	2.2	2.3
<i>On-orbit servicing</i>	4.0	3.8	3.5
Mapeamento de detritos espaciais	4.6	4.5	4.8
Remoção de detritos espaciais	4.4	4.1	3.9
Serviços de SST/STM	4.3	4.3	4.6
Políticas, legislação e regulamentação	3.5	3.8	4.5

Tabela 5.2: Média das avaliações dadas pelas entidades inquiridas aos produtos e serviços por pergunta.

Na Tabela 5.3, apresentam-se as médias das avaliações dos produtos e serviços agregadas por domínio, onde é possível identificar que os domínios de maior interesse nacional, no que concerne aos novos produtos e serviços analisados, são a **Segurança Espacial**, seguida da **Observação da Terra** e da **Navegação**. Estes resultados refletem a prioridade atribuída pelas entidades inquiridas aos temas relacionados com vigilância, gestão de tráfego orbital e monitorização da Terra. Por outro lado, o domínio da Exploração Espacial surge como o de menor interesse relativo para o ecossistema português, registando médias de relevância, oportunidade e tempo significativamente inferiores às dos restantes domínios.

Domínios	Relevância	Oportunidade	Escala Temporal
Comunicações	3.9	3.7	4.1
Navegação	4.0	4.0	4.1
Acesso ao Espaço	3.3	3.3	3.2
Observação da Terra	4.3	3.9	4.3
Ciência & Investigação	3.7	3.6	4.0
Exploração Espacial	3.1	3.0	2.7
Segurança Espacial	4.2	4.2	4.4

Tabela 5.3: Média das avaliações dos produtos e serviços de cada domínio por pergunta.

5.3 Questões de resposta aberta

No final do questionário enviado aos principais agentes da indústria espacial portuguesa, foram colocadas três perguntas de resposta aberta com o intuito de identificar:

1. Que outros produtos e serviços não incluídos teriam também interesse significativo para o ecossistema espacial português?
2. Quais as necessidades do setor espacial português em termos de apoios, infraestruturas e meios de organização?
3. Quais são os próximos passos no *roadmap* para o setor espacial português na sua globalidade?

No que concerne os produtos e serviços não incluídos no formulário, destacou-se a importância da interoperabilidade de dados - entre satélite, drones e sensores-, de sistemas de tempo real qualificados para operações humanas no espaço, do desenvolvimento de veículos de reentradas e do investimento em ambientes de simulação e *digital twins*. Foi ainda referida a utilização de dados de satélite para o planeamento urbano, gestão de tráfego e otimização de transportes.

Relativamente à segunda questão, foi salientada a necessidade de reforçar a participação de Portugal nos programas da União Europeia, bem como o aumento da contribuição nacional para o orçamento da ESA². Adicionalmente, foi ainda mencionada a necessidade

²Posteriormente ao preenchimento do formulário por parte dos inquiridos, foi publicado o novo orçamento da ESA com um aumento de Portugal em 51% em valor real, equivalente a mais 115 milhões de euros, totalizando um investimento nacional de 204.8 milhões de euros.

de um maior apoio às aplicações *downstream* e ao setor SatCom.

Em termos de infraestruturas, a criação de um *spaceport* em Santa Maria foi novamente identificada como prioridade estratégica para assegurar a soberania das atividades espaciais nacionais e europeias. Foi ainda referida a necessidade de criar e expandir instalações para montagem e validação de satélites e *payloads*, assim como de otimizar o uso das infraestruturas já existentes - em particular para testes. É ainda considerado de extrema relevância a integração de infraestruturas para comunicações óticas seguras.

No que diz respeito aos meios de organização, foi amplamente destacada a necessidade de melhorar a coordenação nacional no setor espacial, nomeadamente através do reforço da ligação entre a investigação, indústria e decisores públicos. A fuga de talento jovem para o estrangeiro foi referida como um desafio persistente, sendo sublinhada a urgência de reforçar a formação especializada e de aumentar a dimensão do setor, permitindo criar mais oportunidades de emprego qualificado.

A última questão procurava compreender quais deveriam ser os próximos passos para o setor espacial português. Os inquiridos destacaram a importância da implementação da **Agenda New Space Portugal** [5] prevista no **PRR**, da criação de infraestruturas nacionais de dados nacionais abertas e interoperáveis e o aumento da ligação do setor ao segmento *downstream*, aos setores verdes de sustentabilidade ambiental e do fortalecimento da ligação da indústria à Defesa, através do desenvolvimento conjunto de tecnologias de *dual-use*. Por último, foi ainda salientado o problema de escala da indústria espacial nacional, apelando-se a uma maior competitividade interna através do fortalecimento de empresas de média dimensão³.

³Com faturação nas centenas de milhão.

6 Conclusões da análise

O setor espacial encontra-se numa fase de expansão acelerada, impulsionada pela evolução tecnológica transversal a vários domínios, pela crescente procura de serviços baseados em dados e pelo reforço do investimento público e privado. O setor revela uma transformação estrutural, assinalada pelo estabelecimento do novo paradigma *NewSpace*, caracterizado pela diversificação de aplicações, pela redução de custos de acesso ao Espaço e pela emergência de novos modelos de negócio.

Embora o setor espacial esteja a registar uma expansão expressiva no plano europeu e nacional, o mercado global continua fortemente dominado pelos Estados Unidos da América, cuja indústria é marcada por empresas de grande escala com atuação transversal a toda a cadeia de valor. No contexto europeu, apesar da existência de atores com capacidades comparáveis, a estrutura industrial distingue-se por uma lógica mais colaborativa, baseada na formação de consórcios para o desenvolvimento de missões e tecnologias.

A partir da análise domínio a domínio, é evidenciada a diferença de maturidade dos domínios de aplicação. As Comunicações e a Navegação configuram mercados consolidados, não obstante a adoção de novas tecnologias, como a comunicação *laser*, e a exploração de órbitas mais baixas. A Observação da Terra mantém-se como um dos pilares centrais do setor, com forte evolução ao nível dos sensores óticos e SAR, contando também com um enorme desenvolvimento de aplicações no segmento *downstream*, nomeadamente na agricultura de precisão, gestão de riscos climáticos e monitorização do território. O domínio da Ciência e Investigação continua assente no investimento em grandes observatórios espaciais e terrestres, que viabilizam o desenvolvimento da cosmologia e astrofísica.

Por sua vez, a Exploração Espacial, embora tenha sido um dos domínios mais dinâmicos nas décadas iniciais da era espacial, com as missões *Apollo*, teve um período prolongado com atividade reduzida, depois do término do programa. Nos últimos anos tem voltado a ganhar dimensão com o renovado interesse pela exploração lunar e marciana, assim como com a criação de um mercado para turismo espacial e *on-orbit servicing*. Também o Acesso ao Espaço tem registado avanços significativos, com a evolução dos lançadores e conseqüente redução de custos de lançamento. A Segurança Espacial, no entanto, assumiu particular destaque, refletindo a preocupação global com a sustentabilidade das órbitas e a necessidade de novos produtos e serviços de gestão de tráfego, assim como de mitigação e remoção ativa de detritos.

Preocupações transversais como tensões geopolíticas e a emergência climática têm

também sido agentes influenciadores do setor espacial, guiando o investimento no mesmo. Neste contexto, o *downstream* consolida-se como o principal motor económico da cadeia de valor, orientando o desenvolvimento tecnológico *upstream*.

A sondagem realizada aos principais agentes do setor espacial português permitiu identificar prioridades nacionais claras: a Segurança Espacial e a Observação da Terra surgem como os domínios com maior relevância estratégica e com maior potencial de crescimento no ecossistema português, tanto pela capacidade nacional instalada como pela procura global por estes serviços. Foram ainda destacados produtos e serviços como o mapeamento e remoção de detritos, a utilização de IA, *Machine Learning* e *Deep Learning* na análise de dados, o desenvolvimento de serviços SST/STM, sistemas LEO-PNT e IoT com satélites, todos avaliados como áreas de oportunidade significativa. Em contraste com o Turismo Espacial e os lançadores super-pesados que foram considerados de menor viabilidade e interesse para Portugal no curto e médio prazo.

Do ponto de vista das necessidades identificadas, foi salientada a importância de reforçar a coordenação nacional entre indústria, academia, defesa e decisores públicos, assim como a necessidade de investir em infraestruturas críticas para aumentar a competitividade do país. Destacam-se, entre estas, instalações de montagem, integração e testes de satélites e cargas úteis, infraestruturas de comunicações óticas seguras e a valorização da existência de um *spaceport* de Santa Maria enquanto ativo estratégico nacional.

Em síntese, os resultados obtidos mostram que Portugal possui condições favoráveis para fortalecer a sua posição no setor espacial, desde que sejam assegurados investimentos contínuos, coordenação estratégica entre atores e valorização das áreas onde o país apresenta maior maturidade industrial e potencial diferenciador, nomeadamente na Segurança Espacial, na Observação da Terra e no desenvolvimento de serviços avançados *downstream* e tecnologias de duplo uso. Estes fatores serão determinantes para consolidar uma presença nacional competitiva e sustentável no panorama espacial europeu e global.

Parte II

Roadmap

A **Agenda New Space Portugal** [5] prevista no **PRR**, permitiu reunir 41 entidades do setor espacial português como objetivo colocar Portugal na vanguarda dos mercados globais do sector espacial mundial com o desenvolvimento, produção e lançamento de satélites de Observação da Terra.

Entre os principais objetivos deste consórcio, destaca-se a criação da **Constelação do Atlântico**, com 16 satélites de EO com tecnologias SAR e VHR, o desenvolvimento de infraestruturas para a manufatura de satélites em Portugal e a criação de uma plataforma de lançamentos em território nacional. O **CTI Aeroespacial** configura um papel central nesta Agenda, sendo ele próprio um veículo para o desenvolvimento de projetos colaborativos entre a defesa (através da Força Aérea Portuguesa), a investigação (através do CEiiA) e a indústria (com a GeoSat).

A 12 de dezembro de 2025 decorreu ainda o Conselho Ministerial de 2025 da ESA em Bremen. Neste foi definido um orçamento recorde de 22.3 mil milhões de euros entre todos os estados membros. A contribuição de Portugal vai ser de 204.8 milhões de euros, representando um aumento de cerca de 51% em valor real face às condições económicas de 2025 [14]. Podemos enquadrar os investimentos previstos para os anos 2026-2030, financiados pelo contributo português na ESA, nos domínios do setor espacial definidos no presente relatório:

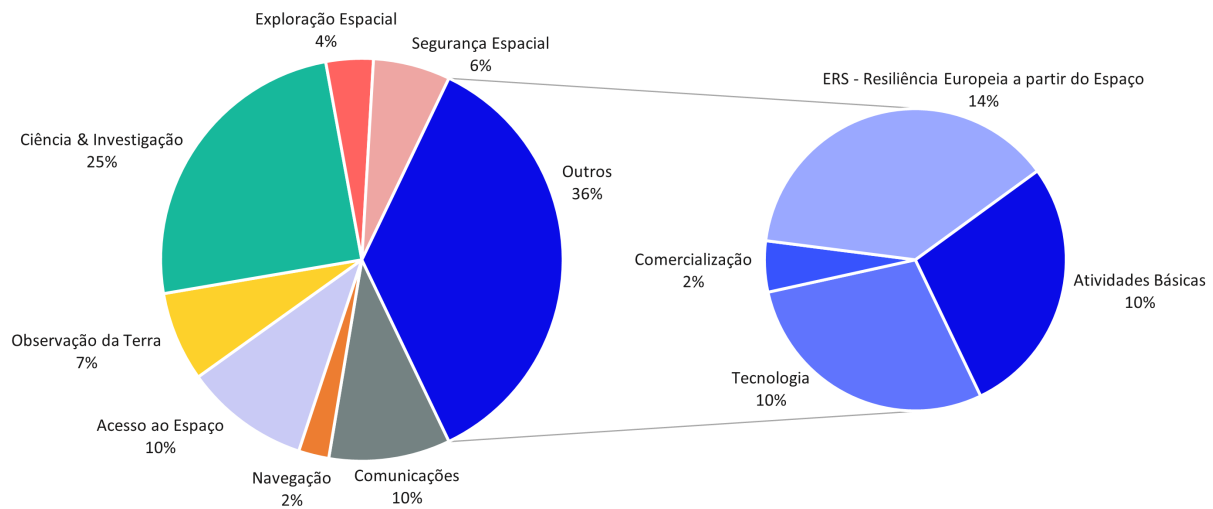


Figura 6.1: Aplicação do contributo português para o orçamento ESA, aprovado no Conselho Ministerial de 2025, organizado pelos domínios definidos neste relatório.

Considerando o contexto atual do setor em Portugal e refletindo sobre as conclusões do presente estudo, assim como as opiniões dos membros da indústria inquiridos, é possível traçar um *roadmap* com base nas recomendações estratégicas para a atuação nacional no setor espacial, apresentado abaixo:



Figura 6.2: Roadmap (< 20 anos) para o setor espacial português.

Na Figura 6.2 são apresentados três momentos de análise: o **Imediato** referente a estratégias em implementação, os **Próximos passos** considerando o alvo de atuação nos próximos 5 anos e o **Em menos de 20 anos** que inclui os objetivos a médio prazo.

Destaca-se a necessidade imediata no reforço da participação em projetos europeus e a coordenação nacional entre os vários atores do setor espacial português e os decisores políticos responsáveis. Num futuro próximo, será ainda relevante reforçar as capacidades de Observação da Terra e Comunicações via satélite, assim como o investimento no desenvolvimento de tecnologias de uso dual (defesa e civil/comercial), sendo que estas atividades estão já previstas na **Agenda New Space**. Para além disto, é ainda de extrema relevância o investimento no domínio da Segurança Espacial, como foi destacado pelos membros do ecossistema espacial português.

Considera-se ainda importante que, em menos de 20 anos, seja possível o fabrico de satélites em Portugal, do início ao fim da cadeia de produção e validação, bem como a realização de lançamentos a partir de território nacional. Ambos os projetos foram contemplados no Reforço de Ambição do PRR, contando com forte contribuição do **CTI Aeroespacial**. Por fim, procura-se o crescimento de escala das empresas do setor espacial português com a finalidade de tornar Portugal numa referência para o setor espacial internacional.

Bibliografia

- [1] Kolja Brockmann & Nivedita Raju. NewSpace and the Commercialization of the Space Industry. Outubro de 2022. Publicado por the Stockholme International Peace Research Institute.
- [2] Craig Burkhard & Sasha Weston. Small Spacecraft Technologies: The Evolution of CubeSat Spacecraft Platforms. 2021. Published by NASA.
- [3] Alessandro Golkar & Alejandro Salado. Definition of New Space - Expert Survey Results and Key Technology Trends. Março de 2021. Publicado por IEEE.
- [4] Gourav Namta. Lets Talk About NewSpace, 2019. URL: <https://blog.satsearch.co/2019-02-26-lets-talk-about-newspace>.
- [5] New Space Portugal website. URL: <https://www.newspaceportugal.org/>.
- [6] Space Foundation. The Space Report 2025.
- [7] ESA. Report on The Space Economy. 2025.
- [8] ESA. Report on The Space Economy. 2024.
- [9] NOVASPACE. Space Economy Report. 2025.
- [10] Andrew Parsonson. Europe Allocates €10.6B to Build and Launch IRIS2 Constellation. Dezembro de 2024. Publicado por European Spaceflight.
- [11] NASA. Dismantle of the ISS. URL: <https://www.nasa.gov/faqs-the-international-space-station-transition-plan/>.
- [12] Committee on the Peaceful Uses of Outer Space United Nations. IADC Space Debris Mitigation Guidelines. 2025.
- [13] Agência Espacial Portuguesa. PORTUGUESE SPACE CATALOGUE 2024.
- [14] Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior. 2025.