

Lixo Espacial “We have a problem”

-Que soluções podem contribuir para um melhor equilíbrio entre as atividades de exploração espacial e a poluição que esta gera?

-Como se pode tratar o lixo espacial? Devem ser criadas regras para os agentes que exploram e atuam no espaço? Quais?

Introdução: Com o foco da comunidade científica centrado no aquecimento global em que os esforços se concentram, não em evitar, mas em estagnar o aumento da temperatura, conseguimos agora prever o futuro da poluição não só na Terra, como no Espaço. Qualquer pessoa pode mudar o mundo e está na hora de prevenir a repetição de um erro que já cometemos. Devemos proteger as próximas gerações, que, com tanto por explorar no Universo, vão ter liberdade em fazer algo ao seu alcance e para isso, apenas uma geração que nasceu e sempre viveu a acreditar num mundo fora das fronteiras atuais da imaginação o pode fazer. É esta geração do século XXI que vai prevenir o aumento de quantidade de lixo espacial e salvaguardar o avanço da humanidade. Vamos a tempo de evitar este novo desafio. O Espaço é uma “herança comum da humanidade” **(1)** e tem um valor comercial, científico e ético, **(2)** para além de constituir um recurso em si mesmo. A rapidez do desenvolvimento tecnológico e o acesso ao espaço trouxe também riscos tecnológicos que resultam da sua exploração, designadamente da sua capacidade de poluir e degradar partes do ambiente espacial. Um desses riscos é a existência de detritos espaciais (lixo espacial). Assim, se tivermos perdido o combate da proteção do planeta Terra, poderá ainda pensar-se proteger um bem maior (o Espaço) sem comprometer o desenvolvimento tecnológico. Neste trabalho tentaremos abordar as possíveis formas de equilibrar o crescente número de missões espaciais e de lixo espacial em torno da Terra, do ponto de vista tecnológico, legislativo, institucional e empresarial e também, a pensar no futuro, nas consequências da exploração de recursos minerais e energéticos de outros planetas.

Os detritos espaciais - também chamados lixo espacial - são objetos colocados pelo ser humano no espaço, e que se encontram em órbita ao redor da Terra, mas que não desempenham nenhuma função útil. **(3)** Podem ser objetos pequenos tais como pequenos pedaços de naves espaciais, ferramentas perdidas por astronautas (um exemplo destas são por exemplo a luva que Neil Armstrong perdeu no decorrer da missão “Gemini VIII”) ou objetos de maior dimensão como satélites desativados e partes maiores de foguetes largadas e que poderão constituir um risco por poderem embater em satélites, interferir em atividades feitas pelos astronautas ou pôr em risco futuras missões espaciais. A maior consequência do lixo espacial é a de se atingir um nível crítico que cause o “síndrome de *Kessler*” **(4)** em que os choques entre objetos de lixo espacial são tão frequentes que é impossível ter satélites no Espaço ou viajar.

O investimento mais recente na recolha de lixo espacial foi feito pela Agência Japonesa de Exploração Espacial **(5)** que tentou com a ajuda de uma empresa de produção de redes de pesca lançar um cabo de aço inoxidável e alumínio que tinha como objetivo ir em direção à atmosfera terrestre incinerando o lixo transportado. Esta missão não correu como esperado, visto que a nave que deveria entrar na atmosfera

terrestre já com o lixo recolhido não o conseguiu fazer, entrando na atmosfera sem incinerar nenhum lixo espacial. Outros projetos a ser desenvolvidos na área de recolha de lixo espacial (ainda não postos em prática) são, a partir de um satélite estender um fio condutor em direção à Terra de forma a aproveitar o seu magnetismo e provocar a queda do satélite. Outra técnica estudada foi a de criar diretrizes para os satélites terem reservas de combustível para quando estivessem já fora de atividade poderem ter um impulso e entrarem de novo na atmosfera. Neste caso, isso ainda não aconteceu por envolver um grande investimento económico. Para os satélites em órbitas mais baixas, também poderia ser proposta a aplicação de diretrizes para o número máximo de satélites em órbita. Isto ajudaria porque juntamente com uma das diretrizes da ESA (Agência Espacial Europeia) **(6)** de que os satélites têm de cair passados 25 anos, haveria uma renovação constante de satélites.

Reflexão e Resposta: O número de missões espaciais tem aumentado ultimamente **(7)**, e com isso, obviamente, aumenta o lixo espacial. Para possibilitar o funcionamento normal das missões espaciais e dos satélites em órbita, devemos evitar o aumento do número de lixo espacial ao deixar de produzir satélites que, quando inativos, se mantenham em órbita sem utilidade, e além disso recolher parte do atual lixo espacial de forma a não obrigar os satélites e as naves espaciais a protegerem-se com “armaduras” contra o lixo espacial. Do ponto de vista tecnológico já existe consciência, quer pelos cientistas quer pelos empresários, de que é preciso prevenir este problema através de soluções de vigilância e de investigar os métodos que permitam acabar ou diminuir o lixo espacial, como por exemplo, pela utilização de raios laser, alteração de design de equipamento, aerogel leve e adesivo ou a criação de satélites que se autodestroem quando quisermos.

A ESA, agência espacial europeia, deverá financiar a investigação científica neste tema, que, ao que parece, já não depende de investimentos avultados. Exemplo disso são as *startups* americanas “Planet Labs” e “On Web”. Em Portugal também existem casos de *startups* parecidas. Por exemplo, A *Small ARTES Apps* **(8)** pretende incentivar a apresentação de ideias para a utilização de tecnologias espaciais, como comunicações ou navegação por satélite, observação da terra e voos espaciais tripulados em mercados como transporte, energia, saúde, agricultura, ambiente ou segurança.

O Espaço é um bem que requer um grande avanço tecnológico, ainda por atingir. Uma das hipóteses em estudo, caso a Terra se torne inabitável, é a colonização de outros planetas. No sistema solar, já se pensa em Marte como uma possibilidade para exploração e investigação científica **(9)**, e talvez habitação. Até ao momento, a comunidade científica já se deparou com vários obstáculos a nível de colonização de planetas, tais como a acidez do solo, temperaturas extremistas, a gravidade relativamente forte ou fraca e a existência de recursos-base para a existência da humanidade. Esta exploração pode ter consequências tais como a sobrexploração de recursos energéticos que já aconteceu na Terra e que podemos evitar se começarmos do zero.

Tendo em conta todas as incertezas que caracterizam o tema “Espaço” e que evolui tecnologicamente de forma demasiado rápida, Portugal também já tem uma estratégia chamada “Portugal Espaço 2030” **(10)** que, no seu eixo 2, defende a

“Contribuição para a capacidade europeia para monitorar os recursos espaciais e detritos espaciais, habilitando futuros serviços de gestão de “tráfego espacial” promovendo, pela sua localização geográfica, a ilha de Santa Maria (Açores) não só como um centro de monitorização dos objetos em órbita da Terra mas também como possivelmente um novo local de lançamento de satélites.

Conclusões:

I - Apesar de existirem orientações que procuram resolver os problemas dos riscos tecnológicos resultantes da exploração do Espaço, nem todos os Estados aceitam o Tratado que foi negociado na ONU (Organização das Nações Unidas) e respeitam as Orientações, em especial, em relação aos detritos espaciais. **(11)**.

II - Se os políticos não conseguem chegar a acordo, talvez se consiga evitar a tragédia através da união da comunidade científica. Quer em Portugal, quer no mundo, as escolas, universidades, agências, organizações ou associações deveriam aproveitar o mundo globalizado e procurar criar uma “cloud” de conhecimento na solução do problema dos detritos espaciais. **Para problemas globais, soluções globais.**

III - Para além da obrigatoriedade por parte dos países de recolherem uma percentagem do lixo espacial que produzem, antes da execução de projetos espaciais deveria ser obrigatório apresentar um projeto de impacto ambiental e das consequências das missões para o Espaço.

IV - A educação neste tema é essencial e pode e deve fazer parte dos programas escolares, devendo promover-se uma ligação ainda mais forte entre os Centros de Ciência Viva **(12)** e as escolas. Para encontrar informações sobre este tema, a maior fonte que é o *site* da ONU, não tem documentos traduzidos para a língua portuguesa. Porque não fazer uma petição dirigida ao nosso secretário geral da ONU (que é português) para que os documentos sejam traduzidos na nossa língua? (Anexo I)

V- Deveriam existir consequências - castigos e/ou sanções para os países que não respeitarem as orientações da ONU e da ESA. Tal como nos países existem Constituições, no Espaço - que é de todos - deveria também existir uma Constituição com princípios de defesa e respeito pela ética e sustentabilidade do Espaço.

* Título inspirado na frase célebre dita pelo astronauta Jack Swigert durante a viagem Apollo 13 à Lua, em 11 de abril de 1970, com três tripulantes. Após ouvir um estranho ruído, descobriram que um dos tanques de oxigênio havia explodido. Foi aí que Swigert avisou a base, em Houston, sobre o problema. Como houve uma falha na comunicação, o comandante Jim Lovell teve que repetir o alerta e ficou conhecido como o autor da frase. A frase original era “Houston, we’ve had a problem here” (Houston, nós tivemos um problema). Mas, os produtores do filme Houston, We’ve Got a Problem (1974) achavam que essa expressão dava a entender que a falha já havia sido resolvida. Então, modificaram a frase para “Houston, we have a problem”, para que ela tivesse mais impacto e pudesse ser usada em outras ocasiões – como no filme Apollo 13 (1995), protagonizado por Tom Hanks. In, https://en.wiktionary.org/wiki/Houston,_we_have_a_problem

Anexos-

Bibliografia-

- 1 Artigo I do Tratado do Espaço, e artigo IV do Acordo da Lua: “*The exploration and use of the moon shall be the province of all mankind and shall be carried out for the benefit and in the interests of all countries, irrespective of their degree of economic or scientific development.*” in www.unoosa.org, *International Space Law, United Nation Instruments, 2017.*
- 2 Neste sentido, Filipe Rodrigues, in “*Estudos sobre riscos tecnológicos*”, Carla Amado Gomes (organizadora), Centro de Investigação de Direito Público, Faculdade de Direito da Universidade de Lisboa, 2017
- 3 - “*For the purpose of this document, space debris is defined as all man-made objects, including fragments and elements thereof, in Earth orbit or re-entering the atmosphere, that are non-functional*”, in *Space Debris Mitigation Guidelines of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space* www.unoosa.org,
- 4 - <http://www.spacesafetymagazine.com/space-debris/kessler-syndrome/>
- 5 - <http://global.jaxa.jp>
- 6 -Um resumo que ilustra de forma simples e acessível o problema do lixo espacial pode ser visto em http://www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2014/10/ESA_Presents_Clean_Space
- 7 - O site lançado por um jovem de 18 anos James Yoder stuffin.space permite explorar em detalhe a localização de todos os satélites em tempo real, com uma precisão de alguns quilómetros, e mostra os dados usando uma **visualização WebGL**.
- 8- http://space.ipn.pt/pages/artes_call
- 9 - <https://mars.nasa.gov/programmissions/overview/>
- 10 - <https://www.fct.pt/ptspace2030/docs/portugalspace2030PT.pdf>
- 11 - *The Space Debris Mitigation Guidelines of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space* , in www.unoosa.org/pdf/publications/st_space_49E.pdf
- 12 -www.cienciaviva.pt/centroscv/rede/

Anexo I

Exmo Senhor Secretário Geral da ONU
C/C United Nations Office at Vienna

Excelência,

1 - Somos alunos de uma Escola internacional em Portugal, e frequentamos o 8.º ano de escolaridade.

2 - Participamos num concurso organizado pela National Geographic “Summit 2018 uma Visão mais Além” que tem como tema “o lixo espacial” e outros riscos tecnológicos na exploração do Espaço.

3 - Na preparação do trabalho consultamos o site da <http://www.unoosa.org> porque é o site com mais fontes de informação em relação ao tema do Espaço.

4 - Verificamos que todos os documentos deste Departamento da ONU têm tradução para português, inglês, francês, espanhol, chinês e russo, mas não existem documentos traduzidos para português apesar de ser das línguas mais faladas no mundo.

5 - A Educação das crianças e a tomada de consciência para os problemas do Espaço devem ser feitas desde o primeiro ano de escolaridade e deve ser acessível a todos os alunos, mesmo aqueles que não dominem uma segunda língua.

Pedimos por isso a V.ª Exa. que se digne traduzir para português todos os documentos que estão acessíveis no site <http://www.unoosa.org>

Os alunos,

Anexo II:



O satélite Infante é primeiro satélite português totalmente desenvolvido e construído no país (antevisão)

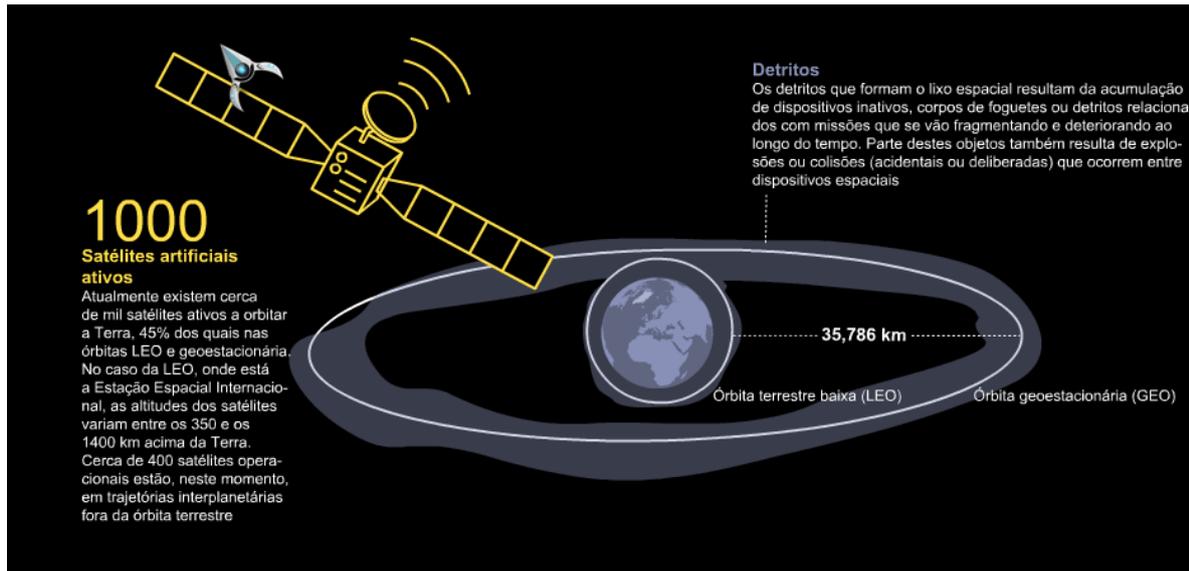
Anexo III:

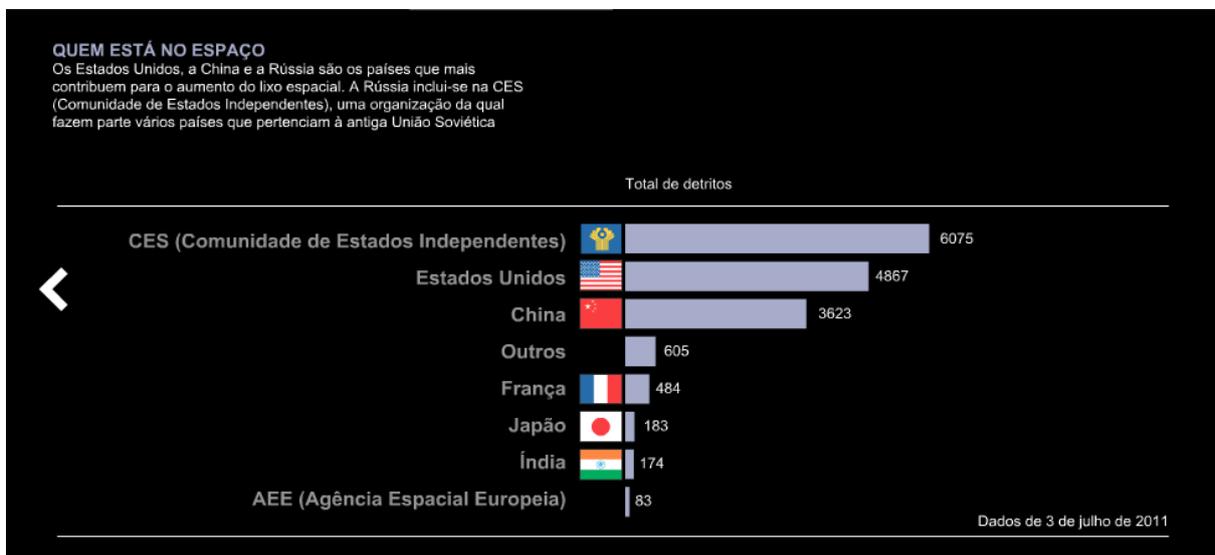
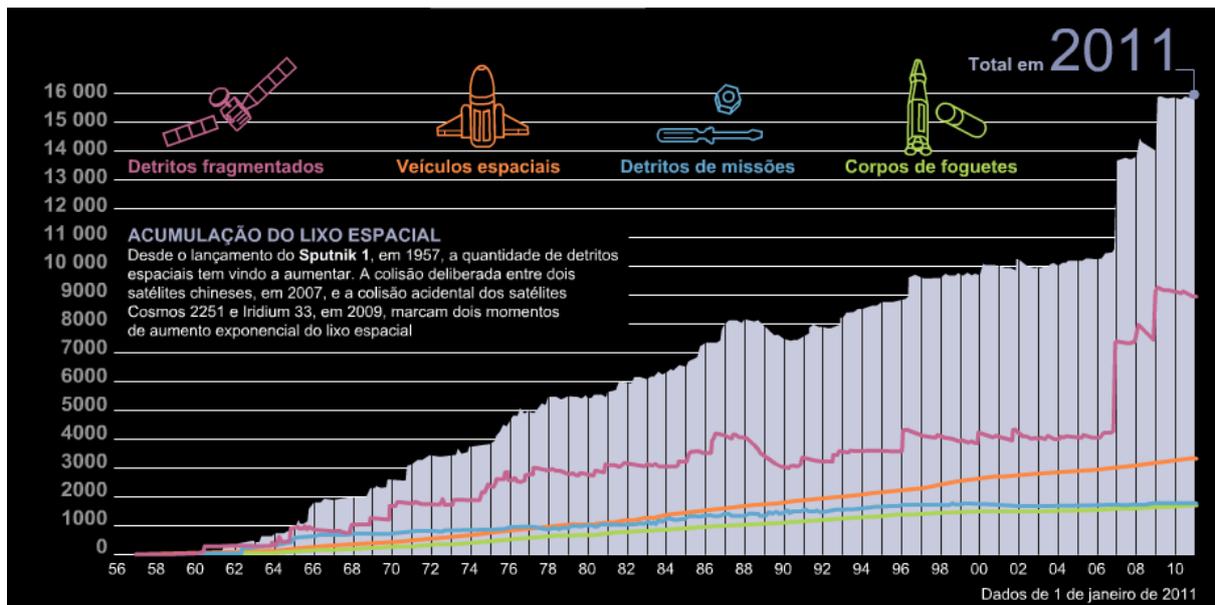
Infraestruturas científicas existentes nos Açores

O AIR Center vai ligar instituições portuguesas e internacionais nas áreas marítima, espacial e climática.



Anexo IV:





Fonte: <https://www.curioso.blog.br/post/lixo-espacial-redor-terra/>

Anexo V

(As seguintes respostas e perguntas estão em inglês devido a ser a língua falada por Tim Flohrer)

1. What were your background studies on and in which university?

I (Tim Flohrer) studied geodesy at Dresden University of Technology, Germany, with specialisation in celestial mechanics and geospatial problems. After few years working on military aircraft I returned to university (to Berne, Switzerland) to obtain a PhD in Physics/Astronomy. For about 18 years I am now working on space debris problems. But you should note that in our space debris team we have engineers of nearly all disciplines (aeronautical, electrical, communication, mechanical), mathematicians, and physicists. A larger part of them has a PhD, most have a double master degree, and while we are from many countries, nearly all of us have spent some time abroad before coming to Darmstadt/Germany.

2. Is ESA worried about space debris?

While worried is a big word, yes. We are indeed worried that if we are not acting soon by remediating space debris and consistently mitigating the creation of new debris some orbital regimes will be rendered unusable. This would have major consequences for the modern societies if space as a critical resource to provide applications and services would not be available any more (or at much higher costs).

3. Do people know about the problem of increasing space debris? How do you raise awareness to this subject with the public?

Indeed the awareness has not been high some years ago. It increased significantly after some incidents (FengYun-1C destruction, Cosmos2251/Iridium33 collision) that created many more space debris objects. It is now addressed also in programme activities at ESA (SSA Programme), the EU, and many national activities. We give lectures to the general public and at universities, and we are very active in reaching out to media (classical radio, TV, newspapers, and to social media). So I would say that the awareness is quite well developed for the general public, not only enthusiasts. We are working to convince also decision takers that action must be taken. A selection of recent outreach work by us:

<https://www.youtube.com/watch?v=zT7typHkpVg>

<https://www.youtube.com/watch?v=9cd0-4qOvb0>

Stereoscopic version of the movie: <https://www.youtube.com/watch?v=EzrMHWjQCtc>

Blogs, Twitter, etc. <http://blogs.esa.int/cleanspace/> and

http://www.esa.int/Our_Activities/Operations/Space_Debris

Scientific conferences <https://conference.sdo.esoc.esa.int/>

Brochures

http://www.esa.int/About_Us/ESA_Publications/ESA_Publications_Brochures/ESA_BR-336_Space_Debris_The_ESA_Approach

http://www.esa.int/About_Us/ESA_Publications/ESA_Publications_Brochures/ESA_BR-309_ESA_and_Space_Debris

http://www.esa.int/About_Us/ESA_Publications/ESA_Publications_Brochures/ESA_BR-338_Detecting_Space_Hazards

https://download.esa.int/esoc/SSA/esa_ssa_programme_brochure_square_2015_web.pdf

4. How many projects are currently underway at ESA with the aim of diminishing space debris around Earth?

The major large projects (these are build to combine smaller projects and activities) are the SSA programme and the Clean Space initiative. But, we also have to address space debris mitigation in all activities related to satellite design and operations - it is a transversal problem.

5. Is there shared information amongst space agencies on this topic? Do space agencies cooperate to solve this problem?

yes! The main forum among agencies is the IADC: <https://www.iadc-online.org/>

6. What is the mission in which ESA is more focused on at the moment?

well - I can only speak for space debris here - there a mission to return a large piece of debris is key <http://blogs.esa.int/cleanspace/2017/01/30/e-deorbit-it-is-time-to-make-active-debris-removal-a-reality-for-the-european-space-sector/>

ESA of course has many missions, astronauts flights, ground segment and technology developments, etc., that are all on-going, and all are important ;-)

7. What is ESA's priority at the moment: to collect space debris or to develop satellites that will not become space debris in the future?

Both is absolutely required! Some years ago we were convinced that strict adherence to space debris mitigation guidelines would solve the problem. But for a few years now there is consensus among the scientists and agencies that we also need to take out from the environment large heavy space debris items. Also the future launch traffic has changed, we expect large constellations of small cheap satellites to become a reality soon. So: of course we need to avoid the generation of space debris, but we also need to develop active removal technologies. And before we have achieved both, we need to ensure safe operations of our spacecraft!

8. Thinking about the future and in the big investment in missions to Mars, do space agencies involved in those missions worry about the waste that will be produced due to the minerals and energetic resources exploitation on that planet?

Apologies, not my field of expertise. I can forward the question to colleagues working on planetary protection. Sorry.

9. Has ESA ever launched a satellite with measures to prevent space debris?

yes! it is required for all satellites to avoid generation of space debris and to comply with space debris mitigation guidelines.

10. Have space debris ever interfered with any of ESA's missions?

yes! Collision avoidance is a routine task in our operations. But not everything can be avoided, see, e.g. a recent example of a satellite being hit by a small piece of space debris: https://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-1/Copernicus_Sentinel-1A_satellite_hit_by_space_particle

11. The laws of space use are not mandatory in all nations; do you think they should be?

I am not a lawyer, but I understand that there are different ways to achieve a better space debris future. International cooperation and consistency is in any case required to address this global problem! The UN addresses space debris <http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/topics/space-debris/index.html> and

there is progress with national space law implementing technical consensus based on ISO standards or IADC recommendations.

12. Is the investment in solutions towards space debris large?

Possibly not large enough compared to the value of the access to space. Space brings benefits for our civilisation especially considering the importance of space applications and services to help solving the big questions that our societies are facing (global warming, migration, conflicts, ...). But I have to admit that I may be a bit biased here.

13. Portugal did not subscribe the last ONU agreement about space debris. Do you want to comment?

I do not know enough about the background.

14. There have been several attempts to avoid that deactivated satellites become space debris but they did not work. Why do you think that happens?

At the end of their operational life satellites will become space debris, this cannot be avoided. But we need to make sure that these debris objects do not create bigger problems if they stay in orbit too long and/or fragment. There will always be the risk for failures and mishaps, space is hard. But these odds need to be minimised and for that we need more awareness that space is a critical resource. BTW: you cannot directly blame commercialisation to be a driver for more debris in orbit - for the geostationary orbit, where the main use today is commercial, we observe a wide compliance with space debris mitigation rules and recommendations, and nearly all satellites at their end of life try to re-orbit to a graveyard (which is recommended there).

Agradecimentos

À Professora Maria Pinto, pela oportunidade de tratarmos de um tema que desconhecíamos e que nos apaixonou

Ao Professor Paulo Gil, do Instituto Superior Técnico de Lisboa, responsável pelo programa de construção do nanosatélite ISTnanosat-1 projeto com carácter educativo escolhido pela ESA para enviar para o espaço e que perdeu o seu tempo connosco a explicar-nos de forma apaixonada o seu projeto e as implicações a nível de detritos

À Professora Cristina Fernandes, da ESA, Portugal e a Tim Flohrer trabalhador no gabinete do lixo espacial da ESA.