



UMA DISCUSSÃO SOBRE A EXTENSÃO DAS PROBABILIDADES DE CONDIÇÕES DE FALÊNCIA DE UMA AERONAVE, CF. A SAE/ARP 4761, PARA POSSÍVEIS DANOS CAUSADOS POR PEQUENOS SATÉLITES DE BAIXA COMPLEXIDADE: CONTRIBUIÇÕES AO DIREITO ESPACIAL

Márcia Alvarenga dos Santos
INPE
marcia.alvarenga@inpe.br

Marcelo Lopes de Oliveira e Souza (INPE); Olavo de Oliveira Bittencour Neto (Univ. Católica de Santos)

16 de setembro de 2019

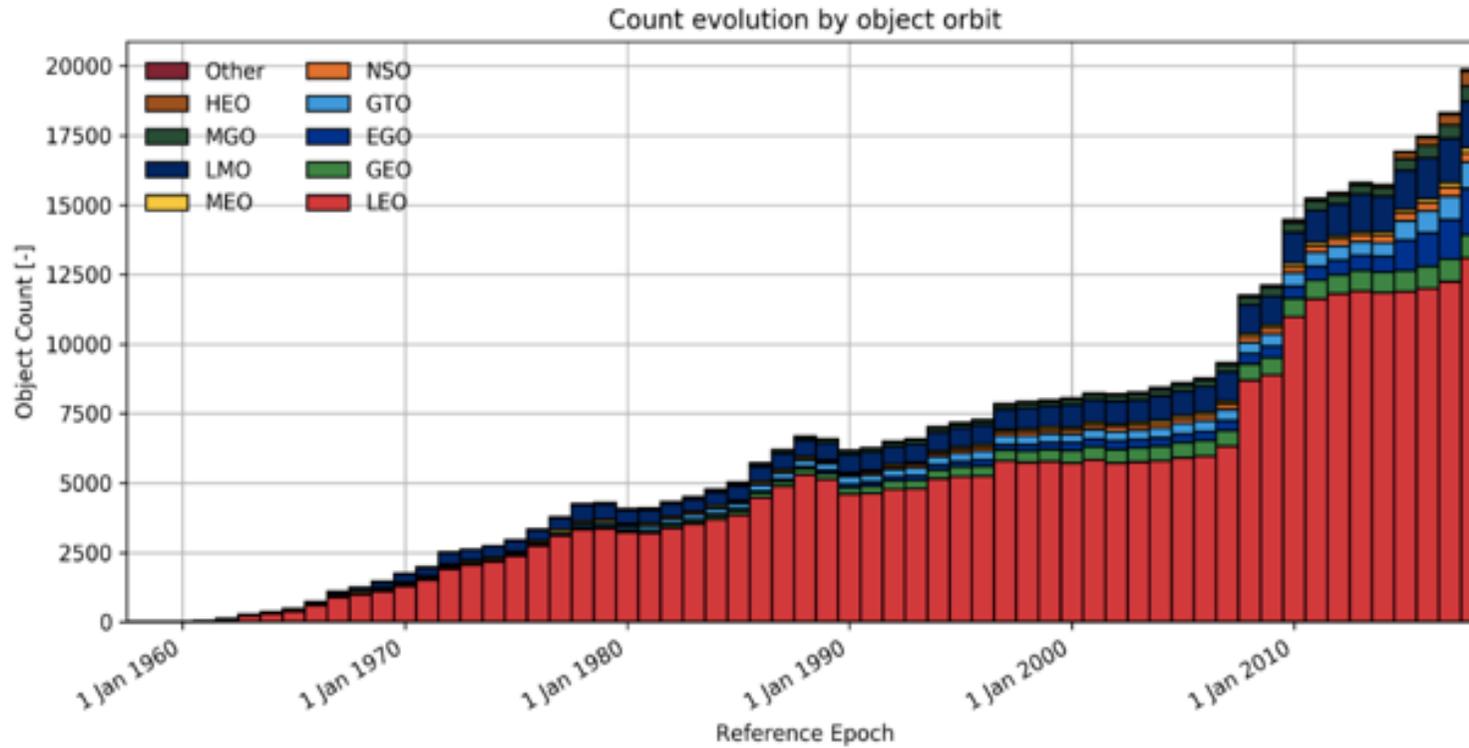


INTRODUÇÃO

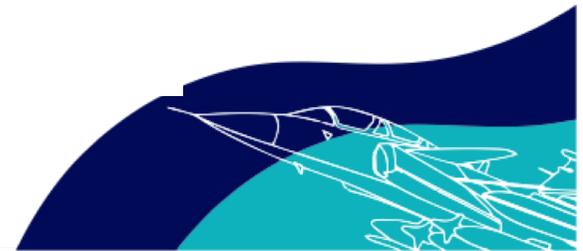
- O risco é uma característica indesejável, apesar de inevitável.
- É um evento incerto é medido pela sua criticidade, como sendo o produto da probabilidade de sua ocorrência multiplicada pela severidade de suas consequências.
- Diretrizes e métodos foram desenvolvidos para apreciá-lo de tal modo a mitigar o seu impacto ou, ao menos, entender as suas consequências e tomar providências.
- Dentre elas estão as Diretrizes e Métodos para Conduzir o Processo de Avaliação da Segurança de Sistemas e Equipamentos Aerotransportados, SAE/ARP 4761, do setor aeronáutico.



PROBLEMA



Count Evolution by Object Orbit.
 Fonte: ESA (2018).



PROBLEMA

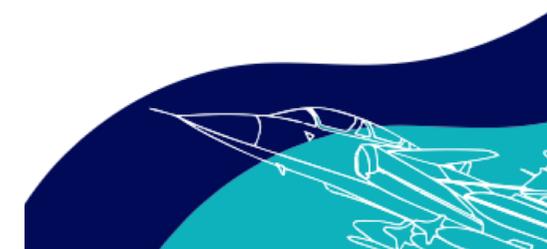
“A Euroconsult prevê que cerca de 7.000 pequenos satélites serão lançados, a uma média de 580/ano até 2022, crescendo para uma média de 820/ano até 2027” (EUROCONSULT, 2018).

AS DIRETRIZES SAE/ARP 4761 E SEUS NÍVEIS DE CRITICIDADE

Tabela 1– Criticidade da Condição de Falência de uma Aeronave em Função da Probabilidade de Ocorrência e da Severidade dos Danos de uma Falha de Componente, Equipamento, Subsistema, Sistema.

Nível de Garantia do Desenvolvimento (CRITICIDADE)	Probabilidade Máxima por Hora de Voo (PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA)	Classificação do Perigo (SEVERIDADE DE DANOS)
A	Extremamente Improvável 10^{-9}	Catastrófico (Todas as condições de falha que impedem a continuidade do voo seguro)
B	Extremamente Remota 10^{-7}	Perigoso (Grande redução nas margens de segurança ou nas capacidades funcionais)
C	Remota 10^{-5}	Grande (Redução significativa das margens de segurança ou nas capacidades funcionais)
D	Razoavelmente Provável 10^{-3}	Pequeno (Ligeira redução nas margens de segurança) - Leve aumento da carga de trabalho da tripulação; - Algum inconveniente aos ocupantes/tripulantes.
E	Frequente --	Sem Efeito

Fonte: SAE *International* (1996) (tradução nossa)¹⁴.



EXTENSÃO DA NORMA SAE/ARP 4761 PARA OS PSBCs

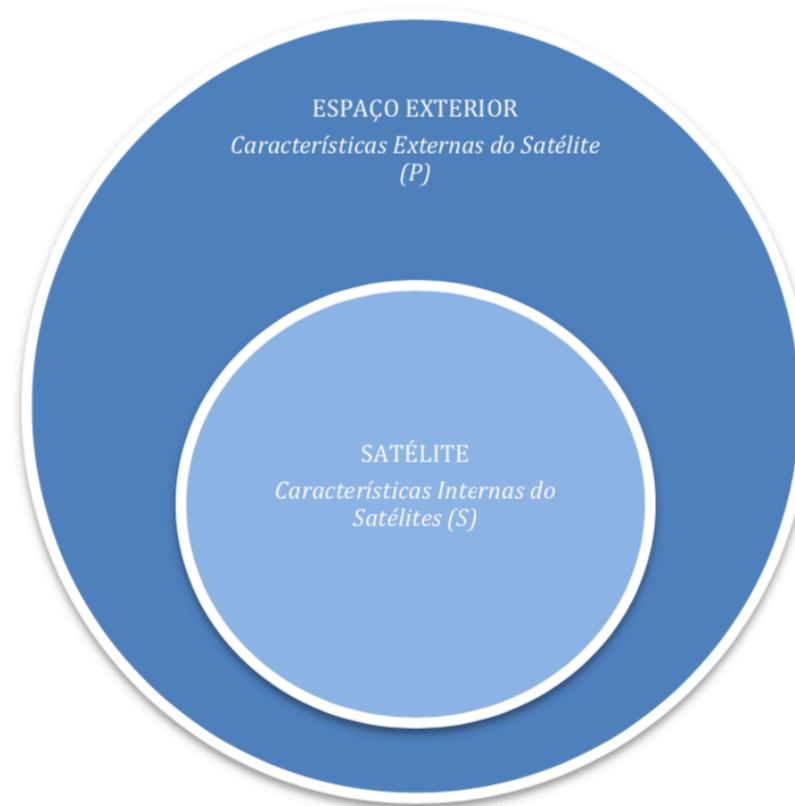
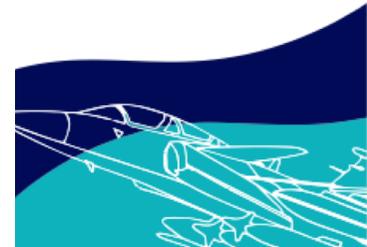


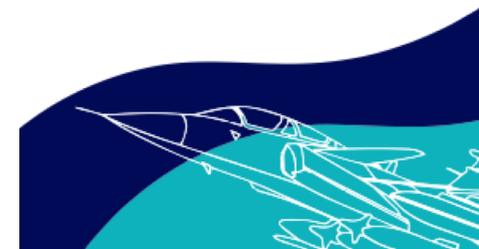
Figura 1 - Probabilidade e Severidade de Pequenos Satélites de Baixa Complexidade.



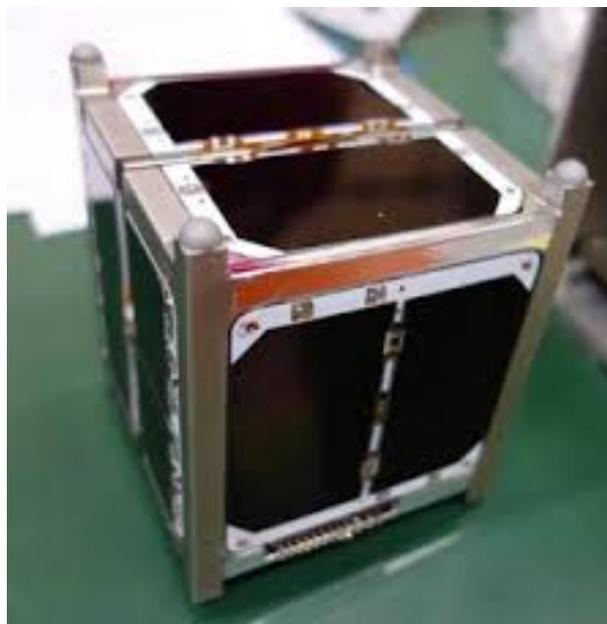
EXTENSÃO DA NORMA SAE/ARP 4761 PARA OS PSBCs

Tabela 2 – Algumas Criticidades de Pequenos Satélites de Baixa Complexidade em Função da Probabilidade de Ocorrência de suas Falhas e da Severidade dos Danos Causados por Elas.

CRITICIDADE	PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA	SEVERIDADE DE DANOS (Classificação do Perigo)
EIR x CP	Extremamente Improvável 10^{-9} Extremamente Remota 10^{-7}	Catastrófico Perigoso
R x G	Remota 10^{-5}	Grande
RPF x PSE	Razoavelmente Provável 10^{-3} Frequente	Pequeno Sem Efeito



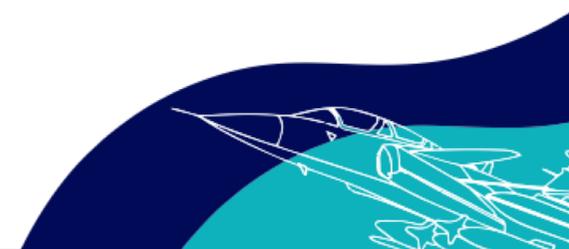
APLICAÇÃO DA PROPOSTA



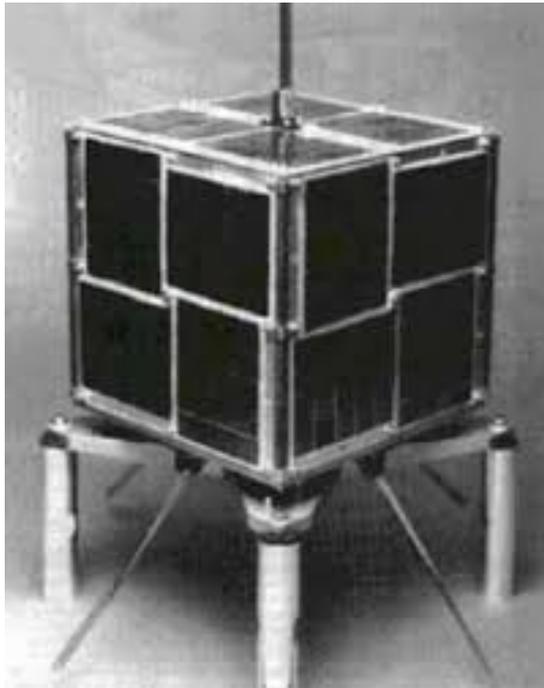
OSCAR-77

Criticidade: EIR x PSE

características internas (1,5 kg, 10 cm x 10 cm x 10 cm) e externas (347 km (perigeu), 361 km (apogeu)) permitiram seu decaimento em aproximadamente 6 meses após o lançamento



APLICAÇÃO DA PROPOSTA



OSCAR-17

Criticidade: RPF x G

características internas: pequena massa (12,92 kg, 21 cm x 21 cm x 21 cm) e suas
características externas: 774 km (perigeu), 789 km (apogeu), em órbita desde 1990 e sem
previsão de decaimento.

IMPORTÂNCIA DA EXTENSÃO DA NORMA SAE/ARP 4761 PARA O DIREITO ESPACIAL

- Os Estados têm a responsabilidade (*responsibility and liability*) pelas suas atividades espaciais e de seus entes (Tratado do Espaço, 1967, Art. 6o e 7o.).
- A definição de dano pela Convenção sobre Responsabilidade (1972) é ampla.
- Direito Espacial Internacional também não dispõe de leis que visem à proteção do ambiente espacial.
- Sob a suposição de que o atual cenário geopolítico não é favorável a um consenso que leve à adequação dos instrumentos do Direito Espacial Internacional à realidade das atividades espaciais, normas como a que se propõe, podem ser instrumentais.



CONCLUSÃO

- As Diretrizes e Métodos para Conduzir o Processo de Avaliação da Segurança de Sistemas e Equipamentos Aerotransportados, SAE/ARP 4761, do setor aeronáutico, podem ser estendidas ao setor espacial.
- A extensão da norma visa mitigar os riscos de danos e salvaguardar os Estados lançadores.
- A proposta pode ser aprimorada tanto na esfera técnica – por meio de projetos de engenharia que investiguem a possibilidade de aumento da confiabilidade de PSBCs; quer seja na área jurídica – com diretrizes que estimulem esse promissor setor da economia espacial.
- A sustentabilidade das atividades espaciais também seria favorecida por tal proposta, que iria, por fim, contribuir para a mitigação de detritos espaciais.



OBRIGADA

marcia.alvarenga@inpe.br

