



PROJECTO PULSAR - Efeitos da radiação cósmica em película holográfica

Alexandre Cabral (INETI), Paulo Pires (INCM), José Manuel Rebordão (INETI)

LISBOA, 24 DE JUNHO DE 2002

ACTIVIDADE

Efeitos da radiação cósmica em película holográfica.

OBJECTIVO DA EXPERIÊNCIA

Com esta experiência pretende-se verificar quais os efeitos da radiação cósmica sobre as etiquetas holográficas que serviram de referencia aos tubos que continham os materiais biológicos de Portugal. Estas etiquetas são constituídas por uma fina camada metálica reflectora e por materiais poliméricos.



Fig.1 - Tubo que continha as amostras expostas à radiação cósmica.

METODOLOGIA

Entre os vários tubos enviados, um dos tubos continha no seu interior um conjunto de hologramas. Além destes, foi também colado um holograma na superfície exterior do tubo.

Do conjunto inicial de hologramas produzidos para esta experiência, foram guardados alguns exemplares para posterior comparação com aqueles que viajaram para o espaço num tubo e foram sujeitos à radiação cósmica (fig.1).

A avaliação dos efeitos é feita através de microscopia. Numa primeira fase, através de microscopia óptica, feita uma avaliação da existência ou não de furos causados pelo impacto de partículas. A análise foi feita com um microscópio com uma ampliação de cerca de 360×, tanto nas amostras sujeitas à radiação como naquelas que ficaram em terra.

Caso houvesse indícios de alteração das amostras (furos ou alterações da superfície do holograma), estas seriam analisadas por microscopia de força atómica que permitiria uma observação de elevada ampliação numa área da ordem dos 500 μm².

ANÁLISE POR MICROSCOPIA ÓPTICA



Fig.2 – Análise por microscopia óptica.

As amostras que não foram sujeitas à radiação foram colocadas entre duas lamelas para garantir a planicidade necessária a uma correcta focagem de toda a amostra (fig.3).

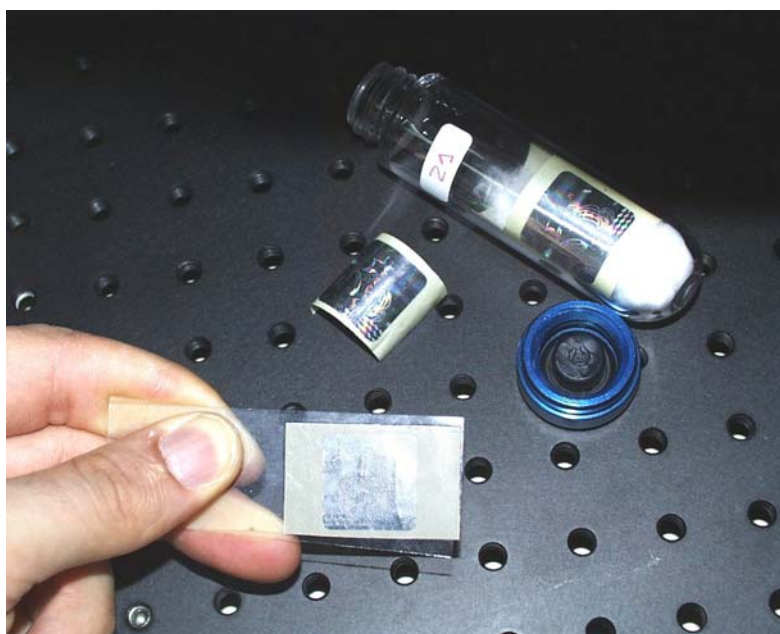


Fig.3 – Preparação das amostras para análise.

Analisando o holograma com uma pequena ampliação, verificaram-se facilmente os efeitos da difracção da luz branca - diferentes orientações das redes na superfícies difractam diferentes comprimentos de onda, resultando em diferentes cores para as diferentes zonas (fig.4).

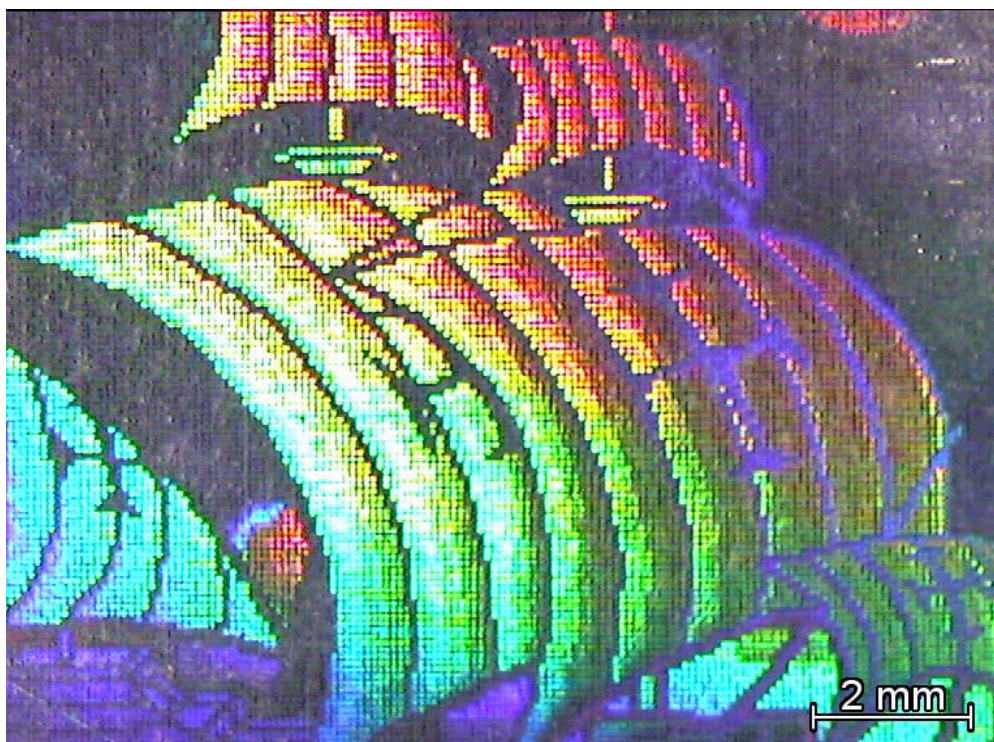


Fig.4 – Imagem de microscopia óptica de um holograma de referência que ficou na terra.

À medida que se vai aumentando a ampliação a estrutura superficial fica mais visível. Como se pode observar na fig.5, que corresponde a um exemplar que, ficando na terra, não foi sujeito à radiação cósmica, não são detectáveis no material onde o holograma foi registado quaisquer tipo de furos. Existem apenas pequenos defeitos microscópios devido, provavelmente, ao processo de fabrico.

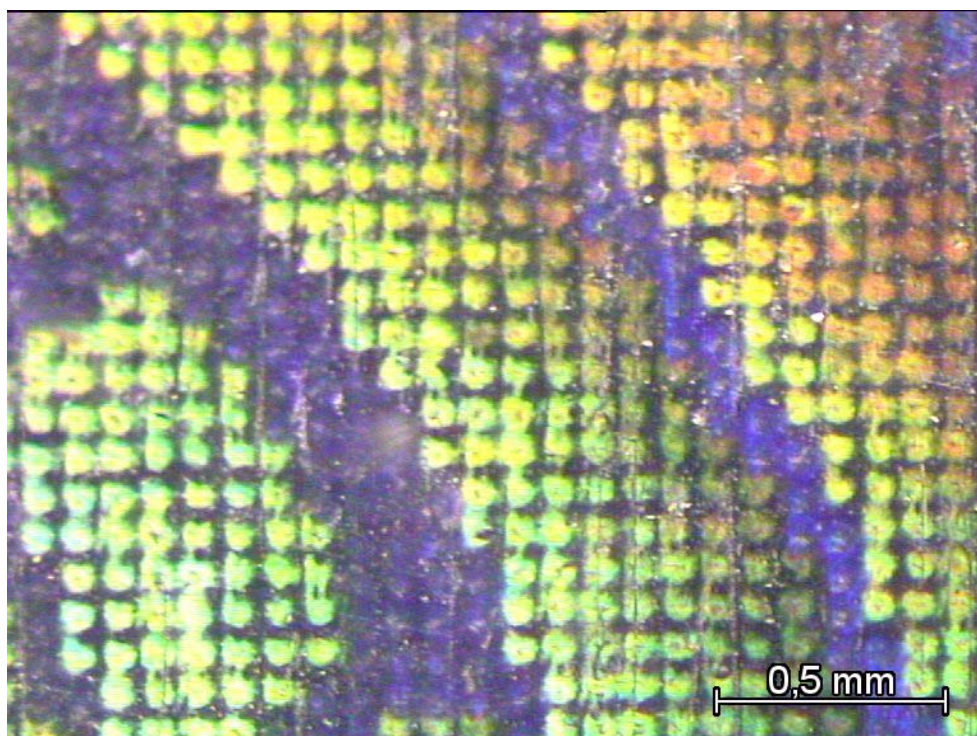


Fig.5 – Imagem de microscopia óptica de um holograma de referência que ficou na terra.

A fig.6 mostra a estrutura superficial de um exemplar que foi para o espaço. Este holograma esteve sujeito à radiação cósmica. No entanto não são detectáveis com este grau de ampliação quaisquer impactos a ela devidos. Ambos os espécimes (o que ficou em terra e o que voou para o espaço) apresentam o mesmo tipo de estrutura superficial.

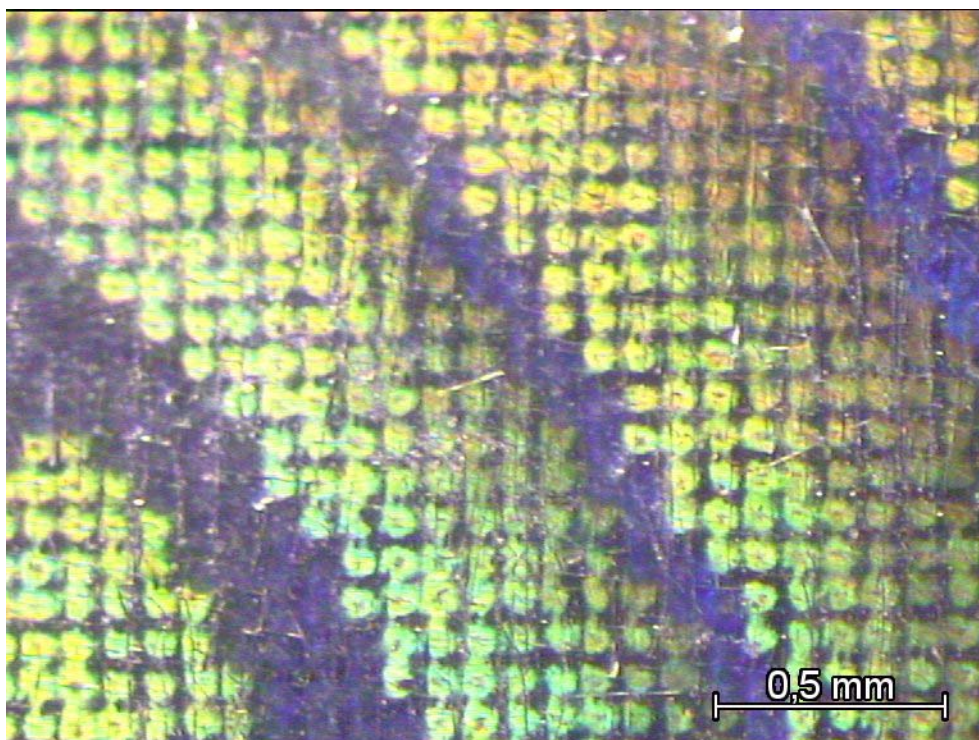


Fig.6 – Imagem de microscopia óptica de um holograma que esteve no espaço sujeito à radiação cósmica.

A análise foi, efectuada em toda a área dos hologramas (cerca de $20 \times 20 \text{ mm}^2$), através do deslocamento do espécime no campo de visão do microscópio.

Note-se que as imagens impressas não correspondem à ampliação máxima utilizada na análise, uma vez que estas foram obtidas com uma câmara e a análise foi feita usando uma ocular que, no total, permitia uma ampliação três vezes maior ($360\times$).

RESULTADOS DA MICROSCOPIA ÓPTICA

Os resultados da microscopia óptica não permitiram identificar nenhum tipo de alteração na superfície do material onde o holograma foi registado.

O facto de não existirem alterações na superfície, nomeadamente impactos provocados por partículas, não quer dizer que o efeito da radiação cósmica não seja relevante. O mais provável é que o tubo que continha as amostras analisadas não tenha estado directamente exposto à radiação ou, se esteve, que a exposição foi de curta duração para a intensidade do fluxo de partículas cósmicas.

ANÁLISE POR MICROSCOPIA DE FORÇA ATÓMICA

Como foi referido anteriormente, a análise por microscopia de força atómica, deveria surgir na sequência da detecção de alterações topográficas nas amostras (causadas por impactos das partículas) através da microscopia óptica. Mesmo que existam alteração de dimensão inferior à detectável com a ampliação usada ($360\times$), muito dificilmente seriam detectadas pois a área de cada análise de microscopia de força atómica é de cerca de $25 \times 25 \text{ }\mu\text{m}^2$ (seriam necessárias cerca de 640 000 análises para cobrir um só holograma), o que não é viável.



Fig.7 – Análise por microscopia de força atômica.

As fig.8 e fig.9 mostram o resultado obtido para algumas das análises efectuadas.

RESULTADOS DA MICROSCOPIA DE FORÇA ATÓMICA

Os resultados da microscopia de força atômica não permitiram identificar nenhum tipo de alteração na superfície do material onde o holograma foi registado.

Observando as fig.8 e fig.9, em que a primeira corresponde a espécimes que ficaram na terra e a segunda a espécimes que voaram para o espaço, é visível que a estrutura topográfica dos dois tipos de espécimes é idêntica, não havendo alterações passíveis de serem consideradas resultado da exposição à radiação cósmica.

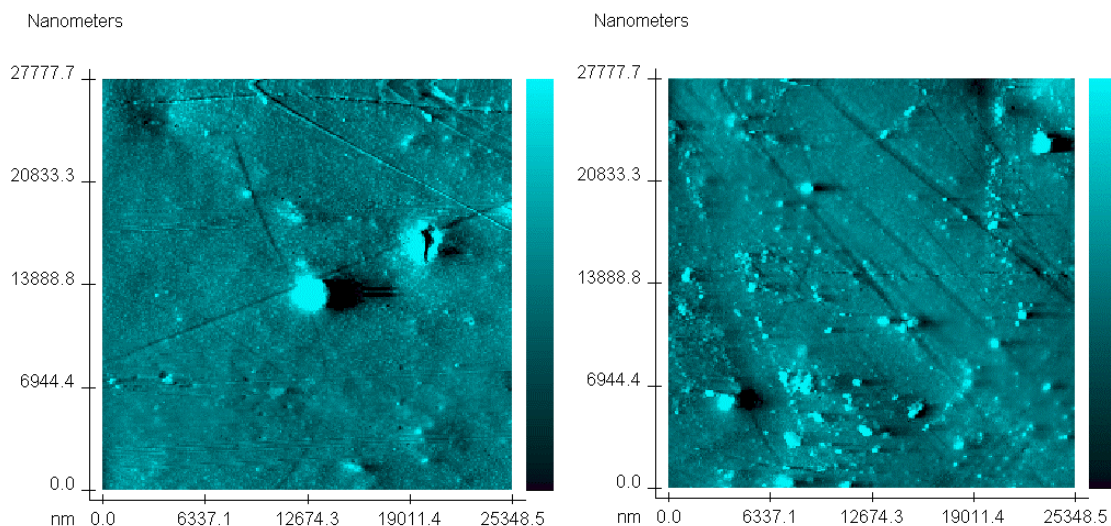


Fig.8 – Imagens topográficas obtida por microscopia de força atômica de hologramas de referência que ficaram na terra.

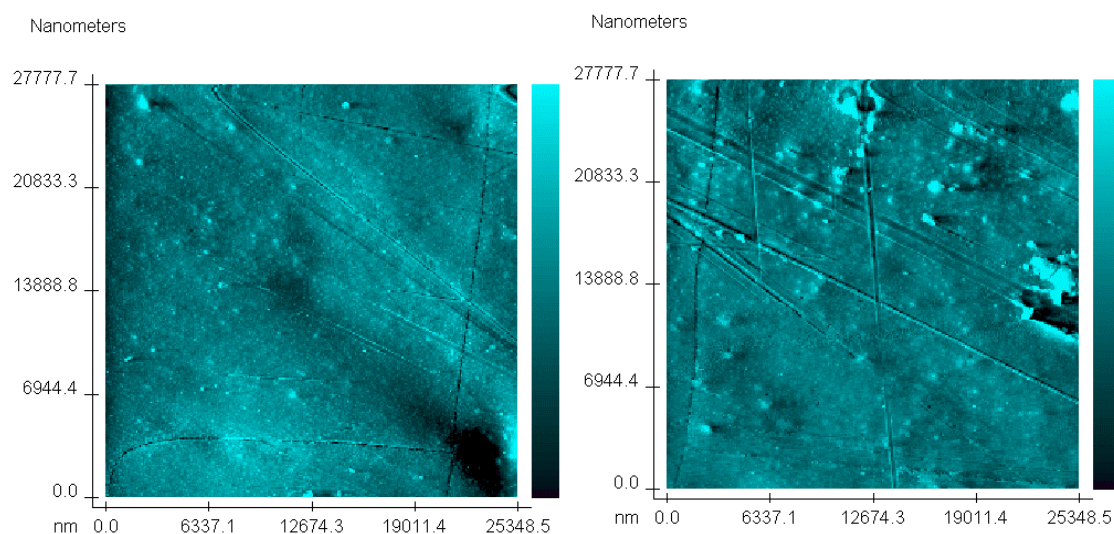


Fig.9 – Imagens topográficas obtida por microscopia de força atómica de hologramas que estiveram no espaço sujeitos à radiação cósmica.

CONCLUSÕES

O número de impactos por unidade de área é função do tempo de exposição dos hologramas à radiação e da intensidade do fluxo da mesma.

Em função do número de impactos previsível, assim a área a analisar por amostragem.

Caso a análise da amostra seja negativa, tal não significa que não tenha havido impactos, apenas que não foram identificados.

Não conhecendo a intensidade do fluxo nem o tempo de exposição, só seria possível fazer uma estimativa muito grosseira de um majorante da intensidade da radiação.

Qualquer estimativa deste tipo deveria ter em conta a efectiva blindagem que pudesse ter protegido os filmes, incluindo a orientação da nave.

Não foram detectados nenhuns impactos por microscopia óptica.

Não foram detectados impactos nas zonas sujeitas a microscopia de força atómica.

Não tendo tido controlo da maior parte dos parâmetros da experiência, apenas podemos afirmar a inexistência de qualquer impacto visível nas amostras seleccionadas, sem nada podermos inferir sobre as demais variáveis. A radiação cósmica existe e os seus efeitos sobre a estruturas mecânicas e eléctricas, painéis solares, etc., são bem conhecidos.

O voo de filmes metalizados no Space Shuttle poderia ter posto em evidência algumas destas interações. Não pôs.