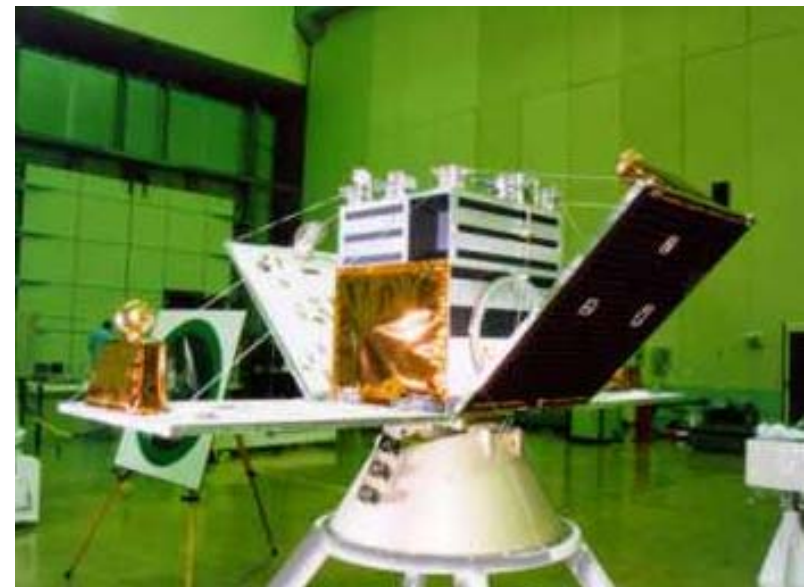
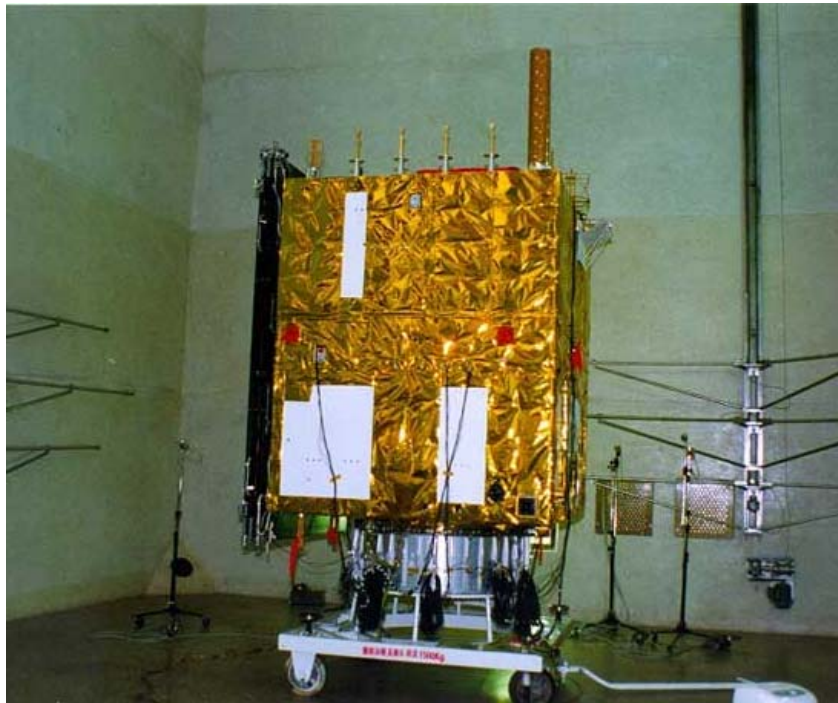


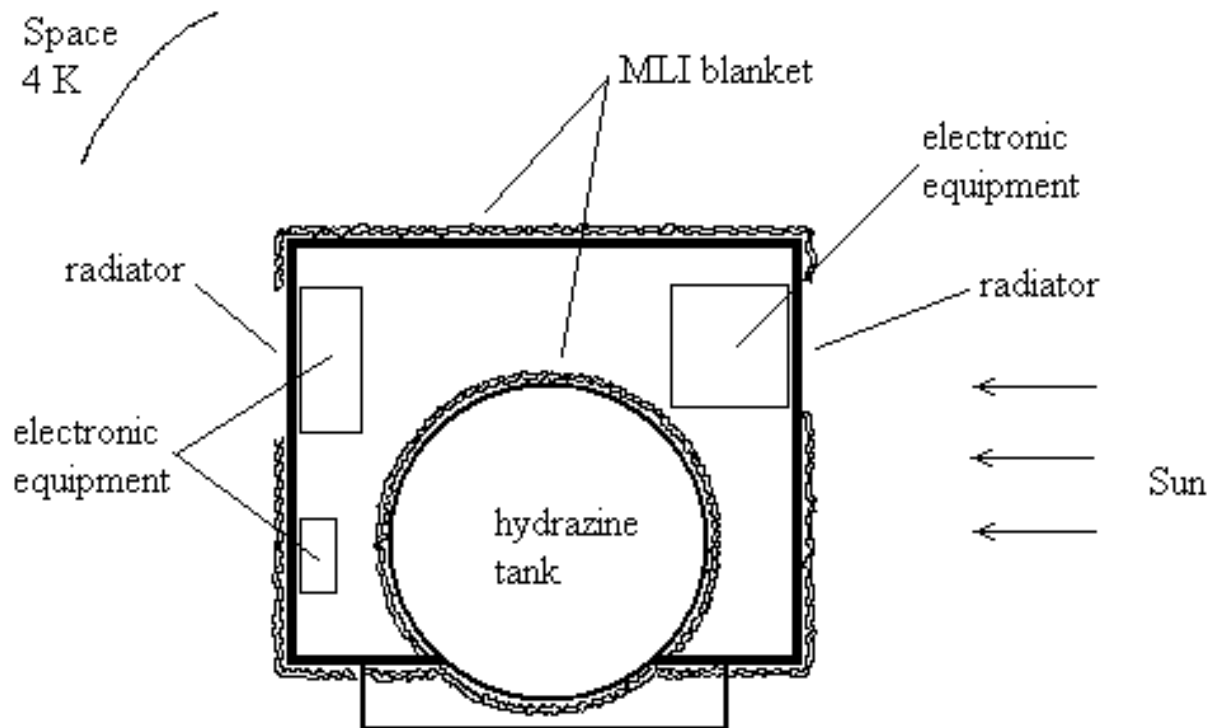
Ciclo de Palestras Sobre Controle Térmico de Satélites

Multi-layer Insulation Blanket



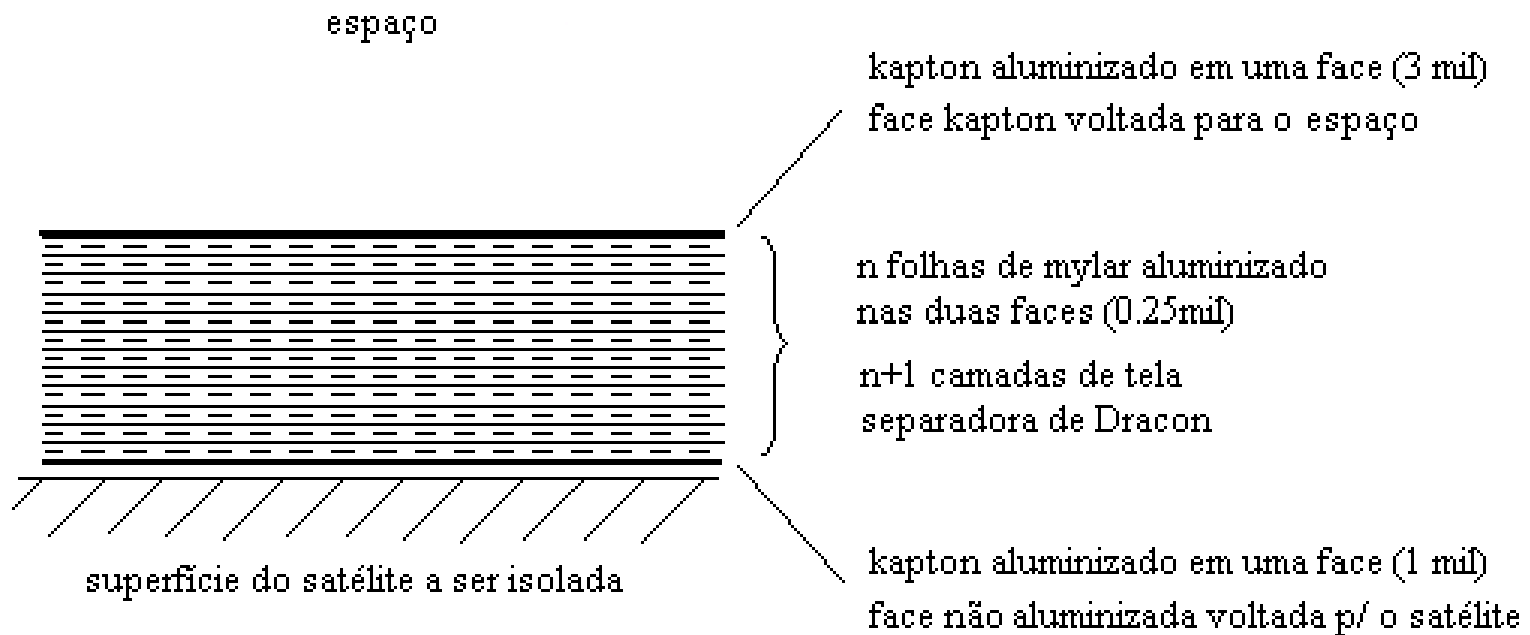
Finalidade

Isolação Térmica de Superfícies Externas e Internas



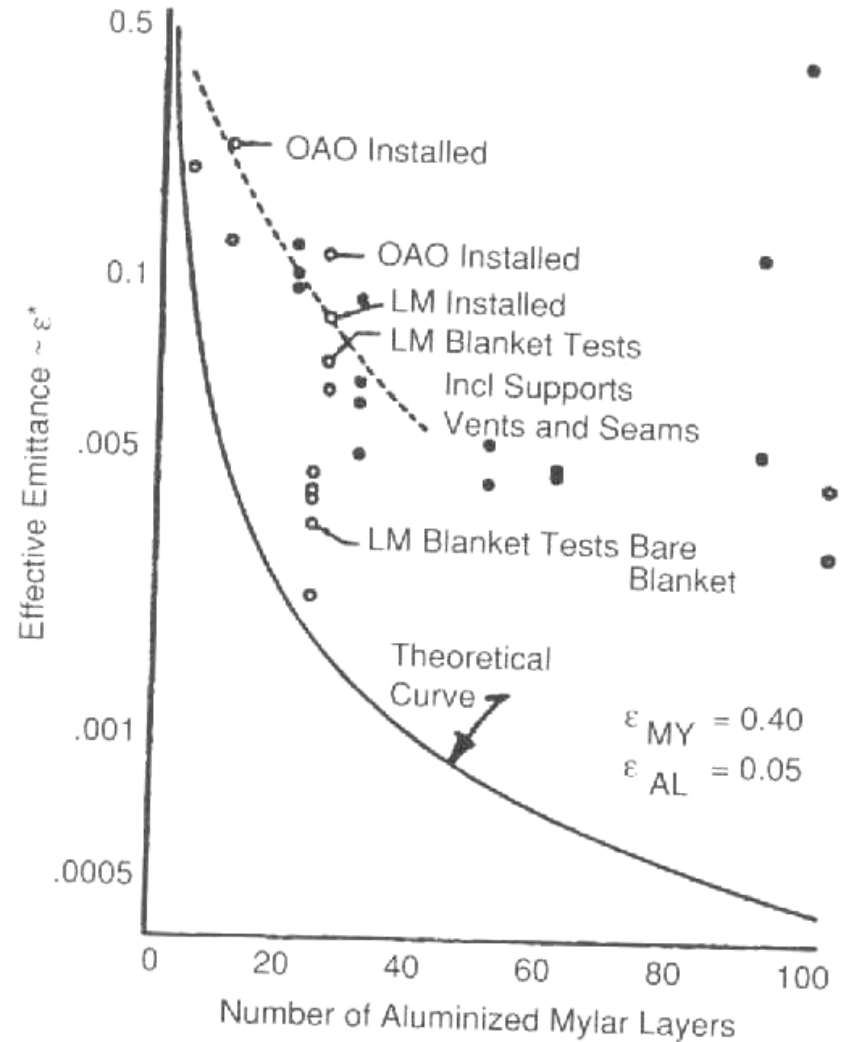
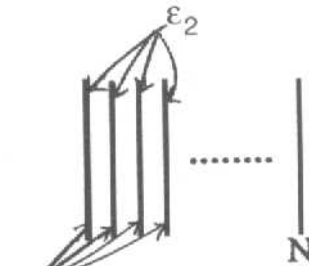
MLI Blanket

Composição Básica



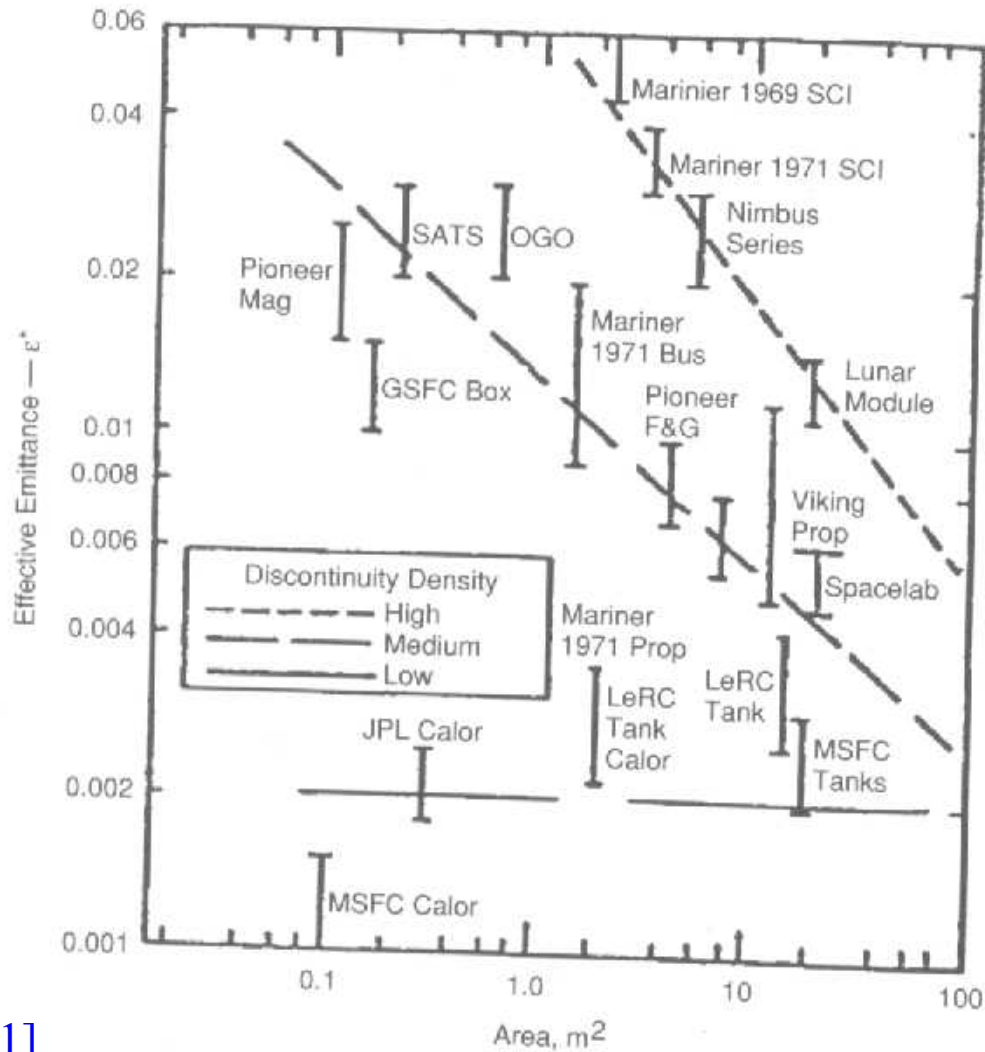
Emissividade Efetiva de MLI X Número de Camadas

$$\epsilon = \frac{1}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1} \left(\frac{1}{N+1} \right)$$



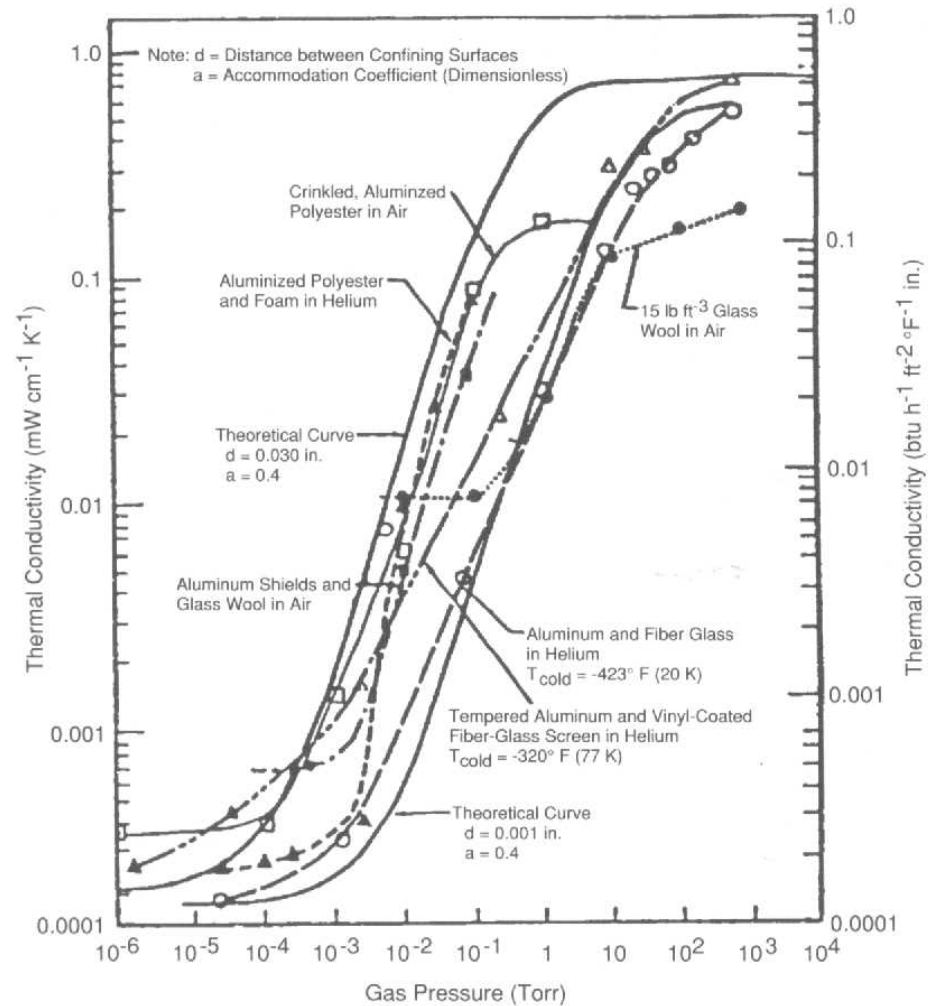
Referência [1]

Emissividade Efetiva X Tamanho da Manta



Referência [1]

Condutividade Efetiva X Pressão do Gás Intersticial



Referência [1]

Materiais mais Utilizados

Camada Externa:

- Kapton aluminizado (uma face) com TCC (-184 ~ 150 °C)
- FEP teflon com depósito de prata e inonel (uma face) com TCC (-73 ~ 65 °C)
- Beta cloth - tecido de fibra de vidro impregnado com teflon ($T < 204$ °C)

Camadas Internas:

- Mylar aluminizado (uma ou duas faces) (-250 ~ 121 °C)
- Kapton aluminizado (uma ou duas faces) (-250 ~ 288 °C)

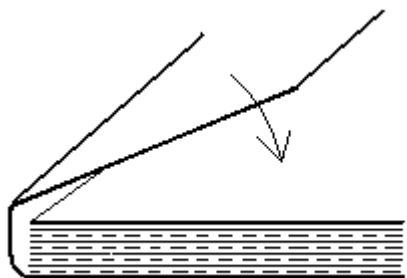
Espaçadores:

- Tela de Dacron (-70 ~ 120 °C)
- Tela de Nomex (-70 ~ 120 °C)

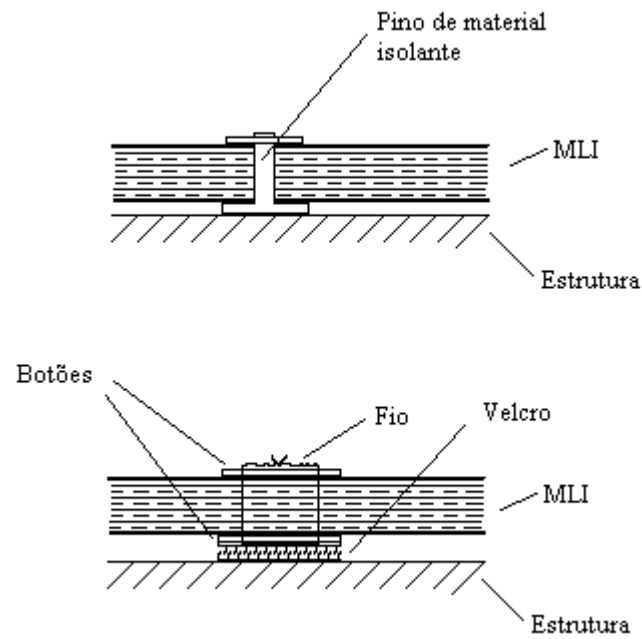
Referência [4, 5]

Técnicas de Fabricação

Fechamento das bordas



Fixação na estrutura



Técnicas de Aterramento Elétrico

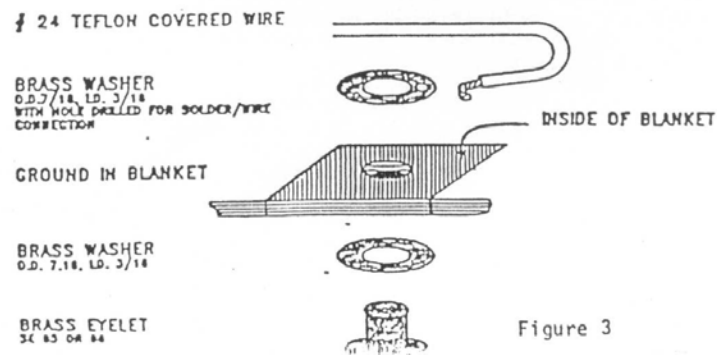
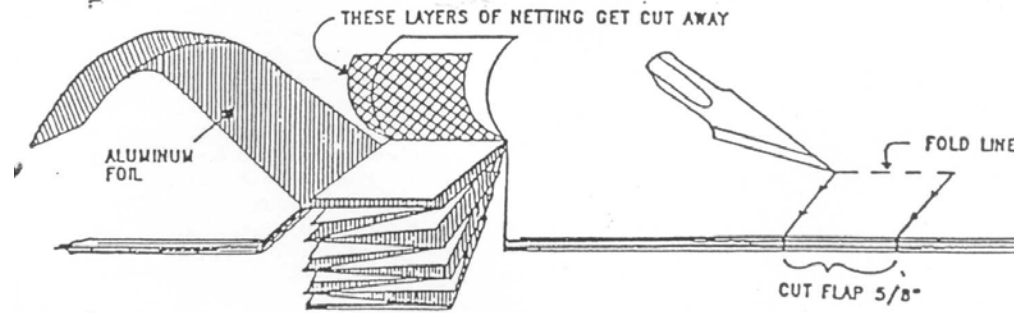


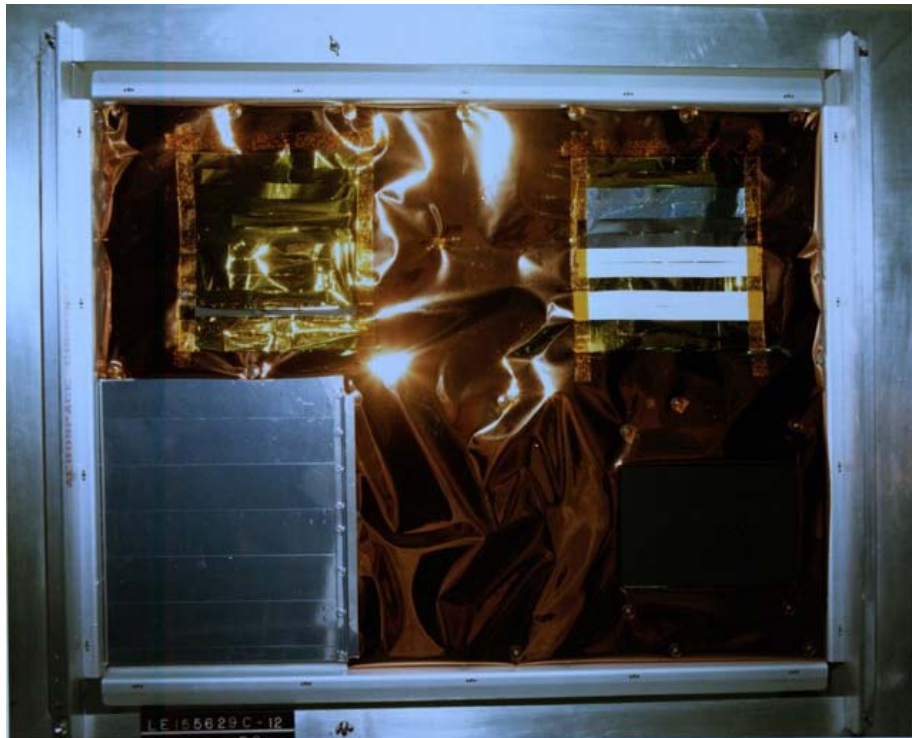
Figure 3

Desenvolvimentos Recentes

- materiais mais resistentes à degradação
 - radiação UV
 - partículas carregadas
 - oxigênio atômico
 - ciclagem térmica

- satélites com vida útil de 10 a 15 anos

Degradação do Kapton Aluminizado (t= 3 mil) após 5,7 anos em órbita no LDEF (h=324 ~ 509 km)

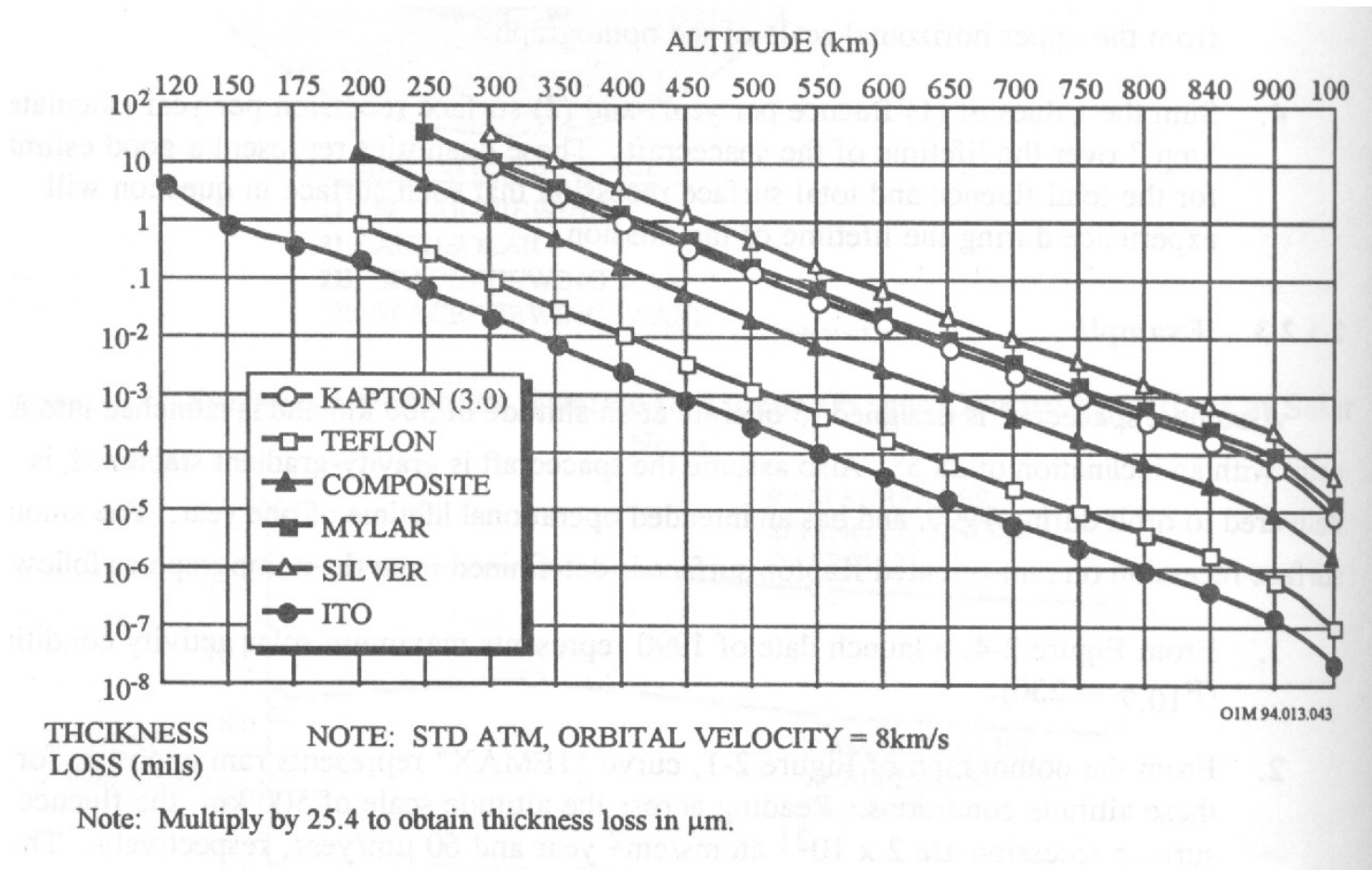


Antes



Depois

Degradação do Teflon e Kapton Metalizado (Erosão por Reação com Oxigênio Atômico, redução da espessura por ano)

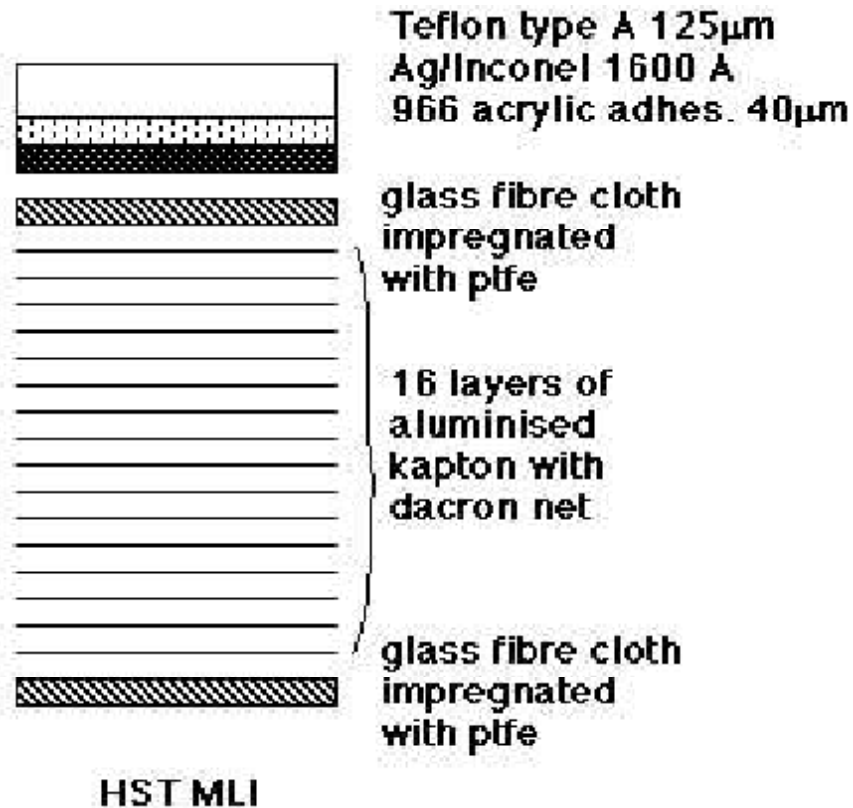


Referência [2]

MLI do Hubble Space Telescope após 7 anos



Manta Usada no Telescópio Espacial Hubble



TOR™ (Triton atomic Oxygen Resistant) polimers

- desenvolvido pela Triton dentro do programa Small Business Innovation Research (SBIR) da NASA
- 10 vezes mais resistente à erosão por oxigênio atômico que o kapton
- testes serão conduzidos em alguns programas da NASA (ProSEDS, HESSI)

Referências

1. Gilmore, D.G. "Satellite Thermal Control Handbook". El Segundo, CA, The Aerospace Corporation Press, 1994.
2. Silverman, E.M. "Space Environmental Effects on Spacecraft: LEO Material Selection Guide", 1995. (NASA-CR-4661)
3. Russell, D.A.; Fogdall, L.B.; Bohnhoff-Hlavacek, G. "Simulated Space Environmental Testing on Thin Films", 2000. (NASA-CR-2000-210101)
4. Finckenor, M.M.; Dooling, D. "Multilayer Insulation Material Guide", 1999. (NASA/TP-1999-209263)
5. Thermal Control Material & Metalized Films - Part number listing and general specifications
Catálogo da Sheldahl