CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL DA ZONA LESTE

Ensino Médio com Habilitação Técnica Profissional em Logística

Gabriel Saraiva Candido

Gustavo Massaliano do Nascimento

Stefannie Augusto Oliveira da Silva

NASA: O DESENVOLVIMENTO DA LOGÍSTICA E O TRANSPORTE ESPACIAL

São Paulo

2021

Gabriel Saraiva Candido

Gustavo Massaliano do Nascimento

Stefannie Augusto Oliveira da Silva

NASA: DESENVOLVIMENTO DA LOGÍSTICA E O TRANSPORTE ESPACIAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso técnico em logística da Escola Técnica Estadual da Zona Leste orientado pela professora Marcia Macário Dos Santos, como requisito parcial para a obtenção do título técnico em Logística.

São Paulo

2021

Gabriel Saraiva Candido

Gustavo Massaliano do Nascimento

Stefannie Augusto Oliveira da Silva

NASA: DESENVOLVIMENTO DA LOGÍSTICA E O TRANSPORTE ESPACIAL

Aprovado em:___/___/_____

Banca Examinadora

_____

(Nome do prof. Orientador)

_____

(Nome do Professor Avaliador)

_____

(Nome do Professor Avaliador)

São Paulo

2021

Agradecimentos

Agradecemos primeiramente a Deus pela oportunidade de desenvolver esse projeto e dedicação para concluí-lo.

Aos familiares que no dia a dia que estão nos acompanhando e apoiando em nossas decisões, e os amigos pela companhia e o auxílio com a atenção e inspiração dos professores, além disto, as humildes considerações para a nossa orientadora de curso, Marcia Macário dos Santos.

“Se há algum segredo de sucesso, ele consiste na habilidade de aprender o ponto de vista da outra pessoa e ver as coisas tão bem pelo ângulo dela como pelo seu.”

-Henry Ford

RESUMO

O transporte espacial é um dos maiores acontecimentos da história, consequentemente trouxe melhorias na tecnologia, ciência e logística. A NASA com a exploração espacial (Guerra Fria) conseguiu desenvolver a logística aplicada até os dias de hoje. E tendo uma grande evolução notou-se 7 lições que deveriam ser aprendidas/aprimoradas e elementos logísticos visando evitar falhas em foguetes e outros tipos de equipamentos envolvidos para melhorar a eficiência e eficácia dos projetos incluídos.

Palavra-chave: NASA, logística, tecnologia, transporte.

ABSTRACT

Space transport is one of the greatest events in history, consequently bringing improvements in technology, science and logistics. NASA with a space exploration (Cold War) managed to develop an application applied to this day. And having a great evolution noticed 7 lessons that will be learned / improved and specific logistic elements avoid failures in rockets and other types of equipment involved to improve the efficiency and effectiveness of the projects included.

Keyword: NASA, logistics, technology, transportation.

Sumário

INTRODUÇÃO 10

PROBLEMÁTICA 11

OBJETIVO GERAL 11

OBJETIVO ESPECÍFICO 11

METODOLOGIA 11

CAPÍTULO 1: O CAMINHO AO ESPAÇO 11

1.1 NASA e o processo 12

1.2 Mercury Freedom 7 13

CAPÍTULO 2: MISSÃO LUNAR E ARRANJO FÍSICO 17

2.1 O Programa Ranger 17

2.2 Arranjo Físico 18

2.3 FMEA 19

CAPÍTULO 3: ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONAL 21

3.1 Ônibus Espacial 21

3.2 Módulo de Logística Multifuncional 21

3.3 Carga útil 22

3.4 As lições da logística espacial 24

3.5 Resultados e significância estatística 25

CAPÍTULO 4: O CASO DE MARTE 26

4.1 A história para os dias atuais 26

4.2 Polo Sul 27

CAPÍTULO 5: CICLO DE VIDA LOGÍSTICO 28

5.1 Conceito e planejamento de manutenção 29

5.2 Design 29

5.3 Suporte de abastecimento 30

5.4 Suporte e equipamento de teste 30

5.5 Mão de obra, pessoal e treinamento 30

5.6 Gestão da Informação Logística 31

5.7 Dados técnicos 31

5.8 Embalagem, manuseio, armazenamento e transporte 32

5.9 Instalações 32

CONCLUSÃO 33

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 34

INTRODUÇÃO

O transporte espacial é algo surpreendente que envolve empresas e governos para seu desenvolvimento na pesquisa e tecnologia que ao passar do tempo as suas inovações vêm se aprimorando. Estão geralmente relacionados os foguetes que depois de um longo período é notório a evolução desse meio de transporte, porém vai muito além de uma definição. No desenrolar da história começou com apenas uma ideia revolucionária de Konstantin Tsiolkovsky, Robert Goddard e Hermann Oberth, que compartilham o título de “Pai dos foguetes” com a famosa “teoria Astronáutica”, que envolve máquinas projetadas para a operação distante na atmosfera terrestre, e deixou de ser uma ficção para se tornar realidade.

O engenheiro físico experimental norte-americano Goddard com a ajuda do filantropo Daniel Guggenheim, fundou o seu laboratório de testes onde desenvolveu as primeiras experiências sobre propulsão de foguetes no vácuo e a relação de energia proporcionado por diferentes combustíveis com base de hidrogênio líquido, que inspirou os mísseis V-1 e os mais conhecidos V2 que se aproveitava como foguete ou um míssil para que a Alemanha Nazista usa-se na Segunda Guerra Mundial.

Considerado como o pioneiro na corrida espacial, conseguiu criar um sistema de refrigeramento no motor para que as cargas ou tripulantes não sejam danificados. A genialidade de Goddard destacou-se muito, pois serviu de influência a Von Braun que por sua vez desenvolveu projetos, como: V-2, Júpiter – C, Explorer, Saturno e Programa Apollo, que em relação a esses trabalhos por cada etapa a logística está empenhada, um dos exemplos são: a orientação dos foguetes e a sua chegada no local desejado.

Entretanto, com o números de falhas observe que a logística é usada no meio de manutenção, visar as condições do material, administrar e organizar com o fim de evitar defeitos em foguetes e outros tipos de equipamentos para ter eficiência e eficácia no projeto, e também para mais tempo, menos gasto e melhor qualidade. A NASA desde a sua criação vem ampliando o seu processo

logístico para alcançar seus objetivos de exploração espacial na Guerra Fria até os dias de hoje com propostas mais complexas.

PROBLEMÁTICA

A NASA em sua história espacial teve uma melhoria significativa em tecnologia. Com isso, gerou-se várias mudanças na sociedade, incluindo a complexidade na programação e informação, porém, quais situações à dificuldade no desenvolvimento? Qual a importância de entender o transporte espacial?

OBJETIVO GERAL

Como funciona a logística na exploração espacial e o desenvolvimento no meio de transporte espacial.

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Entender o funcionamento logístico;
- Relatar dados de problemas na logística de manutenção;
- Demonstrar fatores para obter as conquistas, pesquisas e tecnologia;
- Caracterizar o transporte espacial;
- Compreender a cooperação entre empresas.

METODOLOGIA

O processo de coleta e análise de dados será feito visando as seguintes pesquisas:

- Pesquisa Bibliográfica, utilizando-se de livros, revistas, reportagens, sites e trabalhos acadêmicos;
- Pesquisas Descritivas, nos sites da NASA.

CAPÍTULO 1: O CAMINHO AO ESPAÇO

- **O transporte espacial**

O transporte é o meio significativo para a logística, compreende-se que sua estratégia tem como importância o desenvolvimento do processo de cargas e locomoção de indivíduos que vêm se sofisticando ao longo do tempo.

Entretanto, as informações sobre o “modal espacial” se comparado aos 5 meios de transporte, como: ferroviário, rodoviário, hidroviário, dutoviário e aeroviário. Não contém muita relevância, pois é utilizado por alguns oligopólios, sua ampliação envolve países desenvolvidos e pouco discutido.

O Engenheiro Wernher Von Braun é um dos maiores cientistas para a exploração espacial e desenvolvimento de foguetes, agregando assim, a importância do cientista à logística.

Criou o foguete V-2 e isso é um marco importante para o transportes espacial, que deixou de ser uma ideia “fantasiosa” para algo realístico, além disto, já tinha a obtenção do míssil V-1, porém o V-2 era mais sofisticado, e tinha a existência do foguete e o míssil para que a Alemanha Nazista ataque-se na Segunda Guerra Mundial.

Porém como essa conquista, início dela, o transporte é considerado precário por causa da pouca amplificação, envolvendo isso o meio de produção do ponto de partida e chegada, ou seja, um sistema pouco desenvolvido se comparado a logística no meio espacial de empresas e agências como a NASA. Entretanto sua utilidade (V-2) teve um grande significado na corrida espacial para levar os animais ao espaço (moscas-das frutas)

Contendo combustível líquido, o V-2 (Arma de Vingança) as instalações para colocar em prática causou milhares de mortes, em guerra e trabalho escravo na fábrica no subsolo de Mittelwerk. E neste ocorrido gerou uma grande controvérsia em relação a Von Braun que negava ter algum envolvimento com a exploração de mão de obra barata.

1.1 NASA e o processo

Depois da queda do regime Nazista, os Estados Unidos com a Operação Paperclip cooptou em levar cientistas alemães secretamente para desenvolver

a sua ciência e tecnologia. Entre os projetos programados estava a exploração espacial.

Durante a Guerra Fria um dos fatores mais importantes na metade do século XX foi a corrida espacial entre a URSS e os EUA. A rivalidade entre as duas superpotências teve como objeto a soberania da exploração e tecnologia espacial de cada um dos países, que desencadeou uma grande evolução para o transporte e a logística.

A primeira missão que a NASA propôs foi o Projeto Mercury. Este projeto Tinha como principal finalidade dar mais um passo em relação a URSS, levar o primeiro homem americano para o espaço, para isso fez diversos testes com foguetes não tripulados e com macacos.

O primeiro voo tripulado da NASA foi dentro do programa Mercury. Iniciado em 1959, ele durou até 1963 e fez seis lançamentos ao espaço durante o período.

Ou seja, sua duração foi de quatro anos e meio. O custo geral era de US $384.131.000. 37% para as espaçonaves, 33% para a rede de reabastecimento e 24% para a aquisição de veículos lançadores.

> Esses fundos pagaram "uma dúzia de contratantes principais, cerca de setenta e cinco subcontratados principais e cerca de 7.200 subcontratados de terceiro nível e fornecedores, todos os quais juntos empregam no máximo cerca de dois milhões de pessoas que em um momento ou outro tiveram uma mão direta no projeto." (Swenson, Grimwood e Alexander, 1966, p. 134)

Então, o custo logístico durante esse projeto Mercury custou milhões de dólares, incluindo a rede de reabastecimento, o custo mais barato das missões e projetos da Nasa.

1.2 Mercury Freedom 7

O Mercury Freedom ou Mercury-Redstone 3 foi a primeira missão tripulada aeroespacial dos Estados Unidos. Cujo os seus objetivos científicos, é incluído, principalmente, a qualificação da capacidade do homem no ambiente espacial. Além disso, é importante entender como as dificuldades para prosseguir iniciou

se por falta de investimento para a cápsula, mas a Agência de Projetos de Pesquisa Avançada (ARPA) chegou a um acordo. E informaram os comitês do Congresso sobre seus planos para uma cápsula tripulada e solicitaram US $ 30 milhões para prosseguir com o trabalhar de acordo com Swenson (1966)

> "Para atingir esses objetivos, o sistema de impulso disponível mais confiável será usado. Uma órbita quase circular será estabelecida a uma altitude suficientemente alta para permitir uma vida de satélite de 24 horas; entretanto, o número de ciclos orbitais é arbitrário. A descida da órbita será iniciada pela aplicação de retro-impulso. Os paraquedas serão acionados depois que o veículo for desacelerado pelo arrasto aerodinâmico, e a recuperação em terra ou na água será possível. (Swenson, Grimwood e Alexander, 1966)"

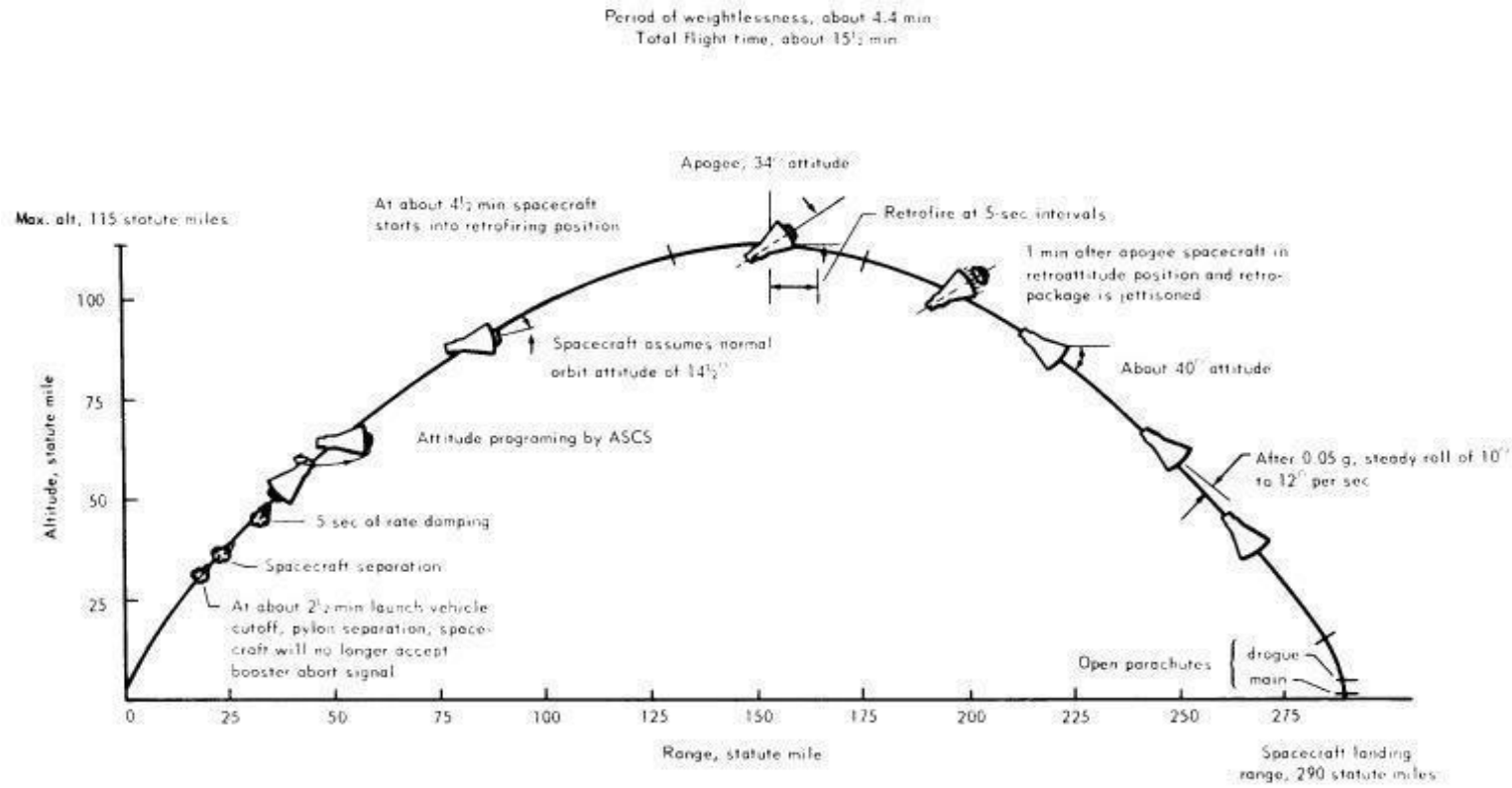
Então, teria que analisar a capacidade tecnológica da cápsula para atingir os objetivos, para isso, o bom compreendimento de plenitude dos problemas. A visualização física, como: Peso da Cápsula, a Fração da interface e as dificuldades estruturais, a reação preocupante e os controles ambientais da Cápsula, pois o períodos de atividades tem que ter eficiência e eficácia no seu trajeto de partida e pouso.

Benjamin J. Garland informou que o perigo era muito pequeno para o voo orbital, porém o clima de chuva indesejada poderia influenciar e ocasionar problemas e imprecisões durante a trajetória do foguete.

Imagem 1: Sequência normal de evento para o voo -Mercury-Redstone

Observação: Na imagem entende-se que a linhas na lateral e vertical, exibindo a altitude máxima de 115 milhas e quanto tempo, a condição da cápsula e relatando a programação a seguir do ponto de partida e chegada.

Período de ausência de peso, cerca de 4.4 min. Tempo do total de voo, cerca de 15 1/2 mm (titulo). É separado em três condições: Início,



desenvolvimento e final, de acordo com a imagem.

- ➢ Início: 2,2 minutos de lançamento haverá corte de veículo e separação, a espaçonave não aceitará mais o sinal de interrupção do reforço.

- ➢ Desenvolvimento: programação de altitude por ASCS com débito normal de 14 e em cerca de 4 min a espaçonave começa na posição de lado.

- ➢ Final: Abrir paraquedas antes da cápsula cair e tempo constante de 10 ° a 12 ° por segundo.

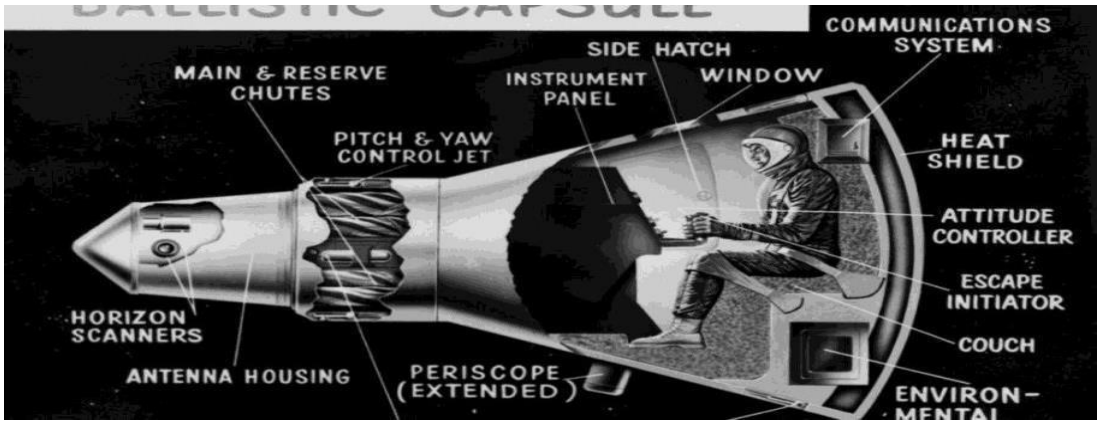


imagem 2: uma demonstração de como funcionava a pilotagem na Cápsula Mercury Freedom 7

O Foguete Redstone em 5 de maio de 1961 teve o seu lançamento na Estação de força aérea de Cabo Canaveral. A cápsula era tripulada por Alan Shepard. Por problemas técnicos, pois teve atrasos nos primeiros 3 anos, mas tudo saiu de acordo com a missão, que era para ver a capacidade do homem no espaço. O foguete atingiu uma altitude de 185 km. A missão inteira durou 15 minutos e 22 segundos, em seu lançamento até em sua pouso, o número ao decorrer do voo acabou sendo de apenas 487 km. Entretanto, o mais importante,

Mercury Redstone 3 foi o primeiro passo que levaria o homem à lua em 8 anos.

CAPÍTULO 2: MISSÃO LUNAR E ARRANJO FÍSICO

2.1 O Programa Ranger

O Programa Ranger foi uma série de missões com espaçonaves que o principal propósito era enviar imagens da Lua até o momento de impacto com a superfície do satélite. Os auxiliares Dryden e Siemens e o diretor de voo Silverstein, deliberaram que a missão não tripulada do programa poderia contribuir para o projeto futuro, o Apollo.

Hall escreveu (2010) que as fotografias de alta resolução de áreas selecionadas da superfície da lua, seria a maior contribuição individual que o Ranger poderia dar ao Projeto Apollo.

Em 28 de julho na terça-feira de manhã, a contagem regressiva começou e não obtiveram problemas.

Continua Hall (2010) que os veículos de lançamento, disse Pickering, colocaram o Ranger 7 em uma trajetória muito precisa que, se nenhum ajuste fosse feito, faria com que a espaçonave roçasse o bordo de ataque da lua e causasse impacto na parte traseira.

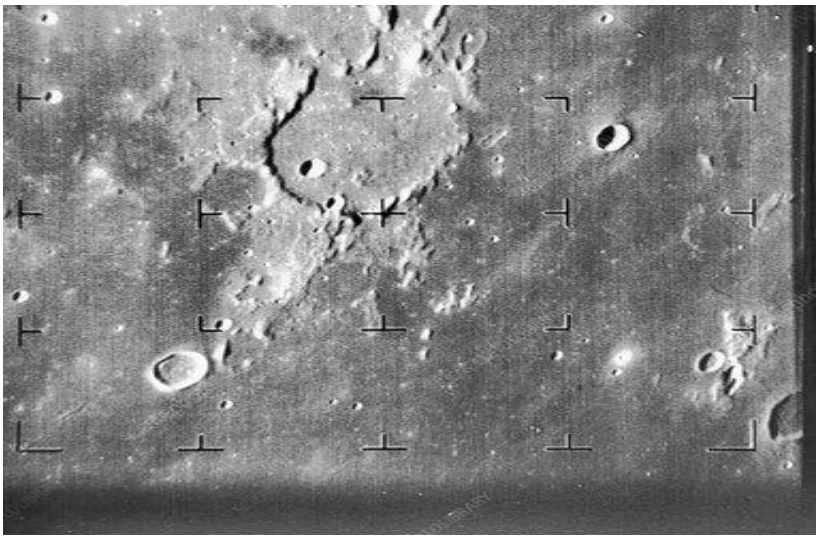


Foto 1: Imagem da lua tirada pela Ranger 7

Visto que, foi a primeira missão do projeto que deu certo, duas outras programações após a tarefa tiveram o melhor desempenho, assim como, Ranger 7. Que são: Ranger 8 e 9. De modo que, as imagens capturadas do espaço lunar tiverem qualidade gráfica melhor.

A fotografia da superfície lunar eliminou dúvidas sobre a consonância do propósito do módulo de pouso Apollo e Homer Newell explicou para os cientistas e congressistas o conhecimento para ser atingido com a engenharia Apollo. A técnica abrangeu disciplinas, como: Cartografia Lunar, Astronomia, Micro espectroscopia e beneficiou a medicina, aplicando para aprimorar fotografias de raio-x. Segundo a Industrial Research Incorporated em 1967, como inovação técnica mais importante.

2.2 Arranjo Físico

Segundo o Ballou (2011), o layout é a disposição de homens, máquinas e materiais, que permite integrar o fluxo de materiais e manuseio dos equipamentos necessários de movimentação, para que a armazenagem ocorra dentro do padrão de economia e rendimento.

Ou seja, o arranjo físico é relacionado com a organização de pessoas, equipamentos e instalações ao seu posicionamento físico, que afeta a capacidade, controle e produtividade da instituição se mal feita, ocasionando problemas. E desses existem 4 tipos básicos de arranjos físicos: posicional, funcional, celular e por produto, que são utilizados por empresas para maior fluidez no meio de produção.

O conjunto de missões coordenadas pela NASA foi o Programa Apollo entre 1961 e 1972 com o objetivo de levar o homem à Lua e trazê-lo de volta em segurança. O momento mais emblemático aconteceu com o pouso da Apollo 11 no solo lunar em 20 de julho de 1969, ou seja, sua duração foi em 8 dias e bem sucedida

Visto como para chegar aos objetivos que incluía 11 voos tripulados e 7 não tripulados, a NASA precisaria de um centro de controle para administrar e coordenar as missões, a principal dela era o MOCR 2 (Mission Operations Control Room 2), que traduzido significa “Sala de Controle de Operações da Missão 2” e abrange o FMEA para fins operacionais.

De acordo com Hutchinson (2019) para a maior parte do Projeto Apollo, o

MOCR 2 tinha um layout fixo. Cada estação administrava um grupo específico de funções relacionadas; alguns vigiavam o hardware da espaçonave, ou seu software, ou sua posição no espaço, ou a própria tripulação.

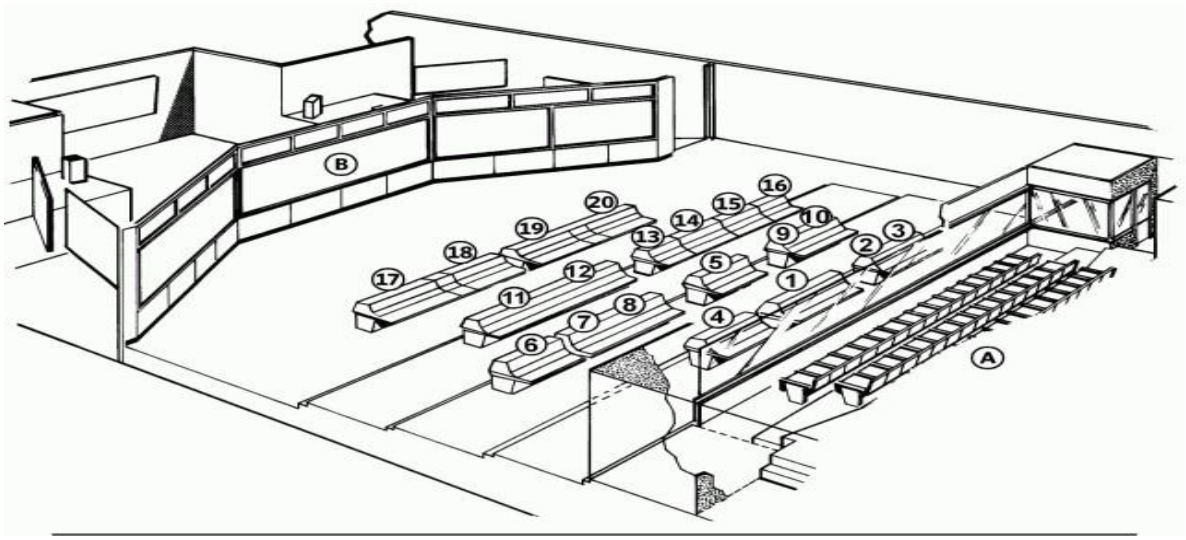


Imagem 3: o layout do MOCR 2 no Projeto Apollo.

A característica do MOCR 2 são as telas de projeção que incluem: grandes 5 monitores para proteção, 9 monitores menores para a informação cronográfica e Display Central (usado para fins de exibição a posição e os status do veículo).

- ➢ Eidophor (projetor de vídeo que cria imagens com tamanho extenso): era localizado em diversos pontos dentro do espaço de projeção da tela, foi capaz de exibir câmeras, canais e imagens de televisão, envolvidos na missão;
- ➢ Telas laterais: usadas para exibir canais de console;
- ➢ Tela à esquerda: Transmitir histórico de comando e atual plano de voo.

2.3 FMEA

FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) que em português significa Análise de Modos de Falha e seus Efeitos. É um projeto sistemático e metodológico que investiga possíveis falhas e o que poderia causar dentro da indústria. É

utilizado para a diminuição da probabilidade de falhas em novos produtos, processos de operação e aumentar a confiabilidade em análises das falhas que já ocorreram.

> “Em 1963, aproximadamente, durante a missão Apollo, a agência norte-americana NASA (National Aeronautics and Space Administration) desenvolveu um método para identificar, de forma sistemática, falhas potenciais em sistemas, processos ou serviços, identificar seus efeitos, suas causas e, a partir disso, definir ações para reduzir ou eliminar o risco associado a essas falhas” (Fernandes e Rebelato, ep 246, 2006).

Sua aplicabilidade foi inserida no experimento da LRR (Laser Ranging Retroreflector) e implantada na Apollo 11, 14 e 15. Consiste em uma série de refletores de canto-cubo que aparentam um tipo espelho especial e colocados em um ângulo de 90° (não precisam de energia) com propriedade de refletir sempre o feixe de luz na direção de que veio.
Quatro telescópios nos observatórios do Novo México, França, Itália e Alemanha disparam lasers, medindo o tempo necessário para que um pulso de laser salte dos refletores e retorne à Terra.

Abordagem de análise é:

1. Definir as funções da missão do LR3;
2. Definir os elementos de hardware e a execução de cada função;
3. Maneiras de como as execuções do hardware poderiam falhar em desempenho.

CAPÍTULO 3: ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONAL

3.1 Ônibus Espacial

O Ônibus Espacial concerne com a ISS (Estação Espacial Internacional), sendo uma grande reputação à prática logística atual da NASA, logo a agência instruir-se lições de voo, assim sendo, apurou a produção, demanda e custos logísticos para erros não serem cometidos e não prejudicar o progresso da instituição, promovendo ainda mais o avanço tecnológico.

O veículo era parcialmente reutilizado para não gerar gastos. Envolvendo-se dois foguetes auxiliares que continham combustível sólido que ao decorrer da reutilização em meses passava por séries de reconstrução e ajustes. Suas operações incluíam diversas gerações, como: Enterprise, Columbia, Challenger, Discovery, Atlantis e Endeavour. Entre eles foram o total de 135 missões.

Primeiro lançamento em 1981 e sua última missão em 2011.

3.2 Módulo de Logística Multifuncional

Desde o início da ISS em 1998, a maioria dos esforços da NASA em voos espaciais humanos à centralização era em torno da montagem e fornecimento da Estação Espacial Internacional (ISS). Por consequência, a discussão é concentrada sobre práticas atuais da época sobre a complexa tarefa de levar carga da Terra para a ISS e a gestão deste carregamento em órbita.

O Módulo de Logística Multifuncional Raffaello (MPLM), é um dos grandes nomes de elementos pressurizados reutilizáveis, transportados no compartimento de carga do ônibus espacial, usado para balsa de carga de ida e volta para a estação.

O MPLM contém componentes que oferecem suporte de vida, a supressão de incêndio, a detecção, distribuição elétrica e computadores que geralmente

tem intercomunicação com a Estação Espacial, pois as informações contidas entre ambos envolve o transporte de cargas, os experimentos e suprimentos para entregar aos tripulantes incluídos na STS-135. Durante a última missão do Onibûs Espacial, Raffaello consistia 8 Plataformas de Estiva de Reabastecimento (RSPs), 2 Plataformas de Armazenamento Intermediário (ISPs) e 6 Estantes de reabastecimento (RSRs), além disso, a NASA pode escolher a transportação de carga máxima de sobressalente de unidades, peças de reposição, alimentos e entre outros durante um ano, pois os três racks são de armazenamento. Aliás, os RSPs tiveram modificações especiais, assim atualizando a Estrutura Raffaello MPLM para transportar cargas. Modificada a perfuração e adicionar uma estrutura de arrumação do cone da extremidade traseira.

Os módulos de logística de propriedade dos EUA, que sua base é de construção italiana, consta uma alta capacidade de transportar mais de 7,5 toneladas (15.000 libras) de carga, peças sobressalentes e suprimentos. Isso é equivalente a um semi-caminhão reboque cheio da engrenagem levada à Estação Espacial.

> Equipamentos como porta-contentores com equipamento científico, ciência experimentos da NASA e seus parceiros, montagem e peças de reposição e outros itens de hardware para devolução, como concluídos experimentos, racks de sistema, hardware de estação que precisa de conserto e rejeição do um posto avançado de aproximadamente 220 quilômetros de altura pode ser transportado de e para a estação no MPLM. (WIKIHOW, NASA, 2011, ep 78)

Entre esses itens, alguns foram descartados na Terra, enquanto outros são para análise e coleta de dados por fornecedores de hardware e cientistas.

3.3 Carga útil

O processo de envio de um item ou de devolução dele começa com o envio de um pedido de manifesto (MR), ou seja, manifesto de carga, que é um documento

que visa a substituição de arquivos impressos, agregando os documentos fiscais que são transportados na unidade de cargas. Conforme o eSales (2017) o manifesto de carga é fundamental: com ele, você tem um documento de identificação para não enfrentar o processo burocrático da documentação fiscal no recebimento de suprimentos. O procedimento pode ser feito por proprietário de hardware ou grupo responsável pode enviar um MR. Os MRs são revisados na reunião semanal do Manifest Working Group (MWG). Uma vez revisado pelo MWG, o MR é encaminhado para a equipe de lançamento afetada ou equipe de incremento para sua revisão e aprovação / reprovação. Caso seja aprovado, a solicitação aparecerá para a próxima solicitação de mudança de manifesto (CR) com todos os MRs aprovados. O CR é avaliado com base no custo de cronograma de entrega, certificação, espaço de armazenamento em veículo de lançamento e retorno, espaço de armazenamento na ISS, requisitos de energia.

As cargas são categorizadas como carga útil de onibûs espacial. E são enquadradas em três categorias: primária e secundária. E ambas têm definições a seguir:

- **Primária:** A carga útil primária está entrelaçada com a missão do ônibus espacial, seja sozinho ou em combinação com outras cargas, atende os critérios da política de uso do ônibus espacial estabelecido no NMI 8610.12B. Política para obtenção de serviço de transporte espacial providenciado / organizado pelo Escritório de Voo Espacial da NASA e a relação cargas úteis com a agência, como determina a NASA Flight Assignment. Uma carga de origem primária define o caminho crítico do processo de integração, incluindo processamento KSC, projeto de voo e missão, preparação de operações e processamento pós voo e redução de dados.
- **Secundária:** em análise geral, uma carga útil secundária não define o caminho crítico do processo de integração, mas tem requisitos que utilizam os recursos SSP significativos. No entanto, a combinação de cargas úteis com viés secundário pode representar uma justificativa para uma missão espacial no mesmo sentido da primeira carga útil, ou seja, para fins de manifestação terá o caminho crítico do processo de integração.

3.4 As lições da logística espacial

As seguintes lições revisitam a fonte de dados separados para coisas aprendidas em programas, centros e atividades. Abordando causas raízes de determinado projeto e o se adquiriu através de erros.

1. Os problemas que resultam da falta de especialização de estiva podem incluir demandas crescentes de tempo para a tripulação, perda do acesso operacional, a falta de responsabilidade, moral enfraquecida e uma maior necessidade de reabastecimento. Para isso necessita-se de:
   - **a)** A reconfiguração do volume de armazenamento;
   - **b)** Para alta rotatividade, itens pequenos, a arrumação da despensa é recomendada.
   - **c)** O sistema deve nomear e numerar os volumes de armazenamento para ser mantido.
   - **d)** As entradas, compartimentos de encaixe e outras interconexões devem levar em consideração as operações de passagem e transferência de carga.

2. Um sistema de logística / estoque comum que é compartilhado por múltiplas organizações, diminuiria o problema de valores diferentes para os itens que são semelhantes entre os sistemas. Esse tipo de arquitetura estabelece o aprimoramento do gerenciamento de configuração. Além disso, é o único inventário que tem determinado um sistema de nomenclatura comum.

3. Listas de embalagem e manifestos não são bons sistemas de contabilidade manual, são fluidos e precisam ser tratados intuitivamente por um sistema atualizado.

4. A Comunalidade deve ser uma consideração primordial para todos os veículos, sistemas, software e componentes a fim de minimizar custos de desenvolvimento economia e otimizar a manutenção, para aumentar a flexibilidade operacional.

5. O projeto de manutenção é um dos mais relevantes para o funcionamento logístico. As peças menores são possíveis para fazer reparação, tem a consistência a capacidade de testar o suficiência do reparo, de ferramentas e treinamentos obtidos pela tripulação. A otimização é preferível, levando em consideração ferramentas, embalagem, tempo, estiva e custo do ciclo de vida.

6. Planejar e aplicar padrões ao desenvolvimento do sistema: Na maioria dos casos, onde existem vários padrões, é necessária uma interface e então requer suporte, um corolário disso é o uso de produtos comerciais prontos (COTS) hardware.

7. Para a especificação do projeto tem que conter a logística de devolução. Entender e modelar os requisitos de embalagem, pressurização e descartabilidade para a devolução ou reentrada destrutiva de itens antes do tempo. O crescimento e eliminação do lixo devem ser modelados como a parte da linha do tempo da tripulação.

3.5 Resultados e significância estatística

Os testes foram realizados nos dados para analisar sua significância estatística. O teste é de independência dos dados. Na Tabela 1 abaixo mostra a importância prática da logística e a probabilidade percentual que pode ser devido ao caso.

Elemento Levantado	Rank	X^2	Confiança
Projeto para considerações de manutenção	1	0,50%	99,50%
Uso de semelhança em sistemas	2	27,90%	72,10%
Projeto de um sistema de inventário integrado	3	8,40%	91,60%
Projeto para considerações de estiva	4	21,00%	79,00%
Uso planejado de padrões no sistema desenvlvimento	5	47,00%	53,00%
Projeto para logística de retorno	6	0,20%	99,80%

CAPÍTULO 4: O CASO DE MARTE

4.1 A história para os dias atuais

Conforme a Cavalcante (2021) o interesse científico levou a novas descobertas sobre Marte, e como o planeta é relativamente próximo do nosso, a NASA e a União Soviética tentaram repetidas vezes orbitar o Planeta Vermelho com um satélite e pousar com uma sonda.

Reis (2020) disse que: menos de um ano depois do lançamento de Zond-2 pela União Soviética, os Estados Unidos passaram à frente na corrida: em 15 de julho de 1965, a sonda Mariner 4, da NASA, conseguiu alcançar Marte, enviando de volta à Terra aproximadamente vinte imagens da superfície desértica do planeta, que hoje já nos é tão familiar.

Alguns anos mais tarde, a sonda Mariner 6 e 7 conseguiram ter sucesso aumentando o acervo de fotografias de Marte. Porém, o primeiro satélite artificial a alcançar a órbita de Marte foi Mariner 9, no ano de 1971. Captando um mapeamento fotográfico detalhado da superfície do planeta e notando atividade vulcânica e erosão fluvial.

De acordo com Williams (2018) os objetivos principais da missão (Viking) eram obter imagens de alta resolução da superfície marciana, caracterizar a estrutura e composição da atmosfera e da superfície e buscar evidências de vida. Os experimentos de atividades químicas no solo, no entanto, não encontraram qualquer evidência de microorganismos.

Nos anos 1990 teve o retorno das atividades. Entretanto, depois de falhas em sondas, a NASA teve sucesso em 1997 pela missão Pathfinder que levou o Rover Sojourner à Marte em segurança para a exploração do território.

No ano de 2003, concordante com Reis (2020) a Agência Espacial Europeia (ESA) lança a sonda Mars Express, que permanece em atividade até hoje, circulando Marte. A missão, contudo, não foi de todo bem-sucedida: ela também incluía a sonda Beagle-2, que deveria explorar a superfície do planeta. E jamais enviou sinais à Terra.

Em 2004, Os Rovers Spirit e Opportunity foram levados a Marte para caráter geológico.

O Curiosity é um único veículo robótico ativo atualmente na terra marciana, e um dos grandes cientistas é o Ivair Gontijo, físico brasileiro, que faz parte da equipe da NASA, ajudou a construir os transmissores e receptores radar para o pouso da superfície.

E entre outras, como: Mangalyaan (ISRO Indian, 2013), Missão ExoMars (ESA/Roscosmos, 2016) e InSight (NASA, 2018).

4.2 Polo Sul

Polo Sul é uma área estratégica para a operação tripulada em marte, entretanto, a complexidade na programação dificulta a colonização de Marte. Envolvendo a geofísica, para transportar equipamentos o Polo Sul é uma ótima opção para a missão. Duas unidades estão envolvidas:

- Estação McMurdo: Uma base científica dos Estados Unidos e serve para chegar na Estação Amundsen-Scott.
- Amundsen-Scott: Utilizada para objetivos espaciais e enviou de suplementos na Estação Espacial Internacional.

Para se ter sucesso é necessário um conjunto de tarefas:

1. Determinar as implicações no espaço cislunar (um espaço entre a Terra e Lua) e como desenvolver as operações da cadeia de suplemento;
2. Uma plataforma para a rede de abastecimento;
3. Compreensão dos impactos de estratégias logísticas.

Para uma arquitetura logística a Estação Polo Sul Amundsen-Scott e a ISS adotam esquemas logísticos para operações espaciais. Os ambientes operacionais empregam isso com garantia de recursos críticos para as tripulações, exemplo: Estocagem de suplementos, implantação da cadeia de abastecimento e material útil (reciclagem de resíduos e produtos).

Como é um projeto em evolução e inacabado ocorrerá muitas mudanças no Suporte Logístico do Ciclo de Vida (LCLS).

CAPÍTULO 5: CICLO DE VIDA LOGÍSTICO

O Suporte Logístico do Ciclo de Vida (LCLS) engloba o planejamento, implementação, desenvolvimento e a gestão de uma estratégia de suporte de sistemas abrangente, acessível e eficaz. Além disso, a LCLS inclui a aquisição, produção final, suporte e encerramento, para a compreensão do sistema da NASA que tem como principais objetivos, como:

- Garantir o Ciclo do Custo de Vida (LCC) tendo consideração como o design, parâmetro chave e desempenho;
- Ter influência no projeto para que o sistema consiga atingir requisitos operacionais;
- Desenvolver, projetar e implementar um sistema de suporte com custo-benefício.

No sistema de um veículo espacial está em contínua operação de período prolongado e os juros geralmente giram em torno de 60-70% nas operações de suporte que é envolvido no projeto de produção no caso de um veículo lançador.

Para atingir os objetivos LCLS estará estabelecidos os elementos:

- Conceito e planejamento de manutenção;
- Interface de Design;
- Suporte de abastecimento;
- Suporte e equipamento de teste;
- Mão de obra, pessoal e treinamento;
- Gestão da Informação Logística;
- Dados técnicos;
- Embalagem, manuseio, armazenamento e transporte;
- Instalações;

Ambos estavam com a harmonia no desenvolvimento da engenharia e entre outros setores. A logística de aquisição deve ser definida para aprimorar a estratégia de aquisição, incluindo custos totais de vários ramos e que sejam: acessíveis, suportados, corretos no ambiente, suportáveis e transportáveis.

5.1 Conceito e planejamento de manutenção

A manutenção do sistema é abordar os problemas do Ciclo de Vida, principalmente terá que ser compatível com o perfil das missões, que envolve requisitos operacionais, alocação de ferramentas, restrições de recursos (inserindo o custo, para não causar desperdício) e entre outros.

É o fator principal sobre o conceito de manutenção, que começa a partir dos primeiros estágios da evolução do hardware, projetos e princípios operacionais. Para sistemas onde a manutenção será uma atividade significativa e fator de custo, a consideração inicial pode permitir o ajuste do design de hardware para facilitar manutenção, otimizar os requisitos para peças sobressalentes e reduzir o custo total do ciclo de vida, de acordo com o autor. (WIKIHOW, NASA, 2016, ep 4).

O planejamento de manutenção é aplicado em cada item de hardware ou outros processos associados para tomar decisões, que documenta os resultados dos esforços do conserto e monitora todo Ciclo de Vida, ou seja, conduz as fases de missões, operações (espaço, destino, superfície), lançamentos e recuperação.

5.2 Design

O elemento Design Interface do LCLS é o processo através do qual os especialistas em LCLS se envolvem com designers de sistema de hardware para tornar o sistema suportável para mínimo de recursos possível que exigem, segundo autor (WIKIHOW, NASA, 2016, ep 5). As demandas incluem recursos financeiros para equipamentos como volume/massa sobressalentes e suportes, entretanto, as atividades em solo como a relação dos tripulantes e o pouso, os custos totais são mais importantes do que o volume/massa geométrica.

É eficiente que os componentes do hardware (válvula e subunidades eletrônicas) e com maior probabilidade de falha possam trocá-los para não substituir uma montagem de grande porte.

O interface de Design são os parâmetros de design relacionados a logística que são expressos em termos operacionais. Programas como "design de estabilidade e descarte" devem ser considerados durante o sistema.

Os principais itens do interface da Design são:

- Requisitos de confiabilidade;
- Requisitos de manutenção;
- Requisitos de padronização;
- Requisitos de interoperabilidade;
- Requisitos de segurança;
- Requisitos de segurança;
- Requisitos de usabilidade;
- Requisitos ambientais e de materiais perigosos.

5.3 Suporte de abastecimento

A NASA tem o dever de identificar no ciclo de desenvolvimento os aspectos técnicos

5.4 Suporte e equipamento de teste

Planejamento de equipamento de apoio para operações e manutenção é classificado como equipamento de suporte em usos específicos ou podem ser itens com várias aplicações. Isso inclui toda fase do Ciclo de vida na missão de teste (processamento de solo, montagem, Checkout, operações no espaço, na superfície e no pouso).

5.5 Mão de obra, pessoal e treinamento

As instalações de treinamento são um dos importantes elementos para a evolução da cadeia logística, ou seja, são materiais utilizados durante o

processo de desenvolvimento logístico nas missões espaciais incluindo tripulantes. E Deve ser abordado os seguintes tópicos específicos:

- Segurança;
- Duração necessária recomendada de treinamento;
- Instalações de treinamento;;
- Equipamento ou dispositivos de treinamento;
- Conteúdo do programa de treinamento;
- Habilidades/conhecimentos a serem treinados;
- Todas as certificações necessárias;
- Implementação do programa de treinamento.

5.6 Gestão da Informação Logística

As informações logísticas são essenciais e vitais para apoiar as decisões baseadas no conhecimento sobre o Ciclo de Vida. Os dados logísticos iniciais são derivados dos resultados das várias Análises de Apoio Logístico (LSAs), diz autor (WIKIHOW, NASA, 2016, ep 2no caso de Equipamento Fornecido pelo Governo (GFE), da NASA (ou qualquer agência governamental) será obrigada obter esses dados para descrever falhas e acertos nas atividades. Os dados serão acumulados desde o início de programas/projetos:

- Falha no hardware;
- Falha em experimentos;
- Manutenção preventiva e corretiva.

5.7 Dados técnicos

O TD&D (Tipos de Dados Técnicos e Documentação) é uma informação registrada que compõe 5 categorias:

- Procedimento técnico;
- Relatórios técnicos;
- Documentação de configuração (desenhos de engenharia, controle de documento e requisitos de interface); ● Imagens e vídeos de Hardware; ● Dados de análises.

5.8 Embalagem, manuseio, armazenamento e transporte

O PHS&T (O Planejamento de Embalagem, Manuseio, Armazenamento e Transporte) deve finalizar o ciclo de vida do item, isso inclui:

- Operações em locais de montagem;
- Embalagem, manuseio e armazenamento no local de lançamento;
- Pouso e reentrada;
- Entre outros (Manuseio da estiva no espaço, na superfície, lançamento etc.)

5.9 Instalações

O papel da instalação integra o armazenamento, atividades de suporte, reparo de depósito e processamento. As instalações necessita habilitar as funções de suporte adequadamente, por exemplo: temperatura, iluminação, condições de sala organizada e umidade.

CONCLUSÃO

Tendo em vista os aspectos observados, o transporte espacial é um dos grandes feitos da humanidade, a contribuição é histórica, pois abrange várias áreas da tecnologia e ciência. Os fatores a serem citados, são: a medicina aeroespacial e sua importância na iniciativa do projeto Mercury até os dias de hoje, o desenvolvimento do GPS e satélites que contribuem para outros ramos de transporte como o rodoviário e entre outros. Na Gestão logística a NASA contém atividades complexas, detalhadas e aprimoradas a cada missão, principalmente no Projeto de Marte e sua continuação. Ou seja, uma tarefa inacabada que promete a colonização do planeta vermelho. Uma das maiores operações logísticas está para acontecer.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alexandre Freud, Wernher Von Braun. Disponível em: https://m.dw.com/pt-br/wernher-von-braun-um-engenheiro-entre-a-guerra-e-o-espa%C3%A7o/a-49672889

Brian Dubar, Konstatir E. Tsiolkovsky. Disponível em: https://www.nasa.gov/audience/foreducators/rocketry/home/konstantin-tsiolkovsky.html

Robert Sherouse, Logistics Management Division. Disponível em: https://www.nasa.gov/audience/foreducators/rocketry/home/konstantin-tsiolkovsky.html

Este Novo Oceano. Disponível em: https://www.hq.nasa.gov/office/pao/History/SP-4201/toc.htm

Impacto Lunar. Disponível em: https://history.nasa.gov/SP-4210/pages/TOC.htm

Daniele Cavalcante, 40 anos dos ônibus espaciais. Disponível em: https://canaltech.com.br/espaco/40-anos-onibus-espacial-nasa-182354/

Brian Dubar, Logística / Ativos. Disponível em: https://www.nasa.gov/feature/logistics-assets/

Lee Hutchinson: Apollo Flight Controller 101: cada console explicado. Disponível em: https://arstechnica.com/science/2019/12/apollo-flight-controller-101-every-console-explained/

NASA LCLS. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1lY9L7AwGlpDbvWXXie0VKB01Xgw5e6fC/view?usp=drivesdk

Logistics Lessons Learned in NASA Space Fligh. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/19txOZybNoHxw-K4VEIFdjHO-5V_LCdhZ/view?usp=drivesdk

STS 135: The Final Mission. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1ESbrEyz1yU5k358RlxioO38ollEJ1M_4/view?usp=drivesdk

Liliane Reis, 60 explorando Marte. Disponível em: https://canaltech.com.br/espaco/60-anos-explorando-marte-um-resumo-das-missoes-que-estudaram-o-planeta-vermelho-168339/

FMEA. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1EFj2rWLJN6ZrNf_VRfcf16kRfavX_Vpr/view?usp=drivesdk

Logistics of Mars. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1ifXlthYf-bNG_f-w1a88iYE4ZfKMocJc/view?usp=drivesdk