

# **Gerenciamento de Projetos Espaciais** do Sputnik aos dias atuais



André Bittencourt do Valle  
Bernardino Coelho da Silva  
Carlos Alberto Pereira Soares

# **Gerenciamento de Projetos Espaciais** do Sputnik aos dias atuais

2.<sup>a</sup> edição  
Revista e atualizada

2022

Copyright © André Bitencourt do Valle, Bernardino Coelho da Silva e Carlos Alberto Pereira Soares.

2ª edição - 2022

Capa: Israel Dias de Oliveira  
Contato: editor@editoraflutuante.com.br

### **Ficha catalográfica**

---

Valle, André Bitencourt, Silva, Bernardino Coelho, Soares, Carlos Alberto Pereira

Gerenciamento de Projetos Espaciais: do Sputnik aos dias atuais. Clube de Autores, 2022.

310 p.

ISBN 978-65-00-55093-1

1. Projeto Espacial 2. Espaço 3. Foguetes 4. Satélite

Enquanto sentires as estrelas como algo que está  
“por cima de ti” não possuis ainda  
o olhar do homem que sabe.

**Friedrich Wilhelm Nietzsche**

Filósofo, filólogo, crítico cultural, poeta e compositor prussiano do século XIX, nascido na atual Alemanha. Escreveu vários textos criticando a religião, a moral, a cultura contemporânea, a filosofia e a ciência, exibindo uma predileção por metáfora, ironia e aforismo.



## Conteúdo

Palavras iniciais .....	9
Um breve passeio pela história .....	19
Contribuições do Projeto Apolo .....	29
A largada para a Corrida Espacial .....	37
A participação brasileira .....	43
Reação ao Sputnik: política e projetos .....	67
Departamento de Defesa Americano .....	77
British Standards Institution (BSI) .....	83
International Organization for Standardization .....	87
Society of Automotive Engineers .....	97
Associação Brasileira de Normas Técnicas .....	103
The Project Management of Institute .....	109
European Cooperation for Space Standardization .....	111
National Aeronautics and Space Administration .....	119
Agência Espacial do Japão (Jaxa) .....	133
nização de Pesquisa Espacial da Índia .....	137
Gerenciando projetos espaciais .....	139
Ciclo de vida de projetos espaciais .....	143

Filosofia de modelos.....	147
Confiabilidade e Garantia da Qualidade .....	151
Qualificação de componentes espaciais .....	163
Filosofia de revisões.....	169
Fases de um projeto espacial .....	175
Fase 0 - Identificação e análise das necessidades da missão. ....	181
Fase A: Análise de viabilidade.....	195
Fase B — Definição preliminar .....	217
Fase C — Definição detalhada.....	245
Fase D: Produção e testes de qualificação .....	257
Fase E: Operação e utilização.....	267
Fase F: Descontinuidade.....	273
Gerenciamento de projetos de pequeno porte.....	285
Referências.....	291
Anexo.....	299

## Palavras iniciais

**Independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes, recatados e despidos de orgulho.**

**Sua Santidade Tenzin Gyatso - 14º Dalai Lama (1935-)**

O destino do homem é rumo ao conhecimento de sua origem e habitar outros mundos, como Marte, por exemplo, embora ainda haja severas dificuldades para a consecução destes objetivos. E cada vez mais, a indústria espacial investirá nesse sonho de conquista, pois algo parece nos impelir a ver o futuro com nossos pés, a serem fincados em planetas distantes e povoados pela espécie humana, embora correndo todos os riscos e incertezas de uma viagem enigmática.

Assim, o gerenciamento de projetos espaciais é uma área de atuação para aqueles que querem se dedicar a uma atividade que requer a competência de saber lidar com a possibilidade da perda de vidas humanas ou de todo um projeto, caso algo venha sair drasticamente diferente do planejado.

Portanto, gerenciar um projeto espacial requer mais do que conhecer de metodologias, mas exige dedicação, muita vezes de uma vida inteira. Para tanto, o gerenciamento de projetos espaciais, pela sua alta complexidade, requer muito conhecimento e vivência na área, além de processos bem desenhados e estruturados, somados a ferramentas e técnicas adequadas de gestão e de monitoramento, aptos a lidar de forma efetiva e eficiente com as quatro áreas consideradas

do Sputnik aos dias atuais

cruciais, quais sejam: custo, cronograma, risco e desempenho técnico. (Larson et al., Applied Project Management for Space Systems. 2008).

A rigor, um projeto espacial envolve um intenso elo entre as áreas de engenharia e tecnologia da informação e um grande número de produtos (sistemas, subsistemas e componentes) específicos e únicos, a serem customizados ou projetados, desenvolvidos e qualificados para uma missão espacial específica.

Somado a isso, poder-se-ia enumerar (Larson et al., 2008) alguns fatores que caracterizam um projeto espacial e que nos dão a noção do quão complexo pode ser:

- Variados graus de prontidão tecnológica necessários para se integrar a cada subsistema espacial, considerando como ponto crítico a inexistência, até então, de alguns desses subsistemas ou componentes;
- Requisitos de alto desempenho;
- Intenso uso de software;
- Desafios constantes para as áreas de engenharia (materiais novos, subsistemas específicos etc.);
- Necessidade de instalações e equipamentos sofisticados para testes e qualificação destes componentes, subsistemas e sistemas espaciais.

Além disso, é preciso considerar que depois de lançado algum artefato espacial, pouca ou nenhuma oportunidade há para se fazer reparo no mesmo, ou no caso de uma falha no lançamento, anos e anos de trabalho são perdidos e muito dinheiro investido pode desaparecer em questão de segundos.

Claro, o projeto poderá deixar um bom legado de novos conhecimentos, mas o mais difícil, geralmente, é traduzir isso em efetiva comunicação com a sociedade, de tal forma que haja o entendimento de que nem tudo foi em vão e que o país acabou saindo ganhando, apesar do prejuízo material havido.

Talvez seja o caso do fracasso no lançamento do Satélite CBERS 3, do Brasil, no dia 9 de dezembro de 2013, quando o foguete Longa

Marcha Chinês não conseguiu atingir a órbita prevista. Houve um momento de grande frustração com o acidente, mas também, com certeza, surgiu a dúvida quanto às dificuldades políticas e financeiras para a continuidade do projeto, face ao volume de recursos perdidos com a não colocação em órbita do satélite sinobrasileiro.

Por outro lado, tendo tido certeza de que os subsistemas do satélite responsáveis pela sua operação no espaço (energia, comunicação, posicionamento e outros) funcionaram, conforme previsto, mesmo tendo caído em direção ao solo, e de posse do conhecimento sobre partes reservas, foi possível, em tempo recorde, montar, testar e lançar o Satélite CBERS 4 no dia 7 de dezembro de 2014.

O custo elevado de um projeto espacial é sempre uma barreira que se percebe em seu desenvolvimento. Somente a NASA, embora ainda pressionada pela crise de 2008, teve um orçamento anual previsto até 2020 da ordem de 17,7 bilhões de dólares, conforme Planilha de Orçamento publicada em sua página oficial. Em 2021, o orçamento para a Agência Espacial norte-americana foi de US\$ 22,3 bilhões. Para 2022, o orçamento aprovado foi de US\$ 24 bilhões e, para 2023, o presidente Joe Biden solicitou ao Congresso Americano a aprovação de US\$ 26 bilhões, garantindo verba para a continuidade do Projeto Artêmis e para a construção da *Lunar Gateway*.

Segundo o portal *Olhar Digital*, um ponto de destaque da proposta para o orçamento do ano fiscal de 2023 “foi a inclusão de US\$ 822 milhões (R\$ 3,9 bilhões) para a coleta, transporte e estudo de amostras de solo vindas de Marte.” (RIGUES, Rafael. *Olhar Digital*. 29 mar. 2022).

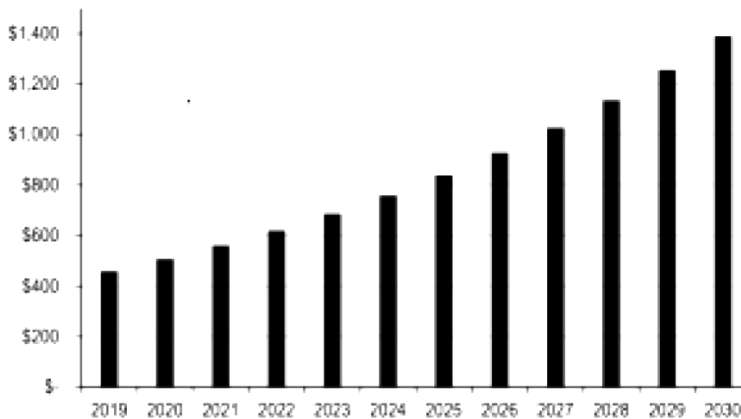
Na obra lançada em 2011 pela Space Technology Library, intitulada *Space Mission Engineering: the new Smad*, no capítulo introdutório escrito por James R. Wertz, da University of Southern Califórnia, são apresentados dados de custo da indústria aeroespacial mundial, entre 2005 e 2008 (aplicações civis e militares), pelos quais se pode ver uma crescente tendência de investimento nesse setor, para aquele período: partia de quase US \$ 200 bilhões (2005) para 257,2 bilhões de dólares em 2008.

Segundo divulgado pela Agência Espacial Brasileira (AEB), durante o XII Encontro Nacional de Estudos Estratégicos, realizado no Rio de Janeiro, em 8 de novembro de 2012, o financiamento mundial em 2011, somente de projetos espaciais civis, ficou na casa de 39,5 bilhões de dólares, para pesquisa, construção, lançamento de foguetes e artefatos espaciais e o monitoramento e a manutenção de sistemas espaciais operacionais e não operacionais, ainda com o reflexo da crise de 2008/2009.

Mas, logo passaríamos a outro patamar, principalmente com a entrada de bilionários *players* na “nova corrida espacial”, com projetos ambiciosos e foco na exploração comercial da Lua e de Marte, além de grande incremento previsto para o turismo espacial.

De acordo com estimativa do Bank of América (BofA), o setor aeroespacial tem potencial para chegar em 2030 com um orçamento global de US\$ 1,4 trilhão, dentro de uma projeção bastante otimista mostrada abaixo:

Figura 1 - Estimativa do Bank of America (BofA) para o setor aeroespacial



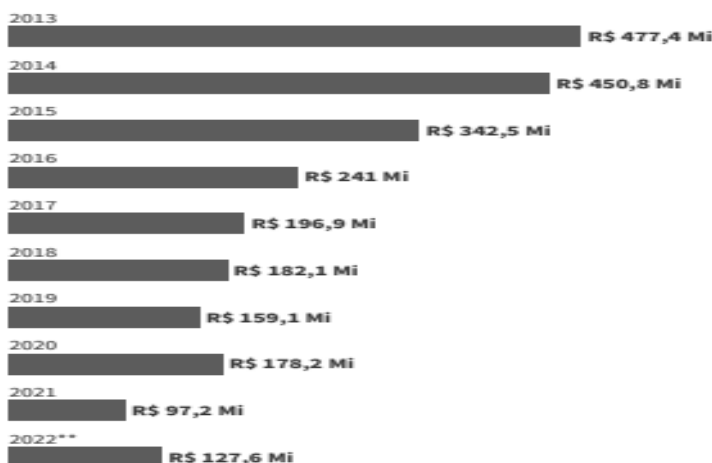
Fonte: Infomoney, 10 out. 2021

Embora o aumento verificado nos orçamentos na indústria aeroespacial mundial nos últimos anos, o orçamento da nossa agência espacial têm minguado, como pode ser visto a seguir.

E isto não é falta de bons projetos liderados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), mas é devido ao obscurantismo que se abateu sobre o Ministério de Ciência, Tecnologia & Inovação, apesar de ter estado à frente da pasta – sem qualquer destaque –, entre 2019 e 2022, o tenente-coronel RR da FAB, Marcos Pontes, que atuou como astronauta em viagem de dez dias à Estação Espacial Internacional (ISS).

Estas decisões costumam ser mais de caráter político do que propriamente econômico, quando o governante resolve “jogar para o público interno” diante de uma crise ou quando o programa espacial, por si só, não reflete, em seus resultados, o poder que o mandatário da hora gostaria de ostentar.

Figura 2 - Orçamento da Agência Espacial Brasileira (AEB)



Fonte: AEB/UOL Notícias (Carlos Madeiro)

Algumas vezes também, o problema reside na falta de uma prioridade do Estado para a área espacial, porque essa área do conhecimento não foi incorporada em um projeto de Estado e/ou continua sendo apenas aspiração de um segmento do governo.

Na análise específica de orçamentos da AEB no governo Bolsonaro (2019-2022) o problema principal foi a deliberada desmobilização das áreas de Ciência no país, incluindo o corte de verba para projetos do INPE, pois o governo insiste em esconder as queimadas e o

desmatamento na Amazônia, provocadas por maus brasileiros aliados deste ignóbio governante, que não dá valor à natureza e prefere jogar a floresta abaixo para se criar gado ou abrir feridas na mata para a prática de garimpo ilegal, tudo em troca de apoio político para seu projeto pessoal de poder.

Desde 2019, a Amazônia perdeu para o desmatamento uma área do Estado do Rio de Janeiro, sem que os alarmes do INPE possam ser vistos e as devidas ações possam ser tomadas.

O ex-ministro de Estado de Ciência e Tecnologia, Roberto Átila Amaral Vieira, em contribuição para o livro 'O militar e a ciência no Brasil' organizado por Manuel Domingos Neto e publicado em 2010, afirmou, de forma bastante crítica, a postura do Estado ante os projetos estratégicos, entre eles, o Programa Espacial Brasileiro. Nunca foi tão atual as palavras escritas por Roberto Amaral diante do descalabro do governo Bolsonaro que, segundo Amaral "A Proposta Orçamentária para Ciência e Tecnologia [para o ano fiscal de 2021] atesta a volta do Brasil à condição de colônia".

Ver-se-á, desde logo, que a questão espacial é um só aspecto de um tema central, que é a crise do Estado: porque, em nosso país, os projetos estratégicos são tratados como secundários e as raras políticas de Estado subordinadas a uma estrutura jurídico-burocrática descomprometida com os interesses nacionais.

Os projetos estratégicos sofrem com a insuficiência de recursos, com a intermitência das políticas ou planos de governo, padecem nas mãos de uma estrutura burocrática perrengue e ainda têm de enfrentar a interferência de dezenas de instituições públicas, autônomas entre si e livres de coordenação, voltadas prioritariamente à construção de meios e controles aos quais não podem resistir as metas de produção.

Não há política de Estado se não há continuidade na eleição das prioridades, variáveis não só como resultado da periódica alternância de governos, mas, até, em função do humor ou das simpatias do administrador de plantão ou do burocrata (seja o funcionário público, seja o juiz federal, seja o representante do Ministério Público, seja o ministro do Tribunal de Contas) que faz andar ou parar o processo, as petições, os esclarecimentos, os pareceres, os pedidos de informação, as liberações de recursos e mais isso e mais aquilo.

O pano de fundo é o silêncio da sociedade, desinformada, e, portanto, sem opinião, um meio acadêmico pouco afeito a discussões estratégicas ou

que sugiram temas supostamente de origem militar, uma ordem militar que ainda supõe que as questões estratégicas estão reservadas à sua domesticidade, uma imprensa desinteressada dos temas nacionais e intoxicada pela busca do escândalo, e, finalmente, um Congresso permanentemente em crise, esvaziado politicamente, acuado pelos meios de comunicação de massa e assim voltado para sua própria sobrevivência como instituição, esta restritivamente entendida como a sobrevivência eleitoral de cada um de seus membros.

Não há a menor possibilidade de construção de políticas estratégicas sustentáveis sem o apoio de uma opinião pública bem informada. [AMARAL, Roberto, 2010:170-171]

Em artigo publicado no dia 23 de dezembro de 2013, na *The Space Review*, o doutor Roger B. Handberg, professor de ciência política na University of Central Florida, avaliou, com muita propriedade, a queda de investimentos que também ocorria no Programa Espacial dos Estados Unidos e jogou luz sobre a questão, também afetada pela política interna e externa: <sup>[1]</sup>

Vários eventos aconteceram na última metade de 2013 sinalizando a chegada de uma era nova para a política espacial dos Estados Unidos. Geralmente, nenhum evento significa uma ordem nova, mas de forma crescente a situação põe o programa espacial americano em território desconhecido. Os eventos incluem a chegada da Space-X, com o anúncio da mais recente política de transporte espacial dos Estados Unidos, o colapso do programa de exploração espacial americano e a aterrissagem na Lua pelo veículo de exploração chinês.

Esses eventos podem se agrupar em dois flancos: a política espacial doméstica e a política espacial internacional dos Estados Unidos. O que está sendo verificado agora é resultado de décadas de mudanças que vêm ocorrendo na política espacial americana: não o produto de uma Administração Presidencial ou Congressual, mas, mais do que isso, a pressão inexorável de eventos frequentemente fora do campo da política espacial.

Tudo é impactado pela mudança de papel dos Estados Unidos no mundo e sua resposta para essa mudança, com efeitos sentidos no programa espacial. Simbolicamente, o fim da Guerra Fria em 1989, junto com o fim

---

<sup>1</sup> Handberg, Roger. *The Space Review*. **Arrival for “New Era” in US space police**. Washington, 2013. Disponível em: [www.thespacereview.com/article/2425/1](http://www.thespacereview.com/article/2425/1). Acesso em: 12 dez. 2013.

da União Soviética, em 1991, vem afastando o incentivo principal e ansiedades que dirigiram os primeiros dias do programa espacial dos Estados Unidos da América.

Ainda em seu brilhante artigo, o professor Roger Handberg justificou o problema orçamentário, afirmando que “o público não percebia uma ameaça à sobrevivência dos EUA, como fez durante a Guerra Fria. Então, outros fatores ficavam mais críticos”.

Com restrições orçamentárias, os gerentes de projetos, além dos elevados custos a serem gerenciados, têm de lidar sempre com a expectativa de retorno que esses projetos devem trazer para a sociedade, pois deriva daí, em grande parte, o apoio e o reconhecimento que podem ser recebidos para a continuidade de tais atividades de pesquisa e exploração.

Esses gerentes de projetos espaciais estarão também muito pressionados por outras áreas que lhes requererão a mesma ou maior competência: cumprir o prazo estipulado para a missão, se certificar do alto desempenho técnico de componentes, subsistemas e sistemas, e o risco, que deve estar devidamente mitigado e em níveis aceitáveis para se assegurar o sucesso da missão e a segurança das pessoas envolvidas.

Logicamente, outras áreas são vitais para o bom andamento e o sucesso do projeto, como: gerenciamento dos *Stakeholders*, planejamento, aquisições e contratos de fornecimentos, projeto e desenvolvimento de software, logística, comunicação, qualidade, monitoração e controle.

Segundo afirmam os autores do capítulo I do livro *Applied Project Management for Space Systems*, “Para aplicar as ferramentas e técnicas de gerenciamento de projetos, devemos estar familiarizados com as questões que determinam o sucesso de um projeto espacial” (Larson et al., 2008:4).

Eles pontuam, ainda, o fato de que sistemas espaciais são sempre desenvolvidos em um contexto complexo de restrições legais, políticas nacionais de regulamentação e interesses de *Stakeholders* do governo e da iniciativa privada. Diante disso, vê-se a importância crítica do gerenciamento no sucesso de um projeto espacial.

Este livro demonstrará como as grandes agências espaciais e outras organizações mundo afora trabalham no gerenciamento de seus projetos em um momento ímpar da história da corrida espacial, quando a iniciativa privada se engajam nesse campo de pesquisa e preparam suas máquinas e sonhos para conquistarem o direito de usar o espaço, seja para o transporte de astronautas e suprimentos, para o uso do espaço como plataforma de turismo espacial ou até para a pretensa ida a outros corpos celestes.

.Nosso objetivo, ao idealizar este livro, foi contribuir para a difusão do conhecimento emanado das principais agências espaciais, especialmente oriundo da NASA, e entregar aos gerentes de projeto uma ferramenta que poderá ser-lhes útil para o aprimoramento de suas atividades, de forma a melhorar processos e maximizar resultados, até mesmo que não ligados diretamente à área espacial.



## 1

## Um breve passeio pela história

**Estamos irrevogavelmente em um caminho que nos levará às estrelas. A não ser que, por uma monstruosa capitulação ao egoísmo e à estupidez, acabemos antes nos destruindo**

**Carl Edward Sagan** (1934-1996) cientista, físico, biólogo, astrônomo, astrofísico, cosmólogo, escritor, divulgador científico e ativista norte-americano

**É** sempre difícil falar sobre o que se faz nos dias atuais, em qualquer área do conhecimento humano, sem que se busque por suas raízes, pois a vida é, em tudo, evolutiva e continuada. Assim, é também a área de gerenciamento de projetos, pois embora não contando com as modernas ferramentas hoje disponíveis, pode-se dizer que gerenciar projetos sempre foi uma preocupação das civilizações que nos antecederam, há milhares de anos.

Já na Idade do Bronze (3.000 a.C. a 1.550 a.C.) surgiram grandes obras de engenharia na Grécia, Mesopotâmia e Creta, que só foram possíveis pelo avanço do estudo da matemática e da geometria. Por exemplo, podemos inferir que somente sendo conhecedores da matemática é que arquitetos poderiam planejar e construir as belíssimas pirâmides do Egito (2.570 a.C.) e com a perfeição que as mesmas possuem.

Outra construção também vista como uma joia da arquitetura é a Grande Muralha da China, que teve sua construção consolidada, em parte, durante a Dinastia Qin, entre os anos de 221 a.C. a 206 a.C.,

do Sputnik aos dias atuais

quando o imperador Qin Shihuang ordenou, segundo relatos disponíveis,<sup>[2]</sup> que milhões de pessoas, entre soldados, pessoas comuns e criminosos, fossem mobilizados para a unificação das fortificações existentes, no que daria corpo a esta grande obra de engenharia, que teve continuidade em dinastias posteriores.

Segundo documentário da National Geographic intitulado *Trekking The Great Wall* (traduzido no Youtube como *A Grande Muralha da China*), “não existe uma única muralha. Trata-se de vários muros ao norte da China construídos por várias Dinastias nos mais de 2 mil anos”.

No Império Romano (início provável em 27 a.C. e término em 1.453 d.C.), houve notável destaque para a Arquitetura, com a construção do Coliseu de Roma (70-80 d.C.) e a construção das Termas de Caracala (216 d.C.), para a engenharia hidráulica e sanitária, com a construção dos grandes aquedutos, e para a rodoviária, com estradas monumentais, como a Via Ápia (312 a.C. a 264 a.C.),<sup>[3]</sup> que chegou à extensão de 600 km.<sup>[4]</sup>

Em eras mais recentes, grande impulso na construção foi conseguido por engenheiros civis e por arquitetos, com destaque para o inglês Christopher Wren<sup>[5]</sup> (1632-1723), o escocês Thomas Telford (1757-1834)<sup>[6]</sup> e o inglês Isambard Kingdom Brunel (1806-59),<sup>[7]</sup> entre outros.

---

<sup>2</sup> Disponível em: <http://historiasdomundointeiro.blogspot.com.br/2012/11/muralha-da-china.html>. Acesso em: 05 jan. 2013.

<sup>3</sup> Disponível: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Via\\_%C3%81pia](http://pt.wikipedia.org/wiki/Via_%C3%81pia). Acesso: 19 mai. 2014.

<sup>4</sup> Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Arquitetura\\_da\\_Roma\\_Antiga](http://pt.wikipedia.org/wiki/Arquitetura_da_Roma_Antiga). Acesso em: 16 dez. 2013.

<sup>5</sup> **Sir Christopher Wren** nasceu em East Knoyle, Wiltshire, a 20 de outubro de 1632 e morreu em Londres, em 25 de fevereiro de 1723. Foi projetista, astrônomo, geômetra e o maior arquiteto da Inglaterra de seu tempo, tendo projetado 51 igrejas em Londres, incluindo a Catedral de São Paulo, considerada uma das obras-primas da arquitetura europeia, e muitos prédios seculares, também dignos de reconhecimento.

<sup>6</sup> Thomas Telford nasceu em 9 de agosto de 1757, em Westerkirk, Escócia, e morreu em 2 de setembro de 1834. Foi um arquiteto e engenheiro civil, notabilizando-se como construtor de estradas, pontes e canais.

Já na última metade do século XIX, com o advento da Revolução Industrial, ocorreria uma profunda mudança na estrutura econômica do mundo ocidental, tendo como consequência o desenvolvimento do capitalismo industrial. Com a Revolução Industrial, as relações de produção sofreram grandes modificações, dando início a uma série de transformações, que tornaria cada vez mais exigente a tarefa de gerir essas novas organizações e, conseqüentemente, surgiu a necessidade de sistematizar e orientar essa atividade gerencial.

Nos Estados Unidos, a primeira grande organização que foi levada a repensar a forma de gerenciar seus empreendimentos foi a Central Pacific Railroad, que iniciou suas atividades em 1861. Esse grande empreendimento teve à frente os comerciantes californianos, mais tarde conhecidos como os Big Four: Colis P. Huntington, Leland Stanford, Mark Hopkins e Charles Crocker, que construíram a primeira parte da estrada de ferro<sup>[8]</sup> transcontinental, que uniu a cidade de Omaha a Sacramento, na Califórnia, sendo considerado o maior desafio tecnológico americano do século XIX.

Esse Projeto envolveu a organização das atividades de milhares de trabalhadores de origens diversas e, segundo o Portal Britannica(Patrocinado pela Capes), <sup>[9]</sup> grande parte teria sido de imigrantes irlandeses e veteranos da Guerra Civil.

A construção envolveu a abertura de túneis, a construção de pontes e a montagem de quantidades não planejadas de matéria-prima, pelos obstáculos que se apresentavam ao longo do percurso, além de outro grande desafio, que era cumprir o prazo para conclusão da obra, cuja data de término foi estipulada pela Suprema Corte Americana.

---

<sup>7</sup> **Isambard Kingdom Brunel** nasceu em 9 de abril de 1806, em Portsmouth, Inglaterra, e morreu em 15 de setembro de 1859. Foi um dos arquitectos, inventores e engenheiros que mais se destacou no século XIX, tendo projetado e construído estradas, pontes, navios e muitas outras obras fantásticas.

<sup>8</sup> Disponível em: [www.britannica.com/EBchecked/topic/102543/Central-Pacific-Railroad](http://www.britannica.com/EBchecked/topic/102543/Central-Pacific-Railroad). Acesso em: 23 dez. 2013.

<sup>9</sup> Disponível em: [www.britannica.com/EBchecked/topic/102543/Central-Pacific-Railroad](http://www.britannica.com/EBchecked/topic/102543/Central-Pacific-Railroad). Acesso em: 23 dez. 2013.

Na obra Teoria geral da administração (Bonome, 2009) o autor João Batista Vieira Bonome relata que Henry L. Gantt (1861-1919), em 1903, já apresentara à ASME o trabalho A graphical daily balance in manufacture (Controle gráfico diário de produção), no qual descreveu um método de acompanhamento dos fluxos de produção. Segundo o autor, isso teria advindo de observações em relação à natural resistência que o ser humano tem a mudanças e normas, o que afetaria diretamente sua produtividade.

Somente em 1917 é que surgiria desses seus estudos sobre a ordem de operações no trabalho o método do Gráfico de Gantt, com técnicas de planejamento e controle, considerado, à época, uma ideia radical e inovadora, de importância mundial.

Seus estudos de gerenciamento foram realizados durante a Primeira Guerra Mundial, observando a construção de navios.<sup>[10]</sup> Henry Gantt construiu diagramas com barras de tarefas e marcos,<sup>[11]</sup> que esboçavam a sequência e a duração das tarefas de um determinado processo.

O estudo detalhado de Henry Gantt sobre a produção e que resultou na criação do Gráfico de Gantt, visto como uma eficiente ferramenta para a representação de cronogramas foi o precursor de muitas ferramentas de gerência modernas de projeto, tais como a Work Breakdown Structure (WBS) ou Estrutura Analítica do Projeto (EAP).

---

<sup>10</sup> Em 1917, quando se iniciou nos Estados Unidos a Primeira Guerra Mundial, Gantt trabalhou para o governo na coordenação da produção de munição e arsenais militares. Em 1918 demonstrou ter uma impressionante capacidade industrial no órgão em que trabalhava, pois coordenou a construção de 533 navios e, no final da guerra, os americanos tinham 341 estaleiros com 350 mil trabalhadores que haviam construído 1.300 navios em 18 meses.

Disponível em: [www.spiner.com.br/modules.php?file=viewtopic&name=Forums&p=1132](http://www.spiner.com.br/modules.php?file=viewtopic&name=Forums&p=1132). Acesso em: 13 ago. 2013.

<sup>11</sup> Nigel Slack e colaboradores, na obra Administração da produção (Slack et al., 2002) afirmam que, em sua origem, o Gráfico de Gantt era simplesmente um gráfico de barras horizontais, que posiciona a relação de atividades de um projeto numa base de tempo. A principal informação extraída eram as datas de início, de término e a duração de cada atividade.

Segundo relatado pela Microsoft, <sup>[12]</sup> na década de 1990 o MS Project foi o primeiro a adicionar linhas de vínculo às barras de tarefas, descrevendo dependências mais precisas entre as tarefas.

Com o passar dos anos, o MS Project incluiu ainda mais informações nas linhas, como linhas de progresso em relação a uma linha de base, variações e linhas descrevendo o status em um ponto no tempo.

Henry Gantt também contribuiu em estudos e teorias sobre liderança, direção de pessoal e sobre as relações humanas no trabalho, tendo sido o primeiro a defender a participação dos trabalhadores nos resultados das empresas e o pagamento de bônus,<sup>[13]</sup> conforme descrito em sua obra *Work wages, and profits*. A 1ª edição da obra foi publicada em 1913 pela Editora The Engineering Co., de Nova York (USA).

Henry Gantt era um humanista, sempre preocupado com o bem-estar dos trabalhadores, e era um defensor ardoroso da cooperação entre patrões e empregados, dando lugar ao autoritarismo. Gantt também foi um dos defensores do treinamento profissionalizante.

Coube, entretanto, a Frederick Taylor (1856-1915), no início do século XX, iniciar estudos de forma mais detalhada sobre o trabalho. Ele aplicou o raciocínio científico para demonstrar que o trabalho poderia ser analisado e melhorado, com foco em suas partes elementares. Ele também aplicou sua teoria às atividades encontradas na indústria de aço. Taylor ocupa lugar importante na história da gerência de projetos e, como escrito em seu túmulo, ele é o ‘pai do gerenciamento científico’.

Num extenso artigo intitulado “Taylor superstar” e publicado no portal *Exame.com* em 24 de setembro de 1997, o físico e autor do livro *Em busca de uma empresa quântica*, Clemente Nóbrega, comentou a obra biográfica *The one best way: Frederick Winslow Taylor and the enigma of efficiency*, de Robert Kanigel, que acabara de ser indicado para o Pulitzer.

---

<sup>12</sup> Disponível em: <http://office.microsoft.com/pt-br/project-help/um-historico-rapido-do-gerenciamento-de-projetos-HA010351563.aspx>. Acesso: 8 mar. 2014.

<sup>13</sup> Disponível em: <https://archive.org/stream/workwagesprofits00gant#page/n3/mode/2up>. Acesso em: 08 mar. 2014.

Segundo a leitura que Nóbrega fez da obra de Kanigel, poder-se-ia ver um Taylor aquém de suas próprias ideias, pois, segundo o autor, “O taylorismo, ganhando vida própria, se revelou, de certa forma, uma ideia mais inteligente que o homem que a formulou”. Afirmou ainda Nóbrega: “A ideia taylorista acabou extrapolando o mundo das empresas e penetrando em todos os aspectos da vida do Século XX. Como um ácido que dissolve tudo, nada foi capaz de detê-la”.

Com relação à dimensão tomada pelas ideias de Taylor, Nóbrega afirmou que os japoneses devoraram os escritos de Taylor na fase de reconstrução do Japão, finda a Segunda Grande Guerra. Além dos japoneses, os russos e os alemães também adotaram as ideias de Taylor.

Segundo Nóbrega,

Tudo o que tem a ver com maximização de recursos no tempo, em qualquer domínio, tem algo a aprender com Taylor — da Federal Express (entregas overnight) aos robôs das linhas de montagem informatizadas de hoje. No momento econômico neoliberal-globalizado, em que vivemos, Frederick Taylor continua atual.

Apesar de todo o sucesso que o taylorismo adquiriu, dentro e fora dos EUA, ele sempre foi cercado de polêmica, pois “ele era visto também como desumano, pois tinha o trabalhador apenas como peça do sistema, onde não interferia”, afirma Nóbrega.

De acordo com o artigo “Um histórico rápido do gerenciamento de projetos”, publicado pela Microsoft, <sup>[14]</sup> foi durante a 2ª Guerra Mundial, diante de projetos militares e governamentais complexos e mão de obra reduzida pela guerra, que surgiu a necessidade de se buscar uma nova forma de organizar a produção. Foi quando surgiram os diagramas de rede complexos, denominados gráficosPert, e o método docaminho crítico COM (Critical Path Method), proporcionando aos gerentes mais controle sobre os projetos complexos.

---

<sup>14</sup> Disponível em: <http://office.microsoft.com/pt-br/project-help/um-historico-rapido-do-gerenciamento-de-projetos-HA010351563.aspx>. Acesso em: 08 mar. 2014.

A técnica CPM foi desenvolvida pela DuPont Corporation e pela Remington Rand Corporation para gerenciar projetos, pela qual seria possível identificar quais as atividades críticas de um projeto poderiam atrasar sua conclusão.

Já a técnica do Program Evaluation and Review Technique (Pert) foi desenvolvida pelo Departamento de Defesa Americano (DoD), por meio do Escritório de Projetos Especiais da Marinha Americana, e com participação das empresas Lockheed e Booz, Allen & Hamilton para apoiar o desenvolvimento do míssil Polaris,<sup>[15]</sup> sob a responsabilidade da marinha norte-americana e da Lockheed Corporation.

O grupo de pesquisadores que desenvolveu a técnica, D. G. Malcolm, J. H. Roseboom, C. E. Clark (os três, da Booz, Allen & Hamilton) e W. Fazar (do Escritório de Projetos Especiais da Marinha Americana) teve publicado na edição de setembro/outubro de 1959, da revista *Operations Research*, o artigo “Application of a technique for research and development program evaluation”,<sup>[16]</sup> descrevendo o sucesso da implantação do Pert.

---

<sup>15</sup> O projeto Polaris teve como objetivo principal melhorar o sistema de defesa americano, com um míssil nuclear que pudesse ser lançado de um submarino.

<sup>16</sup> O desenvolvimento do Pert teve início formalmente em janeiro de 1957, em paralelo ao CPM, mas sua origem foi o ambiente militar, pois era desenvolvido no Escritório de Projetos Especiais da Marinha dos Estados Unidos, ao receber o reconhecimento do almirante William. F. Raborn de que seria preciso um planejamento integrado e um sistema de controle seguro para o Programa Polaris de Mísseis Balísticos Intercontinentais. Com o apoio do almirante William, o Pert foi desenvolvido por um time de pesquisadores da Divisão de Sistemas do Projeto Polaris integrado pela Lockheed e a Consultoria Booz, Allen & Hamilton, que pensavam que era um método novo que resolveria o problema do planejar, enquanto programando, e controlar o projeto de construção de submarinos atômicos, onde eles teriam que coordenar e controlar, durante uns cinco anos, cerca de 250 companhias, os trabalhos de 9 mil trabalhadores subcontratados e numerosas agências de governo. Em julho de 1958, o primeiro relatório do programa foi publicado, o Program evaluation and review technique, decidindo-se pela sua aplicação em outubro de 1958 e admitindo-se um avanço de dois anos dos cinco previstos. Disponível em: <http://victoryepes.blogs.upv.es/2013/12/13/los-origenes-del-pert-y-del-cpm/>.

No detalhado e bem ilustrado artigo, <sup>[17]</sup> com publicação autorizada pelo gerente de projetos do Sistema de Míssil Polaris John F. Mullen Jr., seus autores discorrem longamente sobre como a metodologia foi desenvolvida; primeiramente, a forma conceitual e, depois, sua aplicação, no Programa de Mísseis Polaris. Isso foi feito em três fases:

- a) Na fase de pesquisa e estudo de viabilidade do projeto;
- b) Em algumas áreas selecionadas na fase de produção piloto; e
- c) Na implantação do sistema em todas as etapas do programa de mísseis.

Na conclusão desse artigo, os autores relatam que, em meados de 1959, <sup>[18]</sup>17 meses depois de iniciada a pesquisa dessa ferramenta gerencial, a maioria das operações relacionadas com o Programa de Mísseis Polaris era coberta por meio de 23 redes Pert, contendo mais de dois mil eventos conectados por cerca de três mil atividades.

O Departamento de Defesa Americano (DoD), a NASA e a indústria aeroespacial publicaram, em 1962, um guia intitulado *Pertcost systems design*, o qual incluía uma descrição de uma estrutura que se aproximava muito do que viria a ser a WBS atual. Esse guia foi endossado pelo secretário de Defesa para utilização em todos os projetos.

---

<sup>17</sup> Ver reprodução completa do original deste artigo no endereço: [www.pmforum.org/library/second-edition/2009/PDFs/dec/Morin-Footnote1.pdf](http://www.pmforum.org/library/second-edition/2009/PDFs/dec/Morin-Footnote1.pdf).

<sup>18</sup> No ano de 1956, 59 pessoas ligadas a gerenciamento de projetos e especialistas em planejamento e programação especialmente ligados à área de custos, durante reunião para organizar a Associação Americana de Custo, que ocorria na Universidade de New Hampshire em Durham, New Hampshire, fundaram a American Association of Cost Engineers (AACE), hoje denominada AACE International. Atualmente, a AACE tem cerca de 9 mil membros, presentes em 87 países, inclusive no Brasil, segundo publicado em seu sítio. A AACE contribui para a disseminação das melhores práticas em gerenciamento de custos e tem como missão, por meio de seus membros, “fazer com que organizações ao redor do mundo alcancem suas expectativas de investimento administrando e controlando projetos, programas e portfólios; criando valor mediante o conhecimento técnico e desenvolvimento profissional”.

Em agosto de 1964, o Grupo de Coordenação do Governo dos Estados Unidos publicou o Pert implementation manual, o qual incluía uma primeira discussão sobre a WBS, onde seus autores declararam que os planos e os cronogramas poderiam ser desenvolvidos sem a existência de uma WBS, mas que, dessa forma, tais ferramentas poderiam não estar conforme com os objetivos do projeto e com os produtos a serem entregues.

Em 1965 foi criado, em Viena, um fórum para que gerentes de projetos se reunissem e trocassem informações, vindo esse fórum a dar origem ao International Project Management Association (IPMA), a primeira associação de gerenciamento de projetos do mundo.

Hoje o IPMA tem presença física em 50 países, com mais de 40 mil associados em todo o mundo, tendo um programa de certificação de profissionais com base em suas competências e em quatro níveis de certificação.

Em 1º de novembro de 1968, o DoD, por meio da Diretoria de Análise de Custo do Comando da Força Aérea Americana, publicou a Norma Militar MIL-STD-881, Work breakdown structure for defense material items, e determinou que os próximos projetos de pesquisa, desenvolvimento, testes e engenharia, com valores superiores a 10 milhões de dólares, utilizassem tal metodologia, como um item contratual.

Somente em 2 de janeiro de 1998, o DoD editou a Norma MIL-HDBK-881, em substituição à Norma MIL-STD-881, e, devido à mudança de filosofia interna ao DoD, este deixou de exigir contratualmente a utilização da WBS, mesmo porque essa ferramenta de gestão já havia sido incorporada às práticas de gestão de projetos da indústria aeroespacial.

O Project Management Institute (PMI) teve origem a partir de intensos debates havidos entre James R. Snyder, Eric Jenett, Gordon Davis, A. E. "Ned" Engman e Susan C. Gallagher, que se reuniam na casa de James Snyder para discutir o que seriam as melhores práticas de gerenciamento de projetos.

Essas discussões levaram à realização, no dia 9 de outubro de 1969, no campus do Instituto de Tecnologia da Geórgia, em Atlanta,

Geórgia (USA), do Primeiro Seminário e Simpósio sobre Gerenciamento de Projetos. Dele participaram 83 pessoas e foram apresentados oito artigos.<sup>[19]</sup>

Esse encontro daria origem ao PMI, fundado nessa data, na Pensilvânia (USA), e comunicado aos participantes do seminário, em um jantar de encerramento do evento, tendo a metade dos presentes, imediatamente aderido à ideia.

Hoje, o PMI detém mais de 700 mil associados em 185 países, sendo a principal associação de profissionais em gerenciamento de projetos, de diferentes áreas de atuação.

Em 1983, na tentativa de documentar e padronizar as práticas que são normalmente aceitas na gerência de projetos, foi publicado o artigo “Ethics, standards, and accreditation committee final report”, sendo a primeira edição do A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) publicada pelo Project Management Institute (PMI) em 1996, estando atualmente em sua quinta edição (2013).

---

<sup>19</sup> **James R. Snyder** formou-se em administração pelo Instituto de Tecnologia da Geórgia em 1960 e trabalhou por 36 anos e 11 meses em uma grande indústria farmacêutica, onde ocupou várias posições, como programador de computador, na área de pesquisas operacionais, como gerente de escritório de projetos e como diretor internacional de marketing, administração e finanças, até se aposentar em 1997.

## 2

## Contribuições do Projeto Apolo

**Quando uma criatura humana desperta para um grande sonho e sobre ele lança toda a força de sua alma, todo o universo conspira a seu favor.**

**Johann Wolfgang von Goethe** (1749-1832) polímata, autor e estadista alemão do Sacro Império Romano.

**O** Projeto Apolo surgiu com a decisão do presidente John F. Kennedy, em 25 de maio de 1961, de que os Estados Unidos teriam que colocar, com segurança, um homem na Lua antes do final da década, em resposta à façanha do lançamento do Sputnik, que colocou a União Soviética à frente na corrida espacial, mantida entre ambos.

Em seu longo e firme pronunciamento anual ao Congresso, o presidente John F. Kennedy, entre outros temas relevantes, abordou o tema espacial e, durante sua fala, conclamou o Congresso e o povo americano a pensarem muito sério sobre o assunto e afirmou decidido:

[...] Eu acredito que esta Nação deve se comprometer em alcançar a meta, antes que esta década termine, de pousar um homem na Lua e trazê-lo de volta em segurança para a Terra. Nenhum projeto espacial nestes tempos será tão impressionante para a humanidade ou mais importante para a exploração de longo prazo do espaço; e nenhum será tão difícil ou caro para se realizar.

A NASA, relatando a história do Projeto Apolo em Project Apollo: a retrospective analysis (Projeto Apollo: uma análise retrospectiva), afirmou que somente a construção do canal do Panamá poderia rivalizar com o

do Sputnik aos dias atuais

Projeto Apolo, que foi o maior esforço tecnológico não militar dos Estados Unidos.

Segundo Charles Murray e Catherine Bly Cox, na obra *Apollo* (2004), o nome Apollo foi sugerido, em janeiro de 1960, por Abe Silverstein, então chefe do Office Of Space Flight Programs da NASA, em homenagem ao deus grego <sup>[20]</sup> homônimo, para manter a tradição de nomeação de projetos com nomes mitológicos, já que o Projeto Apolo viria substituir o Projeto Mercury, denominação que homenageava aquele deus romano e que também foi sugerido pelo mesmo Silverstein no ano anterior.

Foi um projeto que, segundo a NASA, <sup>[21]</sup> tinha uma previsão orçamentária, até o final da década, de 20 bilhões de dólares. Contudo, os gastos da NASA entre 1956 e 1973 foram de 23,6 bilhões de dólares — incluindo os 20 bilhões de dólares do Projeto Apolo, muito por conta da perspicácia e do traquejo político do então diretor do Escritório de Orçamento da NASA James Edwin Webb (1906-1992), <sup>[22]</sup> que dá nome

---

<sup>20</sup> Na mitologia grega, Apolo era o deus das artes, da música, da profecia, da verdade, da poesia, da harmonia, da perfeição e da cura. Considerado um dos mais importantes, versáteis e venerados deuses da Grécia Antiga, pois era um dos deuses olímpicos. Era também muito importante na mitologia romana. Era filho de Zeus (deus dos deuses) e Leto (deusa do anoitecer) e irmão de Ártemis (deusa da caça). Era pai de Asclépio (deus da medicina e da cura) e Aristeu (deus da agricultura e vegetação).

Fonte: [www.suapesquisa.com/mitologiagrega/apolo.htm](http://www.suapesquisa.com/mitologiagrega/apolo.htm).

<sup>21</sup> Disponível em: <http://history.nasa.gov/Apollomon/Apollo.html>. Acesso em: 20 jan. 2014.

<sup>22</sup> **James Edwin Webb** foi o administrador da NASA durante o Programa Apollo (1961-68). Formado na Universidade de Carolina do Norte, em 1928, Webb se tornou um piloto da Marinha. Ele começou a carreira no meio governamental em 1932 como assessor congressional em Washington, DC, e de 1934 a 1936 ele estudou direito na George Washington University. Trabalhou para a Sperry Gyroscope Company de 1936 a 1944, quando foi readmitido no corpo de fuzileiros navais para o resto da Segunda Guerra Mundial. Durante a administração do presidente Harry Truman (1945-53), Webb foi indicado para o cargo de diretor da Agência do Orçamento e Subsecretário de Estado. Quando Truman deixou a Presidência, ele foi trabalhar para a Kerr-McGee Cia de Petróleo. Webb se tornou o administrador de NASA em 1961, meses antes de (footnote continued)

hoje ao mais complexo telescópio espacial em uso, fruto do trabalho conjunto da NASA, ESA (Agência Espacial Europeia) e CSA (Agência Espacial Canadense).

Ainda segundo dados publicados pela NASA, teriam sido alocados em 1965, no Projeto Apolo, entre trabalhadores diretos e indiretos, cerca de 376.700 pessoas, contra 10 mil em 1960, sendo a maioria ligada à indústria, a centros de pesquisa e a universidades.

A mobilização de todos esses recursos humanos não teria sido o único desafio para os responsáveis por fazer cumprir a meta do presidente Kennedy. A NASA teve de lidar com culturas e abordagens institucionais diferentes, pois tanto a NASA quanto as universidades, fornecedores e centros de pesquisa tinham diferentes perspectivas sobre como colocar em prática a tarefa de tornar realidade o Projeto Apollo.

Segundo relata o escritor, doutor Roger D. Lanius, no artigo “The legacy of the Apollo moon landings”, o principal desafio não era o tecnológico:

James E. Webb, o Administrador da NASA, no auge do Programa, entre 1961 e 1968, sempre sustentou que o Projeto Apolo era muito mais um exercício de gestão do que qualquer outra coisa, e que o desafio tecnológico, ao mesmo tempo sofisticado e impressionante, estava ao alcance. Mas difícil mesmo foi garantir que essas capacidades tecnológicas fossem conseguidas. Os líderes da NASA tiveram que adquirir e organizar recursos sem precedentes para realizar a tarefa que tinham em mãos. Embora o Projeto tivesse desafios políticos e tecnológicos, a gestão era a parte crítica. Durante sete anos, após a decisão pela realização do Projeto Apollo pelo presidente Kennedy, até outubro de 1968, James Webb teve que se tornar político, persuadir, ser persuadido e manobrar em

---

presidente John F. Kennedy anunciar o compromisso norte-americano de enviar um homem à Lua antes das 1970. Webb deu prioridade ao sucesso do Projeto Apolo. Usando de suas habilidades políticas, conseguiu reunir e manter apoio para o Programa, até mesmo depois que três astronautas morreram no acidente de 1967. Webb também era um estudante agudo de administração pública e a NASA foi usada como laboratório para suas ideias de como organizar grandes projetos, o que aumentou as chances do sucesso do Programa Apolo. Webb aposentou-se em 1968, ao encerrar seu mandato à frente da NASA.