

Os dirigíveis e o Brasil: eterna promessa ou caso concreto?

Sérgio Bittencourt Varella Gomes e Márcio Nobre Migon

<http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>

Os dirigíveis e o Brasil: eterna promessa ou caso concreto?

Sérgio Bittencourt Varella Gomes
Márcio Nobre Migon*

Resumo

Os dirigíveis são frequentemente lembrados para fazer frente a vazios logísticos, como a Amazônia e o Centro-Oeste brasileiro. Para além das aplicações logísticas, o dirigível poderia ser utilizado no patrulhamento de fronteiras terrestres e marítimas, em segurança pública e na garantia da lei e da ordem, na vigilância e sensoriamento remoto, no turismo e na publicidade. O presente artigo pretende rever o uso de dirigíveis no país; lançar um olhar sobre estudos passados que propuseram seu uso intensivo como modal de transporte em vazios logísticos; avaliar estes e outros usos em que a tecnologia do “mais-leve-que-o-ar” poderia trazer vantagens operacionais, financeiras, econômicas e socioambientais em comparação com outros modais de transporte; propor uma metodologia de análise para

* Respectivamente, gerente do Departamento de Comércio Exterior 1 da Área de Comércio Exterior e PhD em Dinâmica de Voo de Dirigíveis – Cranfield, Inglaterra e chefe do Departamento de Comércio Exterior 1 da Área de Comércio Exterior e mestre em Engenharia de Produção pela Coppe/UFRJ. Os autores agradecem a colaboração de Vanessa de Sá Queiroz, administradora do Departamento de Comércio Exterior 1 da Área de Comércio Exterior e mestre em Gestão Empresarial pela FGV/Ebape na revisão do artigo.

avaliação dessa proposta; e, por fim, refletir sobre a necessidade de apoio governamental no financiamento aos projetos.

Introdução

Vastas porções do território brasileiro são caracterizadas modernamente pelo termo “vazio logístico”. Isso quer dizer que, nessas regiões, a produção, o armazenamento e a distribuição de bens e produtos, assim como a circulação de pessoas (passageiros), sofrem com a precariedade ou mesmo a inexistência de meios adequados para sua movimentação e com a impossibilidade de geração de riqueza daí decorrente. Extensas porções da Amazônia e partes da região Centro-Oeste são comumente consideradas vazios logísticos. De forma mais ampla, tal denominação também se aplica ao norte do Canadá, ao Alasca e a boa parte da África subsaariana, da Sibéria e da Austrália (*Australian outback*).

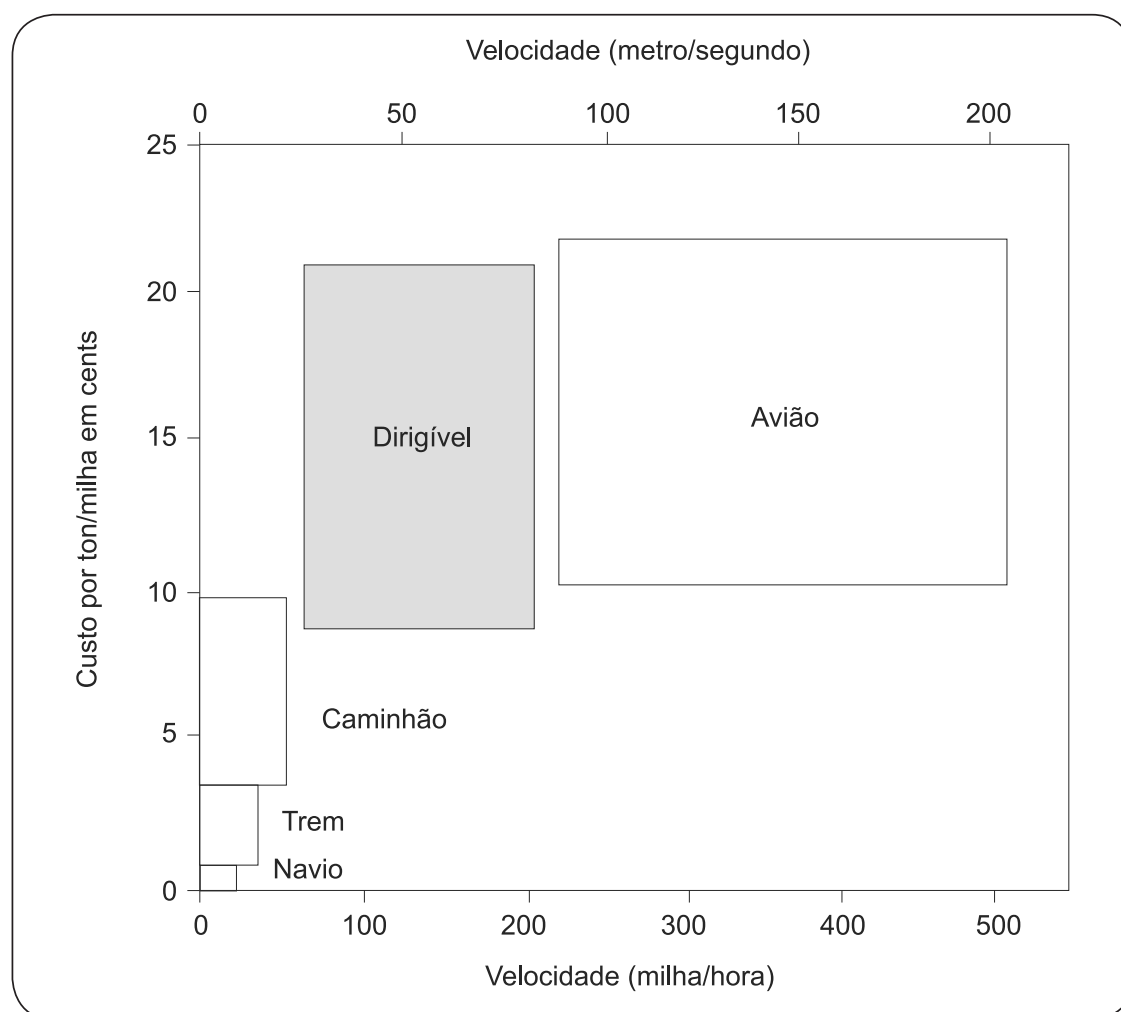
Entre as soluções frequentemente lembradas para fazer frente aos vazios logísticos, encontra-se o dirigível, cujos custos por tonelada x milha (Gráfico1) se situam entre os do caminhão e os do avião, e que poderia atuar em um nicho apropriado para alavancar o desenvolvimento de regiões com vazios logísticos. Por três motivos principais: a pequena ou mesmo inexistente infraestrutura terrestre exigida para sua operação (prescinde de “aerportos”), o baixo custo operacional resultante do reduzido consumo de combustível (modal de transporte com alta eficiência energética) e o fato de que a atmosfera terrestre “é o único meio que ‘visita’ todos os domicílios do mundo”, nas palavras do pioneiro de engenharia aeronáutica inglês Sir George Cayley (1773-1857).

No caso do Brasil, para além de aplicações logísticas, o dirigível poderia encontrar diversos outros usos: patrulhamento de fronteiras terrestres e marítimas; segurança pública e garantia da lei e da ordem; vigilância e sensoriamento remoto; turismo; e publicidade.

O presente artigo pretende rever brevemente o uso de dirigíveis no país, lançar um olhar sobre estudos passados que propuseram seu uso intensivo como modal de transporte em vazios logísticos e avaliar este e outros usos em que a tecnologia do “mais-leve-que-o-ar” poderia trazer vantagens operacionais, financeiras, econômicas e socioambientais. O esboço de uma metodologia de análise também é proposta, de forma a se tentar sedimentar

melhor os mecanismos de avaliação que permitirão responder adequadamente à pergunta do título. O artigo baseia-se em alguns pontos já abordados em ocasião anterior [Gomes (1997)], mas os amplia e atualiza, à luz do ocorrido nos últimos 14 anos.

Gráfico 1 | Custos relativos por tonelada x milha transportada, estimados para os vários modais de transporte na década de 1970



Fonte: Adaptado de MIT (1975).

O passado: síntese histórica

A ideia de utilizar dirigíveis para o transporte aéreo no Brasil é do tipo que desperta grande interesse por parte de pesquisadores, analistas e do público em geral. Talvez algo semelhante só possa ter paralelo com o que ocorreu nas primeiras décadas do século XX, quando milhares de cidadãos

alemães tornaram-se acionistas da Zeppelin em apoio à empresa que, liderada pelo Conde Zeppelin, logrou sucesso nas primeiras viagens aéreas intercontinentais da história da humanidade (assim como nos primeiros bombardeios aéreos sistemáticos sobre cidades britânicas, ainda na Primeira Guerra Mundial, 1914-1918), utilizando dirigíveis rígidos de grande porte com estruturas metálicas de ligas leves de alumínio, precursoras de todo o desenvolvimento aeronáutico subsequente do século passado.

No Brasil, a explicação para o entusiasmo com o dirigível deve-se, provavelmente, ao pioneirismo de Alberto Santos-Dumont nos subúrbios de Paris há aproximadamente cem anos (1901). Com seu Dirigível nº 6, contornou a Torre Eiffel e retornou a seu ponto de partida, o Campo de St. Cloud (nos trinta minutos regulamentares), feito que é ensinado nas escolas brasileiras. Tal fato serviu para demonstrar a navegabilidade pelo ar: um ser humano saiu de determinado local, voou até outro local previamente designado e retornou à origem em tempo estipulado – em oposição aos balões que, ao ascenderem na atmosfera, são simplesmente levados pelo vento. Isso fez Santos-Dumont ganhar o Prêmio Deutsch, de cem mil francos, em 1901 [Botting (1981)]. O voo no aeroplano 14-Bis só ocorreu em 1906.

Em 1930, as operações regulares do Graf Zeppelin para o Rio de Janeiro (com escala técnica em Recife) foram autorizadas pelo governo brasileiro, vários anos antes que o governo dos Estados Unidos (EUA) desse sua permissão.¹ O governo brasileiro foi além: permitiu e cooperou no estabelecimento de “uma moderna base de dirigíveis, incluindo um hangar gigante, em Santa Cruz, subúrbio do Rio de Janeiro” [Rosendahl (1938)]. A partir de 1931, foram seis anos de operação regular bem-sucedida de dirigíveis Zeppelin entre a Europa e a América do Sul, um feito extraordinário para a época.

O Graf Zeppelin voava diretamente de Frankfurt para Recife, pousava lá para reabastecimento e ressuprimento e prosseguia para o Rio de Janeiro, seu destino final. Do Rio havia conexão, por avião, para Buenos Aires. O Presidente Getúlio Vargas chegou a ser passageiro uma vez, no trecho Recife-Rio. Uma mala postal era içada a bordo enquanto o Graf pairava sobre o aeroporto de Lisboa e depois era repassada para os Correios do Brasil em Recife para distribuição por todo o país. O mastro de atracação em Recife

¹ Da mesma forma como ocorreria, quase cinquenta anos depois, com o início dos voos comerciais da aeronave supersônica de passageiros franco-britânica Concorde.

e o hangar gigante no Rio (atualmente a Base Aérea de Santa Cruz) permanecem hoje como marcos de uma era quase esquecida.

O dirigível Zeppelin Hindenburg, maior e mais avançado que o Graf, foi originalmente projetado e construído para operar entre a Europa e o Brasil. Tal fato é raramente lembrado, em contraste com o terrível e espetacular acidente ocorrido com ele em Lakehurst, Nova Jersey, em 1937, menos de um ano depois seu voo inaugural para o Rio de Janeiro. O Hindenburg havia sido projetado para operar com o gás hélio, que não é inflamável. Os EUA, porém, recusaram-se a fornecê-lo para a Alemanha nazista, com receio de que dirigíveis alemães pudessem ser utilizados para bombardear Nova York. O Hindenburg utilizava, assim, o gás hidrogênio – altamente inflamável – para sua flutuação. A ironia da história é que ele veio a se incendiar justamente sobre o território americano, ao fim de uma pacífica viagem, e encerrou de forma definitiva a era dos grandes dirigíveis para o transporte regular intercontinental de passageiros.

Uma outra aparente ironia da história foi que o hangar de Santa Cruz passou a ser utilizado, durante a Segunda Guerra Mundial, como base para a manutenção dos dirigíveis menores (do tipo *blimp*)² da Marinha dos EUA. Estes foram empregados na patrulha antissubmarina ao longo da costa brasileira, operados por tripulações dos dois países, e com bases operacionais em Recife, Maceió e São Luiz [Althoff (1990)].

As crises do petróleo de 1973 e de 1979

Em consonância com o que ocorria no resto do mundo, o interesse brasileiro em dirigíveis só foi ressuscitado com as crises do petróleo de 1973 e 1979. A primeira delas fez despertar a consciência da necessidade da economia de combustíveis fósseis nos meios de transporte em geral e no transporte aéreo em particular. Houve a emblemática Conferência no Massachusetts Institute of Technology (MIT) em 1974 [MIT (1975)], o estudo clássico da Nasa sobre dirigíveis para o transporte de cargas [Dalton; Huang (1976)] e a primeira Conferência sobre Sistemas de Tecnologia LTA³ do American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA).

² O termo *blimp* refere-se genericamente a dirigíveis não rígidos (os zepelins eram rígidos, com estrutura metálica recoberta de tela e bolsas internas para o gás de flutuação). Os *blimps* mantêm a forma graças à pressurização: a pressão interna do gás é superior à pressão atmosférica externa.

³ LTA: sigla inglesa que designa o veículo ou tecnologia Lighter-than-Air, ou seja, “mais-leve-que-o-ar”, uma vez que o dirigível, assim como os balões, emprega um gás de flutuação que tem essa propriedade.

Já a segunda crise (1979) parece ter gerado um impacto ainda maior: a realização em Paris do Simpósio Internacional sobre Aspectos Econômicos e Tecnológicos do Dirigível Moderno (1979), seguido pela Conferência de Viena (1981), planejada pela United Nations Industrial Development Organization (Unido), braço da Organização das Nações Unidas (ONU), cuja finalidade foi avaliar especificamente o potencial do dirigível para alavancar o crescimento de nações em desenvolvimento.

Uma vez que veículos com a característica requerida – grande capacidade para o transporte de cargas e, talvez mesmo, de pessoas –, em regiões carentes de infraestrutura terrestre, não existiam (como continuam não existindo), o governo canadense optou por patrocinar uma série de pesquisas científicas e de engenharia a respeito da controlabilidade de dirigíveis de grande porte, no Institute for Aerospace Studies da Universidade de Toronto. Os resultados alcançados constituem um conjunto notável de artigos científicos publicados em diversas das já mencionadas Conferências de Sistemas LTA do AIAA. O governo canadense, porém, decidiu não levar adiante a iniciativa, preferindo, segundo se divulgou na época, apoiar a indústria aeronáutica canadense já estabelecida.

Já a agência espacial Nasa, em parceria com a empresa Goodyear – operadora de dirigíveis de publicidade desde a década 1920 –, realizou uma série de estudos sobre aspectos técnicos e econômicos do potencial representado por dirigíveis cargueiros no cenário americano. No Reino Unido, a Airship Industries iniciou, a partir de 1976, a construção de sua série de dirigíveis para publicidade Skyship, com capacidade para levar a bordo até 15 passageiros em voos de *sightseeing* e com quase sessenta metros de comprimento. Por fim, o governo do Peru contratou a Nasa para realizar um estudo sobre o uso de dirigíveis cargueiros na região de Selva Central em 1981 [Mayer (1983)].

O impacto no Brasil

O quadro delineado nas seções anteriores fez o governo brasileiro do fim da década de 1970 e início da de 1980 considerar seriamente a tecnologia LTA. Duas linhas principais de pesquisa foram então lançadas:

- a) Uma investigação sobre o estado da arte da tecnologia LTA no mundo, a qual deveria avançar até a proposição do projeto conceitual do veículo. Esse trabalho foi conduzido pelo então Centro Técnico

Aeroespacial (CTA),⁴ em São José dos Campos (SP), com recursos da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). O estudo concluiu pela necessidade do desenvolvimento e da construção de dirigíveis com capacidades para vinte, oitenta e duzentas toneladas de carga, de forma a atender às necessidades dos fluxos de carga nos diversos corredores de tráfego então levantados e mapeados. Tais aeronaves foram designadas respectivamente como VANC-20, VANC-80 e VANC-200.⁵ Em seu relatório final [CTA (1981)], o CTA concluiu que os dirigíveis representavam uma possibilidade técnica atraente para solucionar a falta de sistemas e facilidades de transporte, que prejudicava o desenvolvimento de grandes áreas do interior do país.

- b) Uma investigação com foco nos aspectos econômicos e financeiros advindos da introdução desse novo modal de transporte no cenário brasileiro. Esse trabalho foi conduzido por uma Comissão de Estudos do então Departamento de Aviação Civil (DAC),⁶ no Rio de Janeiro, em parte com recursos do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (Pnud). O foco foi a determinação da viabilidade econômica de se utilizar uma frota de dirigíveis, principalmente nas regiões Amazônica e Centro-Oeste. Os VANCs delineados no estudo do CTA seriam empregados no transporte de carga geral, isto é, produção agropecuária, mercadorias, e até algum tráfego de passageiros, em áreas onde outros meios de transporte não existiam ou eram pouco confiáveis. O objetivo final era fornecer um modal confiável no interior de tais áreas (vazios logísticos) e integrá-las com as regiões mais desenvolvidas do país (Sudeste e Sul).

Este segundo, em particular, foi de fato um estudo bastante ambicioso [Brasil (1980a)] e que fez despertar no primeiro autor deste artigo o interesse por dirigíveis. Partiu-se para a modelagem matemática das principais rotas de tráfego cargueiro, reais ou a serem estabelecidas, estimando e realizando projeções dos fluxos anuais em toneladas x quilômetro/ano. Assim, o estudo chegou ao conceito de “corredores operacionais de carga”, segundo o qual os VANCs seriam os veículos responsáveis pela movimentação de parte ou

⁴ Atualmente Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), do Comando da Aeronáutica, órgão do Ministério da Defesa.

⁵ Sigla de Veículo Aéreo Não Convencional.

⁶ Órgão do então Ministério da Aeronáutica (atual Comando da Aeronáutica), que em 2006 foi extinto e substituído pela Agência Nacional de Aviação Civil (Anac).

de toda a carga lá escoada. Entre os principais “corredores”, quatro foram apontados como sendo de grande importância, a saber: Manaus-Boa Vista, São Paulo-Manaus, São Paulo-Cuiabá e São Paulo-Tucuruí.

Mais de 95% do território nacional está abaixo de 1.500 metros de altitude (dado um determinado volume fixado para o gás de flutuação do dirigível, sua capacidade de carga será maior quanto menos ele precisar ascender na atmosfera), as temperaturas variam entre 7°C e 38°C na média anual para as diversas regiões do país e os ventos atingem normalmente entre cinco e dez nós de velocidade. Não há registros de ocorrência sistemática de nevascas, e as chuvas torrenciais da Região Amazônica são bem conhecidas em termos de duração, horários e locais afetados. Assim, o Brasil se configura território altamente compatível com a operação de aeronaves que utilizem a flutuação aerostática.

Cada um dos quatro corredores principais identificados tem características bastante específicas. A ligação São Paulo-Manaus, por exemplo, pode ser classificada como de longo curso, visto que atinge mais de três mil quilômetros. Até hoje não se dispõe de uma solução de transporte totalmente satisfatória para esse percurso. Pode-se optar pela ligação aérea, com duração de aproximadamente cinco horas e capacidade de transportar de 15 a trinta toneladas, mas que é naturalmente mais cara, ou por uma complicada ligação terrestre (que também não é barata nem rápida) em que as mercadorias vão de barco até Belém (uma viagem que normalmente dura de três a cinco dias e, no sentido inverso, de sete a dez dias, conforme as condições climáticas e a capacidade das embarcações utilizadas) e de lá prosseguem de caminhão até Brasília (ou Goiânia), onde são distribuídas para o resto do país. A rota terrestre alternativa São Paulo-Cuiabá-Porto Velho-Manaus é considerada inferior, pois sofre anualmente com o período de chuvas, gerando estradas intransitáveis ou só permitindo passagem por certos trechos pela navegação fluvial. Como o estado de Mato Grosso ainda comporta áreas de fronteira agrícola, os desafios logísticos desse crescimento não são desprezíveis, especialmente quando se trata da ligação com São Paulo.

A ligação São Paulo-Tucuruí também continua a apresentar desafios, mas diversos dos anteriores, apesar de ser também um longo corredor que abarca expansão de atividades econômicas. Embora já conte com uma navegação fluvial de certa importância e seja atravessada por uma das mais importantes estradas brasileiras – a Belém-Brasília – contém ainda grandes vazios no que tange a estradas secundárias ou vicinais confiáveis.

O estudo tentou identificar, para cada uma das quatro ligações de maior interesse, os tipos e quantidades de mercadorias que seriam transportadas. Isso, no entanto, provou ser um exercício carregado de ambiguidades, por se tratar o Brasil de um país em desenvolvimento. Embora houvesse um mínimo de dados históricos disponíveis, e projeções com base em modelos econométricos pudessem então ser – e foram – produzidas, a experiência prática foi de outra natureza. Uma série de visitas às regiões em questão, complementadas por entrevistas com autoridades locais e com negociantes e empresários, revelou que o fluxo real em toneladas x km em muito excederia aquele projetado matematicamente se um sistema de transporte adequado se tornasse de fato disponível. Porém, a equipe encarregada da pesquisa não introduziu nenhum dado novo ou variável matemática para tentar quantificar essa possível demanda extra não considerada.

Portanto, conscientizando-se de que o mercado de transporte delineado tinha uma natureza muito mais indicativa do que de projeção numericamente robusta, o estudo partiu para tentar estabelecer o que foi chamado de “redes esqueleto” para operações com VANCs, associadas a cada uma das quatro ligações mencionadas. Tais redes seriam compostas novamente de corredores de tráfego, com projeções para a tonelagem a ser transportada anualmente (total e a parcela a ser transportada pelos dirigíveis). Para a ligação São Paulo-Tucuruí, as projeções estão indicadas na Figura 1. A ideia era que as rotas principais fossem atendidas com veículos VANC-80 e VANC-200 e que os VANC-20s atuassem nas rotas menos densas, alimentando as primeiras.

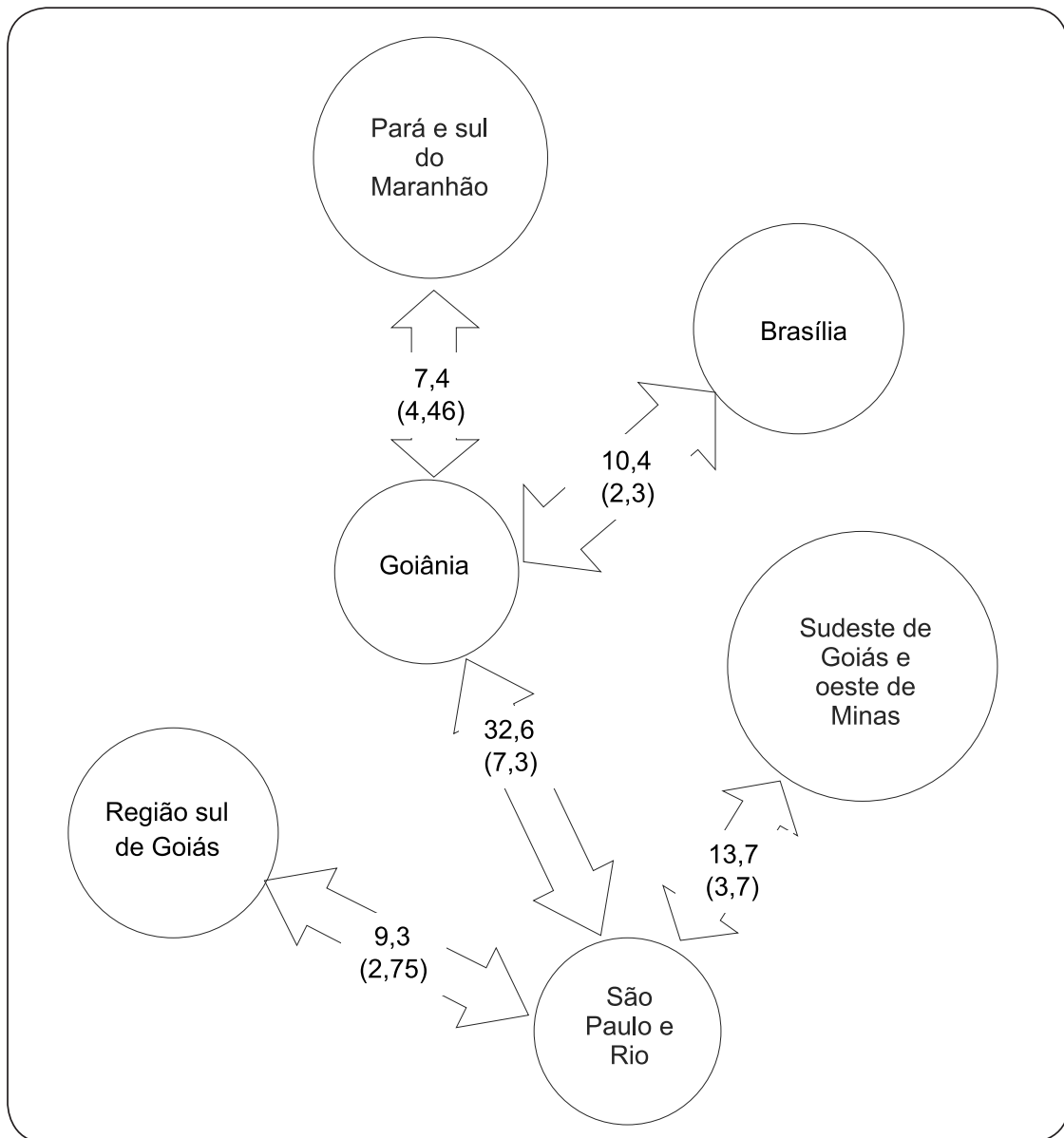
Foi possível, repetindo-se esse processo para as três ligações restantes, obter uma estimativa quanto ao número de dirigíveis requeridos para capturar as fatias de mercado que poderiam ser atendidas por esse tipo de veículo (Tabela 1).

Portanto, uma frota totalizando 329 dirigíveis teria sido capaz de, cinco anos depois da realização daquele estudo, atender a uma demanda bastante conservadora de carga. Isso para as quatro ligações previstas e suas respectivas “redes esqueleto” alimentadoras, alavancando sobremaneira o desenvolvimento do interior brasileiro.

Em uma segunda fase do estudo [Brasil (1980b)], foi feito um esforço concentrado para se tentar determinar os custos totais de implementação do sistema de VANCs acrescidos de seus custos operacionais. Tomando-se, a princípio, a segunda ligação, São Paulo-Manaus, o exercício consistiu em determinar os custos de instalar o sistema de transporte por dirigíveis previsto e, além disso, os custos de manter tal sistema operando por um período de

vinte anos. Indo, porém, mais além do que a maioria dos estudos desse tipo, foi elaborada uma comparação com os custos correspondentes à alternativa representada pelo transporte terrestre: o sistema rodoviário que vai de São Paulo a Cuiabá, prossegue para Porto Velho e chega a Manaus. Embora no início da década de 1980 tal sistema fosse considerado em geral precário, seu elo fraco era o segmento Porto Velho-Manaus, que hoje tem essa dificuldade amenizada em parte pela navegação ao longo do Rio Madeira (requerendo naturalmente o transbordo da carga entre os modais envolvidos).

Figura 1 | Corredor operacional de carga São Paulo-Tucuruí



Fonte: Brasil (1980).

Nota: Fluxos de carga anuais projetados para o ano 2000 (em 1980), em milhões de toneladas (valores em parênteses significam o potencial para os dirigíveis VANC).

Tabela 1 | Frota de dirigíveis (VANCs) requeridas em função da ligação aérea e da carga paga (20, 80 ou 200 toneladas)

Ligação	Frota de VANC-20	Frota de VANC-80	Frota de VANC-200
Manaus-Boa Vista	---	2	---
Manaus-São Paulo	---	---	31
Cuiabá-São Paulo	44	73	24
Tucuruí-São Paulo	48	59	48
Total	92	134	103

Fonte: Brasil (1980a).

Nota: Projeções para o ano de 1985, feitas em 1980.

O estudo conseguiu produzir uma estrutura de custos relativamente bem detalhada para as duas soluções modais, a aérea com dirigíveis e a terrestre rodoviária. Para a segunda, por exemplo, considerou-se o caminhão-padrão em uso no país (Mercedes-Benz L1113/48). Os custos e a duração de cada viagem foram estimados juntamente com custos de capital, construção e manutenção rodoviária etc. Já para o sistema de VANCs, foram calculados os custos de projeto e construção de hangares, *overheads* administrativos etc., juntamente com custos unitários de capital relativos aos veículos aéreos e a sua operação (combustível, tripulação etc.), mas não foram elaboradas estimativas para o esforço de pesquisa e desenvolvimento, que resultaria na disponibilização dos dirigíveis propriamente ditos, a serem projetados, construídos e certificados.

Entre as várias conclusões apresentadas destacava-se a de que o sistema de VANCs demandaria um investimento, ao longo do período de vinte anos, cujo Valor Presente Líquido (VPL) alcançaria US\$ 1,5 bilhão (considerando uma taxa de juros de referência de 15% ao ano). Estima-se que o sistema rodoviário demandaria aproximadamente US\$ 2,3 bilhões, de forma a produzir o mesmo nível de movimentação de carga no período considerado. A variável representada pelo impacto ambiental não era considerada naquela época. Mas não resta dúvida de que, qualquer que fosse – ou seja – a avaliação feita, provavelmente o meio aéreo sairia vencedor, uma vez que, além de ele não produzir qualquer impacto no solo, é muito mais econômico na emissão de gases do efeito estufa (CO₂ e NO_x) – característica, aliás, na qual o dirigível é absolutamente sem concorrentes.⁷

⁷ Em virtude de só consumir combustível para vencer o arrasto aerodinâmico e a inércia, em contraste com as aeronaves convencionais que, além disso, ainda precisam consumir combustível para gerar sustentação aerodinâmica nas asas.

Muito embora uma análise detalhada do estudo possa revelar inconsistências e uma ou outra hipótese errada em função da falta de dados confiáveis (especialmente no caso de dirigíveis sem similares em existência), há um grande mérito: a proposta de avaliação de sistemas de transporte completos. Ao se proceder dessa forma, o “sistema de dirigíveis” pode ser comparado com sistemas de transporte que já existem, mas que são precários e pouco confiáveis, ou com sistemas futuros em fase de concepção. Assim, pode-se chegar a uma decisão mais ponderada/balanceada no que diz respeito a investimentos de tão elevado porte.

Infelizmente, em 1981, depois da conclusão do estudo, o governo brasileiro da época cancelou todas as atividades ligadas ao desenvolvimento de dirigíveis, apesar de ter chegado a considerar o projeto detalhado de um sistema-piloto de transporte por VANCs, com custo de desenvolvimento estimado em US\$ 6 milhões. Muito embora houvesse, na época, especulações de que o cancelamento se deveria ao fato de que o Orçamento da União não teria capacidade para apoiar, simultaneamente, a então nascente indústria aeronáutica brasileira e os dirigíveis, o fato é que estes – ou, antes, sistemas de transporte baseados nestes – só se viabilizariam em uma concepção inteiramente nova e original em relação à logística desenvolvimentista para o interior do país. Mesmo para o Brasil de então, ainda no chamado “período autoritário”, o leque de políticas públicas que seria requerido, além da coordenação em sua implementação, estava muito provavelmente acima da capacidade disponível.

Uma oportunidade de reavaliação

O simples cancelamento das iniciativas ligadas ao desenvolvimento de dirigíveis no país não fez com que os problemas, para os quais tais tipos de veículos poderiam representar uma solução, também desaparecessem. Assim, ao longo da década de 1980, a Comissão de Estudos do DAC continuou a investigar o tema, com recursos aportados pelo PNUD. Isso permitiu trazer consultores europeus para a realização de seminários e o desenvolvimento de estudos de viabilidade adicionais, modelando o transporte de diversos tipos de carga ao longo de corredores selecionados, gerando um acervo bastante relevante de documentos naquela instituição [sucida pela Agência Nacional de Aviação Civil (Anac)].

Em dezembro de 1994, o DAC organizou um seminário sobre dirigíveis em sua sede no Rio de Janeiro, ao qual compareceram empresários e

representantes de diversos órgãos governamentais e até de fabricantes de dirigíveis [Airship (1995)]. O evento quase coincidiu com a data do início da operação de um dirigível de publicidade Lightship A60+ no Rio, provavelmente a primeira operação comercial desse tipo de aeronave nos céus da cidade desde os tempos dos zepelins.

O interesse assim gerado em 1994 provocou a ocorrência de um evento bem maior em Brasília, em novembro de 1995. Na sede do Ministério dos Transportes foram reunidos representantes de oito ministérios, empresários de diversos setores da economia, acadêmicos e pesquisadores do tema [Airship (1996)].

A participação nesse tipo de evento (no Brasil e, ocasionalmente, no exterior) conduz à constatação de que o potencial de emprego da tecnologia dos dirigíveis (LTA) no Brasil, em aplicações comerciais, parece ser bem maior do que foi vislumbrado na década de 1980. Embora o uso essencial para os dirigíveis tenha ficado na esfera dos voos de publicidade e de turismo ao longo das três últimas décadas em todo o mundo e não tenham faltado propostas e projetos para dirigíveis cargueiros, os seminários citados tiveram um denominador comum, que foi gerar pedidos de pesquisa e investigação científica para o emprego de dirigíveis nas seguintes aplicações, entre outras:

- a) Transporte de toras de madeira: pedido de investigação feito por representantes de empresas dedicadas à extração de madeira em áreas de manejo florestal. O uso de helicópteros é considerado caro demais, e os meios puramente terrestres são lentos, propícios a acidentes e, ainda, dependem de estradas geralmente precárias ou não confiáveis. Em 2008, a Boeing lançou o projeto do Skyhook JHL-40, sob encomenda de uma empresa canadense de mesmo nome, que resultaria em um dirigível capaz de levar até quarenta toneladas de madeira (ou grandes cargas indivisíveis em geral) como carga externa, em percursos de até duzentas milhas, mas não se conhecem desenvolvimentos concretos desse projeto (ver AirshipHangar.com).
- b) Vigilância radar e monitoramento ambiental: pedido de investigação feito por consultores independentes, ligados à área ambiental. Embora tais tarefas possam ser desempenhadas por um conjunto de aeronaves existentes, até mesmo os R99 fabricados pela Embraer (utilizando a plataforma do jato regional ERJ-145) e entregues à FAB no âmbito do Projeto Sivam (Sistema de Vigilância da Amazônia),

um dirigível que viesse a ser desenvolvido para tal função teria um custo de aquisição e operação muito inferior, permitindo seu uso mais amigável por entidades da sociedade civil (ex: ONGs) e outros órgãos de governo, como aqueles afeitos à fiscalização ambiental, à proteção de áreas indígenas, ao combate a atividades ilegais etc.

- c) Logística nas fronteiras e apoio médico: pedido de investigação feito por representantes das Forças Armadas. Seriam aplicados principalmente para as áreas englobadas pelo Projeto Calha Norte, na fronteira norte do país. O incentivo aqui é a possibilidade de apoio logístico pesado, pelo meio aéreo, sem a necessidade de se contar com infraestrutura terrestre significativa. Tal interesse veio a gerar uma linha de pesquisa dentro da Escola de Comando e Estado Maior do Exército (Ecemar), produzindo-se afinal uma monografia que contou com a colaboração do primeiro autor [Silva (2004)].
- d) Patrulha oceânica: pedido de investigação feito por representantes das Forças Armadas. O ensejo aqui foi retomar a função já desempenhada pelos dirigíveis *blimps* da Marinha dos EUA nos 16 anos subsequentes à Segunda Guerra Mundial, na costa leste desse país. O incentivo seria o custo muito inferior quando comparado ao de navios de patrulha, a velocidade superior à das embarcações, além da autonomia de voo que poderia ser medida em dias em vez de horas, quando comparado ao emprego de aeronaves convencionais. Isso seria especialmente relevante quando se consideram operações não só sobre o mar territorial brasileiro, mas se inclui também a chamada Zona de Exploração Econômica (ZEE).
- e) Voos turísticos: pedido de investigação feito por representantes desse setor. Esse foi um uso consagrado pelos dirigíveis Skyship, que, em determinados períodos das décadas de 1980 e 1990, propiciavam voos de *sightseeing* sobre cidades tão diversas quanto Tóquio, São Francisco, Paris, Londres e Sidnei. Mais recentemente, voos desse tipo têm sido realizados por dirigíveis Zeppelin NT-07 sobre o Lago Constância no sul da Alemanha (fronteira com a Suíça e a Áustria) e sobre Londres. Conjugando-se sempre as tarifas cobradas aos passageiros com a publicidade nas laterais do dirigível, esse tipo de operação pode tornar-se um negócio lucrativo para regiões de

beleza espetacular, como o Pantanal, partes da Bacia Amazônica, Cataratas do Iguaçu etc. Os principais aspectos envolvidos, assim como um modelo econômico-financeiro de avaliação e tomada de decisão, foram incorporados em dissertação de mestrado do IME [Sandoval (2004)].⁸

O século XXI

Apesar de todo o entusiasmo despertado pela tecnologia do dirigível, no Brasil e no mundo, na década de 1980, conforme mencionado nas seções anteriores, não houve o surgimento de nenhum novo veículo desse tipo que pudesse causar mudanças profundas nesse nicho da engenharia aeronáutica. Em vez disso, o que ocorreu foi um contínuo desenvolvimento tecnológico que ajudou a trazer a tecnologia LTA para o estado da arte atual e, em alguns casos, levá-la além.

A primeira metade da década de 1990 viu o desenvolvimento do dirigível anglo-americano Sentinel 1000,⁹ uma verdadeira plataforma tecnológica para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de várias aplicações. Entre estas, estão os comandos de voo com acionamento por fibras óticas (tecnologia *fly-by-light*) e o aperfeiçoamento de propulsores vetoráveis, ou seja, que podem ser direcionados ao longo de amplos arcos de círculo, atribuindo grande manobrabilidade ao veículo. Tal desenvolvimento foi patrocinado pela agência Darpa¹⁰ de pesquisas militares do governo dos EUA.

Já a segunda metade da década de 1990 assistiu ao desenvolvimento do dirigível alemão Zeppelin NT-07, patrocinado pela fundação originalmente fundada pelo Conde Zeppelin e ligada à empresa ZF de Friederichshafen. O NT-07 permitiu o desenvolvimento de novos materiais estruturais mais adequados a veículos desse tipo, assim como levou a controlabilidade dos dirigíveis a seu ponto máximo. Por essa razão, as equipes de terra, que normalmente requeriam dez a 15 pessoas para as operações de atracação e desatracação do mastro, foram reduzidas a apenas três (no tempo do Graf Zeppelin, chegavam a ser necessárias até duzentas pessoas no solo).

⁸ O autor Sérgio Bittencourt Varella Gomes colaborou com a dissertação de mestrado de Sandoval (2004).

⁹ O autor Sérgio Bittencourt Varella Gomes participou do projeto de construção.

¹⁰ Sigla de Defense Advanced Research Projects Agency, que financiava também estudos acadêmicos. Fruto desta pesquisa foi a tese de PhD em Dinâmica de Voo, apresentada por Sérgio B. Varella Gomes à College of Aeronautics de Cranfield University, Inglaterra, em 1990, e que foi em parte custeada por esse programa e o restante pelo CNPq [Gomes (1990)].

No Brasil, o desenvolvimento mais notável ocorreu na parte da tecnologia dos sistemas diretores e gerenciadores de voo para dirigíveis, em função de longa pesquisa – iniciada ainda na década de 1990 – conduzida pelo Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, órgão do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação, localizado em Campinas (SP). Seu projeto Aurora resultou em um dirigível robótico (não pilotado) autônomo, o primeiro no mundo a alcançar esse estágio [Gomes (2010)].

O caso CargoLifter

O maior projeto de dirigíveis dos últimos vinte anos foi o do CargoLifter. Lançado na Alemanha, em 1996, era voltado exclusivamente para o transporte de carga com a utilização da tecnologia do dirigível. A origem do projeto foi um estudo, realizado em 1994 e 1995 com a Associação Alemã de Fabricantes de Máquinas e Equipamentos (VDMA), sobre a capacidade de transporte de grandes itens, ou seja, equipamentos com massa superior a cem toneladas, ou com mais de 25 m de comprimento, ou ainda com mais de 4 m de diâmetro. O estudo visava determinar a competitividade da indústria de máquinas alemã em um contexto de globalização e em que o tamanho e o peso dos equipamentos estão aumentando, os custos de transporte subindo e os processos logísticos ficando cada vez mais complexos.

Uma base de dados de trezentos casos de transporte realizados com tal tipo de “grande item”, utilizando-se os melhores meios de transporte disponíveis em cada caso, revelou um custo total unitário de aproximadamente US\$ 37,5 milhões, considerável impacto ambiental em termos da energia consumida e velocidade média durante o percurso origem-destino de apenas 8 km/h. Este último resultado serviu para embasar um dos motivos que levaria ao surgimento do Projeto CargoLifter: independentemente do custo do transporte de um grande item, o fato de ele levar um tempo excessivo para chegar a seu destino, principalmente quando grandes distâncias estão em jogo, e a relevância do impacto sobre o retorno dos investimentos realizados. A logística é assim um de seus principais gargalos nessa cadeia de valor [CargoLifter AG (2001)].

A essa conclusão do estudo juntou-se uma outra, mais familiar aos países em desenvolvimento: o fato de haver frequentemente pouca, nenhuma ou inadequada infraestrutura terrestre de transportes em áreas que deverão receber os grandes itens industriais, normalmente produzidos a grande dis-

tância dali, até em outros países ou continentes. Em diversas situações já enfrentadas por industriais alemães, chegou-se ao cancelamento do negócio por falta de viabilidade técnica no transporte requerido.

O nascimento do Projeto CargoLifter resultou, assim, da constatação de que somente a utilização de uma outra tecnologia de meio de transporte poderia solucionar tais problemas: a tecnologia do “mais-leve-que-o-ar”. E mais, de que a essa tecnologia aeronáutica deveria ser agregada e adaptada àquela essencialmente mecânica dos guindastes e gruas de precisão de forma a atingir o objetivo oficialmente traçado: ser capaz de pegar uma carga paga – por exemplo componentes de uma planta geradora de energia – de 160 toneladas na fábrica onde foi produzida, transportá-la pelo ar até o outro lado do mundo superando incontáveis obstáculos, e depositá-la em um sítio que tem apenas as fundações para recebê-la e localiza-se em uma região remota [CargoLifter (2001)].

O perfil operacional traçado para o dirigível CargoLifter (vide a configuração básica na Figura 2) foi definido como sendo o de um veículo capaz de:

- a) ter uma capacidade de carga paga de até 160 toneladas;
- b) ter um alcance (distância voada origem-destino) de dez mil quilômetros;
- c) ter uma velocidade de cruzeiro de até 135 km/h; e
- d) voar, em regime de cruzeiro, a uma altitude de dois mil metros.

Para efeitos de comparação, note-se que o Boeing 747 (“Jumbo”) mede aproximadamente 69 metros (comprimento), levando uma carga paga de aproximadamente cem toneladas (porém com uma velocidade de cruzeiro de novecentos km/h). Já o Zeppelin Hindenburg apresentava 240 metros de comprimento (e apenas trinta metros de diâmetro) e levava uma carga paga máxima de quarenta toneladas, com ambas as aeronaves – B747 e Hindenburg – tendo alcance da mesma ordem de grandeza do CL160 (Quadro 1 e Figura 2).

O grande apelo ecológico, na medida em que pretendia vir a se constituir um sistema de transporte importante, era resumido na afirmação de que este guindaste voador global requer aproximadamente um metro cúbico de gás hélio para levantar cada quilograma transportado, ao passo que aeronaves convencionais a jato queimam um quilograma de combustível para cada quilograma transportado, por exemplo, entre a Europa e a Ásia

[CargoLifter (2001)]. Caso fosse fabricado, o CargoLifter teria sido a maior aeronave construída.

Quadro 1 | Dados de projeto do dirigível de carga CL 160

Volume de gás de flutuação (hélio):	550.000 m ³	Velocidade máxima:	135 km/h
Carga paga:	até 160 toneladas	Velocidade de cruzeiro:	80-100 km/h
Dimensões da carga paga:	até 50 m x 8 m x 8 m	Alcance máximo:	10.000 km
Comprimento do dirigível:	260 m	Diâmetro máximo:	65 m
Altura máxima (cauda):	78 m	Preço de venda:	US\$ 75 milhões
Potência máxima nominal (grupo motopropulsor):	9.330 kW (12.500 HP)	Consumo de combustível (100 km/h a 2.000 m de altitude):	4,5 l/km

Fonte: Extraído e adaptado de www.cargolifter.com.

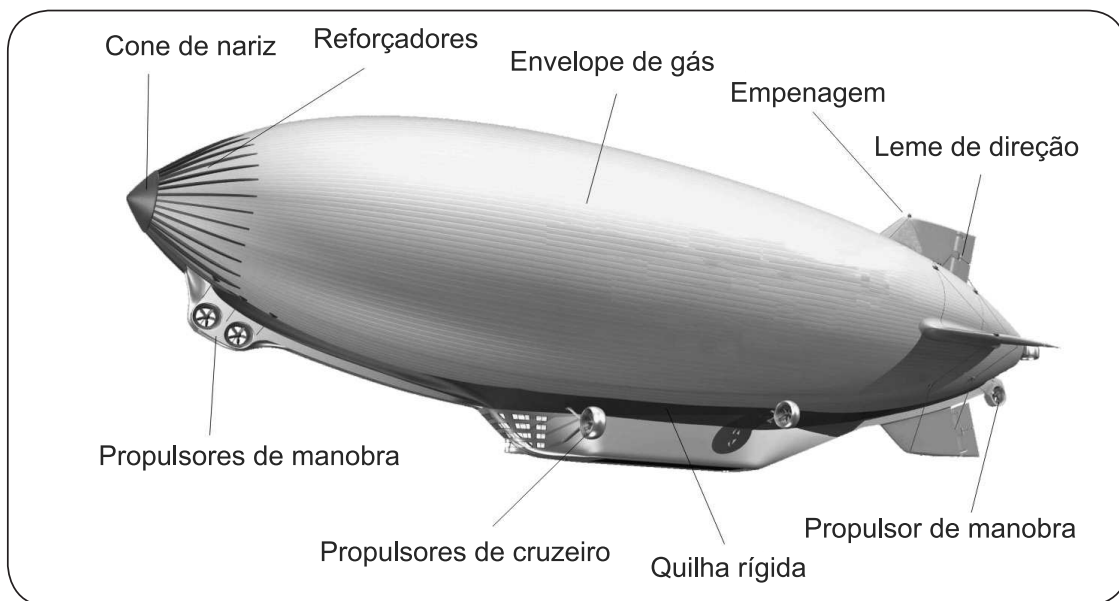
No Brasil, chegou a ser constituída uma empresa especificamente para ser operadora de CL160 em rotas do Mercosul.

O Projeto CargoLifter foi descontinuado por falta de recursos financeiros, em 2002, mesmo depois de levantar mais de US\$ 600 milhões com seus acionistas, com a emissão pública de ações na Bolsa de Frankfurt, e receber um pacote de incentivos fiscais e creditícios da municipalidade de Brand, localizada sessenta quilômetros a sudoeste de Berlim. Deixou como legado o maior prédio em volume do mundo, que foi o hangar construído para a futura fabricação do CL160, que consumiu US\$ 90 milhões, além de extenso acervo técnico do desenvolvimento realizado. A empresa chegou a adquirir um dirigível Skyship-600 para treinamento de pessoal e a construir o CL70, um balão esférico para levantar setenta toneladas de carga estática, que poderia então ser rebocada por helicóptero. O CL70 foi oferecido para Petrobras para o trabalho de construção do gasoduto Coari-Manaus, mas, com a falência da CargoLifter, tal iniciativa foi descontinuada.

A falência da CargoLifter deixou lições importantes para o setor de projetos aeronáuticos de grande porte. Entre outras, destaca-se seu *funding* ter sido obtido quase exclusivamente por emissão de ações ordinárias em bolsas de valores, com capital pulverizado entre os investidores, sem bloco de controle (regras do Novo Mercado). Isso é absolutamente inédito no mundo

da construção aeronáutica, ainda mais por se tratar de uma empresa *start-up* e, portanto, sem tradição no ramo. Mas, embora tenha conseguido levantar mais de US\$ 600 milhões entre 1997 e 2002, o valor final requerido, dado o porte do projeto, era claramente superior a isso, uma vez que, ainda em 2001, estava em curso um contínuo esforço de captação de recursos, via emissões de ações em bolsa. No entanto, esse processo cessou repentinamente no fim de 2001, o que foi atribuído na época à retração global de investimentos a risco na esteira do chamado “estouro da bolha” da internet, conjugada com a retração adicional de investimentos em indústria aeronáutica em geral motivada pelas consequências dos eventos trágicos de 11 de setembro de 2001. Em longo depoimento por escrito, o ex-presidente da empresa cita um amplo leque de desafios que não foram adequadamente enfrentados, que iam da reduzida equipe de engenharia disponível a, até mesmo, tentativas de malversação de recursos [Gablenz (2004)].

Figura 2 | Concepção do dirigível CargoLifter CL 160



Fonte: Elaboração própria, com base em imagem cedida pela CargoLifter.

A proposta do dirigível híbrido

Atualmente, e até onde é possível determinar, não há programas de desenvolvimento de dirigíveis para transporte aéreo civil no mundo. Em curso, há alguns programas militares e apenas um projeto conceitual para

dirigível de carga, baseado na experiência operacional obtida com o dirigível híbrido P791 (protótipo demonstrador desenvolvido originalmente para um programa militar já descontinuado). As mais relevantes dessas iniciativas em curso estão resumidas no Quadro 2.

Quadro 2 | Quadro-resumo das principais iniciativas em projetos de dirigíveis na atualidade

Dirigível	M1400 (Blue Devil 2)	LEMV*	SkyTug
Fabricante	MAV6	Northrop Grumann/ Hybrid Air Vehicles	Lockheed Martin
Cliente	Força Aérea dos EUA	Exército dos EUA	Em prospecção
Valor do contrato	US\$ 80 milhões	US\$ 517 milhões	—
Missão	Vigilância	Vigilância	Carga
Sustentação	Flutuação aerostática	Aerodinâmica e flutuação aerostática	Aerodinâmica e flutuação aerostática
Comprimento	113 m	92,1 m	76,2 m
Volume da carga paga	46,6 m ³	76,5 m ³	1.920 m ³
Carga paga	1.134 kg a 3.402 kg	1.589 kg	50 t
Velocidade para vigilância & observação	—	30 nós	20 nós
Velocidade de cruzeiro	—	80 nós	80 nós
Teto de serviço	20 mil pés	> 22 mil pés	20 mil pés
Potência elétrica	120 KVA	16 KVA	—
Autonomia de voo	3 a 6 dias	> 21 dias	5 a 7 dias
<i>Status</i>	Entrega do protótipo em fev. 2012	Entrega do protótipo no início de 2012	Projeto conceitual com base no dirigível híbrido P791

Fonte: Adaptado de Flightglobal (2011), com dados de Nayler (2011).

* Sigla de Long Endurance Multi-intelligence Vehicle, que significa veículo de longa autonomia para missões de inteligência múltipla.

Constata-se que, mesmo com os vultosos investimentos sendo realizados, os desenvolvimentos em curso não têm ainda assegurada a fase pós-protótipos. No entanto, eles trazem importantes indicações sobre o estado da arte da tecnologia aeronáutica aplicada a dirigíveis, a saber:

- a) Na primeira coluna do Quadro 2, trata-se de um dirigível do tipo *blimp* convencional, em que o interesse é utilizar longa autonomia de voo (medida em dias), possível apenas em veículos com flutuação aerostática (LTA), para desenvolver os sensores de vigilância e observação. É, essencialmente, uma plataforma de vigilância e sensoriamento.
- b) Nas demais colunas, emprega-se o conceito de dirigível híbrido, ou seja, são veículos que fazem uso da flutuação aerostática tradicional, propiciada pelo gás mais leve que o ar (hélio), e da sustentação aerodinâmica para se elevarem e deslocarem na atmosfera. A sustentação aerodinâmica é gerada graças ao formato especial do casco, que funciona parcialmente como asa, e depende da velocidade atingida e do ângulo de incidência comandado para o veículo em relação ao escoamento do ar em torno do veículo.

Dos pontos de vista econômico e de engenharia aeronáutica, o desenvolvimento do dirigível híbrido reveste-se de grande importância pelos seguintes motivos:

- a) O aspecto híbrido refere-se à característica de que, nesse tipo de dirigível, entre 35 e 50% da força de sustentação (que mantém o veículo em voo) provém da aerodinâmica do veículo, que para isso tem seu casco desenhado no formato de um aerofólio. O restante da sustentação é de natureza aerostática, fornecida por gás mais leve que o ar (hélio), como nos dirigíveis tradicionais e balões em geral. Com isso, estima-se que, para um dado volume fixado de gás, pode haver até o triplo de volume de carga paga [Nayler (2011)]. Dessa forma, um dirigível sendo projetado para transportar determinada carga paga seria menor, e, portanto, mais barato, que outro que seguisse os cânones históricos com 100% da sustentação sendo de origem aerostática.
- b) A outra inovação presente na concepção híbrida é a utilização da tecnologia do *hovercraft* na parte inferior do casco, que gera um colchão de ar com duas finalidades: permitir o pouso e o deslocamento suave da aeronave sobre superfícies tão diversas quanto água, grama ou concreto; e, nas operações de carga e descarga, invertendo-se o fluxo de ar, permitir que o veículo atinja elevada aderência ao solo, mesmo na presença de ventos. Com isso, dispensa-se o mastro de

atracação dos dirigíveis tradicionais, e o pessoal de terra requerido para a operação de atracação. A independência assim lograda de infraestrutura terrestre passa a constituir um grande apelo mercadológico do dirigível híbrido.

- c) Ainda mais além na linha de independência da infraestrutura terrestre, a concepção híbrida dispensaria a necessidade de relastrear o dirigível, com água, por exemplo, toda vez que sua carga paga fosse descarregada, como ocorre nos dirigíveis tradicionais. Grosso modo, no dirigível híbrido a sustentação aerodinâmica (que pode ser modulada pelos comandos de voo) é a responsável por fazer frente à carga paga, enquanto a sustentação aerostática é a que “levanta” o resto do veículo. Dessa forma, o desembarque da carga paga não implica a necessidade de repor sua massa com lastro, como ocorre nos dirigíveis convencionais.

A combinação dessas duas últimas características da concepção híbrida possibilita que esse tipo de dirigível opere em praticamente qualquer tipo de terreno, sem a necessidade de preparação prévia ou da instalação de equipamentos de lastro e de torres de atracação. Precisa-se assim apenas de áreas desimpedidas e, em um raio de poucas centenas de metros do local de pouso, da ausência de obstáculos tais como colinas, prédios ou cercas. Para os grandes vazios logísticos do planeta, isso tem um apelo considerável.

É provável que esse seja um dos motivos pelo qual, dos três projetos indicados no Quadro 2, dois incorporam a concepção híbrida. Na verdade, essa concepção já se materializou no dirigível protótipo P791, que voou pela primeira vez em janeiro de 2006 [Airship (2006)] e foi construído com recursos próprios pela empresa Lockheed Martin, na esteira do Projeto Walrus (posteriormente cancelado), de logística militar, patrocinado pela Agência de Pesquisa de Projetos Avançados de Defesa (Defense Advanced Research Projects Agency – Darpa). Com a experiência obtida, a Lockheed Martin propõe atualmente o SkyTug para cinquenta toneladas de carga paga.

Já o outro projeto, do consórcio de empresas Northrop Grumman e Hybrid Air Vehicles (Figura 3), embora patrocinado pelo Exército dos EUA e voltado para fins de vigilância e observação, não perde de vista o mercado civil. O gestor do projeto chegou a declarar que:

se forem removidos os sensores e os tanques de combustível especiais para a longa autonomia de voo [de 22 dias], o mesmo veículo poderia transportar 20 toneladas de carga sofrendo modificações mínimas. Os dirigíveis não são para todas as tarefas, mas existem oportunidades para as quais eles são apropriados: tudo se resume na questão econômica [Warwick (2010)].

Figura 3 | Concepção de dirigível híbrido proposta pela Hybrid AirVehicles



Foto cedida por Hybrid Air Vehicle Ltd.

A iniciativa canadense

Tais desenvolvimentos não escaparam à atenção de países que parecem ter deficiências de cobertura logística, semelhantes ao Brasil, ainda que por outros motivos. Parece ser o caso do Canadá em sua região norte, em sua parte ocidental (região do Rio Yukon) e do Alasca. A iniciativa do Professor Barry Prentice da Universidade de Manitoba, denominada “ISO Polar – Airships to the Arctic”,¹¹ visa atrair a atenção de investidores para o

¹¹ Ver <www.isopolar.ca>.

potencial mercado representado pelas atuais deficiências e precariedades logísticas daquela parte do país. A ideia é que o interesse assim gerado possa alavancar os investimentos necessários para se construir dirigíveis cargueiros de grande porte. Seria possível implantar-se, dessa forma, todo um inédito sistema logístico para atender as populações nativas, assim como as atividades de exploração e produção de petróleo e gás que lá se desenvolvem [Spectrum (2011)].

Apesar dessa iniciativa e dos estudos realizados, o governo canadense ainda não foi sensibilizado a aportar recursos para os desenvolvimentos pretendidos. Contudo, o fato de o mercado ter sido apontado e, até certo ponto, dimensionado, poderá servir de indutor de investimentos quando os projetos de dirigíveis relacionados no Quadro 2 atingirem a fase pós-protótipos e a tecnologia, especialmente a da concepção híbrida, estiver adequadamente demonstrada e consolidada.

A questão do financiamento

Em vista do quadro atual dos projetos de dirigível no mundo, uma questão central é como um projeto dessa natureza poderia ser financiado no que tange às fases de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), construção do protótipo, testes e ensaios de certificação e posterior industrialização para a fabricação em série. Como qualquer novo projeto aeronáutico, seu período de maturação é relativamente longo, da ordem de quatro a cinco anos, até que as primeiras unidades sejam comercializadas e comece o período de recuperação do investimento efetuado. Além disso, o valor de tal investimento poderá alcançar algumas centenas de milhões de dólares ou reais, dependendo do porte do veículo pretendido, do período requerido para a fase de P&D, das inovações que ele venha a incorporar e das facilidades fiscais e creditícias (valor e custo médio de capital) que o empreendimento venha a atrair.

Para o mercado privado de crédito é provável que os riscos percebidos ainda sejam altos demais, independentemente das lições aprendidas com o caso CargoLifter. Assim, algum tipo de participação governamental será provavelmente necessário, de forma a mitigar os riscos e passar, aos investidores privados, um sinal do comprometimento do governo com o sucesso do projeto. Tal participação poderá assumir diversas formas conhecidas, tais como o financiamento para o deslanche do projeto (conhecido no meio

aeronáutico como *launch aid*),¹² a garantia de um certo número de compras governamentais, a participação acionária minoritária, o fornecimento de bolsas e recursos não reembolsáveis para atividades de P&D etc.

De qualquer forma, uma análise cuidadosa dos riscos envolvidos será provavelmente o papel central da análise. O Quadro 3 contém uma amostra dos principais riscos mapeados, do ponto de vista dos investidores financeiros no projeto de um novo dirigível.

Quadro 3 | Principais riscos inerentes a um projeto de construção e comercialização de dirigíveis de grande porte para transporte de carga

Natureza do risco	Tipo	Mitigantes
Técnico	- <i>Performance</i> - Segurança - Ambiental	(a) Use tecnologias e materiais já testados (b) Utilize reputados fornecedores/operadores (c) Verifique a conformidade com requisitos ambientais internacionais
Desenvolvimento & Construção (pré-entregas das aeronaves)	- Estouro do orçamento - Atrasos - Problemas técnicos	(a) Exija contratos com preço fixo e <i>turnkey</i> (b) Imponha garantias/penalidades/bônus (c) Mantenha as especificações do projeto fixas (d) Utilize fornecedores sólidos
Operações (já na fase de entregas das aeronaves)	- Projeções das receitas - Custos operacionais - Geração de receitas - Falhas de gestão - Infraestrutura	(a) Procure obter contratos de compra e venda sólidos (b) Avalie o mercado e a concorrência (c) Garanta a disponibilidade dos equipamentos, gás etc. (d) Procure lidar com operadores sólidos (e) Obtenha garantias de <i>performance</i> (f) Garanta a disponibilidade de infraestrutura
Regulação (política)	- Estabilidade regulatória - Força maior - Tributação	(a) Garanta a conformidade com regulamentos e licenciamentos (b) Providencie seguro para o investimento (c) Obtenha apoio de IFIs* para operações em mercados emergentes (d) Revise o planejamento tributário

Continua

¹² Utilizado rotineiramente pela Airbus, no âmbito do apoio oficial da União Europeia a cada novo projeto de aeronave. É reembolsável, mas com taxa de juros moderada e prazo de pagamento elástico, dependendo do sucesso das vendas.

Continuação

Natureza do risco	Tipo	Mitigantes
Estruturação financeira	- Razão dívida/capital próprio - Retorno sobre o capital (ROC)	(a) Revise detalhadamente o fluxo de caixa (b) Atenda às expectativas de ROC dos investidores: 15%-30%?
Financeiro	- Risco das receitas - Disponibilidade de <i>funding</i> - Taxas de juros	(a) Projeções de fluxo de caixa sólidas (b) Receitas em moedas fortes (c) Índices aceitáveis de cobertura do serviço da dívida e de taxa interna de retorno (TIR) (d) Aporte de capital próprio antes da dívida (e) Contas de reserva e <i>escrow</i> (fiduciária) para o serviço da dívida (f) Imposição de restrições ao pagamento de dividendos (g) Credores farão empréstimos sindicalizados (h) Seguro ou derivativos financeiros (i) Provisão de <i>funding</i> de reserva (<i>standby</i>)
Legal	-Jurisdição legal -Documentação	(a) Contrate advogados com grande experiência

Fonte: Adaptado de Blaiklock (2000).

* *International financial institutions*, tais como o FMI, Banco Mundial, BID etc.

Conclusão

A utilização de dirigíveis no Brasil teve início com o transporte de passageiros (zepelins), prosseguiu com os *blimps* navais antissubmarinos na Segunda Guerra Mundial e chegou aos tempos recentes na forma de veículos de mídia para a publicidade. A Secretaria de Segurança Pública do Estado do Rio de Janeiro empregou um *blimp* tripulado e equipado com diversos tipos de sensores pelo período de alguns meses no fim de 2002 com algum sucesso.¹³

¹³ Conhecido na época como o “dirigível da Benedita”, em referência ao nome da então governadora, destacou-se na captura de notório criminoso, conhecido como “Elias Maluco”, em razão de sua capacidade de vigilância noturna contínua (16 horas/dia) sobre áreas utilizadas como esconderijo nos morros cariocas.

Hoje em dia, antevê-se um amplo leque de aplicações em função das características e especificidades do país. Assim, em aditamento aos cenários delineados para a utilização de dirigíveis no Brasil, é importante que se adicione um aspecto complementar: trata-se da “essencialidade” da tecnologia LTA que permeia as aplicações vislumbradas. Isso significa que a maior parte dessas tarefas não apresenta outras opções técnicas para sua consecução, ao menos com os resultados equivalentes para custos e/ou desempenho técnico-operacional propiciados pela tecnologia LTA, o que não é surpreendente em vista de cada país emergente ter necessidades específicas em relação ao desafio do desenvolvimento, requerendo a proposição de soluções dedicadas/específicas.

Apesar dos riscos inerentes a todo projeto inovador baseado em novos padrões tecnológicos e do recente insucesso da CargoLifter, há grande vantagem na utilização de dirigíveis como modal de transporte: a capacidade de transportar cargas volumosas (de até duzentas toneladas) a um custo menor que o do transporte aéreo convencional e com mais rapidez que o transporte rodoviário, alcançando pontos em locais de difícil acesso, sem necessidade de infraestruturas terrestres específicas, e, sobretudo, com baixo impacto ambiental.

Com isso, chega-se ao ponto central da questão levantada no título do presente artigo, a respeito da utilização de dirigíveis no Brasil: o fato de tal modal ser proposto não para concorrer com outro(s) existente(s), e sim para atuar em nichos ainda não preenchidos. O caso dos chamados ‘vazios logísticos’ no território nacional, já apontados, são a demonstração clara de tal possibilidade de emprego da tecnologia dos dirigíveis.

Um típico exemplo para corroborar tal conclusão encontra-se no mercado de carga geral, aqui considerado de importância central para o Brasil. Em um estudo levado a cabo há quase quarenta anos [Coughlin (1973)], tentou-se estimar se haveria um nicho de mercado para dirigíveis cargueiros no Reino Unido. O ponto de partida foram os sistemas de transporte já existentes e bem desenvolvidos na época, compreendendo o transporte aéreo, o rodoviário por caminhões, o ferroviário etc. O hipotético sistema LTA dos dirigíveis representava, portanto, um modal adicional e ficou demonstrado que tal alternativa tinha algumas características econômicas atraentes, porém não a ponto de se revestir da ‘essencialidade’ anteriormente mencionada.

No caso do Brasil, como já apontado, dificilmente existe escopo para essas escolhas amplas entre diversos tipos de modais, já implantados ou a implantar. No entanto, para além dos formidáveis desafios financeiros, de governança e técnicos inerentes ao hipotético futuro estabelecimento no país de um novo modal de transporte baseado em dirigíveis, permanece a constatação de que na eventual solução encontrada haverá a participação da tecnologia dos dirigíveis no novo sistema em implantação.

Referências

- AIRSHIP. *Brazilian Technical Seminar 9 December 1994. Report by Dr. Sergio B V Gomes*. In: *AIRSHIP – The Journal of the Airship Association*, Londres, mar. 1995.
- AIRSHIP. *Brazilian Seminar*. In: *AIRSHIP – The Journal of the Airship Association*, Londres, mar. 1996.
- AIRSHIP. Lockheed Martin P-791 Hybrid Air Vehicle (HAV) First Flight. In: *AIRSHIP – The Journal of the Airship Association*, Londres, mar. 2006.
- ALTHOFF, W. F. *SkyShips – A history of the Airship in the United States Navy*. New York: Orion Books, 1990.
- BLAIKLOCK, T. M. Airship Financing – What are the issues? – Where is the finance?. In: *Proceedings of the 3rd International Airship Convention and Exhibition*, Paper G-1, Friedrichshafen: The Airship Association, 2000.
- BRASIL. Ministério da Aeronáutica. *Análise do mercado para veículos aéreos não convencionais – Projeto Dirigível – Relatório Final*. Rio de Janeiro: Departamento de Aviação Civil (DAC), Comissão de Estudos e Coordenação da Infraestrutura Aeronáutica (Cecia), 1980a.
- _____. *Análise do mercado para veículos aéreos não convencionais – Estudo comparativo de custos & Estudo de caso*. Rio de Janeiro: Departamento de Aviação Civil (DAC), Comissão de Estudos e Coordenação da Infraestrutura Aeronáutica (Cecia), 1980b.
- BOTTING, D. *et al. The giant Airships*. Alexandria-Virginia: Time-Life Books, 1981.
- CARGOLIFTER AG, B. *The power of zero gravity*. Apresentação feita ao BNDES. Rio de Janeiro, fev. 2001.

- COUGHLIN, S. *An Appraisal of Rigid Airship in the UK Freight Market*. Cranfield: Cranfield University, mar. 1973.
- CTA. *Projeto de pesquisa sobre balões dirigíveis – relatório final*. Convênio Finep/M. Aer-CTA529/CT. São José dos Campos: CTA, dez. 1981.
- DALTON, C.; HUANG, C. J. Cargo transportation by Airships: A Systems Study. In: *NASA Contractor Report CR-2636*, Washington: NASA, mai. 1976.
- GABLENZ, C. V. If I had my time over again. In: *Airship – The Journal of the Airship Association*, Londres: mar. 2004.
- GOMES, S. B. V. *An Investigation of the Flight Dynamics of Airships with Application to the YEZ-2A*. Tese de PhD em Dinâmica de voo. Cranfield: Cranfield University, 1990.
- _____. *Airships in Brazil: The past, present & prospects for the future*. Apresentado na AIAA 12th Lighter-than-Air Systems Technology Conference. San Francisco, jun. 3-5, 1997 (AIAA paper n. 97-1432).
- _____. Recent Airship Technology Developments in Brazil. In: *Airship – The Journal of the Airship Association*, Londres: mar. 2010.
- MAYER, N. J. A Study of Dirigibles for Use in the Peruvian Selva Central Region. In: *Proceedings from the AIAA Lighter-than-Air Systems Technology Conference*, Anaheim, California, jul. 25-27, 1983, (paper # 83-1970).
- MIT. *Proceedings of the Interagency Workshop on Lighter-than-Air Vehicles*, MIT Flight Transportation Laboratory, FTL Report R75-2, jan. 1975 (edited by J. F. Vittek Jr.).
- NAYLER, A. W. L. SkyCat – The Origin. In: *Airship – The Journal of the Airship Association*, Londres: mar. 2011.
- ROSENDAHL, C. E. *What about the airship? – The challenge to the United States*. Nova York: Charles Scribner's Sons, 1938.
- SANDOVAL, A. B. *Modelo econômico para viabilização do uso de dirigíveis no transporte turístico*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2004.
- SILVA, F. L. *A Utilização de Dirigíveis na Amazônia: Solução ou Problema?* Dissertação (Mestrado em Ciências Militares) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2004.

WARWICK, G. Rise of the Airship. In: *Aviation Week & Space Technology*, v. 172, n. 25, jul. 5, 2010.

GOMES, S. B. V. Exemplo de um moderno *blimp* Sentinel 1000. 1991. 1 foto, color. Coleção particular.

Sites consultados

AIRSHIPHANGAR – www.airshiphangar.com/directory/airship-companies/92-skyhook-international-inc.html>.

ALLPOSTERS – www.allposters.com/-sp/Graf-Zeppelin-Flying-over-Rio-Posters_i5279246_.htm>.

CARGOLIFTER – www.cargolifter.com>.

FLIGHTGLOBAL – www.flightglobal.com/articles/article.aspx?liArticleID=360211&PrinterFriendly=true>. Acesso em: 16 de agosto de 2011.

HYBRIDAIRVEHICLES – www.hybridairvehicles.com/imagegallery.aspx>.

SPECTRUM – www.spectrum.ieee.org/aerospace/aviation/airships-for-the-21st-century>.