



**UNISUL**

**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA**

**ALEXANDRE BERNERT DA COSTA**

**AVIÕES SUPERSÔNICOS  
COMERCIAIS**

**Palhoça**

**2020**

**ALEXANDRE BERNERT DA COSTA**

**AVIÕES SUPERSÔNICOS COMERCIAIS**

Monografia apresentada ao Curso de graduação em Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel.

Prof. Esp. Marcos Fernando Severo de Oliveira

Palhoça

2020

**ALEXANDRE BERNERT DA COSTA**

**AVIÕES SUPERSÔNICOS COMERCIAIS**

Essa monografia foi julgada adequada à obtenção do título de Bacharel em Ciências Aeronáuticas e aprovada em sua forma final pelo Curso de Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 08 de junho de 2020.

---

Orientador: Prof. Esp. Marcos Fernando Severo de Oliveira.

---

Avaliador: Prof. Msc. Joel Irineu Lohn

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecer é a arte de atrair coisas boas, sendo assim agradeço primeiramente aos meus pais Mirian e Isaac e meus avós Terezinha e Edvaldo pelo apoio e amor incondicional.

A minha namorada Tayline pela torcida, incentivo e apoio por esses últimos três anos.

Às velhas amizades, Marcos Henrique e Luiz Guilherme, por todos os momentos vividos e os que ainda virão.

Ao Coordenador do curso de Ciências Aeronáuticas, Prof. Paulo Roberto dos Santos, pelo apoio e atenção nesta última fase do meu curso.

Ao orientador Prof. Esp. Marcos Fernando Severo de Oliveira pelo apoio, nesta nova etapa de minha formação.

“Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende.” (Leonardo da Vinci)

## RESUMO

Muitos fatos ocorreram para se ter o desuso das aeronaves comerciais supersônicas no passado, compreendendo, assim, quais fatores foram determinantes para o fim da era dos supersônicos comerciais. Em vista disso, podem-se pontuar quais são as soluções estudadas hoje pelos engenheiros para fazer com que os problemas que levaram o concorde ao seu voo de aposentadoria fossem superados. Também será visualizado um pouco mais das futuras aeronaves que provavelmente irão cruzar os céus em velocidades supersônicas ainda nesta década, levando em consideração a data que estes voos estão previstos e os andamentos dos projetos destas aeronaves. Assim, pode-se ter ideia do que esperar das próximas aeronaves supersônicas no âmbito da aviação civil. A metodologia utilizada foi baseada numa pesquisa exploratória por meios de reportagens e artigos relacionados a aviação, numa abordagem qualitativa em que a análise de dados foram realizadas através de uma fundamentação teórica. Conclui-se que na aviação comercial supersônica existem muitas lacunas a serem preenchidas como o estrondo sônico, o qual foi um fator determinante para o fim do concorde; a legislação americana proíbe aviões civis supersônicos voar sobre seu continente e a eficiência dos motores em busca da sustentabilidade e economia de combustível. Mas mesmo com todos estes problemas, o retorno dos supersônicos está mais próximo do que parece.

**Palavras-chave:** Aeronaves. Aviação. Supersônico.

## **ABSTRACT**

Many facts occurred to have the disuse of supersonic commercial aircraft in the past, thus understanding which factors were decisive for the end of the era of commercial supersonics. In view of this, it can be pointed out which are the solutions studied today by the engineers to make the problems that led the concord to his retirement flight be overcome. It will also be seen a little more of the future aircraft that will probably cross the skies at supersonic speeds later this decade, taking into account the date that these flights are planned and the progress of these aircraft projects. Thus, one can have an idea of what to expect from the next supersonic aircraft in the scope of civil aviation. The methodology used was based on an exploratory research by means of reports and articles related to aviation, in a qualitative approach in which the data analysis was carried out through a theoretical foundation. It is concluded that in supersonic commercial aviation there are many gaps to be filled, such as the sonic boom, which was a determining factor for the end of the agreement; American law prohibits supersonic civilian planes from flying over your continent and the efficiency of engines in pursuit of sustainability and fuel economy. But even with all these problems, the return of supersonics is closer than it looks.

Keywords: Aircraft. Aviation. Supersonic.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>08</b>
1.1	PROBLEMA DA PESQUISA.....	12
1.2	OBJETIVOS .....	12
1.2.1	Objetivo Geral.....	12
1.2.2	Objetivos Especificos .....	12
1.3	JUSTIFICATIVA .....	13
1.4	METODOLOGIA.....	13
1.4.1	Natureza e Tipo de pesquisa .....	13
1.4.2	Material e Métodos .....	14
1.4.3	Coleta de dados .....	14
1.4.4	Análise de dados.....	14
1.5	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	14
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
2.1	VOO SUPERSÔNICO .....	15
2.1.1	X-59 QueSST .....	18
2.1.2	XB-1 Boom .....	19
2.1.3	Aerion AS2 .....	20
2.1.4	Turbofan GE Affinity .....	21
2.1.5	Supersônico e Covid-19 .....	22
<b>3</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>24</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>26</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O futuro da aviação envolve uma busca constante de novas soluções tecnológicas que significam altos investimentos para a indústria e para as companhias aéreas. Ao longo do tempo, a tecnologia aeronáutica avançou através de novas ferramentas e materiais, assim como, investiram no conhecimento através da capacitação de engenheiros, mecânicos e demais profissionais com o objetivo de promover excelência operacional e diminuição de custos.

A aviação exige conhecimento e ousadia, pois, tudo que conhecemos hoje dentro da indústria aeronáutica pode mudar rapidamente e mais uma vez deixar nossos olhos perplexos ao ver uma aeronave cruzar os céus. Um dos grandes precursores para a criação do avião foi Leonardo da Vinci, visionário da Renascença, que viu o mundo moderno antes mesmo que ele existisse. Entre os muitos assuntos estudados por Leonardo da Vinci foi a possibilidade de um humano voar que para ele era particularmente fascinante. Ele desenhou mais de 500 esboços que tratavam de máquinas voadoras (JAKAB, 2013).

Em 1505, ele publicou seu Códex sobre o voo dos pássaros em que se observou o formato das asas destes e relacionou com pressão do ar e distribuição de peso. Assim, considerou o ar como um fluido e apresentou a ideia de que os pássaros quando batendo as asas movimentam este fluido fazendo com que gere certo impulso. Usando esse conceito, ele desenvolveu o design de um "ornitóptero", uma máquina voadora que consegue voar batendo as asas (RIDLEY, 2019).

Sendo assim, Leonardo da Vinci fez observações perspicazes observando o voo planado dos pássaros. Comentou sobre a posição do piloto em uma máquina voadora em potencial e como o controle pode ser alcançado com a mudança do peso corporal, exatamente como fariam os primeiros pioneiros do planador do final do século XIX. Observou a importância de estruturas leves que a aeronave exigiria e até sugeriu a força que Newton definiria mais tarde como gravidade. Usando esses mesmos conceitos, os irmãos Wright desenvolveram seus primeiros projetos aeronáuticos (JAKAB, 2013).

Mais tarde, no dia 23 de outubro de 1906, Alberto Santos-Dumont decolou com um aparelho mais pesado que o ar, o 14-Bis. Era uma máquina voadora de 290 quilos e com um motor de 50 cavalos que subiu a uma altura de quase três metros no Campo de Bagatelle em Paris, e voou 60 metros de distância. Foi o primeiro voo feito em público em um aparelho que saiu do chão e pousou por meios próprios. O feito lhe valeu um prêmio de 3.000 francos, instituído por Ernest Archdeacon para quem voasse mais de 25 metros

(ANGELO, 2006).

Porém, em três anos antes, 1903, numa praia de Kitty Hawk, no Estado americano da Carolina do Norte, era realizado o primeiro voo motorizado com um aparelho mais pesado que o ar por dois mecânicos de bicicleta, Orville e Wilbur Wright. Realizaram um voo de 260 metros com uma aeronave de 300 quilos e com um motor de 12 cavalos, Flyer. Os irmãos Wright pretendiam patentear seu invento, mas cortaram todos os contatos com o mundo exterior até 1902. De 1905 a 1908, quando se estabeleceu a Federação Aeronáutica Internacional, pararam de voar. Só em 1908, ainda sem decolar por meios próprios, voaram 124 quilômetros na França (ANGELO, 2006).

O transporte aéreo de pessoas começou de forma precária e improvisada em que as pessoas aproveitavam o espaço nos aviões de transporte de correspondências. Naquela época não havia nenhuma norma regulamentadora, preocupação com a comodidade do passageiro ou a segurança operacional de voo.

Visando a comodidade e o transporte de passageiros, a Boeing fabricou o B-80, o qual teve seu primeiro voo em 27 de julho de 1928, com capacidade para 18 passageiros. Então, introduziu-se o conceito de comissárias de bordo para servir os passageiros e conduzir as regras de segurança dentro da aeronave. Caso algum imprevisto acontecesse, as comissárias também eram enfermeiras, sendo assim os passageiros se sentiriam mais acolhidos e seguros. O início das linhas aéreas americanas teve marco com a criação da empresa United Airlines em que o voo era realizado em um Boeing 247, primeiro avião de transporte aéreo monoplane com cabines aquecidas, trem de pouso retrátil e sistema de pilotagem automática. Uma evolução para a época (OLIVEIRA, 2016).

Na década de 1960, os sistemas operacionais das aeronaves não eram nada parecidos com que encontramos a bordo de nossas atuais aeronaves. Não existiam sistemas de navegação computadorizada e cada voo transportava poucas pessoas, assim toda operação dependia exclusivamente das habilidades técnicas dos pilotos que eram responsáveis pela navegação pelo voo e pela segurança sem auxílio nenhum de sistemas. Porém, nos últimos 50 anos a aviação passou por uma revolução e os fabricantes de aeronaves prepararam outra leva de novidades para reescrever a história do setor (MELO, 2011).

Em uma feira de aviação realizada pela Airbus, que é uma das maiores fabricantes de aeronaves do mundo, foram realizadas apresentações de seus projetos sobre como será a aviação comercial em 2050. A empresa acredita que dentro de 40 anos a relação dos passageiros com o avião irá mudar drasticamente. Uma das principais mudanças é a respeito do desenvolvimento de novos materiais que substituirão o alumínio e a fibra de vidro,

principais componentes atuais das aeronaves (MELO, 2011).

Uma pesquisa foi realizada com mais de 10 mil pessoas ao redor do mundo, as quais provavelmente serão passageiros em 2050, para entender o que as pessoas esperam da aviação no futuro e o resultado obtido foi uma necessidade de ajudar mais pessoas a terem acesso aos benefícios que o transporte aéreo garante a partir de um respeito ao meio ambiente (MELO, 2011). Conclui-se que mesmo com grandes prospecções no mercado de aviação, partindo do conceito de novas aeronaves, esses projetos devem ser sustentáveis, visando assim redução de matérias primas para fabricação de aeronaves ou materiais alternativos.

Novas ideias, das quais muitas já vêm sendo utilizadas, é o uso de biocombustível nas modernas aeronaves que vem tomando grande foco para um crescimento sustentável da aviação. O Brasil é um dos pioneiros ao utilizar a cana-de-açúcar, como um composto mais limpo que o atual querosene, pressupondo ser um combustível mais ecológico.

Atualmente, pode-se ver um crescimento acelerado dentro do âmbito da aviação, segundo a ATAG 2016 (Grupo de Ação de Transporte Aéreo de Genebra), a indústria da aviação conecta o mundo de uma maneira única agregando imenso valor à economia global. Ela suporta US\$ 2,7 trilhões em atividade econômica mundial (3,6% do produto interno bruto mundial). As companhias aéreas do mundo transportam mais de quatro bilhões de passageiros por ano e quase 62 milhões de toneladas de carga. A prestação desses serviços cria 10,2 milhões de empregos diretos e contribui com US \$ 704,4 bilhões para o PIB global. A indústria global de transporte aéreo é maior do que o setor de manufatura de automóveis e a indústria de manufatura farmacêutica em relação ao PIB. De fato, se o transporte aéreo fosse um país, seu PIB ficaria em 20º no mundo (GILL, 2018).

A Airbus, levando em consideração o atual cenário, elevou sua estimativa para o número de novas aeronaves necessárias nos próximos 20 anos. Segundo as suas perspectivas anuais de mercado global, a Airbus previu que o mundo precisará de 47.680 jatos até 2038. Atualmente, existem cerca de 23.000 jatos operando ao redor do mundo. Já a Boeing apresentou suas perspectivas financeiras as quais são US\$ 6,8 trilhões em vendas de aviões até 2038, com outros US\$ 9,1 trilhões em serviços (REID, 2019).

Partindo da leitura de Reid (2019), conclui-se que a aviação terá um crescimento mais elevado do que os próprios fabricantes de aeronaves podiam esperar. Isto se deve ao crescimento no número de passageiros e ao barateamento das passagens aéreas. Sendo assim, a aviação mostrou-se com motores mais eficientes, com consumo otimizado de combustível

e cabines com mais assentos. Com isso, diminui o estigma de luxo e glamour na qual a aviação era caracterizada anos atrás, obtemos um transporte mais viável para todas as pessoas e com grande potencial de crescimento.

A respeito do desenvolvimento das aeronaves, muita coisa mudou nos últimos anos, como aprimoramentos aerodinâmicos, motores mais eficientes e econômicos. Porém, um fator que permanece inalterado é a velocidade de cruzeiro da aeronave (CASAGRANDE, 2019).

As velocidades hoje atingidas pelas modernas aeronaves são praticamente as mesmas dos primeiros jatos a serem lançados, e isto se deve a uma limitante que é a velocidade do som, as modernas aeronaves já voam neste limite que é aproximadamente Mach 0.89, ou seja, 89% da velocidade do som, e o maior problema relativo a isso é a temperatura. Com a temperatura do ar a 20° C, a velocidade do som é de 1.234,8 quilômetros por hora. Conforme os aviões sobem, a temperatura do ar diminui e como a velocidade do som varia proporcionalmente com a temperatura, quanto menor a altitude menor a temperatura e menor a velocidade do som. A uma temperatura de -40° C, a velocidade do som diminui para cerca de 1.100 km/h. Nessa condição os aviões têm velocidade máxima de 979 quilômetros por hora (CASAGRANDE, 2019). Então, ao quebrar a barreira do som, o avião gera uma onda de choque com a qual o ar muda completamente seu comportamento e suas características, como pressão, temperatura e arrasto.

Assim, pode-se concluir que para uma aeronave poder romper a barreira do som deve ser totalmente modificada, partindo de sua estrutura aerodinâmica, como também o motor e fuselagem. Se uma aeronave comercial subsônica romper a barreira do som ela pode entrar em um *stall* de alta velocidade, o que significa uma perda drástica de sustentação levando a queda da aeronave. Sendo assim, uma aeronave supersônica deve ter toda aerodinâmica compatível para um voo seguro após a onda de choque que é a onda gerada na transição de um voo subsônico para um voo supersônico. O estrondo sônico é um dos grandes motivos que impossibilita a volta dos supersônicos, pois ainda é um grande desafio para os engenheiros acharem uma maneira de minimizá-lo ao nível aceitável.

Este trabalho apresenta os três modelos de aeronaves supersônicas, as quais já estão em fase de desenvolvimento avançado, estas são: X-59 QueSST, que é um projeto de uma aeronave de pesquisa desenvolvido pela NASA com parceria da Lockheed Martin para verificar a aceitabilidade do estrondo sônico; XB-1 Boom, que é um projeto de pesquisa que está sendo desenvolvido pela Boom com objetivo de viabilizar as viagens comerciais supersônicas através do Boom Overture projetado para acomodar 55 passageiros e ter

alcance de 4.500 milhas náuticas a uma velocidade de cruzeiro de Mach 2.2; Aerion AS2, uma aeronave em fase de desenvolvimento focado para aviação executiva, sendo projetada através da parceria entre a Boeing e a Aerion.

Sendo assim, este estudo tem como objetivo abordar as dificuldades que levaram a aposentadoria do Concorde e as barreiras a serem quebradas através de pesquisas relacionadas ao estrondo sônico para viabilizar novamente as viagens supersônicas com novas tecnologias e projetos de aeronaves revolucionários.

Neste trabalho foi abordado o desuso de aeronaves supersônicas, se continuaram inviáveis nas suas operações e a eficácia dos jatos supersônicos.

## 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

O desenvolvimento tecnológico dentro da aviação e em outros setores numa dada época vinha a crescer de modo acelerado, mas acabou-se verificando alguns fatores que acarretaram o definhamento das viagens supersônicas, por isso vale demonstrar os motivos do decaimento dessas viagens e quais são os esforços que estão sendo realizados pelas indústrias para que a era dos supersônicos volte a ser uma realidade no âmbito da aviação civil. Por que as viagens comerciais supersônicas, início em 1969, não obtiveram sucesso e não apresentaram nenhum tipo de evolução?

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral é pontuar sobre a evolução das viagens supersônicas através de novas tecnologias empregadas.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Descrever o porquê do desuso de aeronaves supersônicas no passado.
- b) Relatar os fatores que levaram o desuso destas aeronaves.
- c) Pontuar sobre a mais famosa das aeronaves supersônicas, o Concorde.
- d) Explicar o que é o boom sônico.

- e) Refletir sobre a relação do boom sônico com a aviação supersônica.
- f) Exemplificar as soluções encontradas sobre o boom sônico.
- g) Pontuar sobre os novos projetos de aeronaves e suas fases de desenvolvimento.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

A indústria aeronáutica vem trabalhando para tornar os aviões mais rápidos e econômicos, ao passo que as viagens aéreas estão no caminho de se tornarem mais acessíveis ao público utilizando uma combinação de novas tecnologias de propulsão e aeronaves com mais assentos. Esse futuro não está tão distante, tanto que algumas dessas mudanças já poderão ser vistas em curto prazo (VINHOLES, 2018). Nesse contexto, a sociedade irá se deparar com grandes mudanças que estão prestes a acontecer no mundo da aviação, o que irá impactar diretamente e indiretamente as nossas vidas em breve.

Este trabalho tem a missão de informar e analisar dados passados, os quais influenciaram diretamente a aviação nos dias de hoje. Assim, partindo da ideia de que dentro da aviação se começa a escrever o futuro hoje, pois o tempo do projeto de uma aeronave até ela poder alçar seu primeiro voo pode demorar anos. O público alvo para este projeto são pessoas ligadas à aviação, tecnologia ou simplesmente entusiastas, os quais têm como o objetivo aperfeiçoar seus conhecimentos.

O motivo pelo qual este trabalho foi realizado é devido a grande especulação a respeito da volta das viagens supersônicas. Principalmente dentro de um mercado no qual a tecnologia evolui constantemente. Então, é através desse trabalho que irá se ter um estudo prévio de acontecimentos que nos levam a este momento e o que se esperar no futuro. Para a realização deste trabalho, se tem como base de informações os artigos encontrados em sua maioria na internet devido a atualizações contínuas.

### 1.4 METODOLOGIA

#### 1.4.1 Natureza e Tipo da pesquisa

A pesquisa se concentra no estudo do futuro da aviação pelo tempo através de novos conceitos aeronáuticos, a qual se fundamenta em áreas de conhecimento como: engenharia de projeto, novas tecnologias de aeronaves e estrondo sônico. Esse trabalho

possui natureza qualitativa, por se basear na realidade para fins de compreender uma situação única (RAUEN, 2002).

Para Rauen (2002), o procedimento para coleta de dados caracteriza-se como bibliográfico devido à busca de informações relevantes para a tomada de decisão em todas as fases da pesquisa. Desse modo, a pesquisa em questão visa a uma profunda investigação teórica e prática sobre cada uma das supracitadas abordagens, primordial para a análise proposta inicialmente.

Devido a atualizações constantes no cenário da aviação optou-se pela investigação teórica e prática, principalmente, através de meios eletrônicos. Foi realizada uma análise descritiva e explicativa.

#### **1.4.2 Materiais e Métodos**

Para realização desta monografia foram utilizados 30 artigos, contemplando a história e o futuro das aeronaves supersônicas. Todos esses artigos foram coletados da internet devido a atualização contínua do conteúdo estudado, e a maioria dos sites são de publicações datadas dos últimos cinco anos.

#### **1.4.3 Coleta de Dados**

O estudo foi desenvolvido em um universo teórico e para tanto, utilizou a pesquisa bibliográfica através de artigos científicos, monografias, dissertações e teses publicadas por meios eletrônicos que possibilitou a observação documental.

#### **1.4.4 Análise de Dados**

A técnica de coleta de dados utilizada para a realização deste trabalho foi através da análise do conteúdo encontrado em fontes primárias e secundárias.

### **1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO**

O documento está dividido em três capítulos. No primeiro capítulo apresenta-se uma breve contextualização e apresentação da problemática, assim como objetivo geral e

específico. Também está à justificativa do trabalho e descrito toda a metodologia utilizada.

No segundo capítulo é realizada uma fundamentação teórica relacionada com a área da aviação, abordando um maior detalhamento dos aviões supersônicos. Por fim, o terceiro capítulo aborda as considerações finais.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 VOOS SUPERSÔNICOS

É difícil de imaginar o que passava pela cabeça daquelas pessoas que presenciavam o lançamento de uma aeronave supersônica, em meados de 1969, a qual voava com velocidades superiores a Mach 2. Neste momento surgia um novo pensamento do que poderia se esperar nos próximos anos. Durante o século XX, as viagens aéreas comerciais supersônicas através do Concorde se tornaram realidade, mas em 24 de outubro de 2003 essa era chegou a um fim (ZHANG, 2018).

Na década de 1950, surgiu a ideia de transporte supersônico em escala comercial quando aeronaves militares começaram a quebrar a barreira do som. Após o fim da Segunda Guerra Mundial e início da Guerra fria, os estudos a respeito dos voos supersônicos ganharam força, devido ao clima de competição entre nações, sendo essencial para a corrida espacial em que se teve o desenvolvimento de novas tecnologias. Neste clima político, criou-se uma justificativa para grandes gastos do governo para experimentos tecnológicos em grande escala, como missões realizadas pela NASA e foguetes Apollo (BRAMSON, 2015).

O Concorde se encaixa nesta competição em busca do prestígio nacional. Este voou aos olhos do público em um momento em que as pessoas já estavam obcecadas com a tecnologia no âmbito aeroespacial. Ele não apenas voou, mas se tornou um transporte comercial supersônico dois meses após decolar o Tu-144, aeronave projetada pelos soviéticos no final de 1968. Outro acontecimento marcante da época foi de Neil Armstrong que tinha colocado os pés na lua. O Boeing também ganhou as manchetes com seu 747 Jumbo Jet, o qual transportava 660 passageiros e foi um dos trunfos para a popularização da aviação comercial (BRAMSON, 2015).

Mas a história do concorde não perdurou por muito tempo, era um avião que tinha menos pilotos certificados que os Estados Unidos tiveram de astronautas. Apesar de suas inovações tecnológicas, o Concorde não era eficiente. Ele foi projetado antes do choque do preço do petróleo que ocorreu nos anos 70. Embora fosse uma obra-prima da engenharia, era efetivamente um conversor de combustível para velocidade. Seu alto consumo de combustível simplesmente o tornou inútil em uma era de altos preços. A ineficiência do Concorde foi um dos grandes responsáveis pela sua aposentadoria e sua confiança foi drasticamente abalada após o acidente de Paris em 2000 o qual morreram 113 pessoas (MC FADDEN, 2017).

Figura 1 – Concorde da Air France decolando do aeroporto de Paris Charles de Gaulle.



Fonte: Eric Feferberg (2002).

Hoje o Concorde se tornou apenas mais uma peça de museu, mas o sonho de voar mais rápido que a velocidade do som não morreu. Vários pesquisadores da NASA, da Lockheed Martin e novas empresas como o Boom Supersonic estão tentando trazer de volta os Supersonic Transport (SSTs) e torná-los viáveis novamente. Embora a tecnologia esteja claramente comprovada, os desafios permanecem. Um dos grandes problemas a serem superados é a proibição dos SSTs comerciais poderem sobrevoar o continente devido ao seu forte estrondo sônico, sendo assim a aeronave só pode atingir velocidade máxima sobre os oceanos, limitando suas rotas e prejudicando sua viabilidade comercial (BLUM, 2019).

Devido a este problema relacionado ao estrondo sônico foram implementadas as primeiras regras sobre níveis de ruído, instituídas na década de 1970, a qual limitaram os estrondos dos aviões a cerca de 100 decibéis. O atual padrão de ruído da FAA (Federal Aviation Administration) é de 65 decibéis com possíveis perspectivas de alteração em um futuro próximo (VERGANO, 2018).

Atualmente vários estudos estão sendo realizados para a redução do estrondo sônico para assim viabilizar novamente seu voo, como o uso de um formato serrilhado no bocal do exaustor dos motores, com o objetivo de misturar os gases expelidos com o fluxo de ar externo. Outro fator contribuinte para o avanço dos estudos é a precisão das simulações computadorizadas facilitando a experimentação dos novos projetos de fuselagem antirruídos (BOYD, 2019).

Figura 2 - Testes a laser da NASA no modelo X-59.



Fonte: Dan Vergano (2018).

### 2.1.1 X-59 QueSST

Com a parceria da NASA, a equipe da Lockheed Martin Skunk Works está tentando resolver um dos maiores desafios do voo supersônico, o estrondo sônico. A NASA concedeu-lhes um contrato para o projeto do X-59 Quite SuperSonic Technology que tem como objetivo reduzir o boom sônico a um baque mais suave. O projeto da aeronave X-59 coletará dados de comunidades selecionadas nos EUA, através de sensores e também entrevistas com a comunidade sobre a aceitabilidade do boom sônico, esses dados ajudarão a NASA a estabelecer novas regras com níveis aceitáveis de ruído supersônico, com o objetivo de permitir voos supersônicos por terra, sendo que o primeiro voo da aeronave está previsto para 2021 (VALDUGA, 2019).

A partir disso conclui-se que este estudo realizado pela Lockheed Martin junto a NASA vai abrir as portas para um mercado global totalmente novo para fabricantes de aeronaves, permitindo que os passageiros viajem para qualquer lugar do mundo na metade do tempo que leva atualmente.

Conforme pontua Szondy (2020), quando concluído o X-59 poderá navegar a

uma altitude de 55.000 pés (17.000 m) a uma velocidade de Mach 1,27 (940 mph, 1.512 km / h), mas produzir um boom sônico de apenas 75 decibéis de nível percebido (PLdB) sendo assim semelhante ao exemplo de uma porta de um carro se fechando.

### 2.1.2 XB-1 Boom

O *startup* de aviões supersônicos Boom afirma já ter recebido 76 pedidos de seu novo jato comercial. O Boom no momento está trabalhando no desenvolvimento de seu jato supersônico de demonstração, chamado de XB-1, o qual terá um alcance de mil milhas náuticas e uma velocidade de cruzeiro de 1.451 mph. Este será um protótipo para desenvolvimento das tecnologias necessárias para a criação do Boom Overture o qual será sua mais nova aeronave comercial (BURGESS, 2017).

A expectativa é alcançar um voo supersônico para aviação comercial até o ano de 2023 o projeto se iniciou a partir do primeiro investimento, em março de 2016, realizado por Richard Branson, fundador do grupo Virgin, a qual assinou um acordo para a compra de 10 aviões do Boom. O Boom também assinou um acordo de investimentos com a Japan Airlines, para o desenvolvimento da aeronave supersônica. O primeiro jato supersônico que as pessoas poderão voar com esta aeronave será possível realizar a rota Nova York- Londres em 3 horas e meia (BURGESS, 2017).

Figura 3 - Projeto da aeronave comercial supersônica nomeado de Boom Overture.



Fonte: O'Brien, 2020.

O Programa de testes do Boom conta com parcerias de empresas de combustíveis alternativos. A primeira delas foi a Prometheus Fuels, a qual fornece combustível de baixo carbono e, assim, incentiva o desenvolvimento e o dimensionamento da tecnologia de

combustível de baixo carbono para uso na aviação (SCHOLL, 2020). Portanto, a Boom demonstra preocupação no novo projeto em relação ao uso de combustíveis mais limpos dentro de suas futuras aeronaves comerciais, podendo conciliar um crescimento tecnológico sustentável e financeiramente viável para a aviação civil. Porém, vale ressaltar que ainda não foi realizada a escolha do motor para o Boom Overture e acredita-se que será semelhante ao escolhido pela Aerion desenvolvido pela GE.

### 2.1.3 Aerion AS2

Outra aeronave que está na corrida pela volta dos supersônicos é o jato executivo supersônico AS2, quem vem sendo desenvolvido através da parceria entre Boeing e a Aerion. Este é projetado para voar a uma velocidade equivalente a Mach 1.4 com teto de altitude de 60.000 pés e atendendo aos requisitos ambientais. O AS2 poderá encurtar um voo entre os Estados Unidos e a Europa em três horas e seus custos de desenvolvimento já chegam perto dos US\$ 4 bilhões (MOTA, 2019).

Figura 4 - Uma ilustração do jato executivo supersônico da Aerion.



Fonte: Martin Deja (2018).

O *General Electric* já concluiu o projeto do motor que será utilizado no AS2, o Turbofan GE Affinity. Uma das grandes vantagens do AS2 é que seu projeto não se baseia em nenhuma mudança nos regulamentos existentes sobre o estrondo sônico. “O AS2 é uma aeronave eficiente em regime subsônico e supersônico” pontua Tom Vice que é o CEO da Aerion (BOGAISKY, 2018).

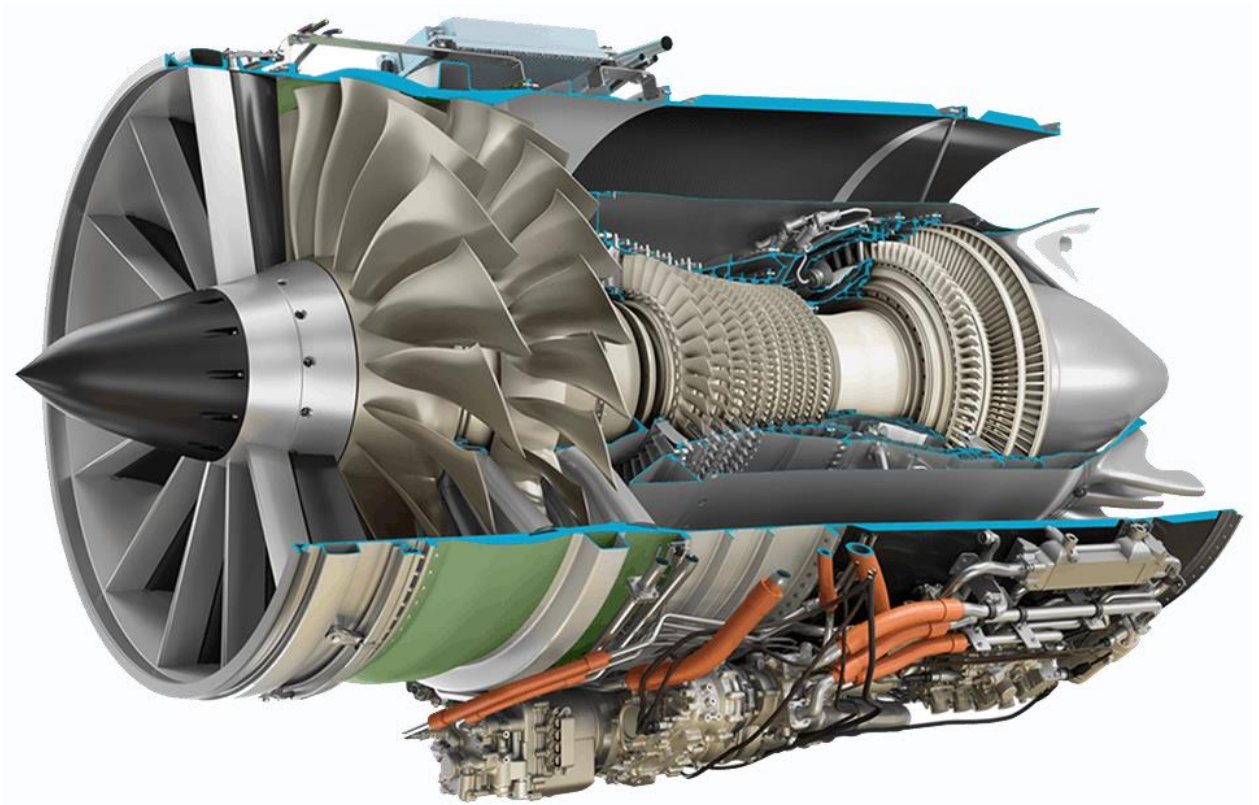


### 2.1.4 Turbofan GE Affinity

Surge o desenvolvimento de motores mais eficientes comparado ao antigo motor pós-combustão Rolls-Royce / Snecma Olympus 593, utilizado no Concorde o qual tinha capacidade de atingir Mach 2 (2.435 km / h) (SZONDY, 2018). A GE Aviation deu um impulso para o renascimento dos voos supersônicos comerciais, através de seu novo motor chamado de Affinity, o qual sera será incorporado ao jato executivo supersônico Aerion AS2 (COURTNEY E. HOWARD, 2018).

A GE alega que o Affinity é baseado em sua experiência na produção de motores para caças supersônicos e nas lições aprendidas com a construção de motores para o Boeing 787 Dreamliner (SZONDY, 2018). A GE Aviation tem mais de 60 anos de experiência em projetos e construções de motores para aeronaves supersônicas, também sendo a responsável pelo primeiro motor supersônico, o J79, utilizado pela Lockheed em seu caça F-104 Starfighter na década de 1950 (COURTNEY E. HOWARD, 2018).

Figura 5 - Os engenheiros da GE Aviation apresentaram o Affinity, uma nova família de motores a jato supersônicos para aeronaves civis.



Fonte: Szondy (2018).

O Affinity é uma nova classe de motores com taxa média de bypass, que proporcionam um bom desempenho tanto em voos supersônicos como subsônicos. Este integra uma experiência supersônica militar comprovada, confiabilidade comercial e tecnologias avançadas de motores empregadas a jatos executivos (HURM, 2018).

Pode-se conceituar como um turbofan com duplo eixo e duas fans, controlado por um mecanismo digital com autoridade total (Full Authority Digital Engine Control, FADEC) para maior confiabilidade de despacho e diagnósticos integrados. O Affinity foi projetado especificadamente para voos supersônicos com eficiência sobre a água e voos subsônicos sobre a terra, de acordo com as normas de conformidade (VALDUGA, 2018).

Relata-se que o eixo duplo presente reduzirá em horas o tempo de viagem após um período de 50 anos, sendo que apenas 10% da velocidade média dos jatos privado tiveram aumento neste tempo (BLACK, 2018). Atualmente, podemos observar o desenvolvimento das aeronaves em aumento da capacidade de passageiros, em melhorarias de conforto, maior eficiência de combustível e o alcance se tornou mais longo (HURM, 2018). Porém, esses novos motores supersonicos estão sendo projetados com objetivo de aumentar significativamente as velocidades dos voos comerciais.

### **21.5 Supersônicos e Covid-19**

O setor da aviação atualmente é um dos mais atingidos pela pandemia, o qual emprega milhões de pessoas e serve de sustentação para sobrevivência de outras dezenas de milhões, sendo parte crucial para realizações de negócios e lazer. Porém, este setor está praticamente parado pelos esforços de contenção da pandemia do coronavírus. Sendo assim grande parte da indústria aeronáutica optou pela redução de gastos, causada pela queda de 95% da aviação civil. Os projetos das aeronaves supersônicas continuam, mesmo com a Japan Airlines uma das investidoras do Boom, ter que cortar 96% de seus voos para junho (LOH, 2020).

Neste mesmo período se teve a captação de mais US\$ 3 milhões através da contribuição de seis novos investidores para continuação e realização do projeto do Boom Supersonic (O'NEILL, 2020). A produção do X-59 realizado pela Lockheed Martin em parceria com a NASA, também está em andamento, apesar dos fechamentos e atrasos na indústria espacial causado pelo coronavírus, tendo como a responsável na realização do projeto a Lockheed Martin e supervisão e inspeções conduzidas pela NASA virtualmente (GOHD, 2020).

Com a continuação dos projetos de aeronaves supersônicas em período de

pandemia, dúvidas começam a surgir, pois atualmente se registra um aumento significativo de negócios sendo realizados através de videoconferência, fazendo com que a aviação para executivos no futuro possa se tornar inviável com o aumento da popularidade da videoconferência (LOH, 2020).



### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude dos fatos mencionados deve-se destacar a motivação do homem em criar novas tecnologias para poder alcançar o céu tendo como sua maior inspiração o voo dos pássaros, assim surge o desejo humano pelo voo. As primeiras tentativas foram realizadas através do pensamento de que para voar seria apenas necessário ter asas e realizar os movimentos de um pássaro, porém após muitas falhas se descobriu que não era simples assim.

Muitos cientistas, como Leonardo Da Vinci, desenvolveram varios projetos, porém sem sucesso na época. Séculos depois, através dos inventos realizados pelos Irmãos Wriht e também por Santo Dumont finalmente o ser humano conseguiu realizar um dos seus maiores sonhos, o de voar. Anos após este feito, a aviação passou por um período contínuo de evolução, muitas destas inovações impulsionadas pelo uso de aeronaves na área militar, a qual foi responsáveis por varios avanços tecnológicos, dos quais resultaram a produção de aeronaves de materiais mais leves e motores com mais eficiência e alcance.

Após o fim da Segunda Guerra, deu-se também um avanço dentro da aviação no âmbito comercial, utilizando-se do mesmo princípio das aeronaves e tecnologias desenvolvidas na época da guerra. Assim, a aviação comercial continuou em constante evolução com aeronaves maiores e mais eficientes até chegar ao voo supersônico. Portanto, a aeronave voa na velocidade do som ou acima dela. Muitos problemas aerodinâmicos devido a velocidade do som tem um papel crucial, sendo uma das grandes barreiras para o retorno dos voos supersônicos.

No momento, o retorno das viagens supersônicas está em ritmo acelerado, graças a tecnologia atual. Reescrevendo a história dos voos supersônicos, a qual teve seu fim em 2003 com a aposentadoria do Concorde, que foi causada por diversos motivos, como a ineficiência de combustível, assim, resultou em altos custos operacionais o que refletiu no alto valor das passagens aéreas. Outro motivo foi à proibição por meio de lei que impede o voo das aeronaves supersônicas em regiões continentais devido ao forte estrondo sônico, desta maneira a aeronave só podia atingir velocidades supersônicas sobre o oceano inviabilizando rotas a serem realizadas pela aeronave. Um dos grandes fatores foi a moral abalada após o acidente ocorrido com o Concorde, o qual foi considerado um marco para o fim dos supersônicos.

Muitos estudos preveem o retorno e a viabilidade destas aeronaves, porém os

obstáculos continuam sendo os mesmos, a ineficiência dos motores atuais para atingir velocidades supersônicas com consumo adequado de combustível e as regulamentações referentes ao estrondo sônico.

A respeito dos esforços realizados para diminuição do estrondo sônico foram criados protótipos de aeronaves menores para assim realizar estudos sobre a aceitabilidade do estrondo sônico e aeronadinâmica compatível com voo. E em relação aos motores, projetos estão sendo realizados por uma das maiores indústrias deste segmento no mercado para adquirir melhor performance e eficiência.

O estudo realizado apresentou algumas limitações devido a constante atualização de informação, pois se trata de um tema muito atual. Outro fator foi a falta de acuridade em relação às datas de entrega e valores das aeronaves. A análise do futuro dos biocombustíveis no âmbito da aviação comercial, a avaliação do impacto financeiro para aplicações de novas tecnologias no setor aeronáutico e novos treinamentos para adequação dos pilotos na operação das futuras aeronaves, podem ser tópicos a serem estudados mais a fundo em trabalhos futuros.

No atual cenário mundial, com a crise gerada pela pandemia que atingiu todos os setores, principalmente o setor de aviação civil, provavelmente muitos desses projetos irá ser colocado em segundo plano pela indústria aeronáutica devido aos altos custos de desenvolvimento e as mudanças de hábitos de seus clientes. Em vista disso, pode-se considerar que o futuro dos supersônicos continua incerto.

## REFERÊNCIAS

ANGELO, FOLHA DE SÃO PAULO. **Irmãos Wright foram os primeiros, mas Santos Dumont fez mais pela aviação.** Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u15410.shtml> Acesso em: 08/03/2020.

BLACK, T. **General Eletric revela novo motor para jato supersônico privado.** Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/bloomberg/2018/10/15/general-electric-revela-novo-motor-para-jato-supersonico-privado.htm?cmpid=copiaecola>. Acesso em: 10/05/2020.

BLUM, POPULAR MECHANICS. **Why the Concorde is such a badass plane.** Disponível em: <https://www.popularmechanics.com/flight/airlines/a27206102/concorde-badass-plane/> Acesso em 23/02/2020.

BURGESS, WIRED. **Virgin supersonic travel.** Disponível em: <https://www.wired.co.uk/article/virgin-supersonic-travel> Acesso em: 24/02/2020.

CASAGRANDE, BLOG TODOS A BORDO, **Porque os aviões comerciais não conseguem voar mais rápido.** Disponível em: <https://todosabordo.blogosfera.uol.com.br/2019/01/26/por-que-os-avioes-comerciais-nao-conseguem-voar-mais-rapido/> Acesso em: 22/03/2020.

DARA BRAMSON, THE ATLANTIC. **Supersonic Airplanes and the Age of Irrational Technology.** Disponível em: <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2015/07/supersonic-airplanes-concorde/396698/> Acesso em: 23/02/2020.

DAVID SZONDY, NEW ATLAS. **AR vision system for quiet supersonic X-59 plane gets put to the test.** Disponível em: <https://newatlas.com/aircraft/x-59-supersonic-plane-pilot-camera/> Acesso em: 24/02/2020 segunda fonte deste site: NASA.

FERNANDO VALDUGA, CAVOK. **Aeronave de pesquisa supersônica X-59 da NASA é liberada para montagem final.** Disponível em: <https://www.cavok.com.br/blog/aeronaves-de-pesquisa-supersonica-x-59-da-nasa-e-liberada-para-montagem-final/> Acesso em: 02/04/2020.

GILL, AVIATION BENEFITS BEYOND BORDER. **The future.** Disponível em: <https://aviationbenefits.org/economic-growth/adding-value-to-the-economy/> Acesso em: 18/02/2020.

GOHD, SPACE.COM. **Production of NASA's new X-59 supersonic jet continues amid coronavirus outbreak.** Disponível em: <https://www.space.com/nasa-x-59-supersonic-jet-development-coronavirus.html> Acesso em: 27/05/2020.

HOWARD, C. E. **GE Aviation debuts affinity, firsts civil supersonic engine in 55 years.** Disponível em: <https://www.sae.org/news/2018/10/ge-aviation-debuts-affinity-first-civil-supersonic-engine-in-55-years>. Acesso em: 10/05/2020.

HURM, BUSINESSWIRE. **GE's Affinity™: The first civil supersonic engine in 55**

**years- launching a new era of efficient supersonic flight.** Disponível em:  
<https://www.businesswire.com/news/home/20181015005992/pt/>. Acesso em: 10/05/2020.

IAIN BOYD, THE CONVERSATION. **Aviões supersônicos comerciais podem voltar aos céus: entenda.** Disponível em:  
<https://revistagalileu.globo.com/Tecnologia/noticia/2019/08/avioes-supersonicos-comerciais-podem-voltar-aos-ceus-entenda.html/> Acesso em: 01/04/2020.

JAKAB, **Smithsonian national air and museum.** Disponível em:  
<https://airandspace.si.edu/stories/editorial/leonardo-da-vinci-and-flight0>. Acesso em: 17/02/2020.

JEREMY BOGAISKY, FORBES. **GE Reveals Engine That Could Make Aerion's Ambitious Supersonic Business Jet Take Flight.** Disponível em:  
<https://www.forbes.com/sites/jeremybogaisky/2018/10/15/ge-reveals-engine-that-could-make-aerions-ambitious-supersonic-business-jet-take-flight/#6fe3be561a50/> Acesso em: 08/04/2020.

LOH, SIMPLEFLYING. **Here's Why COVID-19 Won't Accelerate Supersonic Flight.** Disponível em: <https://simpleflying.com/covid-19-supersonic/> Acesso em: 27/05/2020.  
 NEILL, BUSINESSDEN. **Supersonic jet startup raises \$3M.** Disponível em:  
<https://businessden.com/2020/05/05/supersonic-jet-startup-> Acesso em: 27/05/2020.

MC FADDEN, INTERESTING ENGINEERING. **Concorde: The Real Reason Why the Supersonic Passenger Jet Failed.** Disponível em:  
<https://interestingengineering.com/concorde-the-real-reason-why-the-supersonic-passenger-jet-failed/> Acesso em 23/02/2020.

MELO, ESTADO DE MINAS, **Aviação do futuro terá aeronaves transparentes e gás natural como combustível.** Disponível em:  
[https://www.em.com.br/app/noticia/tecnologia/2011/08/20/interna\\_tecnologia,246191/aviacao-do-futuro-tera-aeronaves-transparentes-e-gas-natural-como-combustivel-saiba-mais.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/tecnologia/2011/08/20/interna_tecnologia,246191/aviacao-do-futuro-tera-aeronaves-transparentes-e-gas-natural-como-combustivel-saiba-mais.shtml). Acesso em: 07/03/2020.

O'BRIEN, C. **How Boom plans to bring back supersonic air travel.** Disponível em:  
<https://venturebeat.com/2020/01/09/how-boom-plans-to-bring-back-supersonic-air-travel/>. Acesso em: 12/05/2020.

OLIVEIRA, JUSBRASIL, **Histórico evolutivo da aviação civil e a necessidade da regulamentação internacional.** Disponível em:  
<https://diogooliver33.jusbrasil.com.br/artigos/380985799/historico-evolutivo-da-aviacao-civil-e-a-necessidade-da-regulamentacao-internacional> Acesso em: 07/03/2020.

RAUEN, Fábio José. **Roteiros de investigação científica.** Tubarão, SC: Unisul, 2002.

REID, CNBC, **Airbus ups 20-year new jet forecast in aviation market.** Disponível em:  
<https://www.cnbc.com/2019/09/18/airbus-ups-20-year-new-jet-forecast-in-aviation-market-outlook.html> /Acesso em: 06/03/2020.

RENATO MOTA, CANAL TECH. **Boeing e a Aerion firmam parceria**

**para desenvolvimento de jato supersônico.** Disponível em:  
<https://canaltech.com.br/mercado/boeing-e-a-aerion-firmam-parceria-para-desenvolvimento-de-jato-supersonico-132179/> Acesso em: 08/04/2020.

RIDLEY, THE CONVERSATION. **15th-century flight of fancy led to modern aeronautics** Disponível em: <http://theconversation.com/leonardo-da-vincis-helicopter-15th-century-flight-of-fancy-led-to-modern-aeronautics-116241/> Acesso em: 17/02/2020.

SCHOLL, WEB SITE: BOOM SUPERSONIC, Disponível em:  
<https://boomsupersonic.com/company>. Acesso em: 24/02/2020.

SZONDY, D. **GE Unveils new supersonic comercial jet engine** .Disponível em:  
<https://newatlas.com/ge-supersonic-commercial-engine/56876>. Acesso em: 10/05/2020.

VALDUGA, F. **Vídeo: GE Aviation lança primeiro motor supersônico para aviação comercial em 55 anos.** Disponível em: <https://www.cavok.com.br/blog/video-ge-aviation-lanca-primeiro-motor-supersonico-para-aviacao-comercial-em-55-anos/>. Acesso em: 10/05/2020.

VERGANO, BUZZ FEED. **Supersonic planes.** Disponível em:  
<https://www.buzzfeednews.com/article/danvergano/supersonic-planes-nasa-sound-experiment> Acesso em: 24/02/2020.

VINHOLES, AIR WAY. **O que o futuro reserva para aviação comercial.** Disponível em:  
<https://www.airway.com.br/o-que-o-futuro-reserva-para-aviacao-comercial/> Acesso em: 20/02/2020.

ZHANG, BUSINESS INSIDER. **The Concorde made its final flight a little more than 16 years ago and supersonic air travel has yet to return.** Disponível em:  
<https://www.businessinsider.com/concorde-supersonic-jet-history-2018-10> Acesso em: 23/02/2020.