Revista Eletrônica

TAPERÁ AERODESIGN

Volume 1 – Número 1 - 2021

Aeronaves Comerciais da Boeing – Boeing 777

Juan Victor dos Reis Miccerino
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
juanreismiccerino@gmail.com

Samuel Pedro Pimenta Barbosa
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
b.samuel@aluno.ifsp.edu.br

Resumo

Este artigo apresenta de forma resumida, a história do projeto mais lucrativo da companhia de desenvolvimento aeroespacial Boeing. Buscar-se-á por meio deste, contextualizar historicamente o projeto, sua concepção e desenvolvimento, sua comercialização e a importância atual dessa aeronave para a logística das grandes companhias aéreas, já que esta é a aeronave Wide-body mais comercializada do mundo.

Palavras-chave: Boeing, 777, Logística, GE90.

1 – Introdução

O Boeing 777, é ainda hoje o projeto mais lucrativo de Boeing Company, assim como a maior e mais vendida aeronave wide-body do mundo. Foi idealizado ainda na década de 80 e concluído em 1995 onde fez seu primeiro voo pela United Airlines.



Figura 1 - Boeing 777 durante o pouso.

Atualmente é operado por mais de 50 companhias aéreas, é parte fundamental na logística mundial, sendo responsável pela maior parte das rotas de média e longa distância. Na sua configuração atual, conta com os motores da Família GE90, os mais potentes em fabricação no mundo, e entre as suas inúmeras configurações de assentos, normalmente existem em média 350 lugares dispostos em 3 classes.

2 - Aspectos Históricos

Com os Tristar e DC-10 ficando cada vez mais velhos, a Boeing sugeriu uma versão maior do Boeing 767, conhecida como B767X. Porém isso não atraiu o interesse das companhias aéreas. A Boeing então iniciou pesquisas para uma aeronave completamente nova. Nascia o Boeing 777, um avião inovador em vários aspectos. O B-777 inovou desde o seu desenvolvimento, quando a Boeing formou um grupo de potenciais compradores e juntos eles trabalharam no desenvolvimento da aeronave. Pela primeira vez as companhias aéreas tiveram um papel importante no desenvolvimento da aeronave dando críticas e sugestões.

A aeronave recebeu a primeira encomenda no dia 15 de outubro de 1990, com um pedido da United Airlines. Em junho de 1995, a United lançou seu primeiro 777 em serviço de receita. O Modelo 777, foi o primeiro avião a ser 100% projetado digitalmente usando gráficos de computador tridimensionais. Durante todo o processo de design, o avião foi “pré-montado” no computador, eliminando a necessidade de um modelo caro e em grande escala.

O 777 era maior que todos os outros aviões “twinjet” ou “trijet”, mas menor que o 747 e incluía melhorias na tecnologia de aerofólios, design da cabine de pilotagem, conforto dos passageiros e flexibilidade interior, além de uma capacidade de alcance compreendida entre 9.700 quilômetros e 17.395 quilômetros. Também possuía um sistema totalmente Fly-By-Wire. Enquanto no sistema via cabos há uma resposta imediata ao comando do piloto, no Fly-by-Wire o computador recebe a informação, processa, avalia e propõe a melhor solução para garantir a estabilidade, o conforto e a segurança do voo.

Em 2014, o 777 estava disponível em seis modelos: o 777-200, 777-200ER (Extended Range), um maior 777-300, dois modelos de maior alcance, o 777-300ER, lançado em 14 de novembro de 2002; e 777-200LR Worldliner (o avião comercial de maior alcance do mundo) e o Boeing 777 Freighter.

O 777X é a mais nova família de aviões de corredor duplo da Boeing, o 777X foi projetado para ser o maior e mais eficiente jato bimotor do mundo, com consumo de combustível 12% menor e custos

operacionais 10% menores que os da concorrência. A produção do 777X estava programada para começar em 2017, e a primeira entrega estava prevista para 2020.

3 - Apresentação Oficial

O 777 teve excelente aceitação do público desde o princípio e antes mesmo de entrar em produção, já havia recebido mais de cem encomendas. A Boeing utiliza duas características, fuselagem comprida e alcance, para definir suas variantes de 777.

Em termos de alcance, a aeronave foi categorizada em três segmentos com base em critérios de projeto; estas foram inicialmente definidas como:

A-market: até 7.800 quilômetros;
B-market: 12.200 quilômetros;
C-market: 14.400 quilômetros.

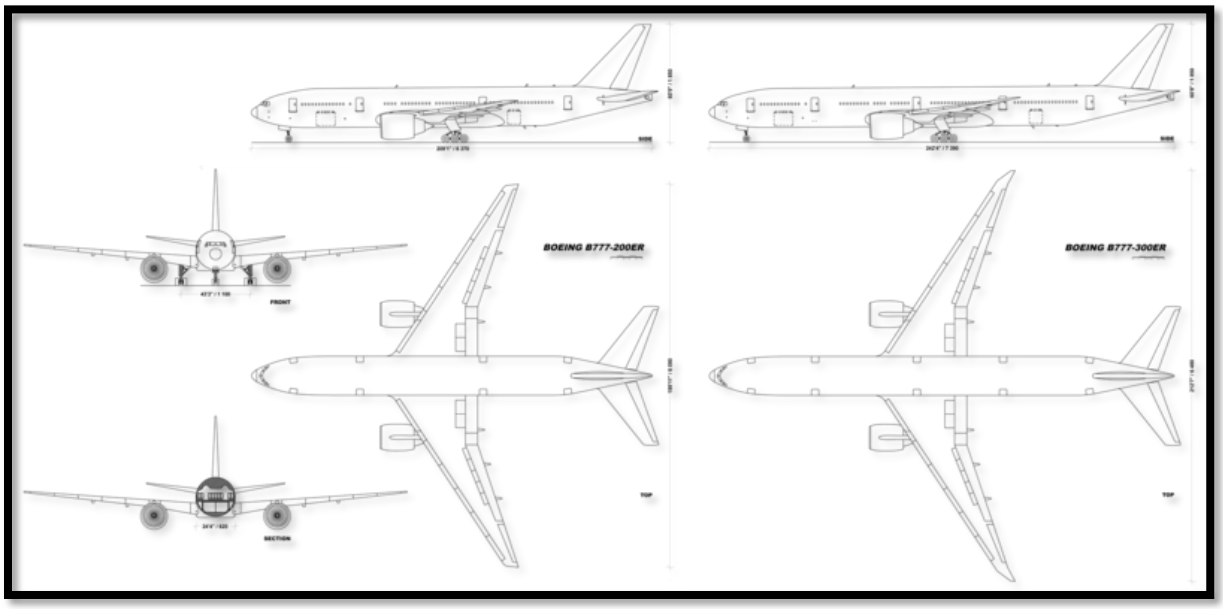


Figura 2 - Três vistas do Boeing 777-200 e 777-300.

777-200:

O 777-200 foi o modelo inicial categorizado como A -market;

O primeiro 777-200 foi entregue para a United Airlines em 15 de maio de 1995;

A versão 200 foi principalmente destinada a companhias americanas que operariam esta aeronave em voos domésticos;

Nove companhias operaram 88 aeronaves desta versão;

Em janeiro de 2015, um 777-200 da British Airways realizou o mais rápido voo subsônico de Nova Iorque a Londres em 5 horas e 16 minutos.

777-200ER:

"ER" significa Extended Range;

É uma versão do 777-200 que é caracterizada como B-market;

Tem capacidade adicional de combustível e um aumento do peso máximo de decolagem;

Ideal para companhias aéreas internacionais que operam rotas transatlânticas;

O alcance máximo é de 13.084 quilômetros;

Além de quebrar o recorde de maior tempo sem pousar, o 200ER também detém o recorde de maior tempo de emergência do ETOPS, 177 minutos sob um motor;

O primeiro 200ER foi entregue à British Airways em 6 de fevereiro de 1997;

Em novembro de 2015, a versão 200ER totalizou 422 aeronaves para 33 companhias, sendo que, em julho de 2015, 390 estavam em serviço.

777-300:

O 777-300 foi projetado como uma substituição para as aeronaves *A-market*;

A versão 300 tem a capacidade de passageiros e alcance comparável, mas queima um terço menos combustível e tem custos de manutenção 40% mais baixos;

O 300 foi alongado em 10,1 metros, o que permite uma capacidade até 550 passageiros numa configuração de única classe econômica;

Por causa do comprimento da aeronave, o 300 é equipado com câmeras no leme e no trem de pouso dianteiro, para auxiliar os pilotos durante o pouso;

O alcance máximo é de 11.140 quilômetros;

O primeiro 300 foi entregue a Cathay Pacific em 21 de maio de 1998;

Oito companhias encomendaram 60 aeronaves, sendo que 58 ainda estão em serviço.

777-200LR Worldliner:

O 777-200LR Worldliner, a variante C-market;

É a aeronave comercial com maior alcance no mundo;

Seu apelido, Worldliner, foi dado pelo fato de a aeronave poder conectar quase quaisquer dois aeroportos do mundo;

Ela detém o recorde mundial de voo comercial regular mais longo do mundo, tendo um alcance máximo 15.843 quilômetros a 17.446 quilômetros;

O 777-200LR Worldliner foi destinado para rotas com distâncias ultralongas;

Incluem raked wingtips, trem de pouso principal redesenhado, e reforço estrutural adicional;

777-200LR Worldliner está equipado com extensões nas pontas das asas de 3,90 metros;

O 777-200LR Worldliner é alimentado por motores turbofans GE90-110B1 ou GE90-115B;

O primeiro Worldliner foi entregue à Pakistan International Airlines em 26 de fevereiro de 2006;

Em novembro de 2015, onze companhias possuíam 59 aeronaves, sendo que 55 se encontram em operação.

777-300ER:

O 777-300ER é uma versão do 777-300 caracterizada como *C-market*;

Possui um alongamento da asa na proporção de 9, um novo trem de pouso principal, engrenagem reforçada no nariz e tanques de combustível extras. Ele também tem uma fuselagem, asas e empenagem reforçadas;

O 777-300ER é alimentado por motores *turbofan* GE90-115B, que é o maior motor *turbofan* do mundo, com um empuxo máximo de 513 kN;

Seu alcance máximo é de 13.650 quilômetros;

O 777-300ER pode voar cerca de 34% mais do que o 777-300 com uma carga completa de passageiros e carga;

O primeiro 777-300ER foi entregue à Air France em 29 de abril de 2004;

O 777-300ER é a variante do 777 mais encomendada, tendo ultrapassado o 777-200ER nas encomendas em 2010 e em entregas em 2013;

Várias companhias aéreas adquiriram o 777-300ER como um substituto para o 747-400 em meio a crescentes preços dos combustíveis;

Em novembro de 2015, 39 companhias haviam encomendado 608 aeronaves, com 182 encomendas ainda não entregues, enquanto havia 575 aeronaves em serviço em julho de 2015.

777 Freighter:

O 777 Freighter (777F) é a versão cargueira do 777, baseada na versão 777-200LR; com uma carga útil máxima de 103.000 quilos;

O cargueiro tem um alcance de 9.070 quilômetros com sua carga útil máxima, embora um maior alcance seja possível se menos carga for transportada;

777F foi entregue a Air France em 19 de fevereiro de 2009;

Em novembro de 2015, 118 cargueiros haviam sido entregues para 16 companhias, com 42 pedidos ainda não entregues, sendo que 108 aeronaves estavam em serviço em julho de 2015.

777X:

O 777-8 e 777-9 são as duas variantes que compõem o programa Boeing 777X;

Lançados em 2013, ambos os modelos possuem uma nova asa de polímero de carbono reforçado com fibra de carbono, com as pontas das asas dobráveis, cabine mais larga, redesenhado, e outros sistemas atualizados;

A entrada de serviço do primeiro 777X está prevista para 2020.

4 - Produção da Aeronave:

O projeto e produção da aeronave, ocorreu basicamente em 4 partes. Estas foram o conceito, desenvolvido em 1986, onde inicialmente idealizou-se aumentar o comprimento do já em produção 767.

Porém o projeto final acabou por não dividir nada com seu antecessor. A fase de design foi de fundamental importância para o sucesso que viria a ser o 777.

Posteriormente, ocorreria de 1990 a 1993 a fase de fabricação dos componentes. E essa foi a principal dificuldade encontrada pela Boeing, conseguir lidar com a logística de componentes que vinham da Ásia, Europa e Todas as partes dos EUA.

O projeto final contou com uma composição percentual de 70% de alumínio que foram com os 30% restantes divididos entre aço, titânio e materiais compósitos. Entre 1993 e 1994 na montagem do primeiro protótipo, optou-se por alterar o desenho do leme e essa foi a mudança mais significativa em todo o seu projeto.

Os testes foram iniciados em 1994 com o primeiro voo ocorrendo em 7 de junho de 1995 pela United Airlines. Foi entre os anos de 1995 e 1999 que as variantes do 777 poderiam vir acompanhadas dos motores, Rolls-Royce Trent 800, Pratt & Whitney PW4000 e o General Electric GE90. Sendo que a

partir de 1999 com um acordo firmado com a GE, todos os Boeing 777 passaram a acompanhar a motorização da General Eletric.

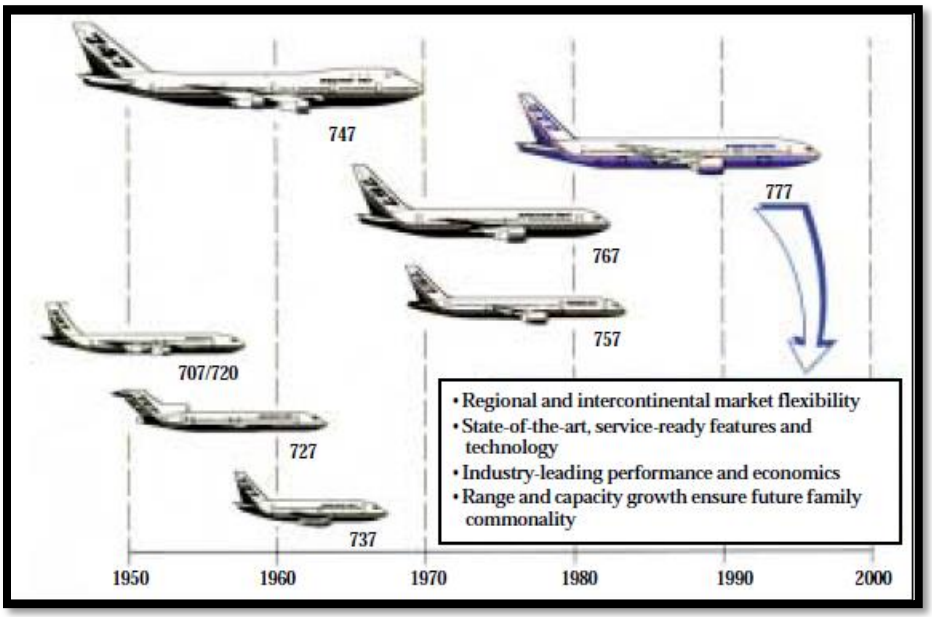


Figura 3 – Evolução dos projetos da Boeing.

Durante a década de 2000, o Boeing 777 acabou por se tornar a aeronave mais lucrativa da empresa, e isso se dá pela fatia de mercado que a empresa tomou para si com a versatilidade do maior bimotor do mundo, seu custo relativo de manutenção e operação frente a outras aeronaves, ora é inferior devido ao custo de manutenção de apenas 2 motores, ora devido ao consumo de combustível em trechos de longa duração.

O gráfico a seguir apresenta a relações entre compras e entregas de 777, de 1995até 2019;

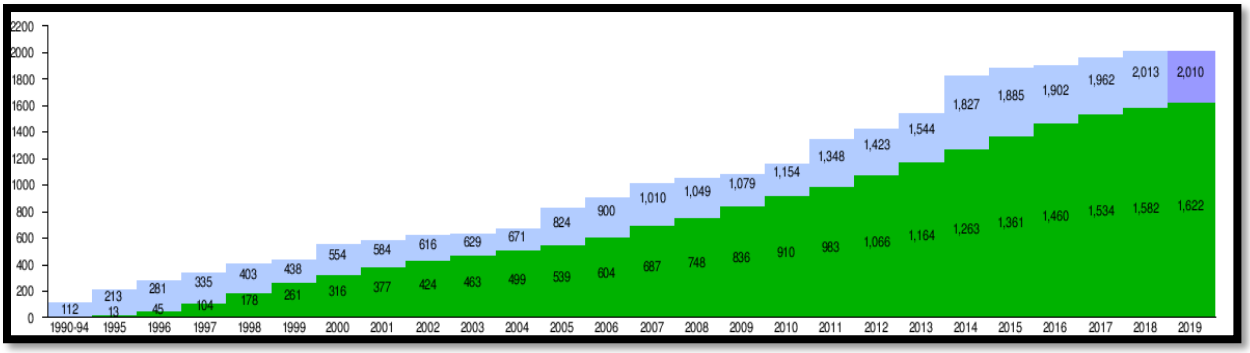


Figura 4 – Relação entre compras e entregas do Boeing 777.

5 - Características Técnicas

Tabela 1 – Características Técnicas do Boeing 777.

Variantes	777-200/200er	777-300	777-300ER	777-200LR/777F
Tripulação	Dois			
Passageiros Três classes	305	368	365	301
Passageiros Duas classes	313	396		317
Comprimento	63,73m	73,86m		63,73m
Envergadura	60,93m, 31,6° de enflechamento		64,80m, 31,6° de enflechamento	
Altura da Cauda	18,5m	18,5m		18,6m
Alcance Máximo	9.700km/ 200ER:13.080km	11.165km	13.649km	15.846km/ 777F: 9.200km
Peso Máximo de decolagem	247.200kg/ 200ER: 297.550kg	299.370kg	351.533kg	347.452kg/ 777F: 347.815kg
Teto de Serviço	13.100m			
Velocidade de Cruzeiro	Mach 0,84, 892km/h			
Capacidade Máxima de combustível	94.240kg/ 200ER & 300: 137.460kg		145.538kg	
Motorização	2× PW4000 / Trent 800 / GE90	2× PW4000 / Trent 800	2× GE90-115B	2× GE90-110B/ -115B

6 - Considerações Finais

Pensado desde o início para ser um projeto extremamente lucrativo, hoje o 777 além de ter quebrado recordes com relação as suas grandes medidas, representa uma quebra nos paradigmas da aviação comercial.

Com a mudança logística de gigantescos HUBS para aeroportos regionais, o 777 cumpre o papel importante no que condiz em facilidade de manutenção e custo operacional frente a modelos concorrentes e modelos da própria Boeing. Em comparação pode-se afirmar que desempenhando o papel de voos

longos um 777-300ER ou um 777-200LR podem muito bem substituir em termos de demanda o quadrimotor 747-800, porém o inverso não é verdade, dado o alto custo de operação de grandes aviões como o 747 e o A380.

Ao mesmo tempo, os 777 conseguem competir diretamente com A340, A350, 767 e 787, para rotas internacionais médias e longas.

Esse artigo teve como intuito apresentar de forma resumida o quão bem-sucedido é o projeto do Boeing 777, simplesmente o mais lucrativo da história da Boeing e o avião wide-body mais comercializado do mundo.

7 - Curiosidades

Em 2014 o 777 se tornou o avião wide-body mais vendido do mundo;
Seu motor o GE90 -115B é o mais potente motor do mundo;
O 777 foi a primeira aeronave a ser projetada 100% por computador;
Mais de 50 companhias aéreas voam o 777;
É popularmente chamado de Big foot devido aos seus 2 trens de pouso com 3 pares de pneus cada.

8 - Bibliografia

JØRGENSEN, Niels. THE BOEING 777: DEVELOPMENT LIFE CYCLE FOLLOWS ARTIFACT. **Integrated Design and Process Technology**, Estados Unidos da América, p. 1-9, 13 jun. 2006.

Birtles, Philip (1998). Boeing 777, **Jetliner for a New Century**. St. Paul, Minnesota: Motorbooks International.

Yenne, Bill (2002). Inside Boeing: **Building the 777** . Minneapolis, Minnesota: Zenith Press.

SMITH, Brian. THE BOEING 777: The development of the Boeing 777 was made possible by the development of breakthrough materials that allowed reductions in structural weight while maintaining affordability. **Integrated Design and Process Technology**, Seattle,Estados Unidos da América, p. 1-4, 13 jun. 2006.

9 - Referências

Figura 1: MCARTHUR, Ethan. **Boeing Triple 7 Touching down**. Toronto, Ontário.Canadá, 12 set. 2019. fotografia. Disponível em: https://unsplash.com/photos/Wi3NCiHNx-Y. Acesso em: 15 dez. 2019.

Figura 2: SCAVINI, Julien. **Planche de géométrie descriptive pour les Boeing 777**: Côté, dessus, face, coupe.. France, 16 jul. 2014. fotografia. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:B777FAMILYv1.1.png. Acesso em: 15 dez. 2019.

10 - Material de apoio

Site Boeing Company:

https://www.boeing.com.br/produtos-e-servicos/avioes-comerciais/777.page.

https://www.boeing.com/history/products/777.page.

Site Klm:

https://www.klm.com/travel/br_br/prepare_for_travel/on_board/our_a ircraft/boeing_777_200er.htm.

Wikipedia:

https://pt.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:P%C3%A1gina_principal