

Revista Eletrônica

AeroDesign

Magazine



Volume 16 - Número 1 – 2024

ISSN - 2177-5907

Revista Eletrônica AeroDesign Magazine

A Revista Eletrônica AeroDesign Magazine é um veículo de divulgação do site EngBrasil e do Núcleo de Estudos Aeronáuticos, com publicação anual.

Além dos trabalhos de produção científica de autoria do Prof. Luiz Eduardo Miranda José Rodrigues, de estudantes sob sua orientação e de professores e estudantes de diversas instituições de ensino, faz divulgação de artigos técnicos, cursos, documentos, eventos e entrevistas de interesse acadêmico sobre aspectos relacionados diretamente com o desenvolvimento da engenharia aeronáutica.

Sumário

ISSN - 2177-5907

Vol. 16, nº 1 (2024)

Sumário

Editorial

Artigos Técnicos

Ensaio Mecânico de Dureza Brinell

Felipe Ferreira dos Reis - IFSP Campus Salto

Fernando Ometto - IFSP Campus Salto

Matheus Vieira de Mello - IFSP Campus Salto

Ensaio Mecânico de Dureza Rockwell

João Vitor Salustiano Leite - IFSP Campus Salto

Maria Eduarda Calisto - IFSP Campus Salto

Matheus José Ferreira Borelli - IFSP Campus Salto

Roger Henrique da Costa - IFSP Campus Salto

Ensaio Mecânico de Dureza Vickers

Danillo Antônio Barboza - IFSP Campus Salto

Lia Assis - IFSP Campus Salto

Talles F. Rodrigues Xavier de Souza - IFSP Campus Salto

Willian Alves Peixoto - IFSP Campus Salto

Desenvolvimento e Aplicações da Cinemática do Lançamento Vertical

Beatriz Maria de Paula Silva - IFSP Campus Salto

História e Características Técnicas da Aeronave Vickers Vimy Commercial

Luiz Eduardo Miranda José Rodrigues - IFSP Campus Salto

A Trajetória da TransBrasil na Aviação Comercial Brasileira: Inovação, Expansão e Declínio

Luiz Eduardo Miranda José Rodrigues - IFSP Campus Salto

Editorial

É com grande satisfação que apresentamos aos nossos leitores o Volume 16, Número 1, de 2024, da *Revista Eletrônica AeroDesign Magazine*, publicação dedicada à difusão do conhecimento em engenharia, ciência e história da aviação. Ao longo dos anos, nossa revista tem se consolidado como um espaço de formação, pesquisa e aprofundamento técnico, oferecendo a estudantes, professores, pesquisadores e entusiastas um ambiente de constante aprendizagem. Nesta nova edição, reunimos artigos que exploram tanto os fundamentos experimentais da mecânica dos materiais quanto importantes capítulos da história aeronáutica e da física aplicada. O resultado é um conjunto harmônico, tecnicamente consistente e culturalmente enriquecedor, que reafirma a missão da revista: difundir saber e inspirar novos olhares sobre o fascinante universo da engenharia e da aviação.

Abrindo esta edição, apresentamos o artigo “Ensaio Mecânico de Dureza Brinell”, desenvolvido por Felipe Ferreira dos Reis, Fernando Ometto e Matheus Vieira de Mello, todos do IFSP Campus Salto. O texto introduz, de forma clara e bem fundamentada, um dos ensaios de dureza mais tradicionais e amplamente utilizados na caracterização de materiais metálicos. Os autores abordam os princípios que norteiam o método Brinell, explicando o uso da esfera de indentação, a importância da carga aplicada e a interpretação das marcas deixadas no material. Além de detalhar o procedimento experimental, o artigo discute aplicações práticas em setores como a indústria aeronáutica e a metalurgia, evidenciando como a determinação da dureza contribui para avaliar resistência mecânica, durabilidade e adequação de ligas metálicas para usos estruturais. Trata-se de uma excelente introdução a um tema central na engenharia dos materiais.

Em continuidade, o artigo “Ensaio Mecânico de Dureza Rockwell”, de João Vitor Salustiano Leite, Maria Eduarda Calisto, Matheus José Ferreira Borelli e Roger Henrique da Costa, aprofunda a análise de outro método amplamente difundido na indústria. O ensaio Rockwell, conhecido pela rapidez e pela precisão na leitura direta da dureza, é cuidadosamente abordado ao longo do texto, que descreve suas escalas, penetradores e aplicações em uma variedade de ligas metálicas. Os autores discutem de forma didática os fundamentos que diferenciam o método Rockwell das demais técnicas, ressaltando sua relevância para inspeções industriais, controle de qualidade e certificação de materiais. Este artigo contribui significativamente para a compreensão dos ensaios mecânicos como ferramentas essenciais no processo de engenharia, reforçando a importância de metodologias padronizadas na avaliação do desempenho de componentes críticos.

O terceiro estudo técnico da edição é o artigo “Ensaio Mecânico de Dureza Vickers”, elaborado por Danillo Antônio Barboza, Lia Assis, Talles F. Rodrigues Xavier de Souza e Willian Alves Peixoto. Neste texto, os autores apresentam o método Vickers como um dos mais versáteis para a análise de dureza, capaz de avaliar desde materiais extremamente duros até ligas mais maleáveis. A geometria da pirâmide de diamante, a precisão das medições ópticas e a padronização do cálculo da dureza Vickers são explicadas de forma detalhada, permitindo ao leitor compreender por que este método é tão utilizado em pesquisas científicas e na indústria aeronáutica. O artigo também destaca a relevância do ensaio para a avaliação de microestruturas, tratamentos térmicos e processos de fabricação, ampliando a compreensão sobre a relação entre estrutura, processamento e propriedades mecânicas.

Além dos estudos voltados à mecânica dos materiais, este volume traz contribuições que ampliam a compreensão dos princípios da física e da história aeronáutica, compondo um panorama multidisciplinar que enriquece ainda mais esta edição.

Nesse sentido, o artigo “Desenvolvimento e Aplicações da Cinemática do Lançamento Vertical”, de Beatriz Maria de Paula Silva, oferece uma abordagem precisa e didática sobre um dos temas fundamentais da física clássica. A autora discute conceitos como aceleração gravitacional, velocidade inicial, tempo de subida e altura máxima, contextualizando-os em exemplos práticos que vão desde situações cotidianas até aplicações em experimentos didáticos e ensaios tecnológicos. Embora trate de um tópico amplamente conhecido, o texto consegue renová-lo ao apresentá-lo de maneira clara, envolvente e acessível, servindo como um valioso material de apoio ao ensino de física e como ponte para discussões mais avançadas em dinâmica e balística.

Fechando a edição, dois artigos de caráter histórico enriquecem este volume ao recuperar capítulos importantes da evolução da aviação civil e comercial. No artigo “História e Características Técnicas da Aeronave Vickers Vimy Commercial”, o pesquisador Luiz Eduardo Miranda José Rodrigues conduz o leitor a uma análise detalhada de uma das aeronaves pioneiras do transporte aéreo no início do século XX. A partir de uma narrativa envolvente e tecnicamente embasada, o autor descreve as origens do Vickers Vimy, sua adaptação para o uso comercial e suas contribuições para o desenvolvimento das primeiras rotas aéreas. O texto combina história, engenharia e documentação técnica, oferecendo um panorama completo sobre uma aeronave que marcou profundamente a aviação pós-Primeira Guerra Mundial.

No artigo “A Trajetória da TransBrasil na Aviação Comercial Brasileira: Inovação, Expansão e Declínio”, o mesmo autor revisita a história de uma das mais emblemáticas companhias aéreas do país. Através de uma análise sensível e detalhada, o texto apresenta as fases de ascensão, modernização e posterior declínio da TransBrasil, destacando seus investimentos em frota, inovações comerciais,

estratégias de mercado e desafios enfrentados ao longo das décadas. Ao reconstituir essa trajetória, o autor contribui para preservar a memória da aviação civil brasileira e convida o leitor a refletir sobre os fatores que moldam o setor aéreo em diferentes períodos históricos.

O Volume 16, Número 1 (2024) da *AeroDesign Magazine* reafirma, assim, seu papel como veículo de divulgação científica e técnica comprometido com a formação integral de seus leitores. Nesta edição, os ensaios mecânicos dialogam com a física aplicada e com a história da aviação, compondo um conjunto diverso e profundamente enriquecedor. Acreditamos que a variedade de temas aqui reunidos não apenas fortalece a interdisciplinaridade, mas também inspira novas pesquisas e desperta o interesse pela investigação científica.

Agradecemos aos autores que, com dedicação e rigor, contribuíram para a construção desta edição. Que este volume sirva como fonte de estudo, inspiração e reflexão para todos aqueles que acreditam no poder transformador da educação, da pesquisa e da aviação.

Desejamos a todos uma excelente leitura.

Prof. Luiz Eduardo Miranda José Rodrigues

Artigos

Ensaio Mecânico de Dureza de Brinell

Felipe Ferreira dos Reis
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
reis.ferreira@aluno.ifsp.edu.br

Matheus Vieira
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
@aluno.ifsp.edu.br

Fernando Ometto
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
fernando.nuovi@aluno.ifsp.edu.br

Resumo

O ensaio de dureza de Brinell é um método utilizado para medir a resistência mecânica de materiais metálicos, através da aplicação de uma carga constante sobre uma esfera de aço endurecido pressionada contra a superfície do material. A dureza é determinada pela relação entre a carga aplicada e a área da impressão deixada pela esfera.

O ensaio de Brinell é adequado para vários tipos de materiais metálicos, mas possui limitações em superfícies muito rugosas ou com baixa dureza. Apesar disso, continua sendo uma opção popular na indústria devido à sua simplicidade, precisão e reprodutibilidade.

É importante escolher o ensaio de dureza adequado para cada tipo de material e condição de superfície para obter resultados precisos.

Palavras-chave

Dureza Brinell, Metodologia, Ensaio de Materiais.

1 - Introdução

Dureza é uma propriedade mecânica que mensura a resistência de um material ao ser penetrado por outro que apresenta dureza mais elevada.

Existem diversos tipos de ensaios de dureza capazes de mensurar a rigidez de um material, entre elas destaca-se o ensaio de dureza Brinell devido ao tamanho do penetrador utilizado nos ensaios, o qual permite ensaiar uma área maior de material por impressão comparado aos outros tipos de ensaios como a Rockwell e Vickers, por exemplo.

2 – Ensaio de Dureza Brinell

O ensaio de dureza de Brinell é um método comum para avaliar a resistência mecânica de materiais metálicos. Esse ensaio é amplamente utilizado na indústria devido à sua simplicidade e precisão na obtenção de resultados reprodutíveis.

A resistência à deformação plástica é uma propriedade importante dos materiais metálicos e é medida pela dureza do material. A dureza é definida como a resistência do material a uma carga aplicada que causa uma deformação plástica ou permanente. O ensaio de dureza de Brinell envolve pressionar uma esfera de aço endurecido contra a superfície do material com uma carga específica e constante. A força da carga produz uma pequena impressão circular na superfície do material. O diâmetro da impressão é medido com um microscópio, e a área da impressão é calculada a partir da fórmula matemática da área do círculo. A dureza de Brinell é então calculada dividindo a carga aplicada pela área da impressão.

Esse ensaio é adequado para avaliar a dureza de diversos tipos de materiais metálicos, incluindo aço, alumínio, cobre, latão e ligas de níquel. Ele pode ser realizado em materiais de várias formas e tamanhos, desde que a superfície esteja plana o suficiente para permitir uma medição precisa da impressão.

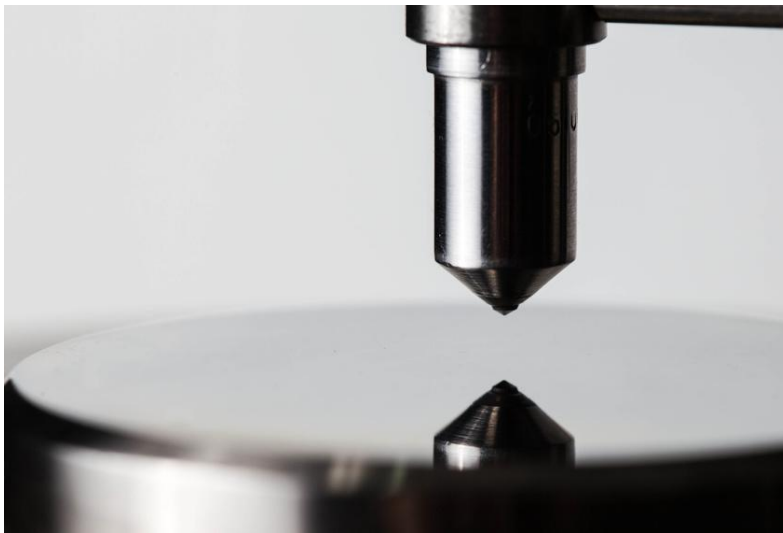


Figura 1 – Ensaio de dureza Brinell.

Embora o ensaio de dureza de Brinell seja amplamente utilizado, é importante reconhecer que ele tem suas limitações. Ele não é adequado para materiais com baixa dureza ou superfícies muito rugosas, onde a marca deixada pela esfera pode ser distorcida ou mal definida. Nesses casos, outros ensaios de dureza, como o ensaio de dureza Vickers ou Rockwell, podem ser mais adequados para obter resultados precisos.

Em resumo, o ensaio de dureza de Brinell é um método valioso para avaliar a resistência mecânica dos materiais metálicos. Com sua simplicidade, precisão e reprodutibilidade, ele continua sendo uma opção popular para muitas aplicações industriais. No entanto, é importante estar ciente das limitações do método e escolher o ensaio de dureza mais adequado para cada tipo de material e condição de superfície.

3 – Descrição do Ensaio

O ensaio de dureza Brinell é realizado aplicando-se uma carga conhecida em uma esfera de aço endurecido, que é pressionada sobre a superfície do material em teste por um determinado período. Após a retirada da carga, a impressão deixada pela esfera na superfície do material é medida em milímetros quadrados, utilizando um microscópio óptico com uma lente de aumento.

A dureza Brinell é calculada dividindo-se a carga aplicada pela área da impressão deixada na superfície do material. O ensaio de dureza Brinell pode ser realizado em diversos tipos de materiais metálicos, como aços, alumínio, cobre, bronze, entre outros. A carga utilizada varia de acordo com o material em teste e é geralmente expressa em quilogramas-força (kgf).

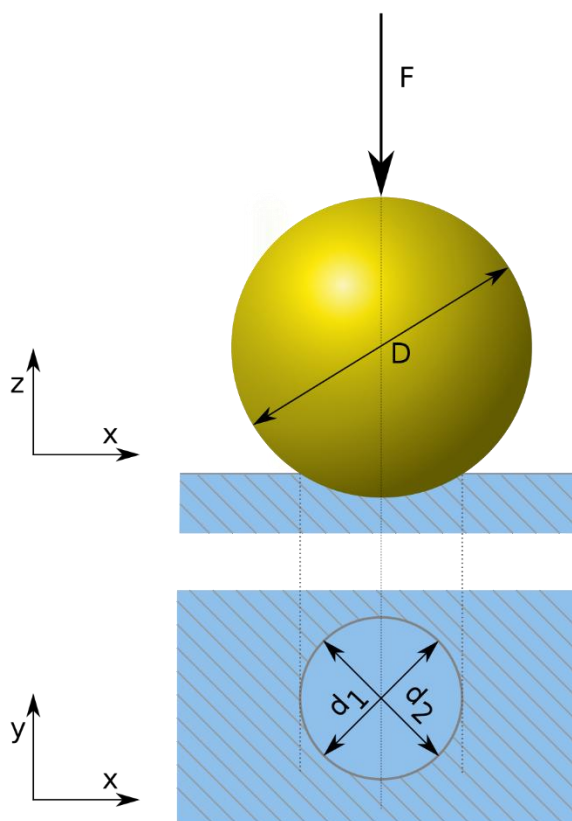


Figura 2 – Aplicação da carga e marca de impressão.

A esfera utilizada também varia de acordo com a dureza do material em teste, podendo ser de aço temperado, tungstênio-cobalto, carbetto de tungstênio, entre outros materiais.

É importante ressaltar que o ensaio de dureza Brinell pode apresentar algumas limitações, como a impossibilidade de avaliar a dureza de materiais com camadas superficiais muito duras ou muito finas.

Além disso, a leitura da área da impressão pode ser afetada por irregularidades na superfície do material ou por deslocamentos da esfera durante o ensaio.

O ensaio de dureza Brinell é um método simples e confiável para avaliar a dureza de materiais metálicos, que é amplamente utilizado na indústria.

Em resumo, o método consiste em aplicar uma carga controlada sobre a superfície do material em teste, utilizando uma esfera de aço endurecido como penetrador, e medir a área da impressão deixada na superfície do material.

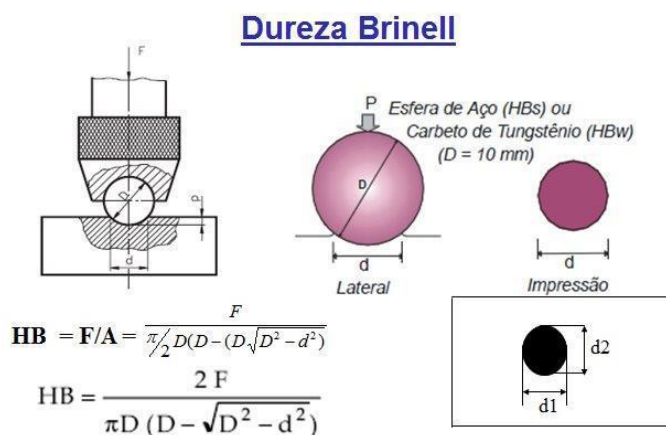


Figura 3 – Equacionamento para medição da dureza Brinell.

4 – Metodologia Para a Realização do Ensaio

A seguir, descreve-se a metodologia para a realização do ensaio de dureza de Brinell:

a) Preparação da superfície: A superfície do material deve ser preparada para permitir uma medição precisa da impressão. A superfície deve ser plana, limpa e livre de óleo, graxa ou outros contaminantes que possam interferir na medição. Em caso de rugosidade excessiva, a superfície deve ser usinada ou retificada até um nível aceitável de rugosidade.

b) Seleção da carga e da esfera: A carga e o tamanho da esfera devem ser selecionados de acordo com as especificações do material. As cargas comuns variam de 500 kgf a 3000 kgf, dependendo da dureza do material. As esferas variam em diâmetro de 1 mm a 10 mm, sendo a esfera de 10 mm a mais comumente usada.

c) Aplicação da carga: A esfera de aço endurecido é colocada na posição de teste e a carga é aplicada com um dispositivo de ensaio. A carga deve ser aplicada com uma taxa uniforme e constante para evitar deformações na esfera e no material.

d) Medição da impressão: Após a aplicação da carga, a esfera é removida e a impressão resultante é medida, onde um microscópio é usado para medir o diâmetro da impressão em dois pontos perpendiculares e o valor médio é calculado.

e) Cálculo da dureza: A dureza de Brinell é calculada dividindo a carga aplicada pela área da impressão, que é obtida pela fórmula matemática da área do círculo. A dureza é expressa em unidades de kgf/mm^2 .

f) Repetição do ensaio: Para garantir resultados precisos e reprodutíveis, o ensaio deve ser repetido em pelo menos duas outras áreas da superfície do material. A média dos valores obtidos é usada como a dureza do material.

Em resumo, a metodologia para o ensaio de dureza de Brinell envolve a preparação da superfície, a seleção da carga e da esfera, a aplicação da carga, a medição da impressão, o cálculo da dureza e a repetição do ensaio em outras áreas da superfície para obter resultados precisos e reprodutíveis.

5 – Resultados Obtidos

Os resultados obtidos no ensaio de dureza de Brinell são expressos em unidades de kgf/mm^2 e fornecem uma medida da resistência mecânica do material à penetração de uma esfera de aço endurecido, quanto maior a dureza, maior a resistência do material à deformação permanente.

Os resultados obtidos podem ser usados para avaliar a qualidade do material, determinar a adequação de um material para uma determinada aplicação e monitorar a qualidade do processo de fabricação do material.

Além disso, a dureza de Brinell pode ser usada para comparar a resistência mecânica de diferentes materiais.

É importante notar que os resultados obtidos no ensaio de dureza de Brinell não devem ser usados como a única medida da qualidade do material.

A dureza é apenas uma das muitas propriedades mecânicas importantes do material que devem ser avaliadas, juntamente com a resistência à tração, a tenacidade, e ductilidade, a resistência à corrosão, entre outras.

Além disso, é importante ter em mente que o ensaio de dureza de Brinell pode ter limitações em superfícies muito rugosas ou com baixa dureza, onde outras técnicas de ensaio de dureza podem ser mais apropriadas.

Em conclusão, os resultados obtidos no ensaio de dureza de Brinell fornecem uma medida importante da resistência mecânica do material à deformação permanente e podem ser usados para avaliar a qualidade do material, determinar a adequação para uma determinada aplicação e comparar a resistência mecânica de diferentes materiais.

No entanto, é importante ter em mente suas limitações e usar outras técnicas de ensaio de dureza, quando apropriado.

6 – Aplicações na Indústria

O ensaio de dureza de Brinell tem diversas aplicações na indústria, onde é utilizado para avaliar a qualidade de materiais, como metais, cerâmicas e polímeros, e determinar sua adequação para diferentes aplicações. Abaixo estão algumas das principais aplicações na indústria:

Seleção de materiais: A dureza de Brinell é usada para selecionar materiais para diferentes aplicações, como peças de máquinas, equipamentos de construção, ferramentas de corte e dispositivos médicos. A seleção do material adequado é fundamental para garantir a segurança e a eficiência de um produto.

Controle de qualidade: O ensaio de dureza de Brinell é usado para monitorar a qualidade de um processo de fabricação de materiais. A dureza é uma medida da resistência do material à deformação permanente e, portanto, é uma medida importante da qualidade do material.

Avaliação de desgaste: A dureza de Brinell é usada para avaliar a resistência ao desgaste de um material. Materiais com maior dureza tendem a resistir melhor ao desgaste, o que é importante em aplicações que envolvem contato entre superfícies, como em rolamentos e engrenagens.

Avaliação de resistência: A dureza de Brinell é usada para avaliar a resistência de um material à deformação plástica. Materiais com maior dureza tendem a ser mais resistentes à deformação plástica, o que é importante em aplicações que envolvem cargas de alta intensidade, como em estruturas de suporte de carga.

Comparação de materiais: A dureza de Brinell é usada para comparar a resistência de diferentes materiais à deformação permanente. Isso é útil para avaliar a adequação de materiais alternativos para uma aplicação específica e para escolher o material mais adequado para uma aplicação específica.

Em resumo, o ensaio de dureza de Brinell é uma ferramenta importante para avaliar a qualidade de materiais, monitorar a qualidade do processo de fabricação, avaliar a resistência ao desgaste e à deformação plástica, comparar materiais alternativos e selecionar o material adequado para uma aplicação específica. As aplicações na indústria são amplas e variadas, e a dureza de Brinell é uma das muitas ferramentas disponíveis para garantir a segurança e a eficiência dos produtos fabricados.

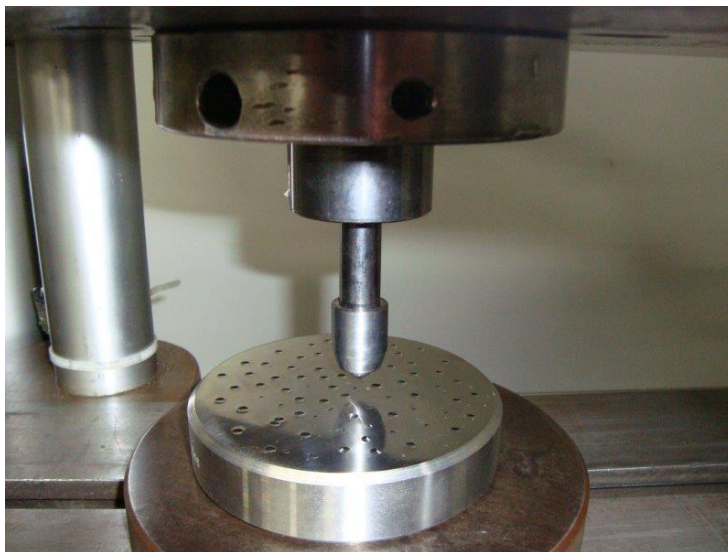


Figura 4 – Execução do ensaio de dureza Brinell.

7 – Considerações Finais

O ensaio de dureza de Brinell é um método importante na avaliação da resistência mecânica dos materiais metálicos. Esse ensaio é usado para determinar a dureza de um material, que é a capacidade do material de resistir à deformação plástica ou permanente sob uma carga aplicada. O ensaio de dureza de Brinell é um dos métodos mais antigos e comuns de teste de dureza.

Ele é amplamente utilizado na indústria devido à sua simplicidade, precisão e capacidade de fornecer resultados reproduzíveis. O ensaio consiste em pressionar uma esfera de aço endurecido contra a superfície do material a ser testado com uma carga específica e constante. A força da carga pressiona a esfera no material e produz uma pequena impressão circular.

O diâmetro da impressão é medido com um microscópio, e a área da impressão é calculada a partir da fórmula matemática da área do círculo. A dureza de Brinell é calculada dividindo a carga aplicada pela área da impressão. A unidade de medida da dureza de Brinell é em kgf/mm^2 .

Quanto maior o valor da dureza de Brinell, maior é a resistência do material à deformação plástica. O ensaio de dureza de Brinell pode ser realizado em vários tipos de materiais metálicos, incluindo aço, alumínio, latão, cobre e ligas de níquel. O método é adequado para materiais com várias formas e tamanhos, desde que a superfície esteja plana o suficiente para permitir uma medição precisa da impressão. É importante seguir as normas e procedimentos padrão ao realizar o ensaio de dureza de Brinell para garantir a precisão dos resultados e evitar erros de medição.

Além disso, a calibração regular dos equipamentos é essencial para garantir a consistência dos resultados ao longo do tempo.

Embora o ensaio de dureza de Brinell seja amplamente utilizado, é importante reconhecer suas limitações.

O método não é adequado para materiais com baixa dureza ou superfícies muito rugosas, onde a marca deixada pela esfera pode ser distorcida ou mal definida. Nesses casos, outros ensaios de dureza, como o ensaio de dureza Vickers ou Rockwell, podem ser mais adequados para obter resultados precisos.

Em resumo, o ensaio de dureza de Brinell é um método valioso para avaliar a resistência mecânica dos materiais metálicos.

Com sua simplicidade, precisão e reprodutibilidade, ele continua sendo uma opção popular para muitas aplicações industriais.

No entanto, é importante reconhecer suas limitações e estar ciente das alternativas disponíveis quando necessário.

8 – Referências

<https://rijeza.com.br/blog/dureza-brinell/>

<https://www.labteste.com.br/ensaio-dureza-brinell>

https://pt.wikipedia.org/wiki/Dureza_Brinell

<https://www.youtube.com/watch?v=UHb4RcqzM30>

<https://www.youtube.com/watch?v=YyUHX3FXbqw>

ASM International. ASM Handbook, Volume 8: Mechanical Testing and Evaluation. ASM International, 2000.

Brinell, J.A. "The Hardness of Metals." Transactions of the American Society for Steel Treating, vol. 10, no. 2, 1909, pp. 554-566.

Callister, W.D. Materials Science and Engineering: An Introduction. John Wiley & Sons, 2014.

ASTM E10-18, Standard Test Method for Brinell Hardness of Metallic Materials, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2018, www.astm.org.

Dieter, G.E. Mechanical Metallurgy. McGraw-Hill, 1988.

Meyers, M.A., and Chawla, K.K. Mechanical Behavior of Materials. Cambridge University Press, 2008.

Ensaio Mecânico de Dureza de Rockwell

João Vitor Salustiano Leite

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

joao.salustiano@aluno.ifsp.edu.br

Maria Eduarda Calisto

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

m.calisto@aluno.ifsp.edu.br

Matheus José Ferreira Borelli

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

borelli.matheus@aluno.ifsp.edu.br

Roger Henrique da Costa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

roger.h@aluno.ifsp.edu.br

Resumo

O ensaio de dureza de Rockwell é um método de avaliação da resistência de um material à penetração por uma ferramenta padronizada. Foi desenvolvido por Stanley Rockwell em 1919 e utiliza uma escala de letras para indicar a dureza do material testado. O artigo aborda o processo de realização, ferramentas utilizadas e uso das escalas.

Palavras-chave

Dureza Rockwell, Metodologia, Ensaio de Materiais.

1 - Introdução

Os ensaios destrutivos são os mais utilizados para a compreensão das propriedades dos materiais e o comportamento do corpo de prova. Esses ensaios realizam procedimentos que provocam inutilidade nos materiais, mesmo que não cause muitos danos ao corpo de prova. O ensaio de dureza produz um pequeno dano na grande maioria dos testes, porém deixa sinais que serão possíveis pontos de concentração de tensão e falhas.

O conceito de dureza não é o mesmo para todas suas aplicações. Na mineralogia é a resistência ao “risco” que um material tem em relação a outro; na metalurgia é a capacidade de resistência à deformação plástica permanente; na mecânica é a resistência à abrasão ou à penetração e na usinagem a dificuldade ao corte.

No início do século XX ocorreram muitos avanços no campo da determinação da dureza, sendo um deles o método de Rockwell. Esse método oferece algumas vantagens sobre outros testes desenvolvidos, pois permite avaliar a dureza de diversos metais, desde os mais macios até os mais duros, no entanto, também tem suas limitações, o que sugere que não é a solução técnica ideal.

O método de Rockwell consiste na aplicação de uma carga no material utilizando diferentes tipos de penetradores para a realização dos testes. Dentre esses penetradores se tem esferas menores que meia polegada, além de ser utilizado cones de diamante, conhecidos por ter uma alta dureza, sendo eles utilizados nos materiais de elevada dureza.

Tendo como intuito final, as instruções de como realizar o teste Rockwell, qual o equipamento utilizar, além de introduzir a utilização das diferentes escalas da dureza de Rockwell.

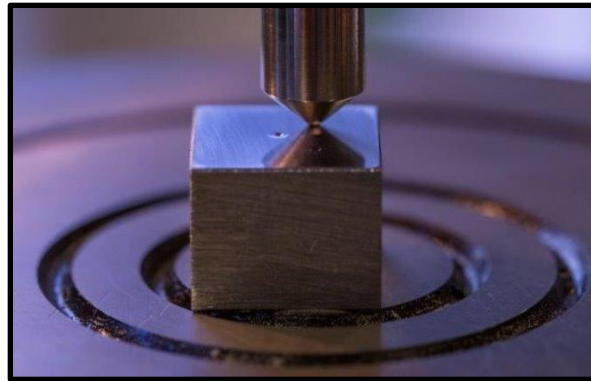


Figura 1 - Penetração do corpo de prova utilizando o ensaio de dureza de Rockwell.

2 – Descrição do Ensaio de dureza Rockwell

O ensaio de Rockwell é um método de teste de dureza que determina a resistência à penetração de um material. É um procedimento não destrutivo que pode ser aplicado a uma ampla gama de materiais, como metais, plásticos e cerâmicas.

Criada em 1922 por Rockwell, a dureza Rockwell é um ensaio mecânico que lê o resultado diretamente na máquina, assim, é mais rápido e livre de erros de medição causados pelo manuseio do operador. É de uso internacional e representado pela sigla HR. Outra vantagem é que por possibilitar o uso de pequenos penetradores, pode não prejudicar a peça utilizada no método. É recomendada para linhas de produção devido sua velocidade, e é usada em tratamentos térmicos ou superficiais.

O ensaio de Rockwell é realizado usando um penetrador de diamante ou carbeto de tungstênio em forma de cone ou esfera, que é pressionado na superfície do material com uma carga pré-definida.

A profundidade de penetração é medida com um relógio comparador ou uma célula de carga, que registra a carga e a profundidade da penetração.

Encontra-se dois tipos de máquinas utilizadas para medir a dureza Rockwell. Ambas seguem as mesmas técnicas de operação, mas se diferenciam pela precisão de seus componentes. A máquina padrão é utilizada para medir a dureza Rockwell comum, enquanto a máquina mais precisa é empregada para medir a dureza Rockwell superficial.

Existem diferentes escalas de dureza Rockwell, cada uma com sua própria combinação de carga e penetrador. Essas escalas são arbitrárias, porém baseadas na profundidade da penetração e são designadas por letras (A, B, C, etc.), as quais a sigla HR pode aparecer para diferenciar e definir a dureza, e o número de dureza obtido corresponde a valores adimensionais.

As escalas mais comuns são B e C, usadas para metais mais duros e mais moles, respectivamente. A escala A é usada para metais mais macios, enquanto a escala D é usada para materiais muito duros, como aços temperados.

Existem dois tipos de penetradores: o esférico, que consiste em uma esfera de aço temperado, e o cônico, um cone de diamante possuindo 120° de conicidade, chamado de penetrador Brale.

A máquina já possui as escalas para todos os tipos de dureza Rockwell, que são facultativas, entretanto são definidas a partir da profundidade de penetração e representadas por letras, que devem aparecer após a sigla HR. O valor obtido é adimensional.

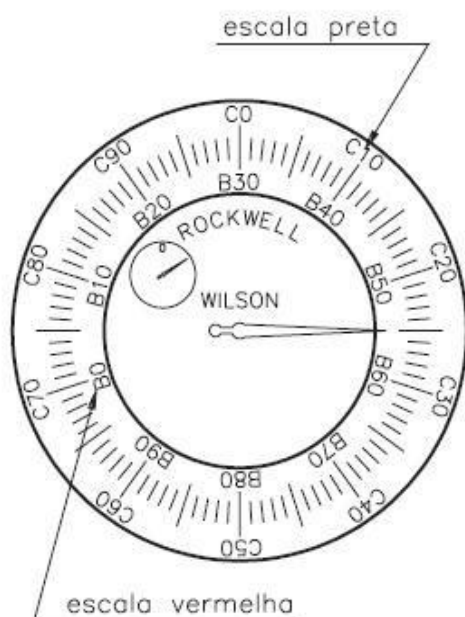


Figura 2 - Mostrador da máquina.

Para o caso da dureza Rockwell comum, a espessura mínima é dez vezes a profundidade da impressão. Então se a impressão perfurar ou puder ser notada do outro lado do corpo de prova, a escala

da dureza deve ser reduzida ou então passada para a dureza Rockwell superficial. As impressões devem ser espaçadas umas das outras por pelo menos três vezes o seu diâmetro da impressão, para não haver interferências de medição.

Já para o caso da dureza Rockwell superficial recomenda-se utilizar a escala 45-T para espessuras acima de 1mm, 45-N e 30-T para espessuras acima de 0,9mm, 15-T e 30 N para espessuras acima de 0,5mm e 115-N para espessuras acima de 0,4mm.

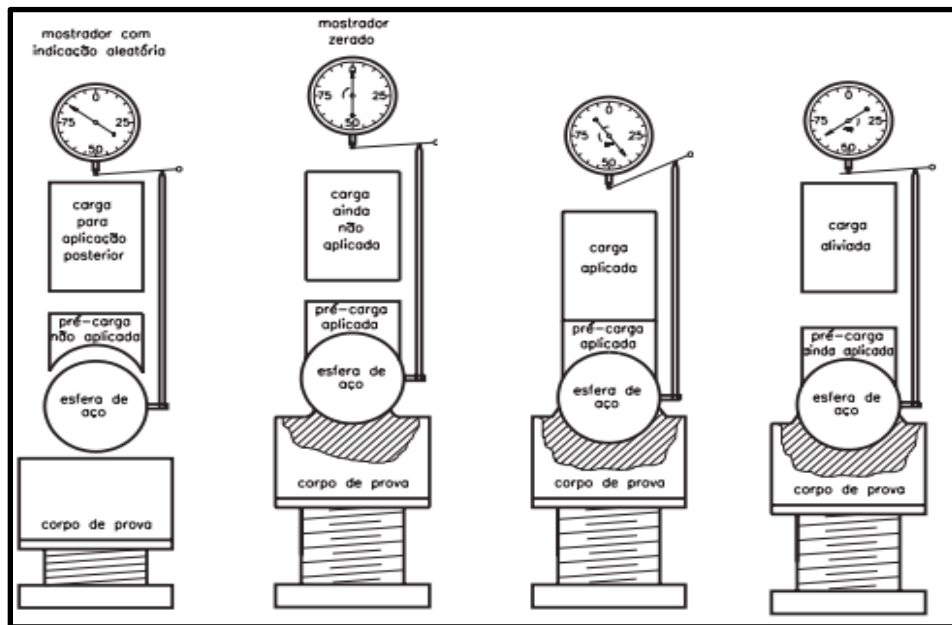


Figura 3 - Descrição do processo do ensaio da Dureza Rockwell.

3 – Metodologia Para a Realização do do Ensaio

A realização do ensaio de dureza Rockwell, pode ser em dois tipos de máquinas, como dito anteriormente, uma para medir a dureza Rockwell comum e a outra para a dureza Rockwell superficial.

No entanto, assim como os outros ensaios mecânicos, há uma etapa inicial de escolha do material e preparação do corpo de prova e da superfície, que deve ser limpa e lixada para eliminar qualquer irregularidade que possa ocasionar em erros.

Mesmo com essa preparação, a carga menor serve ainda para minimizar os efeitos dessas irregularidades superficiais, assim como alguma aderência das bordas do metal no penetrador. A primeira medida do ensaio de dureza Rockwell é descartada, pois essa primeira impressão serve para ajustar o penetrador na máquina. Caso a superfície não seja plana, deve-se realizar uma correção, pois a dureza Rockwell é medida pela profundidade e não pela área.

Para a seleção da escala da dureza, do penetrador e da carga maior para um ensaio de dureza Rockwell comum deve-se analisar as escalas conforme a aplicação de material desejado. Estas se encontram na Tabela 1. A pré-carga da dureza Rockwell comum é sempre 10kgf.

Tabela 1 – Escala de Dureza Rockwell comum.

ESCALA DE DUREZA ROCKWELL NORMAL E SUAS APLICAÇÕES					
ESCALA	COR DA ESCALA	PENETRADOR	CARGA MAIOR (kgf)	FAIXA DE UTILIZAÇÃO	CAMPO DE APLICAÇÃO
A	Preta	Diamante cone 120º	60	20 a 80 HRA	Carbonetos cementados, aço fino, e aços endurecidos de baixa camada de endurecimento.
C			150	20 a 70HRC	Aço, titânio, aços com camada endurecida profunda, materiais com HRB>100
D			100	40 a 77 HRD	Chapas finas de aço com média camada endurecida
B	Vermelha	Esfera de 1,59mm	100	50 a 100 HRB	Ligas de cobre, aços brandos, ligas de alumínio, ferro maleável etc.
E		Esfera de 3,17mm	100	70 a 100 HRE	Ferro fundido, ligas de alumínio e de magnésio
F		Esfera de 1,59mm	60	60 a 100 HRF	Ligas de cobre recozidas, folhas finas de metais moles
G		Esfera de 1,59mm	150	30 a 94 HRG	Ferro maleável, ligas de cobre-níquel-zinco e de cobre-níquel
H		Esfera de 3,17mm	60		Alumínio, chumbo, zinco Metais de mancais e outros muito moles ou finos
K		Esfera de 3,17mm	150		
L		Esfera de 6,35mm	60		
M		Esfera de 6,35mm	100		
P		Esfera de 6,35mm	150		
R		Esfera de 12,70mm	60		
S		Esfera de 12,70mm	100		
V		Esfera de 12,70mm	150		

O ensaio de dureza Rockwell superficial, também possui suas escalas independentes, que devem ser analisadas para escolha ideal das condições, assim como na comum, e estão presentes na Tabela 2. A pré-carga da dureza Rockwell superficial é sempre 3kgf.

Tabela 2 – Escala de Dureza Rockwell.

ESCALA DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL E SUAS APLICAÇÕES					
ESCALA	COR DA ESCALA	PENETRADOR	CARGA MAIOR (kgf)	FAIXA DE UTILIZAÇÃO	CAMPO DE APLICAÇÃO
15 N	preta	Diamante cone 120º	15	60 a 90 HR 15N	Uso em aplicações similares às escalas HRC, HRA e HRD
30 N	preta	Diamante	30	40 a 80 HR 30N	Uso em aplicações similares às escalas HRC, HRA e HRD
45 N	preta	Diamante	45	35 a 70 HR 45N	Uso em aplicações similares às escalas HRC, HRA e HRD
15 T	vermelha	Esfera de 1,59mm	15	50 a 94 HR 15T	Uso em aplicações similares às escalas HRB, HRF e HRG
30 T	vermelha	Esfera de 1,59mm	30	10 a 84 HR 30T	Uso em aplicações similares às escalas HRB, HRF e HRG
45 T	vermelha	Esfera de 1,59mm	45	10 a 75 HR 45T	Uso em aplicações similares às escalas HRB, HRF e HRG

Após o dimensionamento da escala, o próximo passo é colocar a peça na máquina de forma que a superfície fique em contato com o penetrador, e então aplicar a pré-carga (carga menor) e posicionar o ponteiro da máquina até o ponto de referência. A máquina possui um pequeno ponteiro que indica a profundidade e registra o momento em que a pré-carga é aplicada. No momento em que esse ponteiro atinge um determinado ponto no mostrador, a carga menor terá sido aplicada. Em simultâneo, o ponteiro maior gira no sentido horário. Se a escala do ponteiro maior ficar fora do zero após ser aplicada a pré-carga, deve-se acertar o zero nesse momento.



Figura 4 – Durômetro Rockwell.

A seguir, aciona-se a alavanca que aplica a carga maior em velocidade constante e controlada, aumentando a profundidade da penetração, com a qual o ponteiro maior gira em sentido anti-horário. Retirada a carga pela mesma alavanca em que se aplica, assim que ela parar, o ponteiro gira no sentido horário, indicando a dureza da amostra. Para finalizar, basta retirar a amostra, gira-se a rosca que apoia o corpo de prova, descarregando a máquina.

Num equipamento mais recente, com mostrador digital, esse processo é simplificado, pois não há a necessidade de ajustar o ponteiro.



Figura 5 -Durômetro Rockwell Digital.

Ao se realizar o ensaio para um material desconhecido, deve-se primeiramente tentar uma escala mais alta para evitar danos ao penetrador. Por exemplo, utiliza-se a escala HRC para depois testar outras, caso esteja fora do intervalo da escala Rockwell C.

É possível obter a medida aproximada desta profundidade (P), a partir do valor de dureza indicado na escala da máquina de ensaio, utilizando as equações a seguir:

Penetrador de diamante:

HR normal: *Profundidade* (P) = $0,002 \times (100 - HR)$

HR superficial: *Profundidade* (P) = $0,001 \times (100 - HR)$

Penetrador esférico:

HR normal: *Profundidade* (P) = $0,002 \times (130 - HR)$

HR superficial: *Profundidade* (P) = $0,001 \times (100 - HR)$

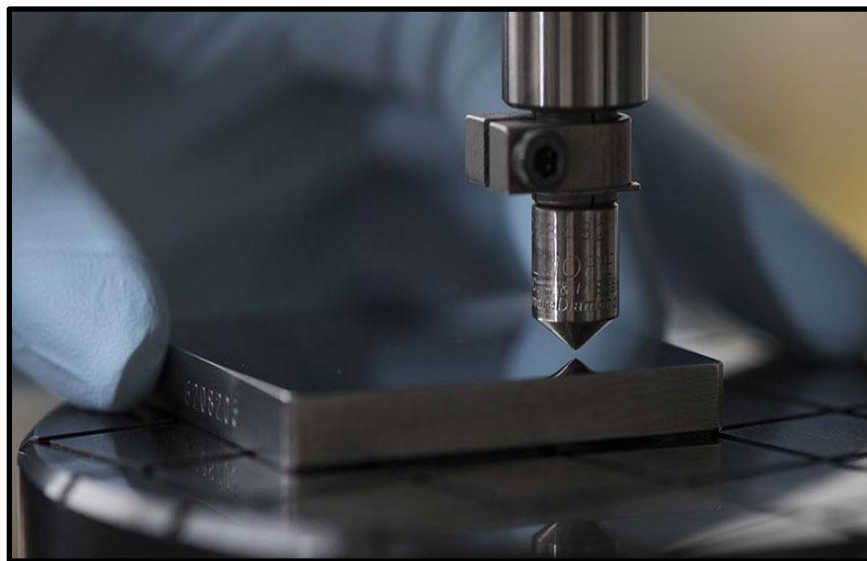


Figura 6 - Corpo de prova sendo utilizado no ensaio de dureza de Rockwell.

4 – Resultados Obtidos

Os resultados obtidos neste ensaio são utilizados para avaliação da qualidade de determinado material. Servem também como parâmetro para comparar diferentes materiais e garantir que os padrões de qualidade sejam atendidos.

Como citado acima, são geralmente apresentados em uma escala de letras, as quais possuem um número e uma letra correspondente, indicando o valor da dureza e a escala em que foi medida. A escala mais utilizada é a escala C, que usa uma carga de 150 kgf e uma esfera de diamante de 120 graus como penetrador. Os resultados são apresentados como um número seguido pela letra "C", como "60C".

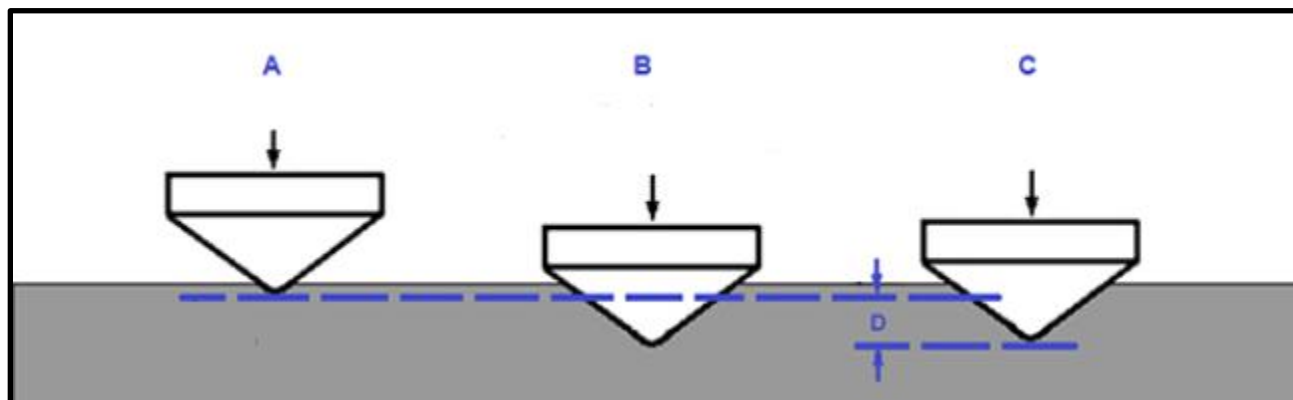


Figura 7 -Ilustração do método de teste.

A = Profundidade alcançada pelo penetrador após a aplicação da pré-carga (carga menor);

B = Posição do penetrador durante a carga total, cargas menores mais cargas principais;

C = Posição final alcançada pelo penetrador após a recuperação elástica do material da amostra;

D = Medição da distância tomada representando a diferença entre a pré-carga e a posição de carga principal. Esta distância é usada para calcular o número de dureza Rockwell.

Existem vários fatores que podem alterar os resultados do teste, como o modo que a superfície foi preparada, a profundidade de penetração e a precisão do equipamento utilizado. Assim, é necessário seguir detalhadamente os procedimentos de teste e utilizar instrumentos de medição confiáveis para atingir a maior precisão possível no resultado.



Figura 8 – Ensaio de Rockwell sendo aplicado.

5 – Aplicações na Indústria

O método pesquisado é amplamente utilizado na indústria para determinar a dureza de materiais metálicos e plásticos, e suas aplicações incluem:

- a) Controle da qualidade:** o ensaio de dureza Rockwell é usado para verificar se os materiais utilizados na produção atendem às especificações de dureza exigidas pelo projeto;
- b) Seleção de materiais:** a dureza é uma medida importante para a seleção de materiais, especialmente em aplicações onde o material deve ser resistente ao desgaste ou danos por impacto;
- c) Inspeção de peças:** a dureza pode ser usada para verificar se as peças foram fabricadas corretamente e se atendem às especificações do projeto;
- d) Controle de processos:** a medição da dureza pode ser usada para controlar processos de fabricação, como tratamentos térmicos, usinagem e processamento;
- e) Teste de resistência:** o ensaio de dureza Rockwell pode ser usado para testar a alta resistência de materiais a condições extremas, como temperaturas e pressão;
- f) Identificação de ligas:** a dureza pode ser usada como uma ferramenta para identificar ligas metálicas desconhecidas;

Desta forma, o ensaio de dureza Rockwell é amplamente utilizado na indústria para garantir que os materiais e peças atendam às especificações de projeto e para controlar a fabricação.



Figura 8 – Ensaio realizado na Rijeza Metalurgia.

6 – Considerações Finais

Em conclusão, o método medição de dureza Rockwell é amplamente utilizado na indústria como uma ferramenta essencial para avaliar a qualidade e a resistência de materiais diversos. É possível obter informações precisas sobre a dureza do material por meio da penetração de um penetrador de diamante ou esfera de aço, essencial para adaptá-lo e adequá-lo a diferentes aplicações.

Ademais, faz-se importante salientar que a dureza Rockwell pode ser medida em diferentes escalas, o que a torna ainda mais versátil e aplicável a diversos materiais, desde metais até polímeros.

Devido a essa capacidade de medição em escalas, a indústria em geral pode desfrutar dessa ferramenta valiosa.

Portanto, é uma ferramenta importante para assegurar a segurança e a eficácia de produtos e processos industriais, e seu uso é fundamental para assegurar a qualidade de materiais utilizados em setores importantes, como aeronáutico, automotivo e metalúrgico.

7 – Referências

George Krauss. Steels: Heat Treatment and Processing Principles. ASM. 1989.USA.

Sérgio Augusto de Souza. Ensaios Mecânicos de Materiais Metálicos. 5a edição. Editora Edgard Blücher Ltda. 1982. São Paulo.

Amauri Garcia; J. A. Spim, C. A. dos Santos. Ensaios dos Materiais. LTC. 2000. Rio de Janeiro.

Ensaio Mecânico de Dureza de Vickers

Willian Alves Peixoto

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de São Paulo
peixoto.willian@aluno.ifsp.edu.br

Lia Assis

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de São Paulo
lia.a@aluno.ifsp.edu.br

Danillo Antônio Barboza

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de São Paulo
danilo.barboza@aluno.ifsp.edu.br

Talles F. Rodrigues Xavier de Souza

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de São Paulo
talles.xavier@aluno.ifsp.edu.br

Resumo

Visando esclarecer alguns conceitos a respeito do ensaio de dureza Vickers, foi realizado uma pesquisa com o tema dureza Vickers a fim de conhecer e validar os ensaios realizado em laboratório metalúrgico.

Dureza Vickers é um teste comumente utilizado para medir a dureza de materiais. Esse teste foi desenvolvido pelo engenheiro britânico George Vickers em 1921 e é amplamente utilizado em diversas indústrias para determinar a resistência de um material ao desgaste e à deformação.

Palavras-chave

Dureza Vickers, Metodologia, Ensaio de Materiais.

1 - Introdução

O ensaio de dureza Vickers consiste na aplicação de força em um indentador de diamante com formato piramidal de base quadrada e ângulo entre faces opostas de 136° , sob a superfície do material. Esse método foi introduzido inicialmente por Smith e Sandland em 1922. Porém, como o equipamento foi desenvolvido pela Vickers-Armstrong Ltda., o ensaio ficou fundamentalmente conhecido como dureza Vickers.

O equipamento que realiza os ensaios é chamado de durômetro, geralmente há uma lente objetiva acoplado ao equipamento para realizar as medições das impressões deixadas, esse equipamento tem por

finalidade aplicar carga estabelecidas sobre o indentador, e com uma parte óptica traz opções de medições do tamanho das impressões deixadas pelo indentador.



Figura 1 - Exemplo de um Durômetro Mitutoyo para Dureza Vickers HM-210.

Para comparação, estudo e certificação da dureza Vickers foi realizada uma análise comparativa com ensaio de dureza Brinell. No ensaio Brinell, o indentador tem formato esférico para aplicação de carga sobre a área ensaiada. Apesar das impressões deixadas pelos dois ensaios serem bem diferentes entre si, pode se concluir que a faixa de dureza será sempre a mesma independente das cargas aplicadas.

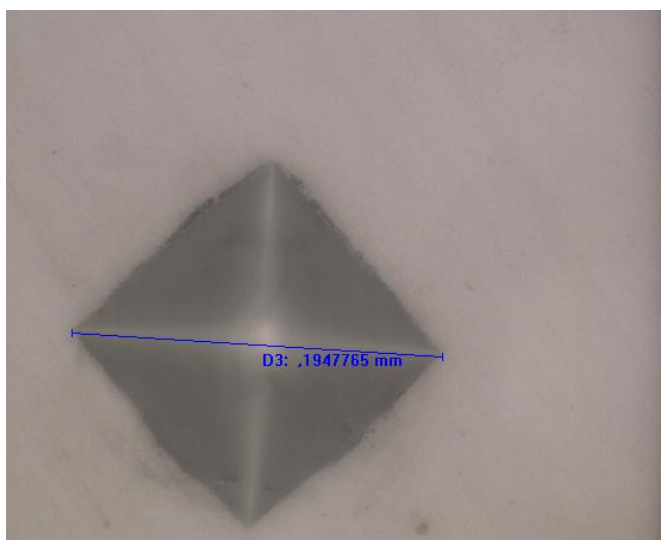


Figura 2 impressão HV10, ampli. 400X.

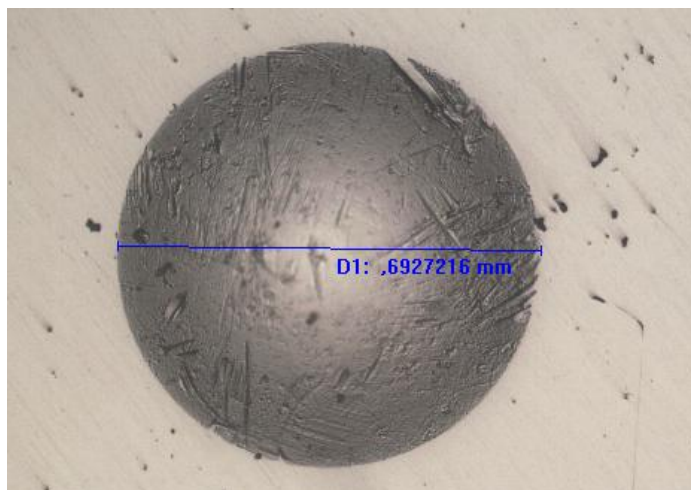


Figura 3 - Impressão Brinell.

A dureza encontrada na Figura 2 e de 489 HV10, já na impressão Brinell, Figura 3, obtive-se a dureza de 487 HB, provando que faixa de dureza se encontra entre 48,0 e 49,0 HRC para ambas as escalas.

As principais vantagens do método Vickers estão entre: escala contínua; as impressões geradas nas peças em estudo são muito pequenas de modo que não as inutilizam; grande precisão de medida que é considerada como microdureza, a deformação do indentador pode ser considerada nula e a existência de apenas uma escala de dureza, as impressões geradas no ensaio são semelhantes, o valor da dureza Vickers é o mesmo para qualquer força utilizada em materiais homogêneos.

Usualmente, a força aplicada varia de 1 até 120 kgf, sendo que ela é alterada apenas para se obter uma impressão regular de acordo com a faixa de dureza do material, além disso, o ensaio de dureza Vickers pode ser aplicado para qualquer espessura de material. Substancialmente a dureza Vickers de um material depende da força aplicada e do tamanho da impressão gerada na peça. Em resumo, após a realização do ensaio, utiliza-se um microscópio acoplado ao equipamento para medir as diagonais da impressão gerada.

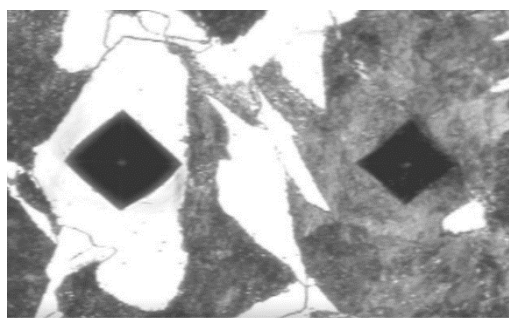


Figura 4 - Impressão Vickers realizada em uma ferrita e em uma perlita.

2 – Conceitos e Normas de Medições

O penetrador é um diamante, ele é praticamente indeformável e todas as impressões são semelhantes entre si, não importando o tamanho impresso, a dureza Vickers (HV) é independente da carga, isto é, para materiais homogêneos a faixa de dureza se manterá, mas a variação de carga se faz necessário para que a impressão caiba no visor da objetiva, a impressão deixada pelo Durômetro Vickers é um losango regular, quadrado, e pela medias L das diagonais tem-se a dureza Vickers.

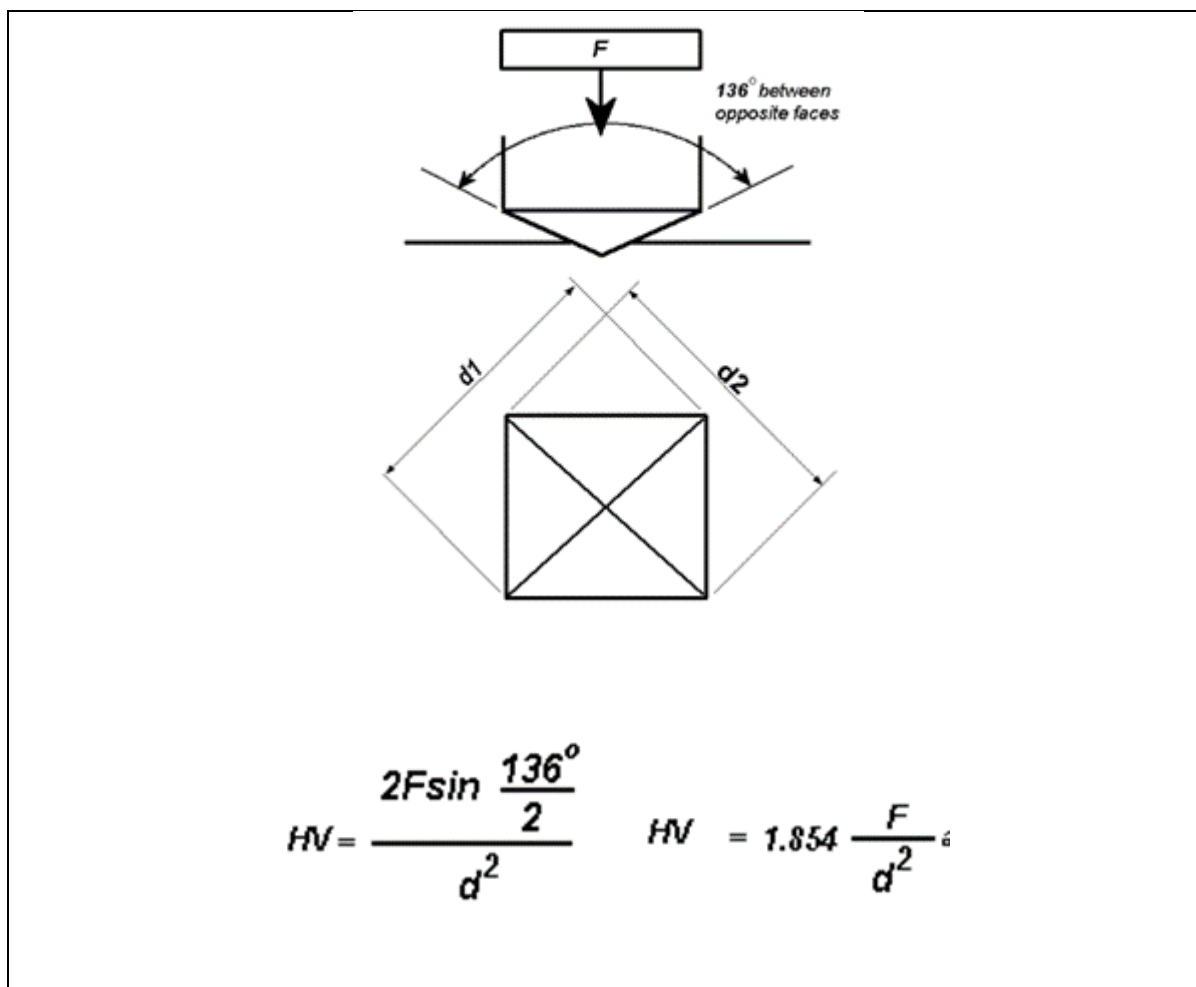


Figura 5 - Formato e equação de obtenção da dureza Vickers

Segundo a Norma da ABNT, o ensaio de dureza Vickers é dividido em três categorias em relação à faixa de força aplicada: (i) o ensaio de dureza Vickers, (ii) o ensaio de dureza Vickers com força baixa e (iii) o ensaio de microdureza Vickers. A Tabela 1 apresenta a faixa de forças para cada método de ensaio.

Tabela 1 - Faixas de Força.

Faixa de Forças F[N]	Categoria
$F \geq 49,03$	Faixa de forças que descrevem o ensaio de dureza Vickers
$19,961 \geq F < 49,03$	Faixa de forças que descrevem o ensaio de dureza Vickers com força baixa
$0,009807 \leq F < 1,961$	Faixa de forças que descrevem o ensaio de dureza Vickers microdureza Vickers

Na Tabela 2 abaixo pode-se ver um exemplo de relatório de resultado do ensaio de dureza segundo a norma ABNT.

Tabela 2 - Relatório simples.

Ordem	Dureza	Descrição
1	550	Valor da Dureza
2	HV	Símbolo utilizado
3	1	Força aplicada em [kgf]
4	20	Tempo de aplicação 10 a 15 s
550 HV1/20		Designação segundo a norma

Segundo as normas ABNT existem alguns critérios para o tamanho central do penetrador, conforme tabela 3:

Tabela 3: Comprimento máximo de linha central do indentador.

Aplicação	Comprimento máximo da linha central
Metais	2,0 μ m
Baixa F Metais	1,0 μ m
Microdureza em metais	0,5 μ m
Penetrador Classe B	1,0 μ m
Penetrador Classe A	0,3 μ m
Microdureza Vickers	0,5 μ m
Cerâmicas	0,5 μ m

Quanto a duração da força de ensaio deve estar entre 10 a 15 segundos. São exceções materiais cujas propriedades dependem do tempo, nesse caso, a duração deve ser especificada como parte da designação da dureza com se pode observar na tabela 4.

Tabela 4: aplicações por tempo.

Aplicação	Tempo
Metais	2 a 8 s
Baixa F Metais	2 a 8 s
Microdureza em metais	2 a 8 s
Penetrador Classe B	10 s
Penetrador Classe A	10 s
Microdureza Vickers	10 s
Cerâmicas	10 s

O tempo de decida do penetrador também é um fator que influencia nos resultados, na tabela 5 é possível observar os tempos e as aplicações:

Tabela 5: Aplicação por tempo.

Aplicação	Velocidade
Metais	$v \leq 0,20$
Baixa F Metais	$v \leq 0,20$
Microdureza em metais	$v \leq 0,20$
Penetrador Classe B	$0,015 \leq v \leq 0,07$
Penetrador Classe A	$0,015 \leq v \leq 0,07$
Microdureza Vickers	$0,015 \leq v \leq 0,07$
Cerâmicas	$0,015 \leq v \leq 0,07$

É preciso observar também a distância entre impressões pois, se estiverem muito próximas uma da outra, poderá haver deformações e mascaramento de resultados, a distância pode variar de um material para outro, porém, pode-se manter no mínimo a distância de 4 vezes o tamanho da impressão existente, caso as impressões estejam muito próximo, será necessário reduzir a força para respeitar essas distâncias.

Inicialmente, é relatado pela norma que a temperatura para realização do ensaio deve estar na faixa de 10°C a 35°C. Se o ensaio for realizado a uma temperatura fora deste intervalo, deve ser descrito no relatório técnico.

Devem ser realizadas verificações periódicas no equipamento uma semana antes do uso para cada força que será utilizada no ensaio. Também se recomenda a verificação no dia do procedimento. Além disso, a verificação periódica é indicada sempre que a força de ensaio for alterada ou que o penetrador for trocado, esse tipo de verificação pode ser feito através de um padrão de dureza conhecido, onde se realiza o ensaio, e os valores encontrados terão de ser os descritos no padrão.

3 – Descrições do Ensaio

O ensaio parte da necessidade de testar um determinado produto, que foi ou não submetido a tratamento térmico, depois de definido a necessidade executa-se a parte da elaboração da amostra.

A definição da amostra é muito importante, a peça a ser ensaiada terá de ser testada pelo ensaio na seção onde mais se aplicará esforços de trabalho no corpo da peça, isso é necessário para certificar que o tratamento térmico está dentro da conformidade com o que foi exigida.

Existem várias aplicações da dureza Vickers no dia a dia do laboratório metalográfico, essas variações permitem a diversificação das análises para trazer mais efetividade e versatilidade para a indústria, pode-se usar Vickers para análise de dureza superficial, dureza subsuperficial, dureza em núcleo e realizar perfis de dureza:

Dureza Superficial é um ensaio realizado na superfície exterior do corpo a ser analisado, tal superfície não pode ser criada, ou seja, não pode haver corte na seção a ser ensaiada, em alguns casos há possibilidade de preparo da superfície diretamente na peça, isso traz uma grande velocidade no ensaio e alto custo-benefício, pois pode se reaproveitar as peças ensaiadas, porque as impressões produzidas pelo microdurômetro são muito pequenas por tanto não inutilizam as peças.

Na preparação da área que será realizado a dureza superficial é necessário que haja um polimento no local, ou seja é necessário que se limpe bem a superfície a ser aplicada a carga e não haja interferências de corpos estranhos em contato com o indentador, porém se não for possível é necessário fazer um corpo de prova.

Cortar a seção a ser testada de forma que se possa lixar levemente e polir a superfície levando em consideração o cuidado para que não haja superaquecimentos na seção cortada, pois o superaquecimento trará um mascaramento dos resultados, um exemplo é uma peça temperada superaquecida poderá perder dureza se submetida a esse aquecimento. Logo após o corte monta-se um corpo de prova que pode se

usar resina epóxi, baquelite ou outro material que suporte a montagem do corpo e suporte lixamento, polimento.

Com o corpo de prova montado é necessário a preparação da superfície, que começa com o lixamento, que tem de ser realizado para realmente ensaiar a superfície de estudo.

Dureza subsuperficial é um teste da dureza realizada a 0,05 mm da superfície da amostra, essa modalidade pode ser usada como validação de dureza superficial quando não é possível realizá-la na superfície.

A preparação do corpo de prova se dá praticamente da mesma forma que o anterior, porém a área analisada será ao meio, mas ainda sim na área de maior trabalho, passando pela etapa de embutimento, depois lixamento até o polimento final.

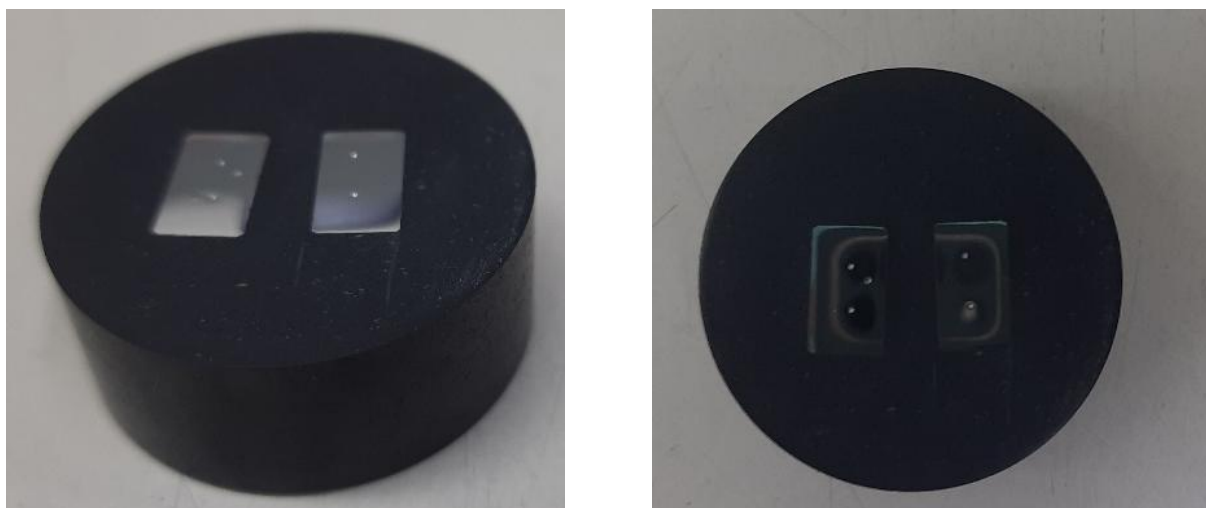


Figura 6 - Corpo de prova pronto para ser testado via Vickers.

Durezas de núcleo é realizada no núcleo da peça, ou seja, corta-se a peça na região desejada de ensaio, com o corpo de prova preparado da mesma forma acima, escolhe-se a área mais ao meio possível para realizar as impressões.

Perfil de Durezas é utilizado para testar profundidade de endurecimento superficial, consiste em zerar a posição do durômetro na borda da amostra e fazer sucessivas impressões com espaçamento determinado e apropriado para tamanho da profundidade da camada endurecida em direção ao núcleo

O Corpo de prova pode ser o mesmo que foi usado para realizar a dureza de núcleo, geralmente um complementa o outro, geralmente usa-se camadas endurecida quando se quer uma peça que tenha uma ductilidade e resistência ao desgaste, e com um durômetro Vickers é possível quantificá-lo.

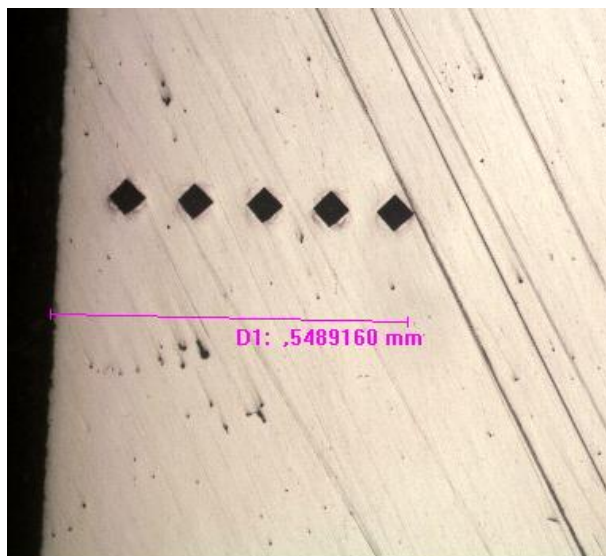


Figura 7 - Exemplo de um Perfil de dureza, área de cor preta é baquelite para embutimento da amostra.

4 – Considerações Finais

A dureza Vickers é um ensaio de grande importância para testar a resistência de um material à deformação plástica. É amplamente utilizada em diversas aplicações, desde o controle de qualidade em indústrias até a avaliação de propriedades mecânicas de materiais em laboratórios de pesquisa. Além disso, a dureza Vickers oferece vantagens em relação a outras técnicas de medição de dureza, como a capacidade de medir materiais de diferentes espessuras e a possibilidade de avaliar a dureza em diferentes escalas. Portanto, entender a dureza Vickers e como ela é medida pode ser fundamental para a escolha e avaliação de materiais em diversas áreas da ciência e tecnologia.

5 – Referências

SOUZA, S. A.; **Ensaaios Mecânicos de Materiais Metálicos: Fundamentos teóricos e práticos**; 5ª edição: São Paulo: Blucher, 1982.

FAZANO, C. A.; **A Prática Metalográfica**; São Paulo: Hemus, 1980.

GONTARSKI, T. L.; CASALI, R.M.; MIKOWSKI, A., *DUREZA VICKERS – DEFINIÇÃO, NORMATIZAÇÃO E PERSPECTIVAS DE PESQUISA: UMA REVISÃO / VICKERS HARDNESS – DEFINITION, STANDARDIZATION AND RESEARCH PERSPECTIVES: A REVIEW*. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.2, p.15736-15754 fev 2021, DOI: [10.34117/bjdv7n2-274](https://doi.org/10.34117/bjdv7n2-274)

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 6507-1**: Materiais metálicos - Ensaio de dureza Vickers - Parte 1: Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2019.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 6507-2**: Materiais metálicos -Ensaio de dureza Vickers - Parte 2: Verificação e calibração de máquinas de ensaio. Rio de Janeiro, 2019.

American Society for Testing and Materials. **E384-17**: Standard test method for microindentation hardness of materials. ASTM International, West Conshohocken, 2017.

American Society for Testing and Materials. **C1327-15**: Standard test method for Vickers indentation hardness of advanced ceramics. ASTM International, West Conshohocken, 2015.

Desenvolvimento e Aplicações da Cinemática do Lançamento Vertical

Beatriz Maria de Paula Silva

Discente do Curso de Licenciatura em Matemática

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus Salto

paula.beatriz@aluno.ifsp.edu.br

Resumo

Este artigo busca abordar o contexto sobre o lançamento vertical presente no Movimento Uniformemente Variado e os seus aspectos aplicados em exercícios e detalhamento de equações. Também foi incluída a análise da transformação da energia cinética em energia potencial e vice-versa, ressaltando a importância dessa troca para a compreensão dos movimentos do lançamento vertical.

Palavras-chave

Física, Movimento Uniformemente Variado, Lançamento Vertical

1 – Introdução

O lançamento vertical é um fenômeno que define os princípios fundamentais da mecânica clássica através da descrição do movimento que envolve o deslocamento de um corpo para cima e sua subsequente descida, de modo, torna-se possível explorar as leis da física de forma prática e teórica. Assim, é considerada a análise das forças que atuam sobre o corpo lançado, especialmente a aceleração gravitacional, o que deixa perceptível a relevância desse fenômeno para o entendimento da cinemática e da dinâmica pois abordam o estudo dos movimentos e suas causas, respectivamente.

Em primeiro lugar, a análise do lançamento vertical permite a aplicação das equações do movimento uniformemente acelerado, aquele com variação de velocidade nos mesmos intervalos de tempo e mesma intensidade, essenciais para a previsão do comportamento do corpo em diferentes etapas do arremesso. Dessa forma, no momento ascendente, o corpo desacelera até atingir a altura máxima o que faz sua velocidade zerar e posteriormente iniciar a descida do corpo, logo, acelerando em direção ao solo. Esse ciclo de movimento não é apenas um exemplo clássico nos estudos de física, mas também um ponto de partida para discussões mais complexas sobre a energia potencial e cinética envolvidas.

Além disso, a importância do lançamento vertical transcende o âmbito acadêmico pois suas aplicações práticas atingem desde a engenharia, esportes e até a meteorologia, ou seja, compreender as nuances desse fenômeno é fundamental para o desenvolvimento de tecnologias, estimativas e correções de jogadas, também como análise de fenômenos naturais. Portanto, ao aprofundar-se na teoria desse

fenômeno são percebidas compreensões mais amplas e integradas das forças que moldam o mundo, assim, a reflexão enriquece o conhecimento teórico, mas conecta-o a prática na disciplina da física. Nessa finalidade, o artigo busca apresentar formulações matemáticas no aspecto esportivo do vôlei.

2 – Formulação Matemática do Lançamento Vertical

O conceito do Movimento Uniformemente Variado (MUV) é fundamental na mecânica clássica e foi construído através de diferentes descobertas históricas. A princípio, durante a idade moderna, Galileu Galilei estudou sobre a aceleração e movimentação dos corpos, assim, através de experimentos percebeu que na ausência da resistência do ar os corpos caem igualmente acelerados e suas massas são desprezadas. Dessa maneira, as teorias de Aristóteles e Ptolomeu, na idade Antiga, foram contrariadas tendo em vista que acreditavam que os objetos mais pesados caíam antes dos que os leves, ou seja, não entendiam a existência da aceleração constante. Por fim, Isaac Newton, em 1687, contribuiu com as ideias de Galileu após a publicação das três leis do movimento, sendo a Inércia, Força e Aceleração e a Ação e Reação, logo, sintetizando a relação entre aplicação de forças e sua mobilidade.

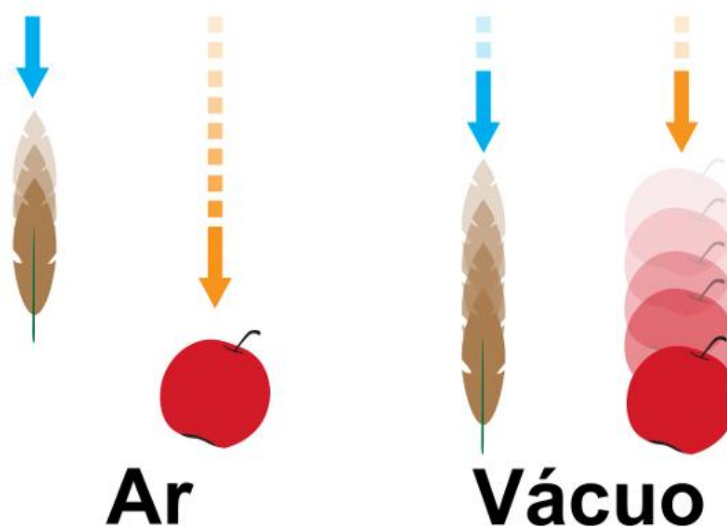


Figura 1 – Experimento de Galileu Galilei.

A partir dos experimentos realizados, Galilei formulou as equações sobre suas teorias:

a) Equação da velocidade: Utilizada para demonstrar que a velocidade final de um objeto em MUV é a soma da velocidade inicial e a variação da velocidade causada pela aceleração ao longo do tempo.

$$v = v_0 + a \cdot t \quad (1)$$

Sendo:

v – Velocidade final do objeto;
 v_0 – Velocidade Inicial do objeto;
 a – Aceleração constante;
 t – Tempo decorrido.

b) Equação da posição: Descreve a posição final de um objeto considerando a posição inicial, distância percorrida pela velocidade inicial e a distância adicional ocorrida devido a aceleração.

$$S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{a}{2} \cdot t^2 \quad (2)$$

Sendo:

S – Posição final do objeto;
 S_0 – Posição inicial do objeto;
 v_0 – Velocidade Inicial do objeto;
 a – Aceleração constante;
 t – Tempo decorrido.

c) Equação de Torricelli: Utilizada para calcular a velocidade final quando a posição e a aceleração são conhecidas, pois, relaciona diretamente a velocidade e a posição do objeto não tendo o tempo como variável.

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S \quad (3)$$

Sendo:

S – Posição final do objeto;
 S_0 – Posição inicial do objeto;
 v – Velocidade final do objeto;
 v_0 – Velocidade inicial do objeto;
 a – Aceleração constante.

Dentre os estudos realizados por Galilei, o lançamento vertical é a base para entender o movimento dos corpos sob influência exclusiva da gravidade, gerando princípios da mecânica clássica pois o movimento é unidimensional e aceleração, de g , constante, ou seja, ajudou a edificar as análises do Movimento uniformemente variado.

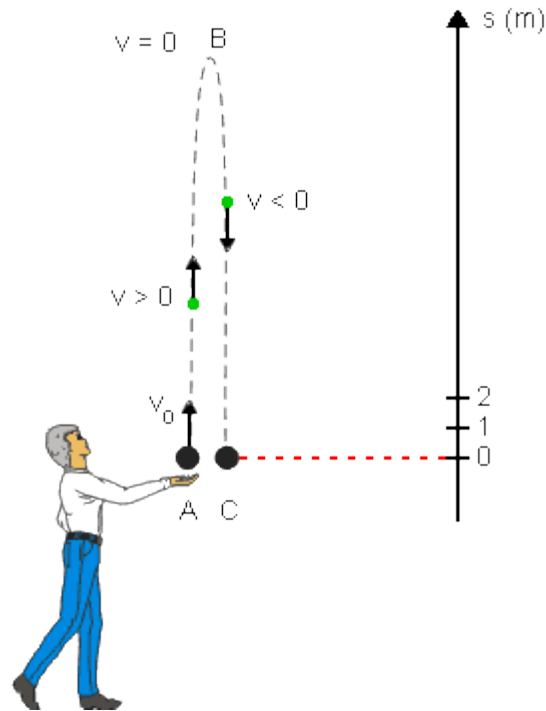


Figura 2 – Etapas do lançamento vertical.

Suas equações podem ser descritas por:

$$v = v_0 - g \cdot t \quad (4)$$

$$H = v_0 \cdot t - \frac{g}{2} \cdot t^2 \quad (5)$$

$$v^2 = v_0^2 - 2 \cdot g \cdot \Delta H \quad (6)$$

Sendo:

H – Componente Vertical (Altura);

v_0 – Velocidade inicial do objeto;

g – Aceleração da gravidade;

t – Tempo decorrido;

É possível observar que o objeto ao atingir uma altura máxima, inverte o seu movimento e realiza a trajetória de descida, chamada de queda livre, a qual também ocorre quando um corpo é solto no ar.

Assim, ao arremessar uma bola para cima, é possível observar as ações do lançamento vertical e, após o ápice, as influências da queda livre, entretanto, mesmo que exista constância na gravidade em ambos os casos, na segunda parte a velocidade inicial é zero.

Portanto, depois de ter sido contextualizado todo o âmbito em que o lançamento vertical está inserido além da análise matemática de seus componentes, fica visível sua importância na mecânica clássica através da análise da constância da aceleração/gravidade e as consequências no movimento dos projéteis as quais ficam visíveis juntamente da aplicação das equações do MUV, assim, compreendendo a trajetória e o comportamento afetado. A fim de solidificar os entendimentos e argumentos, toda a base teórica e formulações matemáticas devem ser aplicadas sob exercícios ou experimentos válidos.

3 – Exemplos de Aplicação

Aplicar a teoria em exercícios é fundamental para consolidar o conhecimento adquirido, identificar lacunas na compreensão e desenvolver habilidades práticas. Através de exemplos práticos e tarefas, os conceitos abstratos são transformados em soluções concretas, facilitando a retenção e a aplicação efetiva do conhecimento em situações reais.

Então, a fim de seguir Freire em: “A teoria sem a prática vira "verbalismo", assim como a prática sem teoria vira ativismo. No entanto, quando se une a prática com a teoria tem-se a práxis, a ação criadora e modificadora da realidade.” Exercícios que abordam a teoria do lançamento vertical foram selecionados e solucionados.

Exemplo 1 – Aplicação Geral do Lançamento Vertical:

Considere que um objeto é atirado verticalmente para cima a partir do solo, com velocidade de 72km/h. Determine:

- a) As funções horárias do movimento;
- b) O tempo de subida;
- c) A altura máxima atingida;
- d) Em $t=3s$, a altura e o sentido do movimento;
- e) O instante e a velocidade quando o móvel atinge o solo.

Solução:

Os parâmetros fornecidos pelo enunciado do problema são:

A velocidade inicial $v_0 = 72\text{km/h}$, a qual pode ser convertida para m/s ao dividir o valor por 3,6, ou seja, $v_0 = 20\text{m/s}$.

Por se tratar de um lançamento vertical, a aceleração atuante é a aceleração da gravidade $g = 9,81\text{m/s}^2$.

a) As funções horárias podem ser definidas pela determinação dos parâmetros de posição, velocidade e aceleração do móvel, considerando a aceleração constante, logo, são elas:

Função horária da velocidade: $v = v_0 - g \cdot t$

Função horária da posição: $H = v_0 \cdot t - \frac{g}{2} \cdot t^2$

Equação de Torricelli: $v^2 = v_0^2 - 2 \cdot g \cdot \Delta H$

b) Sabendo-se que na altura máxima a velocidade é nula, o tempo de subida pode ser determinado através da função horária da velocidade:

$$v = v_0 - g \cdot t_s$$

$$0 = 20 - 9,81 \cdot t_s$$

$$t_s = \frac{20}{9,81}$$

$$t_s = 2,04\text{s}$$

c) A altura máxima atingida pelo objeto pode ser determinada através da aplicação da função horária da posição:

$$H = v_0 \cdot t - \frac{g}{2} \cdot t^2$$

Considerando que o objeto atinge a altura máxima no instante de tempo igual a 2,04s, tem-se que:

$$H_{\text{máx}} = v_0 \cdot t_s - \frac{g}{2} \cdot t_s^2$$

$$H_{\text{máx}} = 20 \cdot 2,04 - \frac{9,81}{2} \cdot 2,04^2$$

$$H_{m\acute{a}x} = 20,38\text{m}$$

O mesmo resultado também pode ser obtido através da aplicação da equação de Torricelli:

$$v^2 = v_0^2 - 2 \cdot g \cdot \Delta H$$

Como citado, no ponto de altura máxima a velocidade é nula, portanto:

$$0^2 = 20^2 - 2 \cdot 9,81 \cdot H_{m\acute{a}x}$$

$$H_{m\acute{a}x} = \frac{400}{19,62}$$

$$H_{m\acute{a}x} = 20,38\text{m}$$

d) A determinação da altura e do sentido do movimento no instante $t = 3\text{s}$ pode ser determinado através da aplicação direta das funções horárias da velocidade e da posição:

$$v = v_0 - g \cdot t$$

$$H = v_0 \cdot t - \frac{g}{2} \cdot t^2$$

Inicialmente calcula-se a velocidade do objeto no instante $t = 3\text{s}$:

$$v = v_0 - g \cdot t$$

$$v = 20 - 9,81 \cdot 3$$

$$v = -9,43\text{m/s}$$

O sinal negativo obtido indica que o objeto já se encontra no movimento de queda livre (descida).

Nesse mesmo instante $t = 3\text{s}$, a altura do objeto será:

$$H = v_0 \cdot t - \frac{g}{2} \cdot t^2$$

$$H = 20 \cdot 3 - \frac{9,81}{2} \cdot 3^2$$

$$H = 15,85\text{m}$$

e) O tempo total (t_{total}) é a soma entre o tempo de subida e de descida, além disso, nesse caso, os tempos são iguais, pois o objeto descreveu o movimento completo, ou seja:

$$t_t = t_s + t_d$$

$$t_t = 2,04 + 2,04$$

$$t_t = 4,08\text{s}$$

Assim, o objeto toca o solo 4,08s após o lançamento.

A velocidade nesse instante pode ser calculada pela função horária da velocidade, portanto, para $t = 4,08s$, tem-se que:

$$v = v_0 - g \cdot t$$

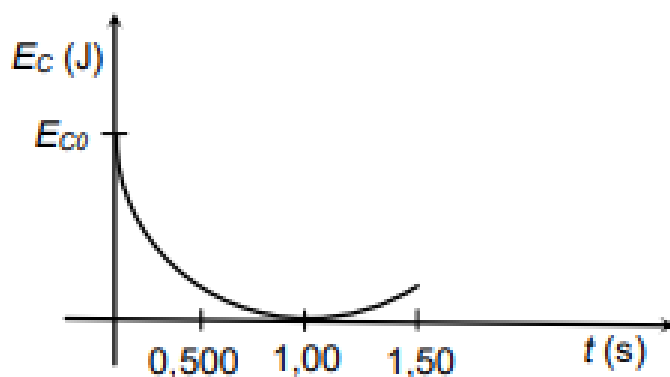
$$v = 20 - 9,81 \cdot 4,08$$

$$v = -20m/s$$

Na análise pode-se perceber que a velocidade de retorno possui o mesmo valor em módulo da velocidade de lançamento.

Exemplo 2 – Aplicação em um Jogo de Voleibol:

Em um jogo de voleibol, um atleta joga a bola verticalmente para cima e espera ela descer para bater um saque. O gráfico apresentado a seguir mostra a energia cinética da bola em função do tempo, a partir do instante em que a bola é lançada para cima até o momento em que o jogador saca. Sabendo que a bola tem massa $m = 220 \text{ g}$, qual é o valor máximo atingido pela energia potencial gravitacional da bola? Considere $g = 10,0 \text{ m/s}^2$, despreze a resistência do ar e tome como referencial, para a energia potencial gravitacional da bola, a altura de onde o atleta lança a bola para o alto.



Solução:

Para a resolução desse problema, se faz necessário o conhecimento fundamental envolvendo energia cinética e energia potencial gravitacional conforme as definições apresentadas a seguir.

A energia cinética é a energia associada ao movimento dos corpos. Do grego o termo "cinética" significa "movimento". Qualquer corpo em movimento é capaz de realizar trabalho, portanto, possui energia, que neste caso é chamada de cinética, determinada da seguinte forma:

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

A energia potencial gravitacional é a grandeza física escalar que está relacionada com a altura de um corpo em relação a uma região com campo gravitacional, determinada da seguinte forma:

$$E_{pg} = m \cdot g \cdot H$$

A unidade da energia, no sistema internacional, é medida em **Joule** (J), em homenagem ao cientista inglês James Prescott Joule (1818-1889).

Em um lançamento vertical sem resistência do ar, a energia total do sistema é obtida através da soma das energias cinética e potencial gravitacional e deve se manter constante durante o movimento, portanto:

$$E_t = E_{pg} + E_c$$

Assim, para que a energia total (E_t) do sistema permaneça constante, pode-se concluir que no ponto de maior energia potencial gravitacional (E_{pg}), ou seja, no ponto mais alto da trajetória da bola, a energia cinética será igual a zero.

Portanto, de acordo com o gráfico apresentado, a energia cinética (E_c) da bola torna-se zero no instante de tempo igual a 1 segundo. Isso ocorre quando a bola alcança sua altura máxima e tem, consequentemente, velocidade igual a zero e maior energia potencial gravitacional.

Dessa forma, é possível determinar a velocidade inicial do lançamento a partir da função horária da velocidade para o lançamento vertical, considerando o instante $t = 1\text{ s}$.

$$v = v_0 - g \cdot t$$

$$0 = v_0 - 9,81 \cdot 1$$

$$v_0 = 9,81\text{m/s}$$

Conhecido o valor da velocidade inicial do lançamento, a altura máxima atingida pela bola é obtida através da aplicação da função horária da posição no lançamento vertical, considerando o instante $t = 1\text{ s}$.

$$H_{m\acute{a}x} = H_0 + v_0 \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2}$$

$$H_{m\acute{a}x} = 0 + 9,81 \cdot 1 - \frac{9,81 \cdot 1^2}{2}$$

$$H_{m\acute{a}x} = 4,905\text{m}$$

A partir da altura máxima calculada, a solução final do problema pode ser realizada com a determinação da energia potencial gravitacional máxima, que ocorre no ponto mais alto da trajetória. Assim, considerando a massa da bola igual a 0,22kg, tem-se que:

$$E_{pg} = m \cdot g \cdot H$$

$$E_{pg} = 0,22 \cdot 9,81 \cdot 4,905$$

$$E_{pg} = 10,586\text{J}$$

4 – Análise dos Resultados dos Exemplos Apresentados

Ademais da teoria e da prática, a análise dos resultados é crucial para o entendimento profundo dos conceitos apresentados/estudados, em vista disso, nessa etapa ocorre a validação dos cálculos, identificação de possíveis erros e compreensão aprofundada do fenômeno, não permitindo que seja um processo robotizado, mas de aprendizado. Como disse Albert Einstein, "A lógica pode levar de um ponto A a um ponto B, mas a imaginação pode levar a qualquer lugar", logo, não entendido o conceito completamente, o chute pode acontecer e chegar a respostas sem embasamento teórico.

Análise dos Resultados Obtidos no Exemplo 1:

Ao verificar a resposta da primeira questão, percebe-se que a aceleração da gravidade atua de forma constante e diminui a velocidade do objeto na subida até que atinja o ponto máximo de altura, ponto no qual sua velocidade é zero. Com isso, percebe-se que $H_{m\acute{a}x}$, que representa o ápice da altura é atingido em 20,38m após um intervalo de tempo de 2,04s, o que corrobora com a simetria do movimento, pois durante a descida em queda livre o tempo de queda é idêntico ao tempo de subida e as velocidades em posições simétricas da trajetória também são idênticas. Logo, os resultados validam as equações do MRUV, assim como reforçam a previsibilidade das leis da mecânica clássica formuladas por Newton.

Análise dos Resultados Obtidos no Exemplo 2:

No segundo exemplo, a análise matemática dos resultados demonstra claramente a relação entre a energia cinética e a energia potencial gravitacional em um lançamento vertical sem resistência do ar, pois quando a bola é jogada para cima, sua E_c diminui até zerar no ponto de altura máxima, onde a energia cinética é convertida completamente em E_{pg} , mantendo dessa forma a energia total do sistema constante durante toda a trajetória. Assim, a partir da aplicação das equações que definem o lançamento vertical, foi possível obter a velocidade inicial do lançamento do lançamento, $v_0 = 9,81\text{m/s}$, e a altura máxima atingida pela bola, $H_{\text{máx}} = 4,905\text{m}$. Com esses parâmetros calculados, realizou-se a aplicação da equação da energia potencial gravitacional obtendo-se $E_{pg} = 11\text{J}$.

Vale lembrar que A energia cinética é a energia que um corpo possui devido ao seu movimento, no contexto do lançamento vertical, observa-se que, à medida que a bola sobe, sua velocidade diminui e, consequentemente, sua energia cinética é convertida em energia potencial gravitacional. Essa troca entre formas de energia é essencial em várias áreas, como na engenharia, para calcular a energia necessária para mover objetos, e na física, para entender a dinâmica dos corpos em movimento. Ademais, a compreensão dessas relações é fundamental para aplicações práticas no design de veículos a fim de calcular a energia necessária para frenagem e aceleração ou em esportes para otimizar a performance dos atletas.

5 – Conclusões

A análise do lançamento vertical, juntamente com a aplicação das leis do movimento uniformemente variado e os conceitos de energia cinética e potencial demonstrou a profunda interligação entre teoria e prática na física. Ao compreender e aplicar essas relações, conseguimos prever e explicar o comportamento dos objetos sob a influência da gravidade de maneira precisa e eficiente. Assim, a prática, aliada à análise crítica dos resultados, não só reforça o conhecimento adquirido, mas também capacita a utilização dessas informações em contextos reais, evidenciando a relevância da física em nosso cotidiano e nas diversas áreas do conhecimento humano.

Ainda mais, após análise prática em uma partida de voleibol avaliada no exemplo 2, ficou claro que a compreensão do lançamento vertical e das energias cinética e potencial são cruciais para otimizar o desempenho dos atletas. Ao executar saltos para bloquear ou atacar os jogadores utilizam a energia cinética gerada pelo impulso das pernas, que é convertida em energia potencial na altura máxima do salto. Logo, saber calcular essas energias permite aos treinadores aprimorar as técnicas de salto e aterrissagem, reduzindo o risco de lesões e aumentando a eficácia nos jogos. Portanto, a análise precisa dessas dinâmicas garante que os atletas possam alcançar alturas ideais e maximizar seu tempo de suspensão no ar, proporcionando vantagens táticas importantes durante as partidas.

6 – Considerações Finais

Portanto, o artigo apresentou os conceitos que entrelaçam o lançamento vertical e atribuindo sentido através de exercícios aplicáveis a realidade como a percepção de energia cinética nos jogos de vôlei. Ademais, foi contextualizada a descoberta do Movimento Uniformemente Variado exposto por Galileu Galilei pelos seus experimentos os quais foram contribuídos pelos estudos de Isaac Newton, oferecendo sentido à frase “Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes”.

7 – Referências

Lançamento oblíquo - Manual do Enem. Disponível em:
<<https://querobolsa.com.br/enem/fisica/lancamento-obliquo>>.

ELIAS, K. Lançamento horizontal: conceito, fórmulas e questões. Disponível em:
<<https://vestibulares.estrategia.com/portal/materias/fisica/lancamento-horizontal/>>.

Lançamento vertical: o que é, fórmulas e exercícios. Disponível em:
<<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/lancamento-vertical.htm>>.

Queda livre e lançamento vertical. Disponível em:
<<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/movimento-queda-livre-lancamento-vertical.htm>>.

Experiência de Galileu. Disponível em:
<http://penta3.ufrgs.br/fisica/QuedaCorpos/experincia_de_galileu.html>.

O movimento de queda livre. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/o-movimento-queda-livre.htm>>.

Movimento Uniformemente Variado. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/movimento-uniformemente-variado/>>.

Moderna Plus Física - Volume 1 - Moderna Plus | Editora Moderna. Disponível em:
<<https://www.moderna.com.br/didaticos/livro/moderna-plus-fisica-volume-1-1>>. Acesso em: 25 set. 2024.

História e Características Técnicas da Aeronave Vickers Vimy Commercial

Luiz Eduardo Miranda José Rodrigues
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
luizeduardo@ifsp.edu.br

Resumo

Este artigo apresenta de forma resumida uma breve história sobre o Vickers Vimy Commercial, mostrando transição da Vickers da aviação militar para civil e a capacidade de adaptação da empresa, este icônico avião se destacou através da inovação e da capacidade de resposta às necessidades do mercado emergente de aviação comercial.

Palavras-chave

História da Aviação, Fabricantes de Aviões, Vickers Vimy Commercial.

1 – Introdução

A Primeira Guerra Mundial havia terminado, e muitas empresas que haviam focado na produção de aeronaves militares começaram a buscar novas oportunidades nos mercados civis. A Vickers, uma das principais fabricantes de aeronaves do Reino Unido, não foi exceção.

Aproveitando o sucesso do bombardeiro Vickers Vimy, a empresa decidiu adaptá-lo para o transporte de passageiros, dando origem ao Vickers Vimy Commercial.

O Vimy Commercial representou uma abordagem inovadora para a época, refletindo o espírito pioneiro que permeava a indústria da aviação. A conversão de um bombardeiro em um avião de passageiros não foi uma tarefa simples. Foi necessário modificar a estrutura da aeronave para acomodar passageiros e carga, mantendo ao mesmo tempo a robustez e a confiabilidade do design original.

O resultado foi uma aeronave que podia transportar até oito passageiros com um nível de conforto que, embora rudimentar pelos padrões modernos, era revolucionário para o período.

O impacto do Vimy Commercial foi profundo, pois ele abriu caminho para a exploração comercial da aviação. Voando rotineiramente entre Londres e Paris, o Vimy demonstrou a viabilidade do transporte aéreo regular, encurtando significativamente o tempo de viagem em comparação com os métodos tradicionais de transporte terrestre e marítimo. Além de encurtar distâncias, o Vimy Commercial também simbolizou a promessa de um futuro onde o transporte aéreo seria acessível e confiável.

A transição da Vickers para a aviação civil, exemplificada pelo Vimy Commercial, não apenas mostrou a capacidade de adaptação da empresa, mas também influenciou outras fabricantes a seguirem

um caminho semelhante. Este avião estabeleceu um precedente, destacando a importância da inovação e da capacidade de resposta às necessidades do mercado emergente de aviação comercial.

2 – História

O Vickers Vimy Commercial surgiu em um momento de grande transformação na história da aviação. Após a Primeira Guerra Mundial, a Vickers, conhecida por seus bombardeiros militares, buscava uma nova direção no mercado emergente da aviação civil. Aproveitando a estrutura robusta e comprovada do bombardeiro Vickers Vimy, a empresa decidiu adaptá-lo para o transporte de passageiros e cargas, resultando no Vimy Commercial.

Lançado em 1919, o Vimy Commercial representou uma das primeiras tentativas significativas de converter uma aeronave militar para uso civil. A adaptação envolveu a modificação do compartimento de bombas para criar uma cabine de passageiros, que podia acomodar até oito pessoas.

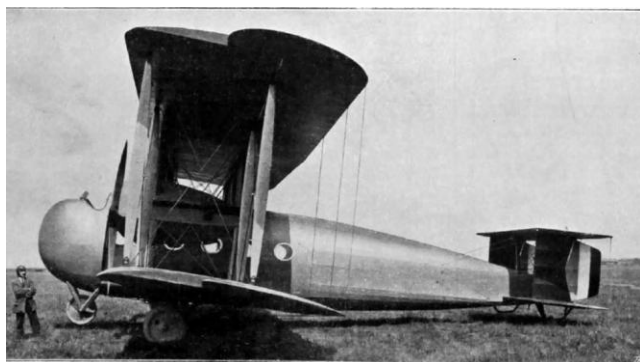


Figura 1 - Vickers Vimy Commercial.

Essas modificações permitiram que a aeronave transportasse passageiros com um conforto que, embora básico, era avançado para a época. Além disso, a aeronave manteve a sua estrutura robusta, o que a tornava confiável e segura para voos comerciais.

O Vimy Commercial não apenas foi uma prova de conceito bem-sucedida, mas também desempenhou um papel crucial na demonstração das possibilidades da aviação comercial. Realizando voos entre Londres e Paris, a aeronave encurtou significativamente o tempo de viagem em comparação com os métodos tradicionais, como trens e navios. Esse serviço regular não só mostrou a viabilidade do transporte aéreo de passageiros, mas também começou a moldar a percepção pública sobre a aviação como um meio de transporte prático e eficiente.

Além dos voos comerciais, o Vimy Commercial também se aventurou em empreendimentos de carga e em missões de longa distância. Notavelmente, uma versão modificada da aeronave realizou a primeira travessia aérea entre o Reino Unido e a Austrália, demonstrando a capacidade de voos de longa

distância e a durabilidade da aeronave. Essas façanhas estabeleceram o Vimy Commercial como uma aeronave versátil e confiável, apta a operar em uma variedade de cenários e condições.

A produção do Vimy Commercial foi limitada, mas seu impacto foi duradouro, ele pavimentou o caminho para o desenvolvimento de futuras aeronaves de passageiros, influenciando designs e práticas na indústria da aviação civil. O Vickers Vimy Commercial é lembrado não apenas como uma inovação técnica, mas como um marco na transição da aviação militar para civil, evidenciando o potencial do transporte aéreo comercial e abrindo novas possibilidades para a conectividade global.

3 – Desenvolvimento

O desenvolvimento do Vickers Vimy Commercial foi uma jornada marcante que destacou a adaptação de tecnologia militar para fins civis em um período de grande mudança global. A Vickers, com sua experiência acumulada na produção de aeronaves militares durante a Primeira Guerra Mundial, estava bem posicionada para explorar novas oportunidades na aviação civil. A decisão de converter o bombardeiro Vickers Vimy em uma aeronave comercial foi impulsionada tanto pela necessidade de reutilizar recursos existentes quanto pelo desejo de inovar no crescente mercado de transporte aéreo.

O ponto de partida foi a estrutura robusta do Vickers Vimy, uma aeronave que havia demonstrado sua eficácia e confiabilidade em operações militares.



Figura 2 - Vickers Vimy.

A transformação em um avião de passageiros envolveu uma série de modificações técnicas significativas. Os compartimentos de bombas foram removidos e substituídos por uma cabine capaz de acomodar passageiros. Esta cabine, embora simples, foi equipada para proporcionar um nível de conforto e segurança inédito para a época. O espaço interno foi projetado para maximizar o conforto dos passageiros, incorporando assentos acolchoados e janelas para vista externa, um luxo raro nos primeiros dias da aviação comercial.

Além das modificações internas, a aeronave manteve muitos dos seus atributos originais que garantiam sua robustez e durabilidade. Os motores Rolls-Royce Eagle, que haviam provado sua eficiência em combate, continuaram a ser usados, proporcionando ao Vimy Commercial a confiabilidade necessária para operações regulares. A estrutura biplana, com suas asas duplas, fornecia estabilidade e segurança, permitindo que a aeronave operasse de maneira eficaz mesmo em condições meteorológicas adversas.

O desenvolvimento do Vimy Commercial também envolveu testes extensivos para assegurar que as modificações não comprometessem a integridade estrutural da aeronave. Testes de voo rigorosos foram conduzidos para avaliar o desempenho da aeronave em diferentes condições e cenários de carga. Esses testes foram cruciais para identificar e corrigir quaisquer falhas potenciais, garantindo que o avião estivesse pronto para operações comerciais seguras e eficientes.

A adaptação do Vickers Vimy para fins comerciais foi mais do que um exercício técnico; foi uma declaração de visão para o futuro da aviação. A Vickers demonstrou que era possível transformar uma máquina de guerra em uma ferramenta de paz e progresso, capaz de conectar pessoas e lugares de maneiras antes inimagináveis. O sucesso do Vimy Commercial pavimentou o caminho para futuros desenvolvimentos na aviação civil, influenciando o design de aeronaves e estabelecendo padrões para a segurança e o conforto dos passageiros.

4 – Produção e Primeiros Testes

A produção do Vickers Vimy Commercial marcou um capítulo crucial na história da aviação, refletindo a capacidade de inovação e adaptação da Vickers em um período pós-guerra.

Aproveitando a robusta estrutura do bombardeiro Vickers Vimy, a Vickers iniciou a produção do modelo comercial com uma visão clara de transformar a aviação militar em uma ferramenta prática para o transporte civil. A adaptação envolveu uma série de modificações técnicas meticulosas, onde os compartimentos de bombas foram substituídos por uma cabine de passageiros, projetada para acomodar até oito pessoas com um nível de conforto sem precedentes para a época.

A produção do Vimy Commercial exigiu um replanejamento das linhas de montagem, incorporando tanto técnicas tradicionais quanto inovações para adaptar a estrutura militar às necessidades civis.

Os engenheiros da Vickers trabalharam diligentemente para manter a integridade estrutural da aeronave enquanto faziam as necessárias adaptações para o transporte de passageiros.

Elementos como assentos acolchoados, janelas e compartimentos de bagagem foram incorporados, transformando a fuselagem espartana do bombardeiro em um ambiente mais acolhedor e funcional para os passageiros civis.

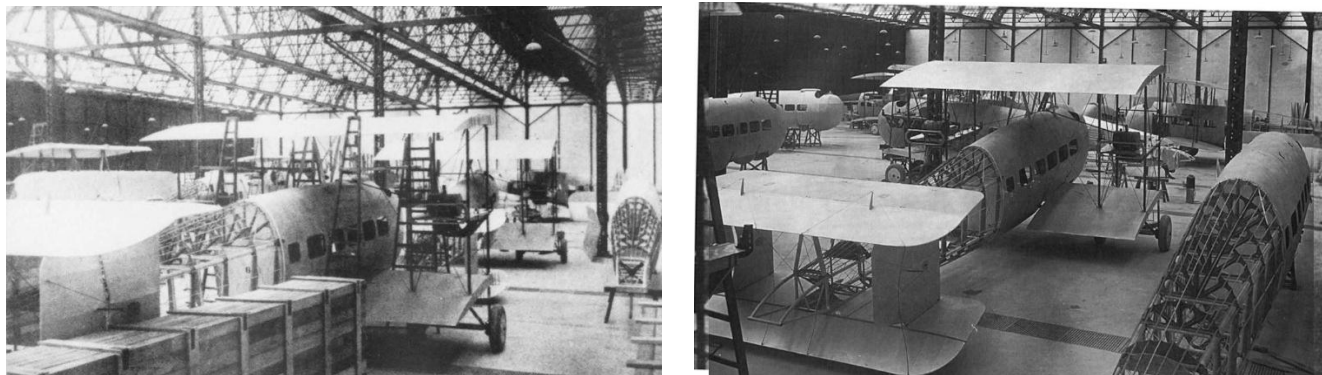


Figura 3 - Produção do Vickers Vimy Commercial.

Os primeiros testes do Vimy Commercial foram conduzidos com rigor e atenção aos detalhes. Testes de voo iniciais focaram em avaliar a estabilidade e o desempenho da aeronave após as modificações. A equipe de testes da Vickers, composta por pilotos experientes e engenheiros, realizou uma série de voos para verificar a segurança e a eficiência do design revisado. Eles testaram a aeronave em diferentes condições de carga e em diversas altitudes para garantir que ela pudesse operar com segurança e eficácia em um ambiente comercial.

Durante esses testes, foi fundamental assegurar que a aeronave mantivesse sua confiabilidade e robustez, características herdadas do seu design militar. Os motores Rolls-Royce Eagle, que impulsionavam o Vimy, foram submetidos a avaliações de desempenho para garantir que pudessem suportar as demandas do transporte comercial. A estabilidade da aeronave, proporcionada por sua estrutura biplana, foi cuidadosamente monitorada durante os testes de voo, confirmando que o Vimy Commercial podia operar de maneira segura e eficiente, mesmo em condições meteorológicas adversas.

Os resultados dos primeiros testes foram promissores, demonstrando que a aeronave não apenas mantinha sua robustez original, mas também atendia aos novos requisitos de conforto e funcionalidade para o transporte de passageiros.

Esses testes pavimentaram o caminho para a introdução do Vimy Commercial no mercado, estabelecendo um novo padrão para a aviação civil. A aeronave foi prontamente aceita por operadores comerciais, que reconheceram seu potencial para transformar o transporte aéreo, oferecendo uma alternativa rápida e eficiente aos métodos tradicionais de viagem terrestre e marítima.

A produção e os primeiros testes do Vickers Vimy Commercial foram, portanto, não apenas um exercício de engenharia, mas também um testemunho da visão de futuro da Vickers. Eles demonstraram

que a empresa estava pronta para liderar a transformação da aviação, aproveitando sua expertise militar para criar soluções inovadoras para o mercado civil. Essa fase inicial de produção e testes consolidou a reputação do Vimy Commercial como uma aeronave pioneira, abrindo caminho para o desenvolvimento de futuras gerações de aviões de passageiros e estabelecendo a base para a moderna indústria da aviação civil.

5 – Características do Projeto Conceitual

O projeto conceitual do Vickers Vimy Commercial foi definido por uma série de características marcantes que refletiram a transição da aviação militar para a civil. Uma das principais características foi a adaptação da estrutura robusta e confiável do bombardeiro Vickers Vimy para um novo propósito.

A estrutura biplana, com suas asas duplas, foi mantida para garantir a estabilidade e a segurança da aeronave. Esta configuração era bem conhecida por sua capacidade de proporcionar um voo estável e manobrável, características essenciais para a operação comercial regular.

Outra característica fundamental foi a modificação dos compartimentos internos. No bombardeiro original, os compartimentos eram destinados a armazenar bombas e outros equipamentos militares. No Vimy Commercial, esses espaços foram transformados em uma cabine de passageiros. Esta cabine foi projetada para maximizar o conforto e a funcionalidade, incorporando assentos acolchoados, janelas para visualização externa e compartimentos de bagagem.

Embora rudimentares pelos padrões modernos, essas modificações representaram um avanço significativo na época, proporcionando aos passageiros um ambiente mais confortável e seguro para viagens aéreas.

Os motores Rolls-Royce Eagle foram uma escolha deliberada no projeto conceitual do Vimy Commercial. Estes motores, que haviam demonstrado sua eficiência e confiabilidade em operações militares, foram mantidos para assegurar que a aeronave tivesse a potência necessária para voos comerciais. A confiabilidade dos motores era crucial para garantir a segurança dos passageiros e a regularidade dos voos, duas prioridades fundamentais no desenvolvimento da aviação comercial.

A capacidade de adaptação a diferentes condições de voo e a versatilidade operacional foram outras características marcantes do projeto conceitual. A estrutura robusta e a configuração biplana permitiram que o Vimy Commercial operasse de forma eficaz em diversas condições meteorológicas, um fator importante para garantir a viabilidade das operações comerciais regulares. Além disso, a aeronave foi projetada para ser versátil o suficiente para transportar tanto passageiros quanto carga, ampliando suas possibilidades de uso e atraindo um mercado mais amplo.

A segurança foi um aspecto central na definição do projeto conceitual. A Vickers se esforçou para garantir que as modificações não comprometessem a integridade estrutural da aeronave.

Testes rigorosos foram realizados para avaliar a estabilidade, a resistência e a capacidade de carga da aeronave. Esses testes foram cruciais para identificar e corrigir quaisquer potenciais falhas, garantindo que o Vimy Commercial atendesse aos mais altos padrões de segurança da época. O projeto conceitual do Vickers Vimy Commercial foi, portanto, uma síntese de robustez militar e inovação civil.

Ele refletiu a capacidade da Vickers de adaptar tecnologias existentes para novos propósitos, combinando segurança, conforto e versatilidade em uma aeronave que estabeleceu novos padrões para a aviação comercial. Ao integrar essas características marcantes, o Vimy Commercial não apenas atendeu às demandas imediatas do mercado, mas também pavimentou o caminho para futuras inovações na indústria da aviação civil.

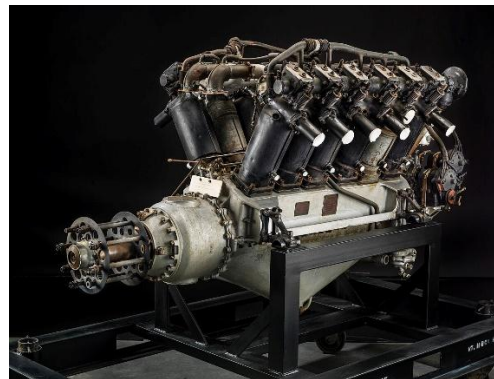


Figura 4 - Motor Rolls-Royce Eagle.

6 – Histórico Operacional

O Vickers Vimy Commercial, lançado logo após a Primeira Guerra Mundial, representou uma das primeiras incursões da Vickers na aviação civil. Este modelo foi uma adaptação do bem-sucedido bombardeiro Vickers Vimy, que havia desempenhado um papel crucial durante o conflito. A conversão de um bombardeiro militar em uma aeronave de passageiros foi um passo inovador, refletindo o espírito empreendedor da época e a necessidade de reutilizar recursos militares para fins pacíficos.

O histórico operacional do Vimy Commercial começou em 1919, quando a aeronave foi introduzida no mercado com grande expectativa. Seu design robusto e a confiabilidade dos motores Rolls-Royce Eagle tornaram-no uma escolha atraente para operadores comerciais.

Uma das primeiras e mais notáveis aplicações do Vimy Commercial foi em voos regulares entre Londres e Paris. Esta rota, uma das mais movimentadas da época, demonstrou a viabilidade do transporte

aéreo de passageiros e reduziu significativamente o tempo de viagem em comparação com os métodos tradicionais.

Além dos voos de curta distância, o Vimy Commercial também participou de empreendimentos mais ambiciosos. Uma das realizações mais notáveis foi a primeira travessia aérea entre o Reino Unido e a Austrália. Em 1919, uma versão modificada do Vimy, pilotada por Ross e Keith Smith, completou esta jornada épica, que durou 28 dias e cobriu uma distância de mais de 11.000 milhas. Este feito não apenas comprovou a durabilidade e a capacidade de longo alcance da aeronave, mas também destacou o potencial da aviação para conectar continentes e encurtar distâncias globais.



Figura 5 - Ross e Keith Smith, travessia aérea entre o Reino Unido e a Austrália.

Durante seu período operacional, o Vimy Commercial foi utilizado por várias companhias aéreas e operadores independentes. Suas operações não se limitaram apenas ao transporte de passageiros, mas também incluíram o transporte de carga, o que ampliou sua versatilidade e atratividade no mercado.

A estrutura robusta do Vimy permitiu que ele operasse em uma variedade de condições climáticas e em pistas improvisadas, algo que era crucial durante os primeiros anos da aviação comercial.

A confiabilidade do Vimy Commercial também foi um fator chave para seu sucesso. Os motores Rolls-Royce Eagle, conhecidos por sua durabilidade, proporcionaram uma operação relativamente livre de problemas, o que era um diferencial significativo em uma época em que falhas mecânicas eram comuns. A facilidade de manutenção e a simplicidade do design contribuíram para que a aeronave pudesse ser mantida em serviço com interrupções mínimas, assegurando uma alta taxa de disponibilidade operacional.

No entanto, o Vimy Commercial teve uma produção limitada e seu tempo de serviço foi relativamente curto, à medida que novos e mais avançados modelos de aeronaves comerciais começaram a surgir. Apesar disso, seu impacto na aviação comercial foi profundo.

Ele ajudou a estabelecer a viabilidade econômica e operacional do transporte aéreo de passageiros, pavimentando o caminho para futuros desenvolvimentos na indústria.

Em retrospecto, o histórico operacional do Vickers Vimy Commercial é uma testemunha da transição da aviação militar para a civil e da capacidade da Vickers de inovar e adaptar-se às novas demandas do pós-guerra.

As principais companhias aéreas que utilizaram o Vickers Vimy Commercial desempenharam um papel fundamental na consolidação da aviação comercial no período pós-Primeira Guerra Mundial.

Instone Air Line: Uma das primeiras e mais notáveis operadoras a adotar o Vimy Commercial foi a Instone Air Line. Esta empresa britânica viu no Vimy uma oportunidade de explorar o mercado emergente de transporte aéreo de passageiros e carga. A Instone Air Line usou o Vimy Commercial para estabelecer voos regulares entre Londres e Paris, uma das rotas mais movimentadas e estratégicas da época. A conexão entre estas duas capitais europeias reduziu significativamente o tempo de viagem e demonstrou a viabilidade do transporte aéreo em uma escala comercial.

Handley Page Transport: Outra importante companhia aérea que operou o Vimy Commercial foi a Handley Page Transport. Esta empresa, também britânica, utilizou o Vimy para voos comerciais, contribuindo para a expansão das rotas aéreas na Europa. A Handley Page Transport operava voos entre Londres e Bruxelas, outra rota crucial que conectava importantes centros urbanos e comerciais. Esses voos não apenas facilitaram o deslocamento de passageiros, mas também o transporte de correspondências e cargas, ampliando o alcance e a funcionalidade da aviação comercial.

Daimler Airway: A Daimler Airway, predecessora da Imperial Airways, foi outra companhia aérea que utilizou o Vimy Commercial. A Daimler Airway operou voos entre Londres e Amsterdã, mais uma rota vital que fortaleceu a rede de transporte aéreo na Europa. A operação dessas rotas foi um passo significativo na criação de uma malha aérea eficiente, interligando principais cidades e impulsionando o desenvolvimento econômico e social das regiões conectadas.



Figura 6 - Vickers Vimy, Instone Air Line.

Embora o Vimy Commercial tenha tido uma produção limitada, seu impacto na aviação comercial foi significativo. As principais companhias aéreas que o operaram ajudaram a estabelecer padrões para o transporte aéreo de passageiros e carga, demonstrando a viabilidade e a eficiência deste meio de transporte. As rotas operadas pelo Vimy conectaram importantes centros urbanos, facilitaram o comércio e impulsionaram a comunicação entre países, contribuindo para a globalização e a integração econômica e social das regiões atendidas.

O Vickers Vimy Commercial foi um pioneiro na aviação comercial, utilizado por companhias aéreas visionárias que exploraram e estabeleceram rotas fundamentais na Europa e além. Essas operações não apenas provaram a viabilidade do transporte aéreo comercial, mas também pavimentaram o caminho para futuros desenvolvimentos na indústria, estabelecendo um legado duradouro de inovação e progresso na aviação.

7 – Variantes da Aeronave

O Vickers Vimy Commercial, apesar de sua produção relativamente limitada, deu origem a algumas variantes que refletiam diferentes necessidades e usos específicos.

Vickers Vimy Commercial: A primeira variante significativa foi a versão inicial do Vimy Commercial, que manteve muitas das características do bombardeiro militar original, mas foi adaptada para o transporte de passageiros e carga. Esta variante básica foi equipada com uma cabine de passageiros simples, capaz de acomodar até oito pessoas, e foi utilizada principalmente em rotas curtas e médias, conectando cidades importantes e facilitando o transporte aéreo nas primeiras décadas do século XX.

Vickers Vimy Ambulance: Outra importante variante foi o Vickers Vimy Ambulance, uma adaptação do Vimy Commercial para uso em missões de resgate e transporte médico. Esta versão foi equipada para transportar pacientes feridos ou doentes, proporcionando um meio rápido e eficiente de evacuação e transporte médico, especialmente em áreas remotas ou em cenários de emergência. O Vimy Ambulance foi um precursor importante das modernas aeronaves de evacuação médica, demonstrando a aplicabilidade da aviação em serviços essenciais além do transporte regular de passageiros.

Vickers Vimy Carga: O Vimy Commercial também teve variantes adaptadas para o transporte de carga. Estas versões foram configuradas para maximizar a capacidade de carga, removendo assentos de passageiros e modificando o espaço interno para acomodar maiores volumes de mercadorias. Estas variantes de carga eram especialmente valiosas para o transporte de correio, mercadorias e suprimentos em regiões onde outros meios de transporte eram lentos ou inacessíveis. A capacidade do Vimy Commercial de operar em pistas improvisadas e áreas remotas aumentou sua utilidade como aeronave de carga.

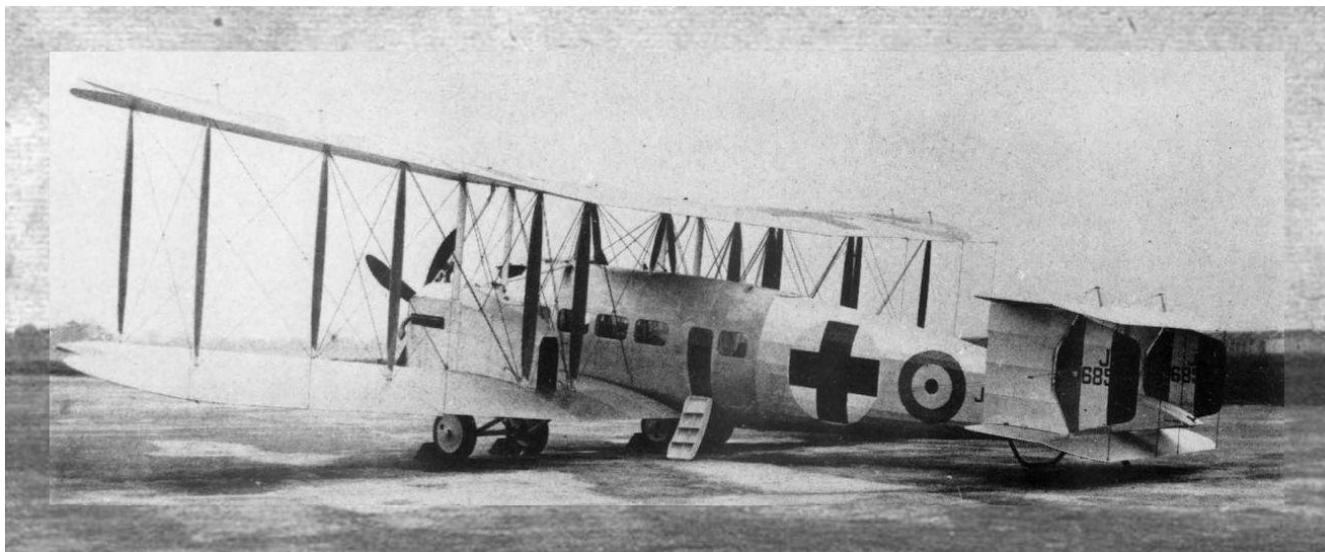


Figura 7 - Vickers Vimy Ambulance.

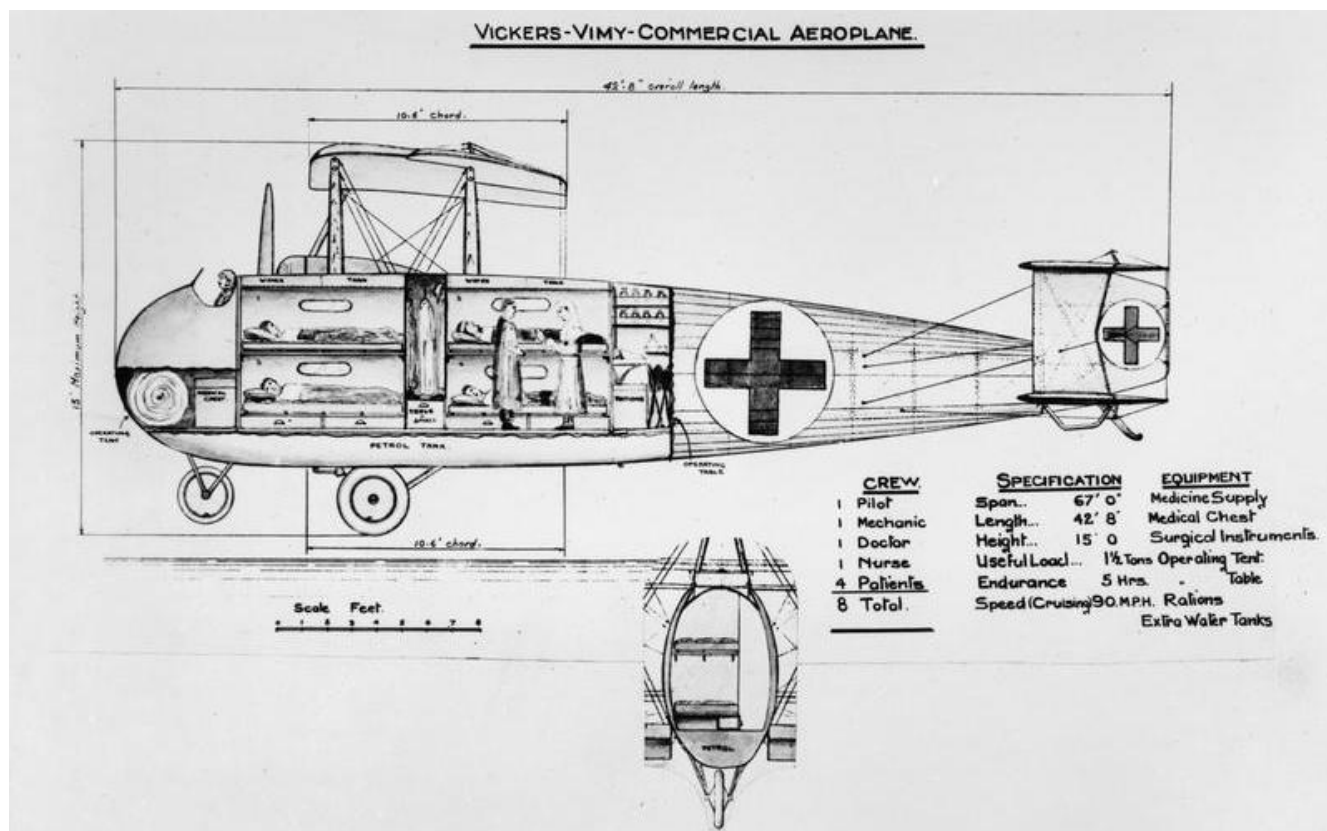


Figura 8 - Vickers Vimy Ambulance.

Além dessas variantes específicas, houve outras modificações menores e adaptações feitas por operadores individuais para atender às necessidades específicas de suas operações. Estas adaptações poderiam incluir mudanças na configuração interna, melhorias na instrumentação e ajustes nos motores para otimizar o desempenho em diferentes condições operacionais. Cada uma dessas variantes e

modificações refletia a flexibilidade e a capacidade de adaptação do Vimy Commercial, solidificando seu lugar na história como uma aeronave versátil e inovadora.

O Vickers Vimy Commercial gerou várias variantes que atenderam a uma ampla gama de necessidades, desde o transporte de passageiros e carga até missões de resgate e voos de longa distância. Cada variante demonstrou a adaptabilidade e a robustez da aeronave, destacando sua contribuição significativa para a aviação comercial e operacional no início do século XX. Essas variantes não só ampliaram o legado do Vimy Commercial, mas também estabeleceram fundamentos importantes para o desenvolvimento de futuras aeronaves multifuncionais.

8 – Características do Cockpit

O cockpit do Vickers Vimy Commercial refletia a tecnologia e o design da época, sendo uma adaptação direta do bombardeiro Vickers Vimy para fins comerciais. Mantendo a estrutura básica do cockpit militar, o design era simples e funcional, com foco na robustez e na facilidade de operação. O cockpit era aberto, exposto aos elementos, o que era comum nas aeronaves daquela era. Esta configuração permitia aos pilotos uma visão clara e desobstruída, essencial para navegação e manobras em uma época em que a aviação ainda estava em seus estágios iniciais de desenvolvimento.

Os instrumentos no cockpit do Vimy Commercial eram básicos, consistindo principalmente de medidores analógicos que forneciam informações essenciais sobre a velocidade, altitude, e a condição dos motores. O painel de instrumentos incluía um velocímetro, altímetro, bússola e um tacômetro para monitorar a rotação dos motores. Estes instrumentos eram cruciais para a navegação e o controle da aeronave, especialmente durante voos de longa distância e em condições meteorológicas adversas. A simplicidade do painel refletia a tecnologia da época, antes da introdução de sistemas mais avançados de navegação e controle.

O layout do cockpit era funcional, com os controles principais ao alcance fácil dos pilotos. Os controles de voo consistiam em uma coluna de controle central e pedais de leme, que permitiam aos pilotos comandar a aeronave de maneira intuitiva. A resposta dos controles era direta e robusta, refletindo o design militar original do Vimy. Além disso, os controles dos motores, localizados ao lado do piloto, permitiam ajustes precisos da potência, um aspecto crucial para a operação segura e eficiente da aeronave.

A comunicação entre os pilotos e o pessoal de terra era limitada, devido à ausência de sistemas de rádio avançados. A comunicação durante o voo era realizada por meio de sinais visuais ou bandeiras, um método rudimentar que exigia habilidade e coordenação.

O cockpit do Vimy Commercial também incluía assentos simples e sem acolchoamento, refletindo a transição da aeronave de um uso militar para um uso comercial. O conforto dos pilotos não era uma prioridade no design, já que a robustez e a funcionalidade eram considerados mais importantes. O espaço era limitado, mas organizado de maneira a permitir o máximo de eficiência operacional.

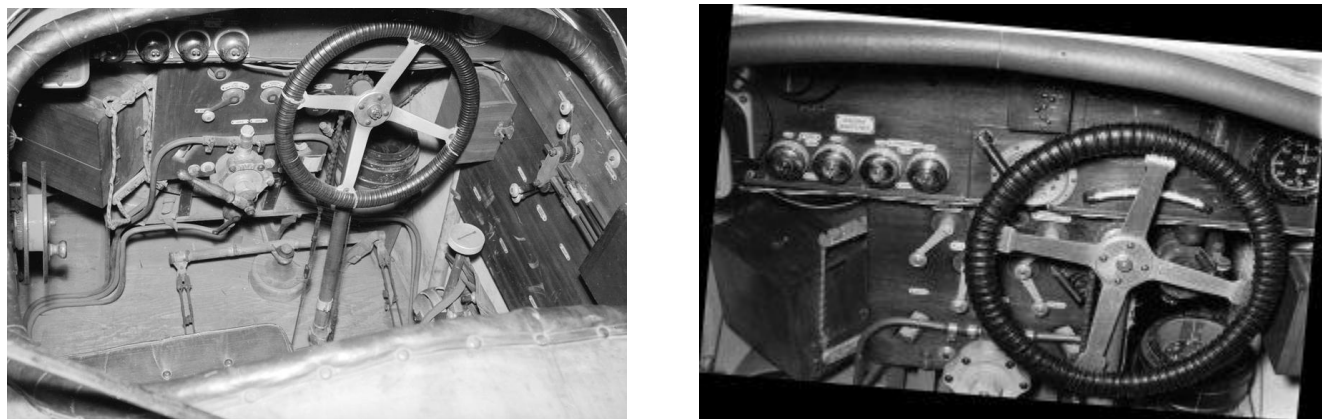


Figura 9 - Vickers Vimy Commercial, Cockpit.

Apesar de suas limitações, o cockpit do Vickers Vimy Commercial foi um marco na aviação comercial. Ele exemplificava a adaptação de uma aeronave militar para uso civil, mantendo as características de robustez e funcionalidade necessárias para as operações comerciais da época. A simplicidade e a durabilidade do design garantiram que o Vimy Commercial pudesse operar de maneira confiável, mesmo nas condições desafiadoras dos primeiros dias da aviação comercial.

9 – Características Geométricas e Operacionais da Aeronave

O Vickers Vimy Commercial, uma adaptação do bombardeiro Vickers Vimy, foi projetado com características geométricas e operacionais que o tornaram adequado para o nascente mercado de aviação comercial.

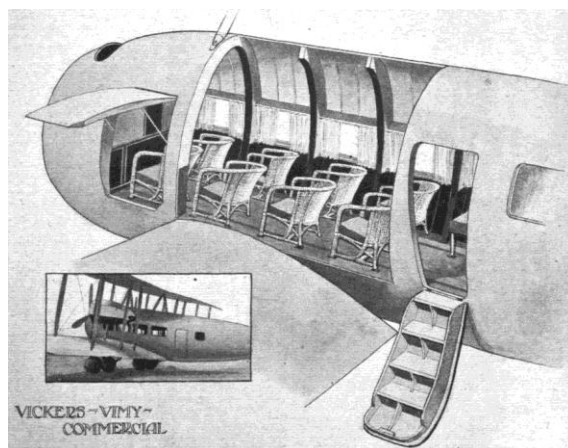


Figura 10 - Vickers Vimy Commercial, Arranjo Interno.

Características Geométricas:

Configuração das Asas: A aeronave mantinha a configuração biplana do seu antecessor militar, com duas asas sobrepostas que proporcionavam uma sustentação extra e uma maior estabilidade em voo. As asas eram de envergadura significativa, medindo cerca de 20,7 metros, e eram suportadas por uma estrutura de cabos e montantes que asseguravam a rigidez necessária. Esta configuração biplana era característica da época, oferecendo um equilíbrio entre sustentação e controle, crucial para as operações em pistas rudimentares e condições variadas.

Fuselagem: A fuselagem do Vimy Commercial era construída em madeira e revestida com tecido, uma prática comum no início da aviação. A estrutura da fuselagem era robusta, projetada para suportar as tensões de voos longos e o transporte de cargas pesadas.

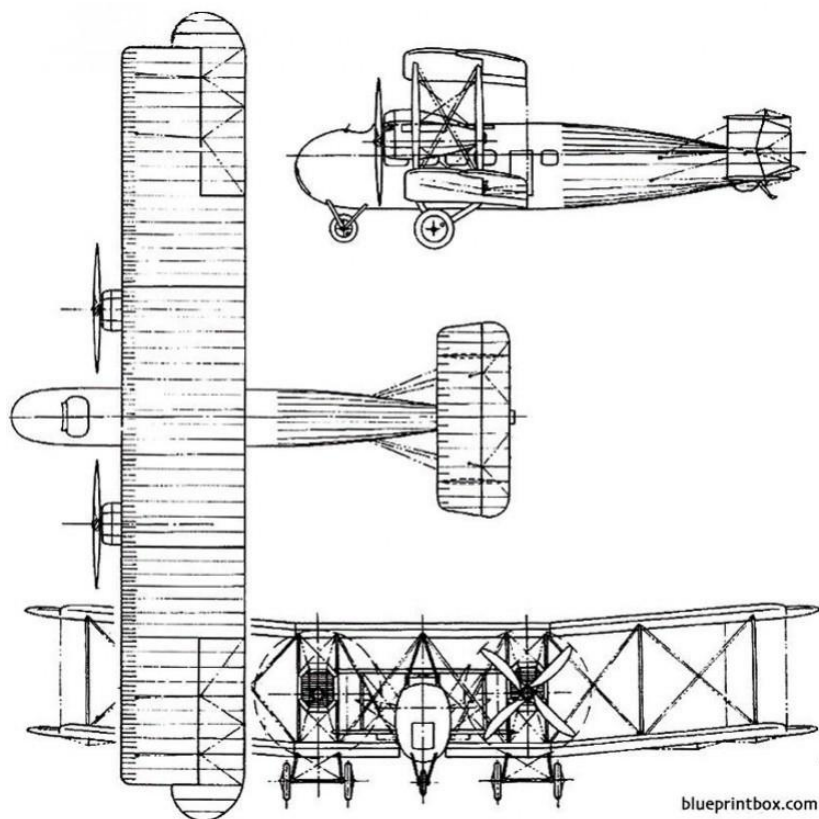


Figura 11 - Vickers Vimy Commercial, Três Vistas.

Características Operacionais:

Capacidade de Passageiros: A cabine dos passageiros, que substituiu o compartimento de bombas do modelo militar, era relativamente espaçosa para a época, capaz de acomodar até oito passageiros. As janelas proporcionavam vistas panorâmicas, e o interior, embora espartano, oferecia um nível básico de conforto para os passageiros.

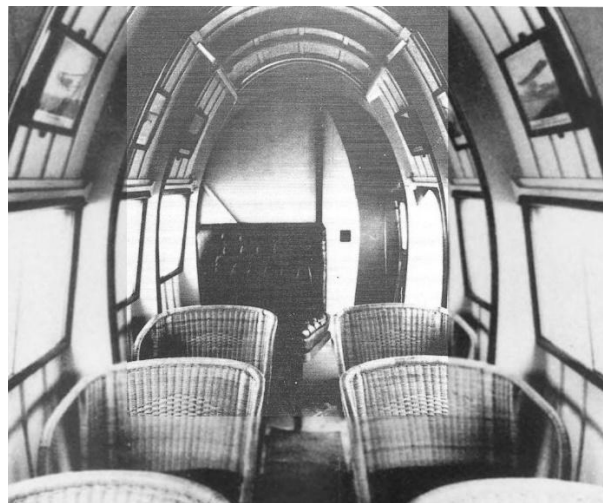
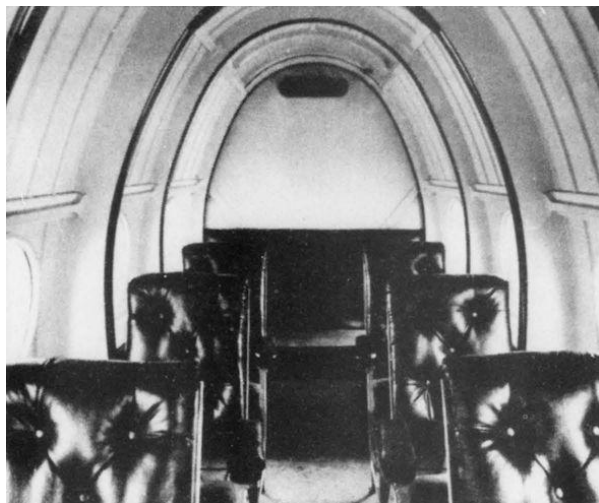


Figura 12 - Vickers Vimy Commercial, Disposição Interna.

Sistema Propulsivo e Velocidade Máxima: Equipado com dois motores Rolls-Royce Eagle, cada um com uma potência de cerca de 360 cavalos, o Vimy Commercial possuía uma capacidade operacional confiável. Esses motores eram conhecidos por sua durabilidade e eficiência, permitindo que a aeronave alcançasse uma velocidade máxima de aproximadamente 160 km/h.

Alcance: O alcance de voo era um aspecto crucial, com o Vimy capaz de cobrir distâncias de até 1.600 quilômetros, dependendo da carga e das condições meteorológicas. Essa capacidade de longo alcance era um diferencial significativo, permitindo a realização de voos intercontinentais pioneiros, como a travessia do Atlântico e a viagem entre o Reino Unido e a Austrália.

Trem de Pouso: O trem de pouso do Vimy Commercial era fixo, composto por rodas robustas que podiam suportar o peso da aeronave e as irregularidades das pistas não pavimentadas da época. Esta simplicidade estrutural do trem de pouso refletia a necessidade de durabilidade e facilidade de manutenção. O design permitia operações em uma variedade de terrenos, desde campos improvisados até as primeiras pistas de pouso comerciais.



Figura 12 - Vickers Vimy Commercial, Modelo 3D.

Manutenção: A manutenção do Vimy Commercial era facilitada pela simplicidade do design. Os motores Rolls-Royce Eagle eram acessíveis e relativamente fáceis de reparar, enquanto a estrutura em madeira e tecido permitia reparos rápidos e econômicos. Esta facilidade de manutenção era um fator importante para os operadores comerciais, garantindo alta disponibilidade e reduzindo os custos operacionais.

Estabilidade e Controle: Operacionalmente, o Vimy Commercial era relativamente fácil de pilotar, graças ao seu design estável e aos controles intuitivos. Os pilotos apreciavam a resposta direta dos controles de voo, que incluíam uma coluna de controle central e pedais de leme. A aeronave tinha boas características de manobrabilidade, essenciais para decolagens e pousos em pistas curtas. A estabilidade em voo era outra característica destacada, com a configuração biplana e a distribuição equilibrada do peso contribuindo para um voo suave e previsível.

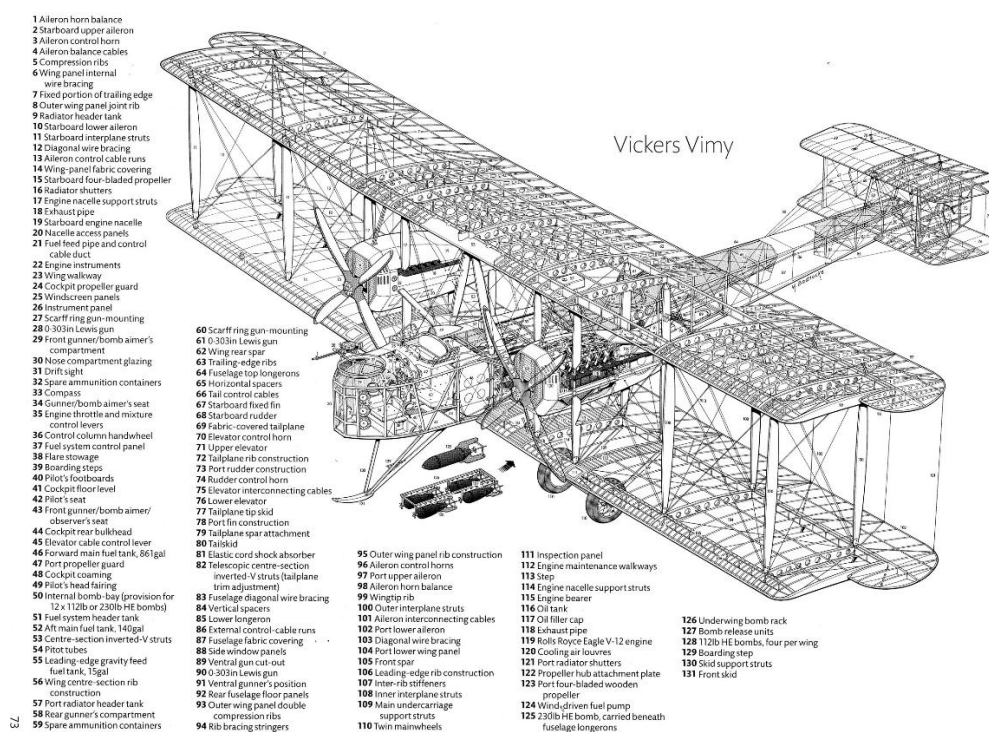


Figura 13 - Bombardeiro Vickers Vimy, Estrutura Interna.

O Vickers Vimy Commercial combinava características geométricas robustas com capacidades operacionais confiáveis. Sua configuração biplana, a estrutura em madeira e tecido, os motores eficientes e a facilidade de manutenção tornaram-no uma escolha popular entre os primeiros operadores de aviação comercial. A capacidade de transportar passageiros e carga em longas distâncias, juntamente com sua estabilidade e durabilidade, consolidou o Vimy Commercial como um marco na transição da aviação militar para a civil, contribuindo significativamente para o desenvolvimento da indústria de aviação comercial.

10 – O Legado do Vickers Vimy Commercial

O Vickers Vimy Commercial deixou um legado duradouro na história da aviação, marcando a transição crucial entre a aviação militar e a civil. Surgindo logo após a Primeira Guerra Mundial, o Vimy Commercial adaptou uma aeronave militar de sucesso para uso comercial, demonstrando que aviões grandes e robustos poderiam ser efetivamente convertidos para transportar passageiros e carga.

O Vimy Commercial pavimentou o caminho para o desenvolvimento de rotas aéreas regulares, conectando grandes centros urbanos e incentivando a construção de infraestruturas aeroportuárias essenciais para o crescimento da aviação comercial.

A capacidade do Vimy Commercial de operar em diversas condições e em pistas improvisadas mostrou a viabilidade do transporte aéreo em regiões remotas e subdesenvolvidas, contribuindo para a integração econômica e social dessas áreas. Sua introdução no Brasil e em outras regiões destacou a importância da aviação na coesão territorial e no desenvolvimento econômico, influenciando políticas de transporte e infraestrutura nos anos subsequentes. O Vimy Commercial também foi uma plataforma importante para o desenvolvimento de habilidades e conhecimentos técnicos em aviação, proporcionando treinamento e experiência para uma nova geração de pilotos e técnicos que impulsionariam a indústria nos anos seguintes.

11 – Considerações Finais

Encerrando o artigo sobre o Vickers Vimy Commercial, é evidente que esta aeronave desempenhou um papel fundamental na história da aviação. Seu legado vai além de suas realizações operacionais, influenciando o design, a produção e a operação de futuras aeronaves comerciais. O Vimy Commercial simboliza o espírito de inovação e adaptação, mostrando como a aviação pode evoluir e atender às necessidades de um mundo em rápida transformação. Sua contribuição para a aviação civil é inestimável, estabelecendo padrões e práticas que ainda ressoam na indústria moderna.

12 – Referências

Rodrigues, Luiz Eduardo Miranda José., A Fascinante História da Engenharia Aeronáutica – Aviões Comerciais da Vickers, Salto/SP: 2024 - 145 p.

A Trajetória da TransBrasil na Aviação Comercial Brasileira: Inovação, Expansão e Declínio

Luiz Eduardo Miranda José Rodrigues
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
luizeduardo@ifsp.edu.br

Resumo

Este artigo oferece uma análise detalhada da trajetória da TransBrasil, uma das companhias aéreas brasileiras mais emblemáticas, abordando desde sua fundação até seu declínio e falência, destacando suas contribuições para a aviação comercial nacional, suas estratégias de mercado e operação, bem como o papel fundamental de suas rotas nacionais e internacionais. Ao examinar a diversidade da frota utilizada pela empresa e os desafios financeiros e administrativos enfrentados ao longo do tempo, o texto proporciona uma compreensão abrangente dos fatores que influenciaram tanto o sucesso quanto o colapso da companhia. Além disso, o artigo ressalta o legado deixado pela TransBrasil, que transcende sua existência física e permanece vivo na cultura e história da aviação brasileira, oferecendo lições importantes sobre inovação, gestão e a complexa dinâmica do setor aéreo no país.

Palavras-chave

História da Aviação, Empresas Aéreas Brasileiras, TransBrasil.

1 – Introdução

Fundada em 1955 sob o nome de Sadia S.A. Transportes Aéreos, a TransBrasil se consolidou como uma das companhias aéreas mais emblemáticas da história da aviação comercial brasileira. Com uma trajetória marcada por inovação, ousadia e uma forte identidade visual, a empresa foi responsável por aproximar o transporte aéreo de um público cada vez mais amplo, contribuindo decisivamente para a democratização do acesso às viagens aéreas no país. Ao longo de suas décadas de operação, a TransBrasil adotou estratégias diferenciadas para enfrentar a concorrência de gigantes como a Varig e a VASP, apostando em um serviço de bordo humanizado, campanhas publicitárias marcantes e tarifas acessíveis. A companhia também se destacou pelo pioneirismo em rotas regionais e internacionais, além de investir continuamente na renovação de sua frota, que contou com modelos como o Boeing 727, o 737, o 767 e o Airbus A300. A introdução de aeronaves modernas e eficientes evidenciava a preocupação da empresa com a qualidade do serviço e com a segurança operacional, mesmo diante de limitações

financeiras recorrentes. Entretanto, apesar de seu carisma e importância cultural, a TransBrasil enfrentou dificuldades estruturais e conjunturais que culminaram em sua falência no início dos anos 2000, encerrando de forma melancólica uma das mais marcantes histórias da aviação nacional. Este artigo técnico tem como objetivo analisar, sob uma perspectiva abrangente e fundamentada, os fatores que influenciaram o crescimento, o apogeu e o declínio da TransBrasil, examinando seus aspectos operacionais, administrativos, técnicos e econômicos, além de resgatar o legado deixado por uma companhia que marcou época no imaginário brasileiro.

2 – História da TransBrasil

A história da TransBrasil tem início em 1955, quando o empresário Omar Fontana fundou a Sadia S.A. Transportes Aéreos, subsidiária da empresa de alimentos Sadia, com o objetivo inicial de transportar cargas entre as regiões Sul e Sudeste do Brasil. A companhia logo passou a operar também com passageiros, utilizando aeronaves Douglas DC-3 e posteriormente modelos Curtiss C-46 Commando. A sede foi estabelecida em Joinville, Santa Catarina, mas, à medida que a malha aérea se expandia, a empresa começou a atuar em outras regiões, especialmente a partir do Aeroporto de Congonhas, em São Paulo. Com uma operação ágil e voltada para a interiorização do transporte aéreo, a Sadia conquistou uma base sólida de clientes e consolidou sua presença no competitivo mercado regional brasileiro.

Em 1972, a companhia passou por um processo de reestruturação e foi rebatizada como TransBrasil Linhas Aéreas S.A., buscando projetar uma nova imagem voltada à expansão nacional e internacional. A nova marca veio acompanhada de uma identidade visual marcante, com aeronaves pintadas em cores vibrantes e a introdução de uniformes diferenciados para os comissários, o que gerou grande impacto no imaginário popular. Durante os anos 1970 e 1980, a TransBrasil ampliou significativamente sua frota e sua malha aérea, passando a operar modelos como o Boeing 727, o 737 e, mais tarde, o widebody 767, que permitiu à empresa realizar voos transcontinentais. Cidades dos Estados Unidos, como Miami, Nova York e Los Angeles, passaram a fazer parte de suas rotas internacionais, o que posicionou a companhia como uma das principais do Brasil na época.

A atuação de Omar Fontana foi decisiva para o desenvolvimento da TransBrasil. Visionário e carismático, ele apostou em diferenciais que iam além da eficiência operacional, como o atendimento humanizado e campanhas publicitárias com apelo emocional, o que aproximava a marca do público. A empresa foi uma das primeiras no Brasil a permitir o parcelamento de passagens aéreas, tornando o transporte aéreo mais acessível à classe média emergente. A TransBrasil também foi inovadora ao oferecer refeições diferenciadas a bordo e ao permitir o embarque de passageiros com trajés informais em uma época em que voar ainda era considerado um luxo. Essa postura vanguardista fez com que a

empresa fosse vista como simpática e popular, conquistando uma clientela fiel mesmo diante de uma concorrência cada vez mais acirrada.

No entanto, os anos 1990 marcaram o início de um período turbulento para a TransBrasil. A abertura do mercado aéreo brasileiro e a liberalização tarifária aumentaram a pressão competitiva, enquanto problemas internos relacionados à gestão e ao endividamento comprometeram a sustentabilidade da companhia. A dependência de leasing de aeronaves em moeda estrangeira, combinada à instabilidade cambial e às dificuldades em manter margens operacionais saudáveis, resultou em uma crescente crise financeira. Em 2001, após anos de tentativas de recuperação, incluindo pedidos de ajuda ao governo federal e planos de reestruturação, a empresa foi forçada a suspender suas operações. A falência foi decretada oficialmente em 2002, encerrando uma trajetória de quase meio século.



Figura 1 – Aeronaves da TransBrasil.

O fim da TransBrasil representou mais do que o desaparecimento de uma companhia aérea; simbolizou também o colapso de um modelo de gestão movido pela paixão e pela ousadia em um setor altamente regulado e competitivo. Ainda hoje, a TransBrasil permanece viva na memória de muitos brasileiros como sinônimo de inovação, proximidade com o cliente e espírito pioneiro. Seu legado está presente tanto na cultura aeronáutica nacional quanto na forma como ajudou a moldar o mercado de aviação comercial no Brasil, inspirando debates sobre políticas públicas para o setor aéreo e servindo como estudo de caso sobre os desafios enfrentados por empresas em mercados voláteis e sujeitos a fortes pressões econômicas.

3 – A Contribuição da TransBrasil para a Aviação Comercial Brasileira

A TransBrasil teve um papel fundamental na transformação da aviação comercial brasileira, especialmente ao contribuir para a popularização do transporte aéreo no país. Desde seus primeiros anos como Sadia Transportes

Aéreos, a companhia se destacou por levar voos regulares a cidades do interior que antes eram negligenciadas pelas grandes empresas do setor. Esse movimento de interiorização conectou populações distantes aos principais centros urbanos, promovendo desenvolvimento regional e incentivando a mobilidade social. A TransBrasil ajudou a quebrar o paradigma de que voar era um privilégio de poucos, tornando a aviação um meio de transporte mais acessível e presente no cotidiano do brasileiro.

Outro aspecto importante de sua contribuição foi a introdução de práticas comerciais inovadoras no mercado. A TransBrasil foi pioneira em permitir o parcelamento de passagens aéreas, algo até então incomum, especialmente em um país com grandes disparidades sociais. Essa política permitiu que pessoas de classes menos favorecidas também pudessem voar, abrindo caminho para uma nova visão de mercado voltada à inclusão. Além disso, a empresa se destacou pelo atendimento personalizado e pela preocupação com o bem-estar dos passageiros, o que a aproximava emocionalmente de seus clientes e contribuía para uma experiência de voo mais humanizada, em contraste com o padrão mais formal e rígido adotado por outras companhias da época.

No campo técnico-operacional, a TransBrasil também teve uma atuação expressiva. Foi uma das primeiras companhias aéreas do Brasil a operar o Boeing 767, uma aeronave de fuselagem larga que permitia voos intercontinentais com maior conforto e eficiência. A inclusão desse modelo em sua frota representou um avanço importante, tanto do ponto de vista tecnológico quanto estratégico, pois possibilitou a empresa estabelecer rotas regulares para os Estados Unidos, contribuindo para o posicionamento do Brasil no cenário internacional da aviação comercial. A capacidade de operar com aeronaves modernas e eficientes demonstrava o esforço da TransBrasil em manter padrões elevados de qualidade e segurança, mesmo em um ambiente de instabilidade econômica.

A estética também foi uma das marcas registradas da companhia. A TransBrasil inovou com sua identidade visual colorida e alegre, quebrando a monotonia das pinturas corporativas tradicionais e transmitindo uma imagem de proximidade e dinamismo. Essa comunicação visual, aliada a campanhas publicitárias marcantes e a uma linguagem acessível, contribuiu para consolidar a marca como uma das mais queridas pelo público brasileiro. A conexão afetiva que a TransBrasil conseguiu estabelecer com seus clientes ultrapassava a simples prestação de serviço e se aproximava da construção de uma verdadeira relação de confiança e identificação.

Por fim, a contribuição da TransBrasil para a aviação comercial brasileira reside também em seu valor como símbolo de resistência e criatividade em um setor altamente competitivo. Mesmo diante de limitações econômicas e desafios regulatórios, a companhia buscou soluções originais para crescer, inovar e conquistar espaço. Seu legado é lembrado não apenas pelos serviços prestados, mas também pelo espírito pioneiro que inspirou uma nova abordagem do transporte aéreo no Brasil. A história da

TransBrasil oferece lições valiosas sobre adaptação, empatia e visão de futuro, que continuam a influenciar empresas e profissionais do setor até os dias atuais.

4 – Aeronaves Utilizadas pela TransBrasil

Ao longo de sua trajetória, a TransBrasil operou uma frota diversificada que refletia tanto a evolução tecnológica da aviação comercial quanto as diferentes fases de crescimento e desafios enfrentados pela companhia. Nos primeiros anos, quando ainda operava sob o nome de Sadia S.A. Transportes Aéreos, a empresa utilizava aeronaves robustas e de origem militar adaptadas ao transporte civil, como o Douglas DC-3 e o Curtiss C-46 Commando. Essas aeronaves eram adequadas para as operações regionais e voos curtos, especialmente em pistas precárias e em cidades do interior, permitindo que a empresa consolidasse sua malha aérea inicial e conquistasse a confiança do público.



Figura 2 – Douglas DC-3 e Curtiss C-46 Commando, Sadia.

Com o processo de expansão e a mudança de nome para TransBrasil na década de 1970, a companhia deu início a uma fase de modernização de sua frota. O Boeing 727 passou a ser um dos principais aviões da empresa, sendo utilizado amplamente nas rotas domésticas e em algumas internacionais de média distância. O 727 era conhecido por sua capacidade de operar em aeroportos com pistas mais curtas e por oferecer bom desempenho e conforto para os passageiros. Paralelamente, a TransBrasil investiu na aquisição do Boeing 737-200, modelo que se tornou um dos mais versáteis e populares da aviação comercial mundial, reforçando a presença da companhia em voos domésticos de maior frequência. Esses aviões representavam um salto qualitativo na operação da empresa, permitindo maior confiabilidade e eficiência operacional.

A partir da década de 1980, buscando ampliar sua presença no mercado internacional, a TransBrasil incorporou o Boeing 767 à sua frota, sendo uma das primeiras companhias brasileiras a operar esse modelo. O 767 era uma aeronave de fuselagem larga, ideal para voos de longa distância, com

alcance e capacidade superiores, possibilitando à companhia estabelecer rotas para os Estados Unidos, incluindo destinos como Miami, Nova York e Los Angeles. Esse movimento reforçou o posicionamento da TransBrasil como uma companhia global e moderna, equipada com tecnologia de ponta e comprometida com padrões internacionais de conforto e segurança. Nesse mesmo período, a companhia também utilizou o Airbus A300 em regime de leasing por um curto intervalo, em voos específicos, buscando atender à demanda crescente nas rotas internacionais.

Além dos modelos comerciais de maior capacidade, a TransBrasil também operou aeronaves menores, especialmente em sua subsidiária InterBrasil, criada nos anos 1990 para atuar em mercados regionais. Nessa subsidiária, foram utilizados jatos Embraer EMB-120 Brasília, turboélices brasileiros de desempenho confiável, ideais para voos curtos com pouca demanda. A InterBrasil representava uma tentativa da TransBrasil de reorganizar sua malha regional e explorar mercados secundários com custos operacionais mais baixos. Embora a iniciativa tenha tido vida curta, ela reflete o esforço da empresa em diversificar suas operações e encontrar alternativas diante da crescente competição no setor aéreo nacional.



Figura 3 – Boeing 727 e Boeing 737.



Figura 4 – Boeing 767 e Embraer EMB-120 Brasília.

A diversidade de aeronaves utilizadas pela TransBrasil ao longo de sua existência evidencia o dinamismo de sua estratégia operacional, adaptando sua frota conforme as exigências do mercado e as condições financeiras da companhia. Cada modelo introduzido teve papel importante em diferentes momentos de sua história, desde a aviação regional até os voos internacionais. A frota da TransBrasil, com sua combinação de modelos consagrados e estratégias ousadas de aquisição e leasing, não só atendeu às necessidades técnicas da empresa, mas também representou seu compromisso em oferecer um serviço eficiente e acessível ao público brasileiro. Mesmo após o fim das operações da companhia, muitas dessas aeronaves continuaram a voar em outras empresas, perpetuando a memória de uma das mais marcantes companhias aéreas do Brasil.

5 – Estratégias de Mercado e de Operação da TransBrasil

O A trajetória da TransBrasil foi marcada por uma série de estratégias de mercado e operação que buscavam diferenciá-la em um setor altamente competitivo e regulado. Desde sua origem como Sadia Transportes Aéreos, a companhia adotou uma abordagem voltada à interiorização do transporte aéreo, atendendo cidades secundárias e rotas regionais negligenciadas pelas grandes empresas. Essa estratégia permitiu à empresa ocupar nichos importantes e construir uma base de clientes fiel em regiões fora dos grandes centros. Ao longo dos anos, a companhia manteve uma postura de proximidade com o público, valorizando a experiência do passageiro como um elemento central de sua operação, o que se refletia em um atendimento humanizado e em ações que visavam tornar o voo mais acessível e confortável, como o parcelamento das passagens e a adoção de tarifas promocionais.

A TransBrasil também soube utilizar o marketing como ferramenta de aproximação com os passageiros, adotando uma identidade visual inovadora, com aeronaves coloridas e uma comunicação visual amigável que quebrava o padrão corporativo sisudo das concorrentes. Essa imagem de empresa simpática e acolhedora era reforçada por campanhas publicitárias de forte apelo emocional e social, que associavam a marca a valores como inclusão, brasilidade e otimismo. Internamente, a companhia investiu na capacitação de seus funcionários e na manutenção de uma cultura organizacional voltada para o respeito ao cliente e à equipe, o que favoreceu a construção de uma reputação positiva entre os usuários do transporte aéreo.

Em termos operacionais, a TransBrasil fez movimentos ousados ao incorporar aeronaves modernas à sua frota, como os Boeings 727, 737 e 767, buscando garantir eficiência, segurança e conforto em suas rotas. Essa modernização permitiu ampliar a oferta de voos, tanto nacionais quanto internacionais, especialmente para os Estados Unidos, onde a empresa estabeleceu ligações estratégicas com destinos importantes como Miami, Nova York e Los Angeles. A aposta em voos internacionais regulares fez parte de uma tentativa de reposicionar a empresa no mercado global, conquistando uma

fatia do tráfego internacional e diversificando as fontes de receita. No entanto, operar nessas rotas exigia investimentos robustos, acordos de cooperação e uma estrutura financeira sólida, o que, ao longo do tempo, se mostrou um dos principais desafios da empresa.

Para ampliar sua cobertura nacional e enfrentar a concorrência crescente, a TransBrasil também criou a subsidiária InterBrasil, voltada ao mercado regional. Com aeronaves menores e mais econômicas, a estratégia era conectar cidades médias e pequenas aos grandes centros, alimentando os voos de maior densidade operados pela malha principal. Essa decisão refletia uma tentativa de integração vertical das operações e de racionalização de custos, adaptando a estrutura da companhia a uma nova realidade de mercado. Contudo, a InterBrasil teve vida curta, afetada por dificuldades financeiras e pelo ambiente de instabilidade que já comprometia a matriz, evidenciando as limitações da estratégia diante de uma base financeira fragilizada.

Em síntese, as estratégias de mercado e operação da TransBrasil refletiram uma empresa que buscava constantemente inovar, adaptar-se e atender às demandas de um público cada vez mais diversificado. Sua visão de negócios estava pautada na democratização do transporte aéreo, na construção de uma marca forte e afetiva, e na busca de competitividade através de diferenciais operacionais. Apesar dos obstáculos financeiros e das pressões regulatórias que acabaram por levar à sua falência, a TransBrasil deixou um legado importante em termos de criatividade, ousadia e conexão com o cliente, sendo lembrada até hoje como uma companhia que tentou fazer da aviação algo mais próximo, inclusivo e humano.

6 – Rotas Nacionais Operadas pela TransBrasil

As rotas nacionais da TransBrasil ao longo de sua história refletiram o compromisso da companhia com a integração do território brasileiro e com a ampliação do acesso ao transporte aéreo em regiões até então pouco atendidas. Desde seus primeiros anos de operação, ainda sob o nome de Sadia Transportes Aéreos, a empresa priorizou a ligação entre cidades do interior e os grandes centros urbanos, especialmente entre o Sul e o Sudeste do país. A partir de sua base em Joinville, a empresa passou a conectar municípios como Cascavel, Londrina, Maringá, Chapecó, Porto Alegre e Curitiba a São Paulo, criando uma malha aérea regional robusta que consolidou a presença da companhia na aviação comercial brasileira.

Com a transformação da empresa em TransBrasil na década de 1970, sua malha doméstica passou por um processo de expansão que a levou a operar em praticamente todas as capitais brasileiras e em dezenas de cidades de médio porte. São Paulo, por meio dos aeroportos de Congonhas e Guarulhos, se tornou o principal hub da companhia, servindo como ponto de conexão para rotas que se estendiam do extremo Sul ao Norte do país. Rio de Janeiro, Brasília, Belo Horizonte, Salvador, Recife, Fortaleza,

Manaus, Belém e Porto Alegre também passaram a integrar a estrutura de operações regulares da empresa. A malha nacional da TransBrasil era construída de forma a oferecer conectividade eficiente, com horários adequados tanto para viagens a trabalho quanto a lazer, e frequentemente com escalas em cidades intermediárias, ampliando o alcance dos serviços.

Durante os anos 1980 e 1990, a TransBrasil consolidou-se como uma das três maiores companhias aéreas do país, ao lado de Varig e VASP, operando rotas nacionais de alta frequência com aeronaves como o Boeing 727 e o 737. A companhia também passou a oferecer voos diretos entre grandes centros, como a ligação São Paulo–Brasília, uma das rotas mais movimentadas da América Latina, além de outras conexões estratégicas como São Paulo–Porto Alegre, Rio de Janeiro–Recife e Brasília–Manaus. A empresa buscava manter um equilíbrio entre as rotas de alta demanda, que geravam maior receita, e os trechos regionais, que mantinham sua imagem de companhia acessível e próxima do público em todo o território nacional. Essa presença ampla contribuía para o fortalecimento da marca e reforçava sua missão de integrar o Brasil por meio do transporte aéreo.

A criação da subsidiária InterBrasil nos anos 1990 visou justamente fortalecer essa capilaridade nacional. Com foco em rotas regionais e menor densidade, a InterBrasil operava com aeronaves menores como o Embraer EMB-120 Brasília, alcançando destinos secundários que serviam como alimentadores da malha principal da TransBrasil. Essa estratégia buscava melhorar a eficiência operacional e ampliar o alcance da companhia para além das rotas mais tradicionais. Cidades do interior de estados como Santa Catarina, Paraná, Minas Gerais, Bahia, Goiás e Mato Grosso passaram a receber voos regulares dentro dessa lógica de complementaridade entre as operações da InterBrasil e da TransBrasil, num esforço para tornar a companhia ainda mais presente no cotidiano de diferentes regiões do país.

A malha doméstica da TransBrasil sempre foi um de seus ativos mais importantes, tanto do ponto de vista comercial quanto institucional. Ao apostar em uma estrutura abrangente, com presença em quase todo o território nacional, a empresa se posicionava não apenas como uma prestadora de serviço, mas como uma agente da integração nacional. Mesmo após sua falência, a lembrança da TransBrasil permanece fortemente associada à ideia de um Brasil mais conectado e acessível por via aérea, especialmente entre as gerações que testemunharam o auge de suas operações e reconheceram na companhia uma aliada da mobilidade e do desenvolvimento regional.

7 – Rotas Internacionais Operadas pela TransBrasil

As rotas internacionais da TransBrasil representaram um passo audacioso em sua trajetória, marcando a transição da companhia de uma operadora regional para uma empresa com ambições globais. Inicialmente voltada exclusivamente ao mercado doméstico, a TransBrasil passou a mirar o exterior a partir da década de 1980,

impulsionada pela modernização de sua frota com aeronaves de maior porte e alcance, como o Boeing 767. Essa estratégia visava diversificar as fontes de receita e posicionar a companhia como uma alternativa viável às já consolidadas Varig e VASP, que até então dominavam os voos internacionais partindo do Brasil. O foco principal da TransBrasil recaiu sobre os Estados Unidos, um dos destinos mais procurados por brasileiros a negócios, turismo e laços familiares, além de ser um importante polo de conexões aéreas globais.

A cidade de Miami foi o primeiro destino internacional de grande destaque operado pela companhia, tornando-se o principal eixo de sua malha transcontinental. A escolha por Miami foi estratégica, pois além de possuir uma numerosa comunidade latina e brasileira, a cidade funcionava como um ponto de entrada acessível e comercialmente atraente para as Américas. Com o sucesso da rota, a TransBrasil ampliou suas operações internacionais incluindo outros destinos nos Estados Unidos, como Nova York e Los Angeles. Nova York atendia à demanda por um centro financeiro e turístico de peso, enquanto Los Angeles permitia acesso à costa oeste americana e servia como base para conexões com a Ásia e o Pacífico. Esses voos partiam principalmente de São Paulo e Brasília, conectando as principais cidades brasileiras aos maiores centros econômicos norte-americanos.

Além dos voos para os Estados Unidos, a TransBrasil ensaiou outras operações internacionais pontuais e eventuais acordos de interline e code-share com companhias estrangeiras, tentando construir uma rede de conexões mais ampla para seus passageiros. Algumas rotas para o Caribe e América do Sul foram exploradas em momentos distintos, como parte de estratégias para capturar o fluxo de turismo regional. No entanto, essas iniciativas não alcançaram a mesma solidez das ligações com os Estados Unidos, que continuaram sendo a espinha dorsal da malha internacional da empresa até o final de suas operações. O investimento em aeronaves como o Boeing 767 foi fundamental para viabilizar essas rotas, pois ofereciam alcance intercontinental, conforto para os passageiros e eficiência operacional, mesmo em longos trechos.

Operar rotas internacionais, entretanto, exigia da TransBrasil um alto grau de planejamento logístico e capacidade de enfrentar um ambiente de custos elevados e forte concorrência. O leasing das aeronaves em moeda estrangeira, a volatilidade cambial e a instabilidade econômica do Brasil nos anos 1990 tornaram essas operações desafiadoras, especialmente para uma empresa que já enfrentava dificuldades financeiras internas. Ainda assim, a TransBrasil manteve por vários anos um serviço competitivo e elogiado nos voos internacionais, investindo em conforto, atendimento de qualidade e tarifas acessíveis. Sua atuação nesse segmento reforçou a imagem da companhia como uma alternativa mais próxima e acolhedora em relação às concorrentes tradicionais, mantendo uma base fiel de passageiros mesmo diante das turbulências do mercado.

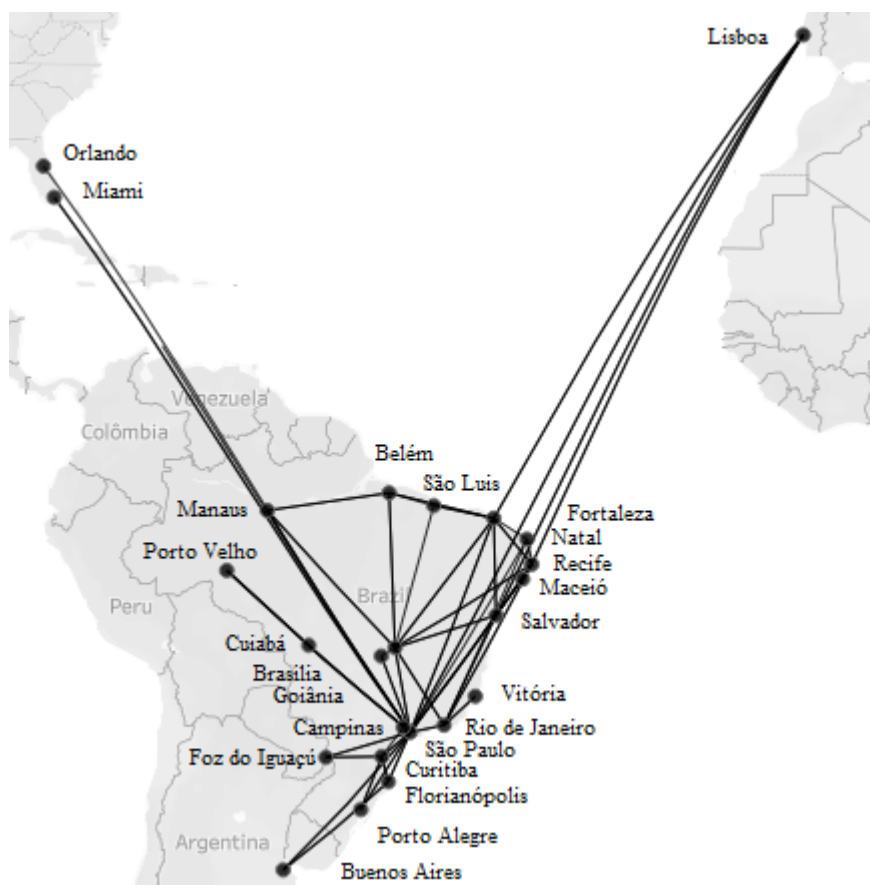


Figura 5 – Rotas Nacionais e Internacionais da TransBrasil.

A história das rotas internacionais da TransBrasil é, portanto, um reflexo de sua visão ambiciosa e de seu desejo de ir além das fronteiras nacionais. Embora limitada em número de destinos, a rede internacional da empresa desempenhou um papel simbólico e estratégico em sua trajetória, representando a culminância de seu projeto de crescimento e internacionalização. Mesmo após sua saída do mercado, a lembrança da TransBrasil nos céus estrangeiros continua viva entre os passageiros que desfrutaram de seus serviços, consolidando seu legado como uma companhia que ousou sonhar alto e voar longe, conectando o Brasil ao mundo com identidade própria e espírito pioneiro.

8 – Razões do Declínio e da Falência da TransBrasil

O declínio e a posterior falência da TransBrasil foram o resultado de um conjunto complexo de fatores econômicos, administrativos, estruturais e conjunturais que se acumularam ao longo dos anos e comprometeram a sustentabilidade da companhia. Embora a empresa tenha se destacado por sua ousadia e inovação, especialmente no atendimento ao cliente e na ampliação do acesso ao transporte aéreo, sua gestão financeira demonstrou fragilidades importantes. O modelo de negócios adotado pela TransBrasil, baseado em tarifas acessíveis, forte

presença regional e investimentos em frota moderna, exigia uma base de capital robusta, algo que a empresa nem sempre conseguiu manter, especialmente em contextos de instabilidade econômica. A crescente dependência de financiamento externo e contratos de leasing em moeda estrangeira, aliados à desvalorização do real nos anos 1990, aumentaram significativamente os custos operacionais, tornando difícil equilibrar receitas e despesas.

Durante a década de 1990, o setor aéreo brasileiro passou por uma liberalização tarifária que transformou radicalmente o ambiente competitivo. A TransBrasil, que até então atuava em um mercado regulado, teve de se adaptar rapidamente a um cenário no qual os preços das passagens passaram a ser definidos pelo mercado, o que intensificou a guerra de tarifas entre as companhias. A empresa tentou manter sua proposta de inclusão e preços acessíveis, mas isso comprometeu suas margens de lucro em um momento em que os custos fixos continuavam elevados. Ao mesmo tempo, o crescimento desordenado e a falta de um plano estratégico mais cauteloso fizeram com que a companhia assumisse compromissos operacionais e financeiros superiores à sua capacidade real de sustentação, agravando ainda mais sua vulnerabilidade diante das oscilações do mercado.

Outro fator que contribuiu para o enfraquecimento da TransBrasil foi a centralização de decisões em torno de seu fundador, Omar Fontana. Embora sua liderança tenha sido essencial para a identidade da empresa, a falta de uma estrutura de governança corporativa mais sólida e transparente limitou a capacidade da companhia de reagir com eficiência diante das crises. Após o falecimento de Fontana, em 2000, a empresa perdeu não apenas seu principal dirigente, mas também um elemento simbólico de coesão e direção. A transição de liderança revelou-se desorganizada, e a companhia não conseguiu se reestruturar a tempo de evitar a deterioração de sua situação financeira. Com dívidas acumuladas, atraso no pagamento de salários, fornecedores e encargos operacionais, a TransBrasil foi progressivamente perdendo sua credibilidade no mercado e a confiança dos passageiros.

As tentativas de recuperação envolveram negociações com o governo federal, planos de reestruturação e redução de custos, além da suspensão de algumas rotas e da devolução de aeronaves. No entanto, essas medidas foram insuficientes para reverter o quadro crítico, e a empresa se viu incapaz de manter suas operações básicas. Em dezembro de 2001, a TransBrasil suspendeu seus voos, e em 2002 teve sua falência decretada oficialmente. O fim da empresa causou impacto significativo no setor aéreo nacional, não apenas pela perda de uma concorrente importante, mas também pelos prejuízos aos trabalhadores, credores e passageiros afetados. A ausência de um plano de continuidade, aliado ao esgotamento financeiro e à deterioração da imagem pública, selou o destino de uma companhia que, por muitos anos, foi sinônimo de inovação e empatia no transporte aéreo brasileiro.

A falência da TransBrasil deixou importantes lições para o setor de aviação comercial no Brasil. Ela evidenciou os riscos de uma expansão descompassada com a realidade financeira da empresa, a

importância de uma governança corporativa eficiente e a necessidade de adaptação constante a um ambiente de mercado volátil e competitivo. Mais do que um episódio isolado, o colapso da companhia refletiu os desafios enfrentados por empresas de médio porte em um setor que exige investimentos elevados, margens apertadas e decisões estratégicas precisas. Apesar de seu fim melancólico, o legado da TransBrasil permanece como um capítulo relevante na história da aviação brasileira, lembrado tanto por suas contribuições quanto pelos erros que conduziram ao seu declínio.

9 – O Legado da TransBrasil na Aviação Brasileira

O legado deixado pela TransBrasil na aviação brasileira transcende sua trajetória empresarial e se inscreve na memória afetiva e institucional do setor aéreo nacional. Mais do que uma companhia aérea, a TransBrasil foi símbolo de ousadia, inovação e empatia com o passageiro, características que a tornaram única em um ambiente muitas vezes marcado por rigidez e distanciamento. Sua contribuição se refletiu não apenas na malha aérea que ajudou a construir, conectando regiões e populações diversas, mas também na forma como humanizou o serviço de transporte aéreo no Brasil. Ao adotar uma abordagem centrada no cliente, com foco na experiência de voo, no atendimento acolhedor e em políticas inclusivas como o parcelamento de passagens, a TransBrasil ajudou a redefinir os padrões de relacionamento entre as companhias aéreas e os passageiros, criando um novo modelo de proximidade e confiança.

A identidade visual marcante da companhia, com aviões pintados em cores vivas e design arrojado, também deixou uma impressão duradoura na cultura aeronáutica do país. Essa estética única simbolizava uma empresa que não tinha medo de se destacar e que cultivava uma imagem alegre, acessível e diferente do padrão conservador de suas concorrentes. Além disso, a TransBrasil apostou em campanhas publicitárias que exploravam o lado humano da aviação, estabelecendo conexões emocionais com os passageiros e tratando a viagem como uma experiência que ia além do transporte físico. Essa visão foi fundamental para aproximar o público da aviação comercial em um momento em que voar ainda era, para muitos, um acontecimento raro e carregado de significados.

No campo operacional, a companhia também foi pioneira em diversas frentes. Foi uma das primeiras empresas brasileiras a operar o Boeing 767, demonstrando seu compromisso com a modernização da frota e com a ampliação das rotas internacionais. Ao apostar na conexão entre o Brasil e os Estados Unidos, especialmente por meio de destinos como Miami, Nova York e Los Angeles, a TransBrasil contribuiu para a internacionalização da aviação nacional e abriu portas para que outros operadores seguissem caminhos semelhantes. No plano regional, sua atuação foi igualmente relevante, ao investir em cidades do interior e operar voos que atendiam a populações distantes dos grandes centros,

promovendo o desenvolvimento local e reforçando a importância da aviação como vetor de integração territorial.

Mesmo com as dificuldades financeiras que levaram ao seu colapso, a TransBrasil deixou uma herança que ainda ressoa no imaginário coletivo e nas práticas do setor aéreo. Seu exemplo é frequentemente citado em estudos sobre gestão de empresas aéreas, seja como referência de inovação e empatia, seja como alerta sobre os riscos da expansão desordenada e da fragilidade estrutural em um setor volátil. A lembrança da empresa sobrevive nos relatos dos passageiros, nas imagens das aeronaves coloridas nos aeroportos e na saudade de um tempo em que voar com a TransBrasil significava mais do que simplesmente chegar ao destino: era também sentir-se acolhido, representado e respeitado.

Portanto, o legado da TransBrasil vai além das estatísticas e dos anos de operação. Ele permanece vivo como um exemplo de como é possível fazer aviação com humanidade, criatividade e coragem. Em um setor onde a eficiência técnica e a rigidez operacional muitas vezes predominam, a história da TransBrasil serve como lembrança de que o fator humano pode ser, também, um diferencial competitivo poderoso. Seu desaparecimento deixou uma lacuna, mas sua memória continua a inspirar profissionais, estudiosos e passageiros, que reconhecem na companhia um capítulo marcante e insubstituível da aviação comercial brasileira.

10 – Considerações Finais

A análise da trajetória da TransBrasil revela a complexidade e os desafios inerentes à operação de uma companhia aérea em um mercado tão dinâmico e competitivo como o brasileiro. Ao longo de sua existência, a empresa destacou-se por uma abordagem inovadora, que buscou democratizar o acesso ao transporte aéreo e promover a integração regional, adotando estratégias que privilegiavam o atendimento humanizado e a inclusão social. A companhia soube, em vários momentos, reinventar-se e expandir sua atuação, tanto em âmbito nacional quanto internacional, por meio da modernização da frota e da ampliação de rotas, demonstrando espírito pioneiro e visão estratégica. Contudo, essa expansão veio acompanhada de fragilidades financeiras e estruturais que acabaram por comprometer sua sustentabilidade a longo prazo.

O declínio da TransBrasil está diretamente ligado a uma combinação de fatores internos e externos, que evidenciam a importância de uma gestão eficiente, governança corporativa sólida e capacidade de adaptação frente às mudanças do mercado. A liberalização tarifária, a instabilidade econômica do país e a crescente competição exigiram da companhia uma resiliência e agilidade que, infelizmente, não foram suficientes para superar os obstáculos financeiros e operacionais acumulados. A dependência de leasing de aeronaves e a desvalorização cambial agravaram ainda mais a situação, enquanto a ausência de uma liderança forte após a perda do fundador contribuiu para a desorganização e

a perda de rumo. Esses aspectos ressaltam os riscos envolvidos na condução de negócios em um setor de margens estreitas e alto capital investido.

Apesar do desfecho negativo, o legado da TransBrasil permanece significativo e reverberante na história da aviação comercial brasileira. Sua contribuição para a interiorização do transporte aéreo, a humanização do serviço e a criação de uma identidade visual e cultural própria deixaram marcas que ultrapassam a simples prestação de serviço. A companhia inspirou um novo olhar para o transporte aéreo, ressaltando que a eficiência operacional pode – e deve – andar lado a lado com a empatia e a aproximação ao cliente. Essa dualidade entre inovação e desafio financeiro configura a TransBrasil como um importante caso de estudo para o setor, oferecendo lições valiosas sobre os caminhos e os riscos da gestão em mercados emergentes e voláteis.

Em síntese, a história da TransBrasil é um retrato de ambição, criatividade, superação e, também, de limitações e vulnerabilidades. O artigo reforça a necessidade de equilíbrio entre crescimento, sustentabilidade financeira e adaptação estratégica, elementos essenciais para que companhias aéreas possam prosperar em contextos desafiadores. A trajetória da TransBrasil nos convida a refletir sobre os fatores que determinam o sucesso e o fracasso no setor aéreo, destacando que, além das questões econômicas, as decisões humanas e culturais exercem papel crucial na construção da identidade e da longevidade de uma empresa.

Por fim, o estudo da TransBrasil não apenas resgata a memória de uma das mais emblemáticas companhias brasileiras, mas também oferece um conjunto de insights que podem orientar futuras gerações de gestores, pesquisadores e profissionais da aviação. Ao compreender suas conquistas e suas falhas, é possível extrair ensinamentos que contribuem para o desenvolvimento de um setor aéreo mais sólido, inclusivo e inovador, honrando assim o legado deixado por essa companhia que marcou época no Brasil.

11 – Referências

Gianfranco Beting., *"Tango Bravo Alfa – Vida, paixão e morte da companhia aérea mais querida do Brasil"*.: Beting Books, 2016 - 288 p.

Sobre a Revista

ISSN - 2177-5907

Contato Principal

Luiz Eduardo Miranda José Rodrigues

Editor Científico

E-mail: luizaerodesign@gmail.com

Editor

Luiz Eduardo Miranda José Rodrigues

Conselho Editorial

Prof. Luiz Eduardo Miranda José Rodrigues

Engenheiro, Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - Campus Salto, Orientador da Equipe Taperá AeroDesign.

Administrador do Portal

Luiz Eduardo Miranda José Rodrigues

Capa e Design

Luiz Eduardo Miranda José Rodrigues

Foco e Escopo

A Revista Eletrônica AeroDesign Magazine dedicar-se-á a publicação de artigos científicos diretamente relacionados ao desenvolvimento da engenharia aeronáutica. Haverá três âmbitos de abrangência: disciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar.

Os artigos serão submetidos à Comissão Avaliadora e sua revisão final caberá ao Conselho Editorial.

Editorial

Esta seção visa apresentar as matrizes epistemológicas que orientam a revista a partir da proposta de interlocução entre diferentes áreas do conhecimento mediante sua interface com a ciência aeronáutica.

Entrevistas

O objetivo principal desta seção corresponde à publicação de entrevistas relacionadas as experiências vividas na engenharia aeronáutica.

Periodicidade

Publicação anual no mês de dezembro.

Arquivamento

Esta revista utiliza arquivos permanentes para preservação e restauração.

Revista Eletrônica AeroDesign Magazine

A Revista Eletrônica AeroDesign Magazine abrange temáticas relevantes à teoria e prática da ciência aeronáutica. Destaca-se seu compromisso com a contemporaneidade e a velocidade das informações em uma rede universal de interação comunicativa.

Declaração de Direito Autoral

Direitos Autorais para artigos publicados nesta revista são do autor, com direitos de primeira publicação para a revista. Em virtude da política adotada pela revista, o acesso é público, gratuito e os trabalhos pesquisados e entregues para a publicação são de responsabilidade de seus autores e representam o seu ponto de vista. Ficam reservados os direitos à propriedade intelectual do autor.

Política de Privacidade

Os nomes e endereços de e-mail neste site serão usados exclusivamente para os propósitos da revista, não estando disponíveis para outros fins.

Histórico da Revista

A Revista Eletrônica AeroDesign Magazine apresentou em 2009 sua primeira edição com o Volume 1, nº 1. Trata-se de uma revista virtual dedicada para o desenvolvimento da engenharia aeronáutica. A revista foi elaborada pela coletânea de produções científicas de professores e estudantes que se dedicam ao projeto de aeronaves e ao desenvolvimento da engenharia aeronáutica no Brasil.

O objetivo da Revista Eletrônica AeroDesign Magazine é um só: possibilitar a difusão e a democratização do conhecimento científico. Para tanto, em 2009, foi criado um sítio na Internet para permitir ampla acessibilidade, a tantos quantos necessitassem e/ou desejassem obter o conteúdo do periódico no site <http://www.engbrasil.eng.br>, onde se passou a depositar o arquivo completo das edições da revista em formato pdf.

O Conselho Editorial é responsável pelo desenvolvimento e acompanhamento das políticas e critérios de qualidade científica da revista, e a avaliação dos trabalhos enviados para análise e publicação, incumbido da verificação da linha editorial e da proposição de políticas e critérios de qualidade científica do periódico.

O nascimento de uma Revista Eletrônica é, sem dúvida, motivo de orgulho e comemoração, até porque “livros não mudam o mundo, quem muda o mundo são as pessoas. Os livros só mudam as pessoas”.

A Revista Eletrônica AeroDesign Magazine permanecerá para sempre, imune ao tempo, consolidando o saber e refletindo as funções que das pessoas que se dedicam ao estudo da engenharia aeronáutica se esperam, quais sejam, o ensino, a pesquisa e a extensão.

Prof. Luiz Eduardo Miranda José Rodrigues

Ficha Catalográfica

Revista Eletrônica AeroDesign Magazine – RODRIGUES, LEMJ

Ano 1, v.1, n.1 (2009). Santana de Parnaíba-SP: www.engbrasil.eng.br

ISSN - 2177-5907

Periodicidade Anual

1. Engenharia Aeronáutica - Periódico. 2. Artigos. 3. Resenhas. 4. Notas de Aulas. 5. Entrevistas.

