



Parabéns! Você acaba de ter acesso a Versão Anotação dos Slides que fazem parte do Sistema de Ensino da Espaço Aéreo, presente nas principais Universidades, CIACs e Escolas de Aviação do Brasil.

Esse conteúdo foi desenvolvido usando metodologias ativas, gamificadas e conceitos de Sala Invertida, tudo para garantir que o aprendizado possibilite você a conectar a teoria com a prática.



SISTEMA DE ENSINO PARA AVIAÇÃO: FERRAMENTAS LÚDICAS QUE CONECTAM A TEORIA COM A PRÁTICA.

O futuro já chegou na sua aula. Tenho acesso a versão animada dos slides, vídeos de até 20 minutos de todo conteúdo, e-books, mapas mentais, estudos de caso, simulados, resumos, jogos e muito mais.

Verifique com seu professor o link de acesso específico para o material do seu curso ou então conheça todas nossas soluções em:

WWW.ESPACOAREO.COM



GAMIFICAÇÃO



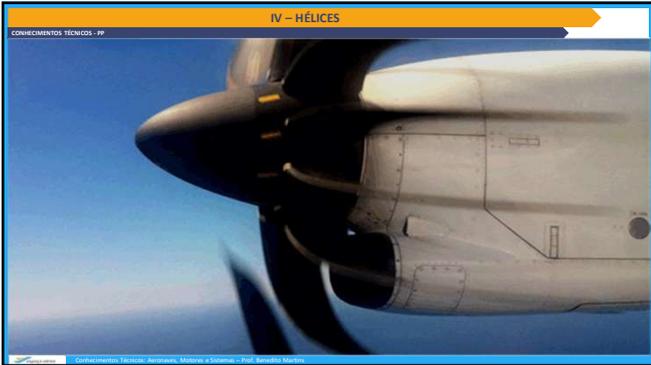
METODOLOGIAS ATIVAS



ESTUDOS DE CASO



SALA INVERTIDA



1

IV - HÉLICES

CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

OBJETIVO GERAL

Compreender como a hélice converte a força do motor em tração e/ou propulsão, conhecer suas características e influência na performance dos aviões, a fim de que do aluno/piloto possa operar aeronaves a hélice como maior eficiência e segurança.

Conhecimentos, Técnicas, Análises, Materiais e Simulação - Prof. Ricardo Mendes

2

IV - HÉLICES

CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

ROTEIRO

1- DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS	4- CLASSIFICAÇÃO DA HÉLICE QUANTO AO PASSO
2- TIPOS DE HÉLICE	4.1 - Hélices de Passo Fixo
2.1- Materiais de Construção	4.2 - Hélices de Passo Variável
3- TIPOS DE PASSO	4.3 - Hélices de Passo Ajustável
3.1 - Passo Bandeira	5- CLASSIFICAÇÃO QUANTO A VELOCIDADE
3.2 - Passo de Tração Máxima	5.1 - Hélices de Velocidade Variável
3.3 - Passo de Tração Mínima	5.2 - Hélices de Velocidade Constante
3.4 - Passo Chato	6- INSPEÇÃO DE HÉLICE
3.5 - Passo Reverso	

Conhecimentos, Técnicas, Análises, Materiais e Simulação - Prof. Ricardo Mendes

3

1 - DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

Qual o objetivo da hélice nos aviões?

HÉLICE: Tem por objetivo converter a potência dos motores em tração e/ou propulsão para aeronave.



Confederação Brasileira de Engenharia - Associação Brasileira de Engenharia - Prof. Ricardo Mendes

4

1 - DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

A hélice é essencialmente;

- É uma asa rotativa;
- As pás são aerofólios; e
- Produzem forças para puxar ou empurrar o avião.



Confederação Brasileira de Engenharia - Associação Brasileira de Engenharia - Prof. Ricardo Mendes

5

1 - DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP



PONTA DA HÉLICE
Menores Ângulos de Torção da Pá

CUBO DA HÉLICE

ESTAÇÕES DA HÉLICE
A pá é dividida em seções equidistantes, denominadas estações, com ângulos de torção diferentes

BORDO DE FUGA

BORDO DE ATAQUE

RAIZ DA HÉLICE
Maiores Ângulos de Torção da Pá

Confederação Brasileira de Engenharia - Associação Brasileira de Engenharia - Prof. Ricardo Mendes

6

1 - DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

→ Estações da Hélice

- Analisa-se a tração de uma de hélice a partir das suas estações;
- Divisão da sua área plana em partes equidistantes a partir de sua raiz para a ponta);
- Possuem ângulo de ataque apropriado à velocidade do fluxo de ar na sua posição.

Confederação Brasileira de Engenharia, Mecânica e Saneamento - Prof. Ricardo Mendes

7

1 - DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

TORÇÃO DA PÁ: As pás da hélice na **raiz** são **mais torcidas** do que na ponta. A pá próximo ao centro se desloca em velocidade menor do que na ponta da pá.

Confederação Brasileira de Engenharia, Mecânica e Saneamento - Prof. Ricardo Mendes

8

1 - DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

O que é chamado passo da hélice?

É o ângulo de ataque formado pela pá da hélice e o vento relativo.

Confederação Brasileira de Engenharia, Mecânica e Saneamento - Prof. Ricardo Mendes

9

1 - DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

PASSO

A hélice teoricamente deveria funcionar como um parafuso, avançando uma determinada distância a cada rotação completa.



Conhecimentos Técnicos - Aviação, Motoria e Sistemas - Prof. Ricardo Mendes

10

1 - DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

PASSO TEÓRICO

Quantidade de avanço no deslocamento da hélice em uma volta completa.



Conhecimentos Técnicos - Aviação, Motoria e Sistemas - Prof. Ricardo Mendes

11

1 - DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

PASSO EFETIVO

É a quantidade de deslocamento real que a hélice teve ao dar uma volta completa.



Conhecimentos Técnicos - Aviação, Motoria e Sistemas - Prof. Ricardo Mendes

12

1 - DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

RECUO

É a diferença entre o passo teórico e o efetivo.

PT - ALY

Confederação Brasileira de Engenharia, Mecânica e Siderurgia - Prof. Ricardo Mendes

13

2 - TIPOS DE HÉLICES
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

Temos 3 tipos de posições da hélice!

- TRATORA
- PROPULSORA
- TANDEM

Confederação Brasileira de Engenharia, Mecânica e Siderurgia - Prof. Ricardo Mendes

14

2 - TIPOS DE HÉLICES
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

→ TRATORA

PT - ALY

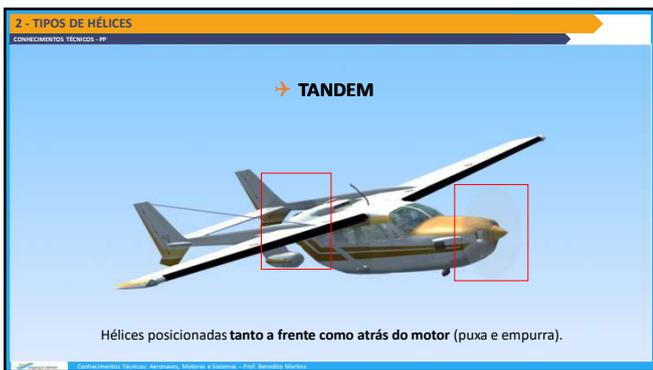
Hélice posicionada à frente do motor (puxa o motor).

Confederação Brasileira de Engenharia, Mecânica e Siderurgia - Prof. Ricardo Mendes

15



16



17



18

2 - TIPOS DE HÉLICES
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

2.1 - Material de Construção

As hélices podem ser construídas de:

- MADEIRA
- AÇO
- DURALUMÍNIO
- MATERIAIS COMPOSTOS



Confederação Brasileira de Engenharia, Mecânica e Saneamento - Prof. Ricardo Mendes

19

2 - TIPOS DE HÉLICES
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

→ MADEIRA

- Utilizada em aeronaves de baixa performance;
- As pás são esculpidas em um bloco de laminado com revestimento metálico nos bordos de ataque.



Confederação Brasileira de Engenharia, Mecânica e Saneamento - Prof. Ricardo Mendes

20

2 - TIPOS DE HÉLICES
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

→ AÇO

- Material de grande resistência;
- Geralmente construídas com "alma" oca, para diminuição de sua massa.



Confederação Brasileira de Engenharia, Mecânica e Saneamento - Prof. Ricardo Mendes

21

2 - TIPOS DE HÉLICES
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

→ DURALUMÍNIO

- Possibilita a construção de pás com "alma" cheia, pelo baixo peso do material;
- São largamente empregadas na construção aeronáutica.



Confederação Brasileira de Engenharia, Associação Brasileira de Engenharia - Prof. Alexandre Martins

22

2 - TIPOS DE HÉLICES
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

→ MATERIAIS COMPOSTOS

- Aliam várias vantagens desses materiais, como;
 - baixo peso,;
 - alta resistência;
 - imunidade à corrosão e à fadiga mecânica.



Confederação Brasileira de Engenharia, Associação Brasileira de Engenharia - Prof. Alexandre Martins

23

3 - TIPOS DE PASSOS
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

Os tipos de passos de hélice podem ser:

- PASSO BANDEIRA > 
- PASSO DE TRAÇÃO MÁXIMA > 
- PASSO CHATO > 
- PASSO REVERSO > 
- PASSO DE TRAÇÃO MÍNIMA > 



Confederação Brasileira de Engenharia, Associação Brasileira de Engenharia - Prof. Alexandre Martins

24

3 – TIPOS DE PASSOS
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

3.1 - Passo Bandeira

 → **PASSO BANDEIRA**

- Ângulo de ataque nulo com a trajetória da aeronave;
- Utilizado em emergências, diminui o arrasto provocado pelo motor parado.

Confederação Brasileira de Pilotos Aviadores - Associação Brasileira de Pilotos - Prof. Ricardo Mendes

25

3 – TIPOS DE PASSOS
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

3.2 - Passo de Tração Máxima

 → **PASSO DE TRAÇÃO MÁXIMA**

- Ângulo de ataque máximo;
- Utilizado em voo horizontal ou em cruzeiro.



Confederação Brasileira de Pilotos Aviadores - Associação Brasileira de Pilotos - Prof. Ricardo Mendes

26

3 – TIPOS DE PASSOS
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

3.3 - Passo de Tração Mínima

 → **PASSO DE TRAÇÃO MÍNIMA**

- Ângulo de ataque mínimo;
- Utilizado nas decolagens, possibilita máxima tração e eficiência do motor com mínimo arrasto.



Confederação Brasileira de Pilotos Aviadores - Associação Brasileira de Pilotos - Prof. Ricardo Mendes

27

3 – TIPOS DE PASSOS
CONHECIMENTOS TÉCNICOS – PP

3.4 - Passo Chato

→ **PASSO CHATO**

- Ângulo de ataque zero grau;
- Utilizado no cheque de motores no solo, possibilita aumento de rpm sem gerar tração.



Diagrama de uma hélice com o ângulo de ataque zero grau, mostrando a corda e o plano de referência. À direita, uma fotografia de uma hélice montada em um avião.

28

3 – TIPOS DE PASSOS
CONHECIMENTOS TÉCNICOS – PP

3.5 - Passo Reverso

→ **PASSO REVERSO:** Ângulo de ataque negativo. Utilizado para diminuir a distância nos pousos, cria um efeito de tração contrária, ajudando na frenagem da aeronave.



Diagrama de uma hélice com ângulo de ataque negativo, mostrando a corda e o plano de referência. À direita, uma fotografia de uma hélice montada em um avião.

29

4 – CLASSIFICAÇÃO DA HÉLICE QUANTO À MUDANÇA DE PASSO
CONHECIMENTOS TÉCNICOS – PP

A classificação da hélice quanto a mudança de passo pode ser:

- HÉLICE PASSO FIXO
- HÉLICE PASSO VARIÁVEL
- HÉLICE DE PASSO AJUSTÁVEL



Três tipos de hélices: Hélice de passo fixo, Hélice de passo variável e Hélice de passo ajustável.

30

4 – CLASSIFICAÇÃO DA HÉLICE QUANTO À MUDANÇA DE PASSO

CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

4.1 - Hélices de Passo Fixo

HÉLICES DE PASSO FIXO

- Não permiti alteração do passo;
- Máximo rendimento **somente nas condições de velocidade e rotação para as quais foi construída.**



Melhor performace em voo de **CRUZEIRO**

Melhor performace em **DECOLAGEM e POUZO**

Confederação Brasileira de Engenharia, Mecânica e Siderurgia - Prof. Ricardo Mendes

31

4 – CLASSIFICAÇÃO DA HÉLICE QUANTO À MUDANÇA DE PASSO

CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

4.2 - Hélices de Passo Variável

HÉLICES DE PASSO VARIÁVEL

- Possuem governador, as quais se pode alterar manual ou automaticamente o posicionamento das pás durante o voo.



Confederação Brasileira de Engenharia, Mecânica e Siderurgia - Prof. Ricardo Mendes

32

4 – CLASSIFICAÇÃO DA HÉLICE QUANTO À MUDANÇA DE PASSO

CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

4.3 - Hélices de Passo Ajustável

HÉLICES DE PASSO AJUSTÁVEL

- Passo modificado no solo;
- Só funciona bem na RPM e velocidade de voo para as quais foi ajustada.



Confederação Brasileira de Engenharia, Mecânica e Siderurgia - Prof. Ricardo Mendes

33

5 – CLASSIFICAÇÃO QUANTO À VELOCIDADE DA HÉLICE
 CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

Como é feita a classificação das hélices em grupo quanto a sua velocidade?

HÉLICES DE VELOCIDADE VARIÁVEL

HÉLICES DE VELOCIDADE CONSTANTE



34

5 – CLASSIFICAÇÃO QUANTO À VELOCIDADE DA HÉLICE
 CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

5.1 - Hélices de Velocidade Variável

HÉLICES DE VELOCIDADE VARIÁVEL

- De passo fixo ou ajustável;
- Velocidade tangencial diretamente proporcional à rotação do motor;
- São limitadas a uma determinada faixa operacional; e
- Usadas somente em aeronaves de baixa performance.



35

5 – CLASSIFICAÇÃO QUANTO À VELOCIDADE DA HÉLICE
 CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

5.2 - Hélices de Velocidade Constante

HÉLICES DE VELOCIDADE CONSTANTES

- Para controlar a velocidade tangencial e mantê-la abaixo da velocidade crítica, basta aumentar o ângulo de ataque das pás.
- Isto provoca um aumento do arrasto aerodinâmico que mantém a rotação constante, independente da velocidade do avião.



36

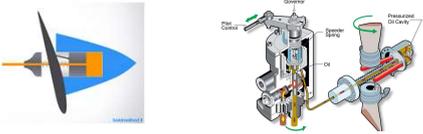
5 – CLASSIFICAÇÃO QUANTO À VELOCIDADE DA HÉLICE
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

5.2 - Hélices de Velocidade Constante

Como o passo da hélice pode ser controlado automaticamente?

Pelo governador de hélice.

- Ele sente as mudanças de rpm do motor; e
- Altera o ângulo de ataque da pá;
- A fim de conseguir um ângulo de máxima eficiência.



Confederação Brasileira de Engenharia, Mecânica e Saneamento - Prof. Ricardo Mendes

37

5 – CLASSIFICAÇÃO QUANTO À VELOCIDADE DA HÉLICE
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

5.2 - Hélices de Velocidade Constante

Existem três tipos de governadores:

- ❖ GOVERNADOR HIDRÁULICO
- ❖ GOVERNADOR ELÉTRICO
- ❖ GOVERNADOR PNEUMÁTICO



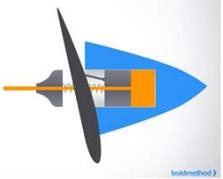
Confederação Brasileira de Engenharia, Mecânica e Saneamento - Prof. Ricardo Mendes

38

5 – CLASSIFICAÇÃO QUANTO À VELOCIDADE DA HÉLICE
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP

5.2 - Hélices de Velocidade Constante

GOVERNADOR HIDRÁULICO: Utiliza a pressão do óleo do motor para o controle de passo da hélice.



Confederação Brasileira de Engenharia, Mecânica e Saneamento - Prof. Ricardo Mendes

39

5 – CLASSIFICAÇÃO QUANTO À VELOCIDADE DA HÉLICE
CONHECIMENTOS TÉCNICOS – PP

5.2 - Hélices de Velocidade Constante

GOVERNADOR ELÉTRICO: O controle do passo é executado por meio de um motor elétrico.



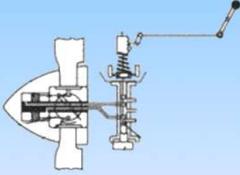
Colaboração: Técnico Aeronáutico, Motor e Hélice – Prof. Ricardo Mendes

40

5 – CLASSIFICAÇÃO QUANTO À VELOCIDADE DA HÉLICE
CONHECIMENTOS TÉCNICOS – PP

5.2 - Hélices de Velocidade Constante

GOVERNADOR PNEUMÁTICO: O controle de passo é executado por meio de ar comprimido.



Colaboração: Técnico Aeronáutico, Motor e Hélice – Prof. Ricardo Mendes

41

6 – INSPEÇÃO DE HÉLICE
CONHECIMENTOS TÉCNICOS – PP

Como é feita a inspeção da hélice?

Com frequência de acordo com os manuais de voo e manutenção.



- Não devem ter trincas, rachaduras, perdas de material, delaminações, descolamentos, amassados, perfurações e erosão no bordo de ataque;
- Quaisquer condições não usuais encontradas devem ser comunicadas.
- As estações facilitam na identificação e localização dos danos e remetem ao manual, para sua avaliação.

Colaboração: Técnico Aeronáutico, Motor e Hélice – Prof. Ricardo Mendes

42

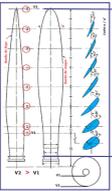


Mapa Mental



43

HÉLICE



Maior Velocidade Linear, Ângulo de Incidência Menor

Menor Velocidade Linear, Ângulo de Incidência Maior

Trator
Propulsora

Passo

- Fixo
- Ajustável
- Variável

Passo efetivo Passo teórico

Política Mistura Hélice

- Passo bandeira (emergência) 90°
- Passo máximo (cruzeiro) 20° a 35°
- Passo mínimo (decolagem) 10° a 12°
- Passo chato (ângulo nulo) 0°
- Passo reverso (freagem) -2° a -6°



44