



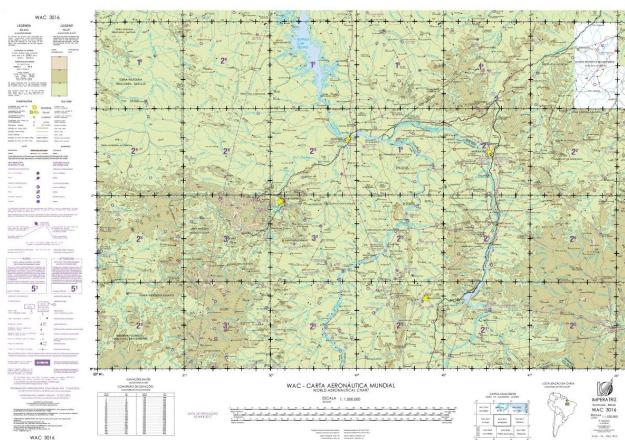
CAPITULO 1

MÉTODOS DE NAVEGAÇÃO

Navegar significa deslocar-se do ponto A para o ponto B.

Navegação aérea nada mais é do que deslocar uma aeronave no espaço, a partir de seu ponto de origem, até seu destino. Parte-se de dois fundamentos básicos, que precisam ser conhecidos durante todo o tempo: **localização e orientação**.

Antes da primeira guerra mundial, os aviadores raramente levavam mapas, confiando na sua familiaridade com o terreno, como rios ou ferrovias. Desde então, desenvolvem-se cartas aeronáuticas excelentes que tornam possível a prática de navegação visual. Seus gráficos proporcionam uma representação muito mais precisa e detalhada da paisagem do que os mapas rodoviários de automóveis.



É muito importante saber não somente a posição atual como também para onde estamos indo e, para isso, podemos utilizar vários métodos de navegação. Conheça-os:

Navegação visual ou por contato: trata-se da navegação baseada em referências visuais no solo, como por exemplo, rodovias, pontes, rios, montanhas e cidades.

É o método mais básico e o mais utilizado pelos pilotos iniciantes. Durante todo o tempo, o piloto mantém referências visuais com o solo e, então, não utiliza instrumentos de bordo para locomover-se.

Navegação estimada: neste tipo de navegação, o piloto necessita de três instrumentos básicos: bússola, velocímetro e relógio. Este tipo de navegação exige um planejamento mais detalhado, ou seja, o piloto calcula o tempo estimado total de voo, horário estimado em cada referência visual e qual proa será utilizada. É o método mais utilizado no curso de piloto privado.

A quantidade de referência visual depende do quanto o piloto está familiarizado com o terreno, devendo ter mais pontos de referência se estiver pouco familiarizado.



Navegação celestial ou astronômica: este tipo de navegação utiliza astros celestiais como a Lua e o Sol para saber qual nossa posição atual em relação ao espaço. Trata-se de um método antigo que foi bastante utilizado na navegação marítima, mas de pouca utilização na aviação e nos dias atuais.

Radionavegação ou navegação rádio: a posição da aeronave é conhecida através da interpretação dos instrumentos de bordo, a partir de sinais de rádio emitidos por estações terrestres. Este tipo de navegação será estudado com mais detalhes no curso de piloto comercial.

É um método bastante utilizado, porém, aos poucos, está sendo substituído pelos próximos métodos de navegação que serão comentados a seguir.

Navegação eletrônica: trata-se de um método mais moderno e preciso. A posição da aeronave é conhecida através de instrumentos digitais, calculados por computadores de bordo.

Navegação por satélite: a navegação por satélite tem seu principal instrumento o GPS (Global Positioning System). Uma constelação de 24 satélites permanece em órbita sobre a Terra, transmitindo sinais a receptores e, assim, fornecendo uma posição precisa e confiável. É um método fácil, de baixo custo e alta precisão.





CAPITULO 2

A TERRA E A NAVEGAÇÃO AÉREA

A Terra não é exatamente redonda. Os polos são ligeiramente achatados, devido à sua rotação. A diferença entre os eixos (43km) é insignificante, dado o tamanho do planeta Terra, porém, isso não interfere na navegação aérea. Para efeitos de cálculos de navegação, consideramos a Terra uma esfera.

A Terra gira sobre um eixo imaginário (eixo polar), em um movimento de rotação com sentido anti-horário (se observado do Polo Norte). Denomina-se polo geográfico, o ponto de intersecção da superfície terrestre com o eixo polar, formando o Polo Norte Verdadeiro e o Polo Sul Verdadeiro.



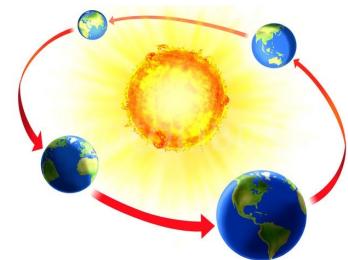
Movimentos da Terra

Rotação: rotação da Terra em relação a seu eixo imaginário. Esse eixo tem uma inclinação de $23,5^\circ$, e causa alterações climáticas nas diferentes regiões do planeta.

Esse sentido de rotação (anti-horário se visto do polo norte), tem duração de 24 horas, e é responsável pelo dia e pela noite.

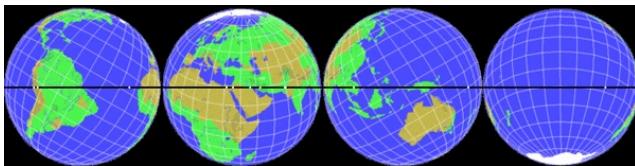


Translação: movimento da Terra ao redor do Sol. Leva 365 dias e 6h para se completar, e é responsável pelas estações do ano.

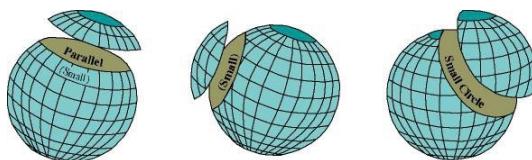


Para melhor compreender os próximos assuntos, dividiremos a Terra em várias grades, e a melhor forma de dividir é usando círculos. Temos dois tipos de círculos:

Círculo máximo: quando dividimos a Terra (ou qualquer outra esfera) em duas partes iguais, usamos um plano que passa pelo centro da Terra. Esse plano é chamado de círculo máximo. São exemplos de círculo máximo: Meridiano de Greenwich, linha do Equador, ou qualquer outro plano que divida a Terra em duas semiesferas iguais.



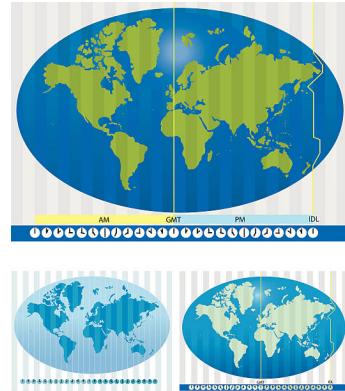
Círculo menor: quando o plano não passa pelo centro da Terra, ele divide o planeta em duas partes diferentes. Esse plano é chamado de círculo menor. Podemos citar como exemplos de círculo menor os trópicos de Capricórnio, trópico de Câncer, ou qualquer outro plano que divida a Terra em partes desiguais.



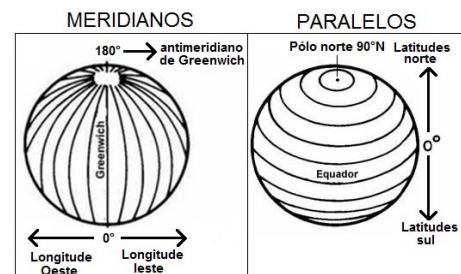
Linha do Equador: círculo máximo que divide a Terra em dois hemisférios. O hemisfério norte fica acima da Linha do Equador, e o hemisfério Sul fica abaixo da linha do Equador. A partir deste hemisfério, podemos medir as latitudes.



Meridiano de Greenwich: círculo máximo que divide a Terra em dois hemisférios: Leste (E- East) e Oeste (W-West). Tem esse nome pois passa sobre a localidade de Greenwich, próximo a Londres. A partir deste hemisfério, podemos medir as longitudes.



Meridianos: semicircunferência (180° graus) de um círculo máximo, limitado pelos polos. Todos os meridianos cruzam o Equador em um ângulo de 90° graus, e indicam um norte/sul verdadeiro.

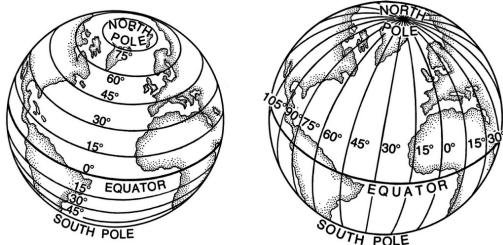


Existe outro Meridiano, oposto 180° ao Meridiano de Greenwich. É chamado de Meridiano 180° ou Linha Internacional de Data. Essa linha passa pelo Oceano Pacífico, e marca o ponto onde ocorre a mudança de data.

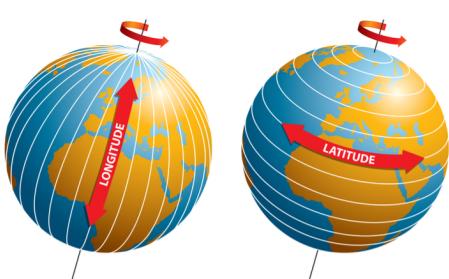
Paralelos: todo paralelo é um círculo menor, perpendicular ao eixo da Terra e paralelo ao

Equador. O Equador limita o hemisfério Norte do hemisfério Sul. Os paralelos têm como função principal indicar a posição (distância) norte ou sul, em relação à linha do Equador. Somente o Equador é um círculo máximo; todos os outros paralelos são círculos menores.

Latitude de um ponto é um arco, ou seja, distância angular medida sobre um meridiano desde a linha do Equador até esse ponto. Sua medida é informada em graus, minutos e segundos, seguido por sua letra designativa do hemisfério correspondente (N-Norte ou S-Sul). Variam de 0° até 90° .

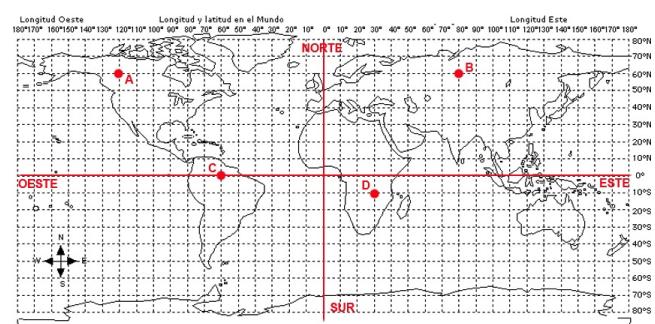


Longitude é a menor distância de um arco, entre o meridiano de Greenwich até esse ponto, e também é informado em graus, minutos e segundos (estudaremos esses valores mais à frente). As longitudes vão de 000° até 180° , seguidas da letra de seu hemisfério (E-Leste ou W-Oeste).



Coordenadas geográficas: uma coordenada geográfica é composta por uma latitude e uma longitude.

Qualquer ponto geográfico na superfície da Terra tem sua coordenada geográfica. A forma correta de expressar uma coordenada geográfica é iniciar pela latitude, depois longitude.



Uma coordenada geográfica é representada por graus, minutos e segundos. Um grau equivale a $60'$ (minutos) e $1'$ (minuto) equivale a $60''$ (segundos). Os minutos e segundos não podem exceder 59. Caso exceda 59, devemos fazer a correção, como segue:

A) $25^{\circ}45'69''S \rightarrow 25^{\circ} 46'09''S$ (subtraímos $60''$ e transformamos em $1'$, permanecendo $09''$).

B) $032^{\circ}80'57''N \rightarrow 033^{\circ} 20'57''N$ (subtraímos $60'$ e transformamos em 1° , permanecendo $20''$).

Alguns exemplos CORRETOS de coordenadas geográficas:

A-) $21^{\circ}10'50''N - 089^{\circ}23'34''W$

B-) $11^{\circ}45'31''S - 034^{\circ}20'11''E$

C-) $45^{\circ}52'59''N - 001^{\circ}34'02''W$

Alguns exemplos ERRADOS de coordenadas geográficas:

A-) $20^{\circ}34'58''$ - $079^{\circ}12'59''$ - falta de letras

B-) $49^{\circ} 62'33''\text{N}$ - $079^{\circ}11'78''\text{W}$ - minutos e segundos não podem passar de 59.

C-) 19°S - 170°E - faltam os minutos e segundos.

Colatitude: distância angular a partir do Equador, entre uma latitude e o polo mais próximo. Nada mais é do que subtrair 90° (Polo norte ou Sul) do valor da latitude.
Exemplo:

Qual a colatitude da latitude A ($29^{\circ}15'00''\text{N}$)

$90^{\circ}00'00''$ _ (Latitude do polo)

$29^{\circ} 15'00''$ (Latitude do ponto)

Colatitude: $60^{\circ}45'00''\text{N}$



Após entendermos como funciona o sistema de coordenadas, sabemos que a maioria das

coordenadas geográficas dentro do Brasil terão seus designativos de latitude no Hemisfério Sul (exceto os estados do Amapá, Roraima e Amazonas, que ultrapassam a linha do Equador), e todos designativos de longitude estarão no hemisfério oeste.



Operações angulares

Algumas questões de navegação utilizam cálculos entre latitudes e longitudes. São cálculos simples, mas que exigem atenção. A seguir, apresentaremos alguns exemplos de operações angulares.

Diferença de latitude (DL ou DLA):

Ângulo definido por um arco de meridiano que une os paralelos de dois pontos. Quando as latitudes estão no mesmo hemisfério, devemos **subtrair**; quando, porém, estão em hemisférios diferentes, devemos **somar** essas latitudes. Neste exercício, não nos interessa saber a longitude.

Exemplo 1:

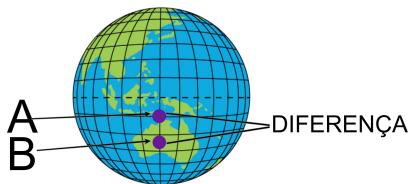
DLA entre:

A- $50^{\circ} 25' 30''\text{S}$ e B- $30^{\circ}12'11''\text{S}$

$\text{DLA} = \text{Lat A} - \text{Lat B}$

$$DLA = 20^{\circ}13'19''$$

Cada $60'$ equivale a 1°



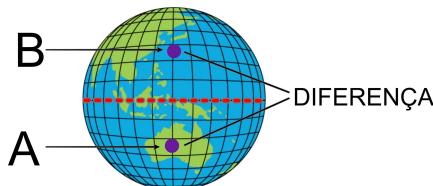
No resultado, não precisamos colocar as letras correspondentes dos hemisférios, pois queremos saber somente o valor angular, e não a latitude em si.

Exemplo 2:

$$DLA \text{ entre } A - 30^{\circ}50'02''\text{N} \text{ e } B - 20^{\circ}05'50''\text{S}$$

$$DLA = \text{Lat A} + \text{Lat B}$$

$$DLA = 50^{\circ}55'52''$$



LEMBRANDO: sempre que algum minuto ou segundo ultrapassar 59, devemos corrigir. A equivalência é a mesma estudada anteriormente:

Cada grau representa $60'$

Cada minuto representa $60''$

A operação inversa, também precisa ser relembrada:

Cada $60''$ equivale a $1'$

Latitude média(LM): latitude do paralelo médio entre dois pontos.

O resultado da latitude média vem acompanhada da letra representando o hemisfério, pois, nesse caso, estamos descobrindo uma latitude e não somente o valor angular.

Se as latitudes estiverem no mesmo hemisfério, devemos somá-las e dividir por dois, mantendo a letra do hemisfério.

Se as latitudes estiverem em hemisférios diferentes, devemos subtrai-las e dividir por dois. A letra designativa será da latitude com maior valor.

Exemplo 1:

$$\text{Latitude A: } 11^{\circ}21'00''\text{S}$$

$$\text{Latitude B: } 31^{\circ}13'00''\text{S}$$

$$LMAB = (\text{LatA} + \text{LatB}) : 2$$

$$LMAB = (42^{\circ}34'00'') : 2$$

$$LMAB = 21^{\circ}17'00''\text{S}$$

Exemplo 2:

$$\text{Latitude A: } 44^{\circ}41'00''\text{N}$$

$$\text{Latitude B: } 10^{\circ}11'00''\text{S}$$

$$LMAB = (\text{LatA} - \text{LatB}) : 2$$

$$LMAB = (34^{\circ}30'00'') : 2$$

$$LMAB = 17^{\circ}15'00''\text{N}$$

Diferença de longitude (DLO): ângulo entre dois meridianos, medido pelo MENOR arco de Equador que os une.

O cálculo é idêntico ao da DLA. Longitudes de mesmo hemisfério, devemos subtrair; longitudes de hemisférios diferentes, devemos somar essas longitudes. No caso das longitudes, temos uma exceção. Mostraremos a seguir:

Longitude A: $125^{\circ}20'00''E$

Longitude B: $165^{\circ}10'00''W$

Inicialmente, somamos as duas longitudes, como estudamos anteriormente.

$$DLO = 125^{\circ}20'00''E + 165^{\circ}10'00''W$$

$$DLO = 290^{\circ}30'00''$$

Este valor não representa a DLO, pois sabemos que a diferença de longitude é medida sobre o MENOR arco de Equador que os une, e esse valor obtido é o MAIOR valor.

Para descobrir o MENOR valor, devemos adicionalmente fazer o seguinte cálculo:

$$DLO_{AB} = 360^{\circ} - 290^{\circ}30'00''$$

$$DLO_{AB} = 359^{\circ}60'00'' - 290^{\circ}30'00''$$

$$DLO_{AB} = 69^{\circ}30'00''$$

Longitude média(LOM): longitude do meridiano médio entre dois pontos.

O cálculo é feito exatamente como na latitude média. Em caso de longitudes de mesmo hemisfério, somamos as longitudes e dividimos por dois, mantendo a letra do

hemisfério. Em caso de longitudes de hemisférios diferentes, subtraímos e dividimos por dois, mantendo a letra do hemisfério de maior valor.

Porém há uma exceção nesse caso.

Exemplo:

Longitude A: $101^{\circ}10'00''W$

Longitude B: $120^{\circ}06'00''E$

Como a soma das duas longitudes ultrapassa 180° , devemos encontrar primeiramente a correta diferença de longitude entre os pontos (Lembrando que DLO é o MENOR arco de Equador entre dois pontos).

$$DLO = \text{Long. A} + \text{Long. B}$$

$$DLO = 101^{\circ}10'00''W + 120^{\circ}06'00''E$$

$$DLO = 221^{\circ}16'00'' \text{ (como ultrapassou } 180^{\circ}, \text{ subtraímos por } 360^{\circ})$$

$$DLO = 360^{\circ} - 221^{\circ}16'00''$$

$$DLO = 359^{\circ}60'00'' - 221^{\circ}16'00''$$

$$DLO = 138^{\circ}44'00'' \text{ (Valor menor que } 180^{\circ}, \text{ encontramos a menor DLO)}$$

Agora, dividimos a DLO por 2:

$$DLO = 138^{\circ}44'00'' : 2$$

$$DLO = 69^{\circ}22'00''$$

Agora, devemos somar a DLO com a MENOR longitude.

$$LOM = 101^{\circ}10'00''W + 069^{\circ}22'00''$$

$$LOM = 170^{\circ}32'00''W \text{ (mantendo a letra da MENOR longitude)}$$

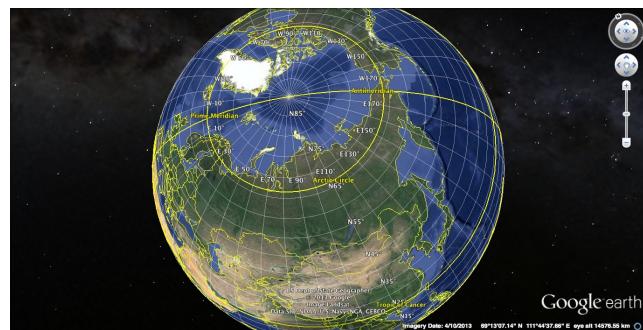
Longitude do antimeridiano: longitude oposta (180°) do meridiano considerado. Exemplo: Qual o antimeridiano da longitude $040^\circ 20' 00''\text{W}$?

$$180^\circ - 040^\circ 20' 00''$$

$$179^\circ 60' 00'$$

$$040^\circ 20' 00''$$

$139^\circ 40' 00''\text{E}$ (por se tratar do meridiano OPOSTO, invertemos o hemisfério)





CAPITULO 3

ORIENTAÇÃO SOBRE A SUPERFÍCIE DA TERRA

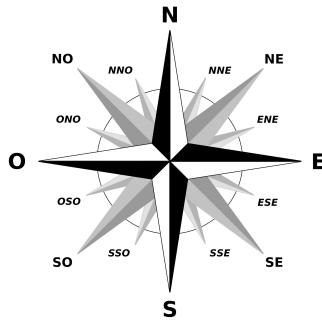
Como vimos anteriormente, existem várias formas de navegação. O primeiro passo ao planejar uma navegação, é identificar em uma carta aeronáutica os aeródromos de origem, destino e alternativa. Basicamente, traçaremos uma reta unindo esses pontos. Mas, e agora? Como saberemos qual direção seguir? A resposta depende da forma como será feita sua navegação. Se fizermos uma navegação por contato, sua orientação será feita a partir de pontos na superfície terrestre, e sua direção será baseada em seguir um ponto após o outro, mudando de rumo cada vez que atinge essa referência em solo. Agora se sua navegação for a estimada (método mais utilizado no curso de piloto privado), você utilizará de instrumentos a bordo para auxiliar em sua orientação. Estamos falando da bússola, instrumento referência para nosso tema.

Como sentido básico da navegação, devemos sempre ter conhecimento de nossa localização e direção. Mas como saberemos qual direção (sentido) seguir?

Podemos utilizar duas formas diferentes de calcular nossa direção: A rosa-dos-ventos ou o sistema de graus direcionais.

Rosa dos ventos: criada há muito tempo atrás pelos navegadores do mediterrâneo, ela é uma das formas mais antigas de orientação que existe. Na rosa-dos-ventos, encontraremos suas divisões e subdivisões (totalizando 16 orientações), chamadas de pontos cardeais, colaterais e subcolaterais.

<u>Pontos cardeais:</u>	<u>Pontos colaterais:</u>	<u>Pontos subcolaterais:</u>
N- Norte	NE- Nordeste	NNE- Nortenordeste
E- Leste	SE- Sudeste	ENE- Estenordeste
S- Sul	SW- Sudoeste	ESE- Estesudeste
W- Oeste	NW- Noroeste	SSE- Sulsudeste
		SSW- Sulsudoeste
		WSW - Oestesudoeste
		WNW-Oestenordeste
		NNW- Nortenordeste



Graus direcionais: a rosa dos ventos foi utilizada por muito tempo como a única forma de direção para a navegação. Com o passar do tempo, perceberam que o método era impreciso, e por muitas vezes confuso. Alguns sentidos de direção ficam entre um ponto e outro, então, como saberemos informar nossa direção?

Foi então criado o sistema de graus direcionais. O círculo foi dividido em 360° , cada um divisível em $60'$ de $60''$. Este método, utilizado em conjunto com o método de pontos cardeais, é bem mais preciso e eficiente.

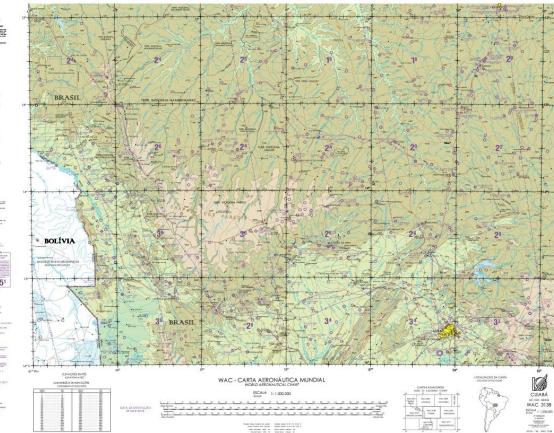
Consideraremos o N (norte) sempre como referência, e será o azimute 0° .



Leitura de direção na carta de navegação:

Passaremos agora para a parte prática de um planejamento de navegação. Neste estudo,

falaremos da WAC (World aeronautical chart) e do transferidor.



A WAC é uma carta específica para voos visuais. Cada carta cobre uma região. No caso do Brasil, para cobertura total do território, foram elaboradas 46 cartas.

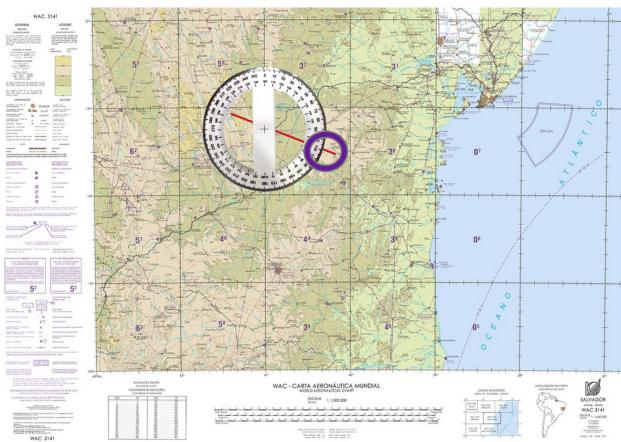
Selecionada a carta da região a ser voada, devemos identificar os aeródromos de decolagem e destino.

Com a ajuda de uma régua, traçamos uma linha reta entre os aeródromos de partida e chegada, formando nossa rota.



Agora, utilizaremos o transferidor. O transferidor é graduado em 360° , e como sabemos, o norte verdadeiro(NV) representa o azimute zero. Posicione o centro do transferidor sobre um paralelo ou meridiano interceptado pela rota, observando

atentamente a direção de deslocamento desejada. A partir desse momento, conseguimos ler no transferidor a nossa direção de deslocamento, em graus, muito mais preciso do que utilizando o sistema de pontos cardinais, como antigamente. Este cálculo é importantíssimo para a elaboração de nosso planejamento de voo. Mais à frente, estudaremos os próximos passos para o planejamento completo de uma navegação visual.





CAPITULO 4

UNIDADES DE MEDIDA DE DISTÂNCIA E VELOCIDADE

As unidades de medida de distância e velocidade empregadas na aviação, que são um pouco diferentes das unidades que usamos aqui no Brasil.

Unidades de distância: a separação entre dois pontos, em questão de quantidade, é denominada distância. As unidades de distância mais utilizadas são: quilômetro(km), milha terrestre(ST) e milha náutica(NM).

-Quilômetro(Km): unidade de medida de grandes distâncias - a mais utilizada no Brasil. Na aviação, geralmente convertemos as distâncias em quilômetro por estarmos mais acostumado com essa medida; porém, na navegação aérea, ela é pouco utilizada.

-Milha terrestre(ST - Statute mile): Unidade de medida muito utilizada na América do Norte, porém pouco utilizada na navegação aérea. $1\text{ST} = 1609\text{m}$ ou $1,609\text{km}$.

-Milha náutica (NM - Nautical mile):

unidade de medida mais utilizada na navegação aérea. Mas por que essa é a medida mais utilizada?

A milha náutica, deriva diretamente da milha geográfica, que tem o valor aproximado de $1'$ de círculo máximo. $1\text{NM} = 1852\text{m}$ ou $1,852\text{km}$

Utilizamos essa medida, porque podemos ler as distâncias diretamente sobre as cartas aeronáuticas, no Equador e nos meridianos.

Unidades de velocidade:

Velocidade é a razão do espaço percorrido pelo intervalo de tempo. Para sabermos a velocidade, precisamos saber qual unidade de medida de espaço foi utilizada. As unidades de medida de velocidade são diretamente relacionadas a unidades de espaço.

Exemplo: Uma aeronave percorreu 120 km no espaço de tempo de 1 hora. Podemos dizer que a velocidade da aeronave foi de 120 km/h . Essa unidade é a mais utilizada no Brasil, não sendo utilizada na navegação aérea.

Com base nesse exemplo, temos outras duas derivações de unidades de medida de velocidade, a Mi e Kt, sendo:

Mi: unidade de velocidade referente à milha terrestre (ST), sendo $1\text{Mi} = 1\text{ST/h}$

Kt: unidade de velocidade referente à milha náutica (NM), sendo: $1\text{Kt} = 1\text{NM/h}$. Essa unidade de velocidade é a mais utilizada na navegação, por utilizar a Milha Náutica como unidade de distância. Essa unidade de velocidade se chama Nó (Knots em inglês).

$$1\text{kt} = 1,852\text{km/h}$$

$$1\text{Mi} = 1,609\text{km/h}$$

Unidades geodésicas: para uso da navegação aérea. Nada mais é que a relação entre grau, arco e distância, que no curso de piloto privado, utilizaremos bastante.

Como vimos anteriormente, vimos que cada milha náutica representa $1'$ de círculo máximo na superfície terrestre. Lembrando que os círculos máximos são os meridianos (qualquer um deles) e o Equador (único paralelo que é círculo máximo, pois divide a Terra em duas partes iguais). Enfatizo isso, pois a partir de agora ensinaremos como medir a distância entre dois pontos, usando as cartas aeronáuticas.

Para descobrir a distância, é muito fácil. Primeiramente, localizamos na carta os pontos de origem e destino. Após isso, ligamos o ponto A(origem) com o ponto B(destino) com uma reta, formando nossa rota.

Após traçarmos a reta, utilizamos uma régua

ou um compasso, para medir a distância entre os dois pontos. Após obter essa distância, devemos transferir essa medida sobre um meridiano qualquer, ou o Equador.



Poderemos, então, ler a nossa distância em milhas náuticas, sobre esse meridiano ou o Equador, com relação ao que estudamos anteriormente, utilizando a seguinte conversão:

Cada minuto de arco, corresponde a 1 NM. Sendo assim, se a distância medida sobre o meridiano for de $47'$, nossa distância entre o ponto A e o ponto B será de 47 NM.

Lembre-se sempre de utilizar os meridianos para fazer a medida, pois os meridianos são sempre círculos máximos. O único paralelo de círculo máximo é o Equador.

Você pode utilizar qualquer objeto para medir as distâncias, até mesmo uma folha de papel. O importante é transferir a distância em linha reta para o meridiano.



CAPITULO 5

ROTAS, MAPAS E CARTAS

Ao planejar nossa navegação, podemos optar pelo caminho a ser percorrido, escolhendo os pontos em que voaremos, definindo a nossa rota. Geralmente escolhemos o caminho mais curto, pois economizamos combustível e tempo. Devido à Terra ser esférica, há duas opções de rotas e serem seguidas, ortodrômicas e loxodrômicas. Explicaremos a seguir:

Rota ortodrônica é o menor segmento de círculo máximo que liga dois pontos. É a rota mais curta entre dois pontos, mas corta os meridianos em ângulos desiguais. Isso exige que o piloto faça um planejamento mais preciso, pois necessita mudar o rumo constantemente durante o voo. Uma rota ortodrônica terá ângulos iguais somente se for voada sobre o Equador, ou totalmente sobre um meridiano.

Rotas loxodrômicas: loxodromia é a linha que intercepta os meridianos em rumos iguais. Embora seja um pouco mais longa que a rota ortodrônica, esse tipo de rota é mais conveniente ao piloto, pois é uma rota em que o piloto voa com um rumo constante, desde a origem até o destino, facilitando seu planejamento. Em voos curtos, geralmente a distância é ligeiramente menor, não impactando o tempo total de voo e combustível utilizado. Em voos de longas distâncias, a diferença é bem maior, mas não entraremos em detalhes, pois o objetivo do nosso curso é a navegação visual, geralmente de curta distância.



Basicamente, devemos saber que: rotas ortodrómicas são mais curtas, e unem dois pontos com ângulos diferentes e rotas loxodrómicas unem dois pontos com ângulos iguais, porém são mais longas.

Carta: mapa com mais detalhes, geralmente destinada à navegação (áerea ou marítima) ou qualquer outra atividade específica. Especifica com precisão as distâncias, direções e as projeções representadas.

Mapas, cartas e projeções:

Atualmente, temos muita tecnologia a bordo das aeronaves comerciais, o que auxiliam muito na localização e navegação. Mesmo com toda essa tecnologia, é fundamental saber sempre nossa posição atual e nossa direção, caso esses equipamentos falhem. O acompanhamento do voo através das cartas de rota é essencial para uma eventual emergência. Mas qual a diferença entre mapa e carta?



Projeções. Nesta parte do curso, estudaremos as origens, os tipos e a finalidade das projeções utilizadas na construção dos mapas e cartas.

Mapa: é a representação geográfica da parte curva da Terra, sobre um plano em uma determinada escala. Como os mapas são simples, não possuem detalhes da área. Os mapas não possuem características técnicas específicas, não são úteis para a navegação aérea.



Em uma carta ou mapa, representamos uma parte da superfície da Terra. Como a Terra tem um formato esférico, ao passar essa superfície para um plano (carta ou mapa), acabam surgindo distorções, independente do tipo de projeção usado. Em pequenas áreas, as distorções são pequenas, pois a superfície fica muito próxima de ser plana; já em grandes extensões, essas distorções ficam mais visíveis.

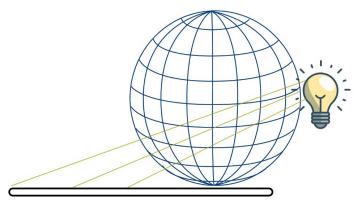
Origem das projeções. Projeção é o nome do

método utilizado para representar a superfície da Terra em uma superfície plana. De acordo com o ponto de origem, ou seja, local onde se posiciona a lâmpada, as projeções são classificadas em:

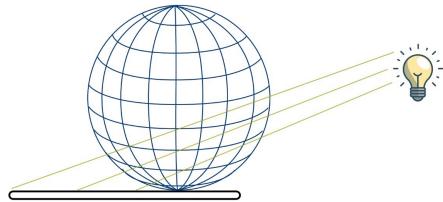
-Gnomônica: centro da esfera. Projeção mais utilizada, como a Lambert e a Mercator.



-Estereográfica: ponto oposto ao ponto de tangência.

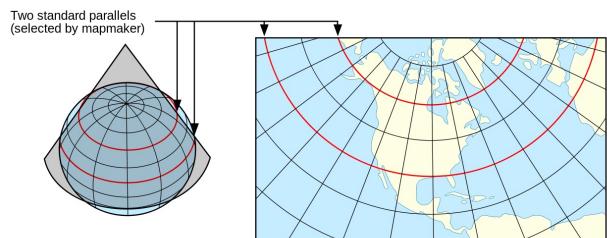


-Ortográfica: infinito



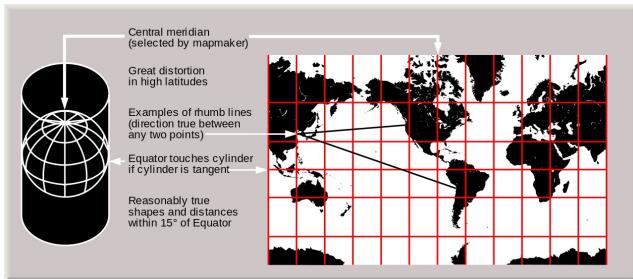
Tipos de projeções. Projetar uma carta sem distorções é impossível. Sabendo qual a finalidade da carta, podemos escolher o melhor tipo de projeção a ser utilizada. São três os tipos de projeções: cônica, cilíndrica e azimutal (ou plana).

Cônica: recebe este nome, pois a superfície da Terra é projetada sobre um cone e, depois, planificada. Ela não se estende muito além do centro da esfera. Com isso, ela consegue representar somente um hemisfério (ou parte dele). Esse tipo de projeção é utilizado para representar regiões de altas latitudes. A projeção mais famosa deste tipo é a projeção Lambert, que estudaremos em breve.

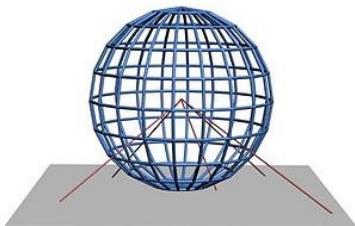


Cilíndrica: são feitas a partir do envolvimento da Terra por um cilindro, tangente à superfície, geralmente pelo Equador. As latitudes mais baixas possuem poucas distorções, porém, as altas latitudes possuem muitas distorções. A projeção cilíndrica mais famosa é a projeção

Mercator, que também estudaremos a seguir.



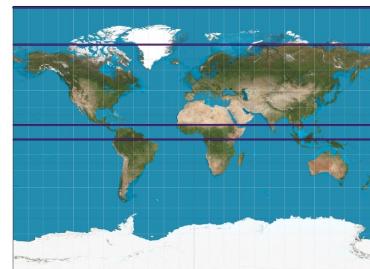
Plana ou horizontal: projeção da superfície da Terra a partir do ponto tangente a ela. O ponto de tangência é o centro da carta, tendo pouca distorção no ponto próximo ao de tangência. Os pontos mais afastados possuem bastante distorção, sendo esse tipo de projeção mais útil para altas latitudes, ou seja, acima de 80 graus.



Conhecendo os tipos de projeções, sabemos as vantagens e desvantagens de cada uma delas. As projeções cônicas e cilíndricas são as mais utilizadas, pois minimizam as distorções, preservam a relação angular e mantêm uma boa constância de escala.

Carta Mercator. A carta Mercator foi idealizada por Gerardus Mercator. É o tipo de carta mais utilizado na navegação

marítima. Trata-se de uma projeção de origem Gnomônica (centro da esfera), que utiliza um cilindro tangente à superfície da esfera. Os meridianos são equidistantes entre si, mas os paralelos sofrem grandes distorções em altas latitudes.



Na carta Mercator:

- os paralelos são linhas retas paralelas não equidistantes.
- os meridianos são linhas retas paralelas equidistantes.
- a rota loxodrómica é uma linha reta.
- a rota ortodrómica é uma linha curva.
- a escala é variável com a latitude.
- a medida de distância é feita na latitude média entre os pontos.
- a direção da rota é medida em qualquer meridiano que cruza a rota.

Desvantagens: as altas latitudes sofrem

muitas deformações, escala variável com a latitude, impossibilidade de representação dos polos.

Vantagens: fácil construção, rota loxodromica ser uma linha reta, fácil plotagem de coordenadas, facilidade em identificar os polos.

Carta Lambert: é uma projeção cônica, de origem Gnomônica (centro da esfera). Foi idealizada por Johann Heinrich Lambert, utilizando um cone secante que corta dois paralelos. A escolha dos paralelos ocorre em função da área em que deseja a projeção. Esse tipo de carta é a mais utilizada em navegação aérea, pois uma linha reta na projeção, conforme de Lambert, fica muito próxima de um círculo máximo, facilitando a marcação de distância. As cartas WAC (world aeronautical chart) e as ERC (Enroute Chart- Cartas de rota) são exemplos desse tipo de projeção.



Na carta Lambert,

-os paralelos são círculos concêntricos ao polo.

-os meridianos são linhas retas convergentes.

-a rota loxodrômica é uma linha curva, exceto os meridianos.

-a rota ortodrômica é quase uma linha reta. - a escala é quase constante.

-a medida de distância pode ser feita em qualquer meridiano.

-a direção da rota é medida no meridiano médio da reta que une dois pontos.

Desvantagens: a plotagem de coordenadas geográficas é mais difícil, rota loxodrômica é uma linha curva, difícil construção, a leitura da direção é feita no meridiano médio da rota traçada.

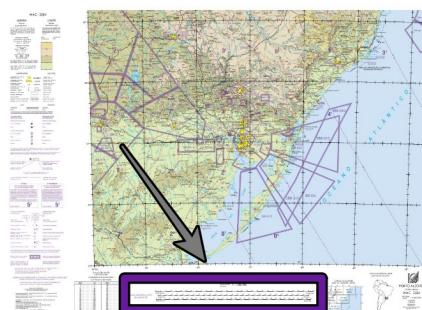
Vantagens: escala quase constante, rota ortodrômica é quase uma linha reta, áreas e formas perfeitas, escala de latitude constante, possibilitando a utilização dos meridianos para obtenção de distância.

Escala de cartas. Toda carta representa uma área da superfície da Terra, que foi reduzida para caber naquele espaço. A carta pode ter

uma riqueza maior ou menor de detalhes, e isso depende da escala utilizada. Exemplo: Uma carta com escala fracionária de 1:1.000.000 (1cm na carta representa 1.000.000cm, ou 10km na superfície da Terra) terá menos detalhes que uma carta com escala fracionária de 1:250.000 (1cm na carta representa 250.000cm ou 2,5km na superfície da Terra).

Essa redução será representada em uma escala. Há dois tipos de escala:

Escala gráfica: essa escala geralmente fica localizada na parte de baixo da carta, e é representada por uma linha gráfica contendo várias unidades de distância, como a milha náutica (Nm), milha terrestre (St) e o quilômetro (km).



Escala fracionária: essa escala é representada por uma fração matemática, como vimos acima.

Exemplo: 1:100.000 - significa que uma unidade de medida na carta representa cem mil partes dessa unidade de medida na superfície terrestre.

Para saber como transformar a escala em distância, é bem fácil!

Devemos sempre prestar atenção nas unidades de medida, pois não podemos misturá-las. Se você usou o centímetro para medir a carta, o resultado sempre será em centímetros. Se quiser transformar em outra unidade, devemos fazer a conversão, como já foi estudado.

Exemplo: em uma carta com escala fracionária de 1:1.000.000 obtivemos com uma régua o valor de 10cm. Qual a distância correspondente em quilômetros?

1:1.000.000 --> 1cm = 1.000.000cm na superfície da Terra.

1cm na carta = 10km

Devemos sempre ler as distâncias correspondentes em quilômetros, pois facilita nossos cálculos. Lembre-se: 1km = 100.000cm.

Interpretação das cartas WAC:

Esta parte do estudo não é tão importante para a prova teórica da ANAC, mas saber

interpretar bem as cartas WAC ajudará tanto no seu planejamento como no

acompanhamento dos voos visuais na parte prática do piloto privado.

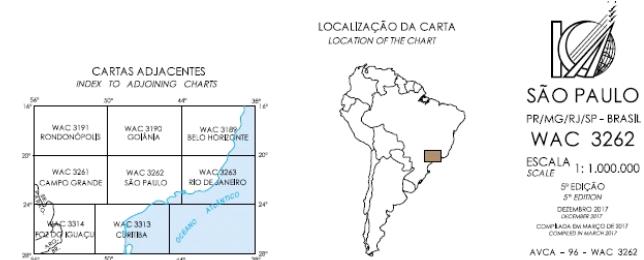
Características gerais da WAC: esta carta é elaborada pelo DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo) em convênio com o IBGE. São cartas feitas a partir de uma projeção cônica, conforme de Lambert, na escala de 1:1.000.000 (um por um milhão), considerada de pequena escala. As WAC satisfazem os requisitos de navegação aérea visual, tanto para o planejamento quanto para o acompanhamento do voo.

As WAC possuem detalhes e informações extremamente importantes para o planejamento do voo visual, assim como informações aeronáuticas tais como: aeródromos, espaços aéreos condicionados, rodovias, ferrovias, cidades, povoados, auxílios-rádio etc.

Divisão do território brasileiro. Como uma carta WAC não consegue representar todo o território nacional, ela foi dividida em 46 partes. Portanto, o primeiro passo do piloto é identificar a região a ser voada, e selecionar a WAC correspondente.

Identificação da WAC: identificada a região a ser voada, devemos selecionar a WAC que represente totalmente o voo. Caso o voo seja muito longo e fique fora da WAC selecionada, devemos levar mais de uma

carta para o voo. Na identificação da WAC, temos o nome da área de cobertura, as cartas adjacentes da WAC selecionada, os estados contidos nesta carta, número de identificação da WAC, escala, edição e data de elaboração.



Legenda da WAC: do lado esquerdo das WAC, tem-se a descrição de todos os símbolos utilizados na confecção da carta, separados por: legenda de relevo, construções e legenda de informações aeronáuticas. É necessário que você conheça a maior parte desses símbolos, mas, caso esqueça, não há problema algum em consultar as legendas. O mais importante é não ter dúvida!

Legenda de relevo: iniciamos pelo relevo, pois é o primeiro item que deve ser analisado na navegação. Conhecendo as elevações em nossa rota, escolheremos o nível de voo. O nível de voo escolhido é o que influencia os outros itens de nosso planejamento do voo visual, como o tempo total de voo, consumo de combustível,

autonomia, proa e rumo magnético.

WAC 3262

LEGENDA
RELEVO
ELEVACÕES EM PÉS

As formas de terreno são Indicadas por reliefs sombreados, cores hipsométricas, pontos contados e curvas de nível a intervalos de 1000 pés, referidos ao nível médio do mar (MSL), com intermédias de 300 pés quando necessário.

ELEVACÕES DO TERRENO
A maior elevação (cota) conhecida nesta carta é de 9157 pés a 22° 23' S 044° 40' W

TERRAIN ELEVATIONS
The highest known elevation is 9157 feet at 22° 23' S 044° 40' W

Pointos contados normal, critico e o mais alto 3055 - 4909 - 9157 Spot elevations: normal, critical and the highest

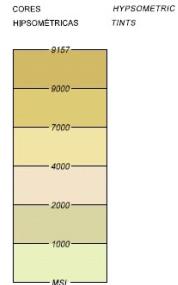
As cotas Indicadas com um ponto são precisas. As Indicadas com um "X" são duvidosas e aquelas sem esses símbolos não se localizam facilmente.

Spot elevations shown with a dot are accurate; those shown with an "X" are questionable and those shown without any of these signs are of uncertain position.

LEGENDA
RELIEF
ELEVATIONS IN FEET

Land forms are shown by shaded relief, hypsometric tints, spot elevations and contour lines at 1000 foot intervals above mean sea level (MSL), with 300 foot intermediate contour lines when necessary.

CORES HIPSOMÉTRICAS



INFORMAÇÕES AERONÁUTICAS

AERÓDROMOS PRINCIPAIS

Civil ou Civil/Militar



AERONAUTICAL INFORMATION

PRINCIPAL AERODROMES

Civil or Civil/Military



OUTROS AERÓDROMOS

Civil ou Civil/Militar



Militar



Existência duvidosa



Heliporto



Os aeródromos principais têm pistas pavimentadas com 1000m ou mais de comprimento. As pistas estão representadas na escala de 1:500,000. As pistas de todos os aeródromos estão representadas de acordo com seu rumo.

Major aerodromes have a hard surface runway length of 1000m (3280 feet) or more. Runway patterns are shown at 1:500,000 scale. The runways of all aerodromes are shown according to their bearings.

VIRACOPOS 2169 LH 32

Cota em pés acima do nível médio do mar (MSL)
Elevation in feet above MSL

Comprimento da maior pista, em centenas de metros
Length of the longest runway in hundreds of meters

Pista pavimentada Hard surface runway

Iluminação mínima Minimum lighting

Um traço (-) é inserido quando não há L ou H.
A dash (-) is inserted when there is not L or H.

LINHAS ISOGÔNICAS PARA 2017

Varição anual 7° 00' W

ISOGONIC LINES FOR 2017

Annual rate of change 7° 00' W

AUXÍLIOS À NAVEGAÇÃO E OBSTÁCULOS

NAVIGATION AIDS AND OBSTACLES

VOR / DME BELÉM

Auxílio rádio VOR, VOR/DME e NDB

Radio facilities VOR, VOR/DME and NDB

Faroís aeronáutico e marítimo

Aeronautical and marine lights

Obstáculos verticais

Vertical obstructions

Obstáculo sem os valores de elevação e altura

Obstruction without elevation value and height

Elevação (cota) do topo do obstáculo acima do nível do mar

Elevation of obstruction top above MSL

Altura do obstáculo acima do terreno

Height of obstruction above ground level (AGL)

(197)

(197)

Grupo de obstáculos

Obstruction group

4691

4691 (197)

3146

3146 (260)

CONSTRUÇÕES

CULTURE

Localidades com mais de 500.000 habitantes



OLINDA

Localidades over 500,000 inhabitants

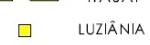
Localidades de 100.000 a 500.000 habitantes



ITAJAÍ

Localities from 100,000 to 500,000 inhabitants

Localidades de 20.000 a 100.000 habitantes



LUZIÂNIA

Localities from 20,000 to 100,000 inhabitants

Localidades com menos de 20.000 habitantes



Lontra

Localities under 20,000 inhabitants

Edificações Isoladas



Faz. Golabat

Isolated buildings

Estradas de pista dupla



Dual lane roads

Paved roads

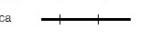
Estradas pavimentadas



Other roads

Other roads

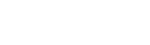
Outras estradas



Multiples track railroads

Multiple track railroads

Estradas de Ferro de várias linhas



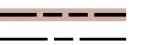
Estradas de Ferro de linha única

Single track railroads

LIMITES

BOUNDARIES

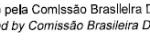
Internacional



International

International

Outros



Others

Others

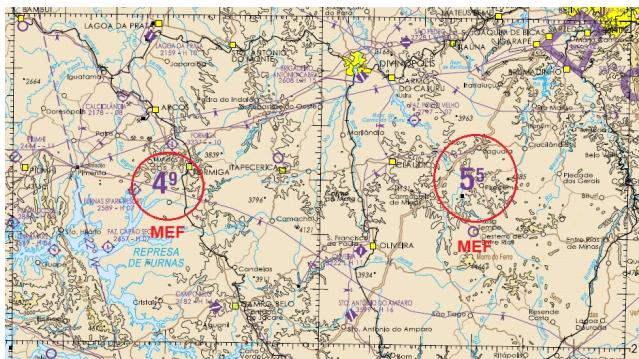
Limite Internacional confirmado pela Comissão Brasileira Demarcadora de Limites.

International boundary approved by Comissão Brasileira Demarcadora de Limites

Legenda de informações aeronáuticas: são dados referentes a informações aeronáuticas, tais como: aeródromos, linhas isogônicas, espaços aéreos condicionados, auxílios-rádio etc.

MEF - Maximum elevation figures: são valores de elevações máximas, encontradas naquele quadrante. Os algarismos grandes representam milhares, e os menores representam centenas. Esse número mostra a maior elevação presente naquele quadrante, em pés. Para o planejamento de voo visual, ao escolher o nível de voo mínimo, devemos (por regulamento) adicionar 500 pés acima do obstáculo mais alto em regiões despovoadas, e 1000 pés em regiões

povoadas. Por questões de segurança, é recomendável que sempre adicione 1000 pés acima do maior relevo encontrado. No exemplo abaixo, o maior relevo nos dois quadrantes tem uma altitude de 5500 pés. Colocando 1000 pés acima desse valor, dizemos que o nível mínimo de voo nesse quadrante será de 6500 pés, ou 7500 pés, dependendo do rumo.



Informações magnéticas: nas cartas WAC, encontraremos as linhas isogônicas (estudaremos no capítulo a seguir). É importante saber onde encontrar essa informação, para calcular exatamente os rumos e proas magnéticas de sua navegação.

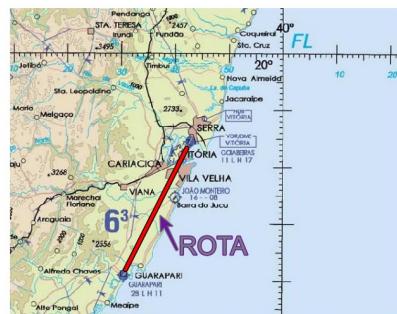




CAPITULO 6

PROA, RUMO E ROTA

Durante o planejamento do nosso voo, inicialmente, deve-se traçar uma linha reta unindo nosso ponto de origem com o ponto de destino, o que chamamos de rota. A rota nada mais é do que o caminho planejado (ou percorrido) por uma aeronave.



Durante o voo, deve-se manter o nariz da aeronave apontado para o destino traçado, se não houver vento. Como a aeronave é envolvida por uma massa de ar que está sempre em deslocamento, sofremos a influência direta do vento, podendo ser de través (direita ou esquerda), de cauda ou de proa, influenciando, portanto, a nossa proa.

Proa é a direção do eixo longitudinal da aeronave, e pode ser maior ou menor que nosso rumo, como veremos a seguir.



Rumo é a direção da nossa trajetória (rota), em relação ao norte, como aprendemos a calcular em capítulos anteriores. O rumo coincidirá com a rota se aplicarmos a correção de deriva de forma correta.



Deriva nada mais é do que o ângulo formado entre a proa voada e o rumo seguido, no sentido do vento.



Correção de deriva é ângulo formado entre o rumo e a proa, no sentido contrário ao vento.

Influência do vento: durante o planejamento de nosso voo, é imprescindível analisar com todo cuidado a meteorologia envolvida durante todo nosso trajeto e, não esquecer que um dos elementos que mais influenciam é o vento. Embora existam previsões bem precisas, o vento, por menos que seja, sempre sofre alteração. Por isso, é muito importante efetuar o cross-check de estimados quando se está voando e, assim, efetuar as correções necessárias para manter a rota planejada.

O vento influencia diretamente o nosso voo. É dever do piloto efetuar as correções necessárias para evitar imprevistos durante a navegação. Como vimos anteriormente, caso o vento seja nulo, ou esteja totalmente de cauda ou de proa, não teremos de corrigir a nossa proa, pois será exatamente o rumo da rota voada. Ou seja, não teremos de efetuar nenhuma correção de deriva.

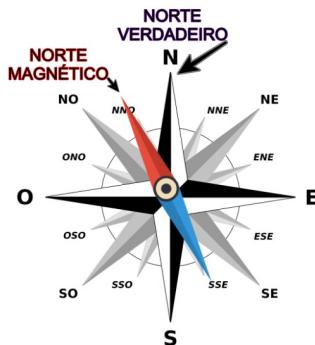
Porém, caso o vento esteja de través, teremos de corrigir essa influência, pois ele afeta diretamente nossa trajetória, fazendo com que a aeronave "derrape" no ar e, assim, levando-a para outra direção.



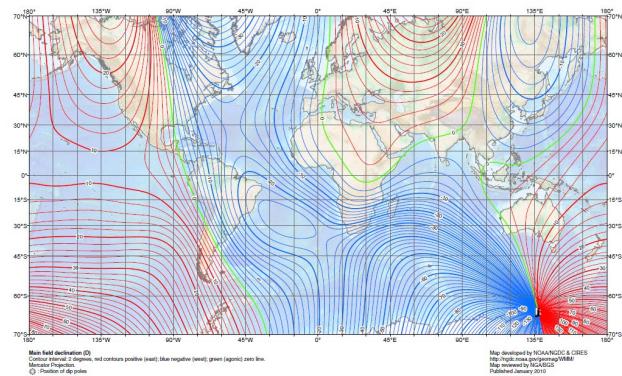
CAPITULO 7

Magnetismo terrestre

A Terra tem uma característica semelhante à de um grande imã, com um enorme campo magnético. Como todo campo magnético, temos dois polos distintos. No caso da Terra, temos o polo norte magnético e o polo sul magnético, que não coincidem com o polo norte verdadeiro nem o polo sul verdadeiro. O polo norte verdadeiro está localizado na latitude 90°N e o polo norte magnético atualmente está localizado na coordenada 82.7°N 114.4°W. A diferença angular entre o polo norte verdadeiro e o polo norte magnético é chamada de declinação magnética, que estudaremos a seguir.



Você deve estar se perguntando: "Por que estamos estudando isso?". A resposta é simples: quando planejamos a navegação, após traçarmos nossa rota, encontramos nosso rumo verdadeiro para o destino, a partir do meridiano. Nossa instrumentação de referência a bordo, para saber o rumo a seguir, é a bússola, que utiliza o norte magnético como referência. Sabendo a diferença entre o norte verdadeiro e o norte magnético, saberemos o rumo magnético a seguir. Nas cartas WAC, encontramos esse valor nas linhas isogônicas (linhas com mesma declinação magnética).



Declinação magnética: é o valor angular entre o norte verdadeiro e o norte magnético. Esse valor é expresso em graus, e tem a designação "W" quando localizado à esquerda do norte verdadeiro, e "E" quando à

direita do norte verdadeiro. A declinação magnética varia ao longo do tempo, e também é variável em relação à superfície da Terra. As cartas aeronáuticas representam, através das linhas isogônicas e agônicas, o valor da declinação magnética.

rumo verdadeiro e o rumo magnético serão os mesmos, pois os polos coincidem.

O rumo magnético poderá ser maior ou menor que o rumo verdadeiro, isso depende do valor da declinação magnética.

Caso o voo cruze regiões com Dmg diferentes (várias linhas isogônicas), deve-se utilizar a Dmg média entre os lugares. Exemplo: cruzaremos três linhas isogônicas de valores 20°W , 21°W e 22°W . Neste caso, podemos utilizar a Dmg média de 21°W para calcular nosso rumo magnético para toda a navegação.



Linhas isogônicas: linhas que unem pontos de mesma declinação magnética.

Linhas agônicas: linhas que unem pontos em que a declinação magnética é nula.

Em uma carta aeronáutica, a declinação magnética é identificada conforme figura a seguir:



Neste exemplo, a declinação magnética tem o valor de 22°W , indicando que o norte magnético está 22° à esquerda do norte verdadeiro.

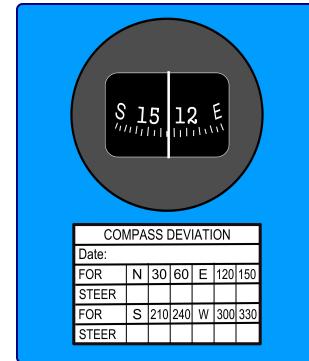
Quando a declinação magnética for nula, o

Inclinação magnética: em uma bússola, a componente horizontal é a responsável pela orientação da agulha para o norte magnético, fazendo com que ela aponte sempre para essa localidade. Como mencionado anteriormente, a Terra é considerada um grande imã, tendo seus polos magnéticos. Na região do Equador, a bússola tem a componente horizontal máxima, pois está bem afastada do polo norte magnético. Agora, imagine em uma alta latitude, próxima do polo norte magnético, como essa bússola poderá apontar para o norte magnético, sendo que estamos praticamente na vertical deste ponto? A bússola precisaria "apontar para baixo", para indicar o polo norte magnético. Para garantir que a bússola continue apontando para o polo magnético, em altas latitudes (acima de 60°), a agulha necessita de um contrapeso, para compensar essa inclinação. Em uma definição mais teórica, podemos dizer que a inclinação magnética é um ângulo, em um plano vertical, formado pela componente horizontal e o campo magnético da Terra, em um determinado ponto.

Linhas isoclínicas são linhas que unem pontos de mesma inclinação magnética. São apresentadas em cartas de altas latitudes, e não usaremos em nossos cálculos, pois estamos em uma região de latitude média. Em nosso curso e em nossos planejamentos de voo, utilizaremos somente a declinação magnética.

Desvio bússola (DB): a bússola, quando livre de interferências e outros campos magnéticos, orienta corretamente para o meridiano magnético. Porém, em uma aeronave, temos vários instrumentos instalados, que geram pequenos campos magnéticos interferindo, dessa forma, na orientação da agulha da bússola. Esse desvio é chamado de desvio bússola, e é o ângulo formado entre o norte magnético e o norte bússola. Esse desvio pode ser a esquerda do norte magnético (caracterizado pela letra W), ou a direita do norte magnético (caracterizado pela letra E).

Toda bússola vem acompanhada de um cartão de correção. Esse cartão indica a correção a ser feita em determinado rumo. É importante verificar a presença do cartão de desvios antes de cada voo, pois devemos sempre seguir os valores indicados nos cartões. Os desvios são pequenos, ou, às vezes, nulos, conforme ilustrado a seguir:





CAPITULO 8

PÉ DE GALINHA OU CALUNGA

O que chamamos de pé de galinha, é um artifício gráfico que serve para determinar nossa proa e nosso rumo, itens extremamente importantes em nossa navegação. Toda a parte teórica que estudamos até aqui serve de base para utilizar em nossa parte prática da navegação visual. Sabemos que precisamos de um rumo em nossa navegação, e ele é medido a partir do norte verdadeiro (ou geográfico), formando o rumo verdadeiro. Porém, o equipamento utilizado a bordo (bússola) tem como referência o norte magnético. No capítulo do magnetismo terrestre, aprendemos que o rumo magnético é a soma (ou subtração) do rumo verdadeiro com a declinação magnética (D_{mg}), e que a bússola recebe interferências com os equipamentos instalados na aeronave, formando o desvio de bússola. Isso parece complicado, mas é muito simples. No final deste capítulo, tudo estará bem claro!

Para evitar confusão, retomamos os conceitos:

Rota: projeção na superfície terrestre da trajetória percorrida ou prevista por uma aeronave.

Rumo: direção da rota expressa em graus em relação ao norte.

Rumo verdadeiro: ângulo formado entre o norte verdadeiro e a rota planejada.

Rumo magnético: ângulo formado entre o norte magnético e a rota planejada.

Proa: direção para onde o nariz da aeronave aponta, ou o eixo longitudinal da aeronave.

Proa verdadeira: ângulo formado entre o norte verdadeiro e a proa da aeronave, no sentido horário.

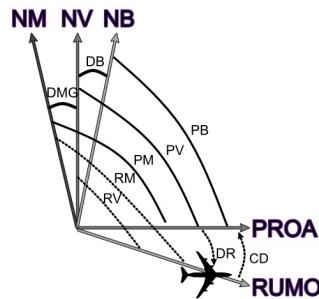
Proa magnética: ângulo formado entre o norte magnético e a proa da aeronave, no sentido horário.

Proa bússola: ângulo formando entre o Norte bússola (norte indicado pela bússola, com seu respectivo desvio de bússola) e a proa da aeronave.

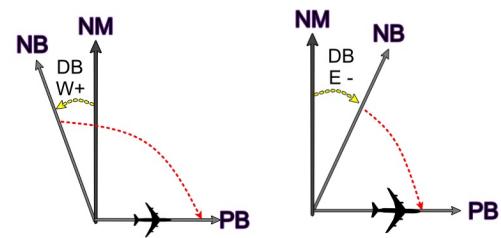
Deriva: ângulo formado entre a proa e a rota, no sentido do vento.

Correção de deriva: ângulo formado entre o rumo e a proa, no sentido contrário ao vento.

Declinação magnética: ângulo formando entre o norte verdadeiro e o norte magnético.



Para o cálculo de proa bússola, a lógica é a mesma. Sempre que o desvio bússola (DB) for Leste (E), devemos subtrair esse valor da proa magnética (PM), para encontrar a proa bússola (PB). Se o desvio bússola for oeste (W), devemos somar esse valor com a proa magnética, para encontrar a proa bússola (PB).



Agora, daremos alguns exemplos de como calcular esses valores, a partir de tudo que estudamos até aqui. Nada disso precisa ser decorado, mas entendido. Os cálculos são simples, só precisam ser feitos com calma e atenção.

Para o cálculo de proa magnética, sempre que a declinação magnética for Leste (E), devemos subtrair esse valor da proa verdadeira, para encontrar a proa magnética (PM). Sempre que a declinação magnética for Oeste (W), devemos somar esse valor com a proa verdadeira para encontrar a proa magnética (PM).

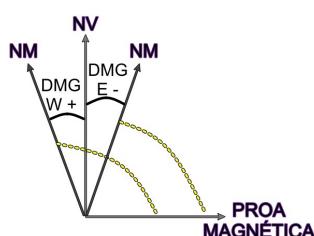
Resumindo:

$$\text{Dmg E: } \text{PV} - \text{Dmg} = \text{PM}$$

$$\text{Dmg W: } \text{PV} + \text{Dmg} = \text{PM}$$

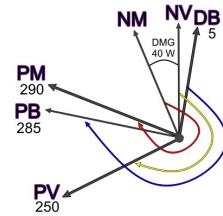
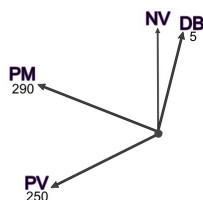
$$\text{Db E: } \text{PM} - \text{Db} = \text{PB}$$

$$\text{Db W: } \text{PM} + \text{Db} = \text{PB}$$



Agora, teremos alguns exemplos para que vejam como cada valor é encontrado. Basta seguir o que aprendemos até aqui, que facilmente encontraremos os valores faltantes:

Dados: PV: 250° , PM 290° e Db 5°E , calcule
a Dmg e a PB:



Dmg: ângulo entre o NV e o NM correto? Se a PM é 40° maior que a PV, sabemos então que ela foi somada à PV. Portanto, a Dmg tem o valor de 40°W , pois aprendemos que as Dmg "W" são somadas à PV.

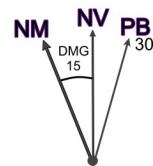
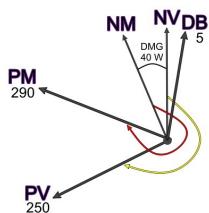
Agora, faremos mais uns exercícios para consolidar nosso aprendizado!

Exercício 1:

Dados: Dmg 15°W , DB 0° e PB = 030° .
Calcule a PV e a PM:

$$\text{PB} = \text{PM} (\text{DB} = 0). \text{PM} = 030^\circ$$

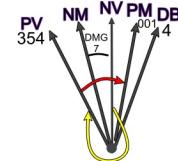
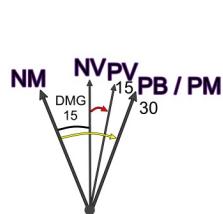
$$\text{PV} = \text{PM} - 15^\circ. \text{PV} = 015^\circ$$



PB: Sabendo o valor do Db (5°E), devemos subtrair esse valor da PM. Portanto, PB = 285° .

Nesse caso, subtraímos a Dmg já que estamos fazendo a ordem inversa, pois tínhamos o valor da PM e tínhamos que descobrir a PV. Fique esperto com estes detalhes! A conta é simples, só precisamos estar atentos ao que é

pedido.



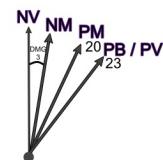
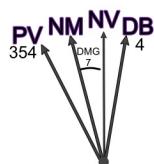
Exercício 3:

Exercício 2:

Dados: PV 354°, Dmg 7°W e Db 4°E, calcule a PM e a PB.

Dados: Dmg 3°E, PM 020° e PB 023°, calcule a PV e o Db.

$$PV = PM + Dmg = 020^\circ + 3^\circ = 023^\circ$$



$$PM = PV + Dmg = 354^\circ + 7^\circ = 001^\circ$$

$$PB = PM - Db = 001^\circ - 4^\circ = 357^\circ$$

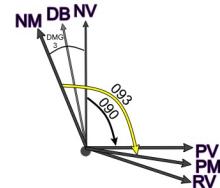
$Db = PB - PM = 003^\circ W$ (devemos colocar o hemisfério pois queremos saber qual o desvio bússola, e não o valor da proa).

Após esses exercícios, você já deve ter compreendido a lógica de como devemos

efetuar os cálculos. Só precisamos ter atenção no que foi pedido, para não fazer cálculo inverso. Concentração nesta hora é muito importante!

$$PM = PV + Dmg = 090^\circ + 3^\circ = 093^\circ$$

Agora, consideraremos a deriva (DR) e a correção de deriva (CD), já que nos exercícios anteriores não consideramos o vento, sendo a proa igual ao rumo.



Para auxiliar no entendimento da deriva (DR) e da correção de deriva (CD), lembre sempre que uma é oposta à outra. Exemplo: Deriva para direita terá valor positivo, portanto, a correção de deriva será pra esquerda com valor negativo e vice-versa.

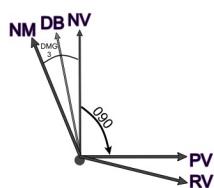
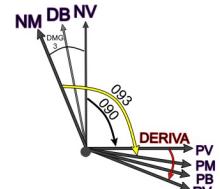
Faremos alguns exercícios para praticar, incluindo agora o RV, RM, DR e CD, itens que sofrem com a influência do vento.

$$PB = PM + DB = 093^\circ + 2^\circ = 095^\circ$$

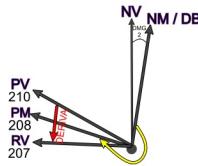
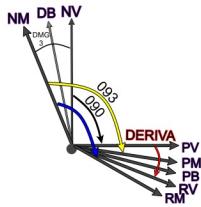
$$DR = RV - PV = 102^\circ - 090^\circ = 12^\circ \quad (CD = -12^\circ)$$

Exemplo:

Dados: Dmg 3°W, DB 2°W, PV 090° e RV 102°, calcule a PM, PB, DR, CD e RM.



$$RM = RV + Dmg = 102^\circ + 3^\circ = 105^\circ$$



Exercício 1:

$$CD = \text{oísto DR} = +3^\circ$$

Dados: PV 210° , Dmg 2°E , DB 2°E e DR -3° , calcule a PM, PB, RV, RM e CD.

$$PM = PV - Dmg = 210^\circ - 2^\circ = 208^\circ$$

Exercício 2:

Dados: Dmg 5°W , DB 2°E , PB 140° e RV 134° , calcule a PV, PM, DR, CD e RM.

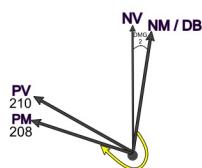
$$PM = PB + DB = 140^\circ + 2^\circ = 142^\circ$$

$$PV = PM - Dmg = 142^\circ - 5^\circ = 137^\circ$$

$$DR = RV - PV = 134^\circ - 137^\circ = -3^\circ$$

$$CD = \text{oísto DR} = +3^\circ$$

$$RM = RV + Dmg = 134^\circ + 5^\circ = 139^\circ$$



$$PB = PM - DB = 208^\circ - 2^\circ = 206^\circ$$

$$RV = PV - DR = 210^\circ - 3^\circ = 207^\circ$$

Preste bem atenção no que o exercício pede. No exemplo acima, tivemos que começar descobrindo a proa magnética, para depois descobrir os outros itens. Como dissemos anteriormente, não precisamos decorar nenhuma fórmula, somente entender o conceito e a aplicar, de forma correta, o pé de galinha.

Exercício 3:

Dados: PV 310° , Dmg $7^\circ E$, DB $5^\circ E$ e RV 300° , calcule a PM, PB, RM, DR e CD.

$$PM = PV - Dmg = 310^\circ - 7^\circ = 303^\circ$$

$$PB = PM - DB = 303^\circ - 5^\circ = 298^\circ$$

$$RM = RV - Dmg = 300^\circ - 7^\circ = 293^\circ$$

$$DR = RM - PM = 293^\circ - 303^\circ = -10^\circ$$

Com base nesses exercícios, vemos que prestando atenção no que foi pedido, e com base nas informações dadas, não temos nenhum segredo em construir o pé de galinha. O conceito é o mesmo para toda ocasião. A partir deste momento, você terá grande facilidade ao planejar sua navegação estimada, descobrindo o rumo correto para o seu destino, e efetuando as correções necessárias de proa para manter o rumo correto da sua rota.



CAPITULO 9

INSTRUMENTOS DA AERONAVE

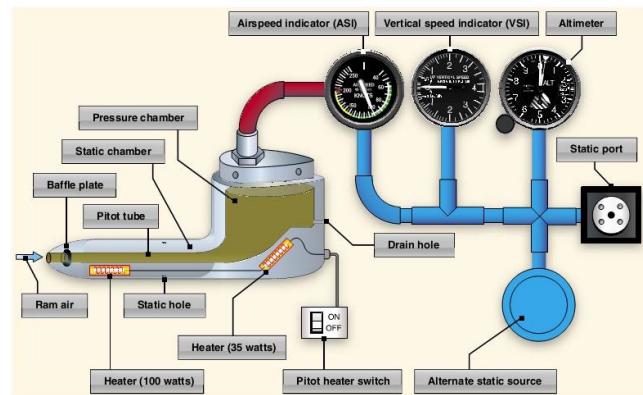
Neste capítulo, estudaremos os instrumentos básicos para o voo visual, que podem ser encontrados desde o "Paulistinha" até um Boeing 747. São instrumentos extremamente importantes, que servem de orientação para nossa navegação estimada, objeto principal do nosso curso.

Alguns instrumentos utilizam a variação de pressão atmosférica como referência para suas indicações, como por exemplo: climb (ou variômetro) e o altímetro.

Outros instrumentos usam a propriedade da inércia giroscópica, ou precessão giroscópica como, por exemplo: turn and bank, horizonte artificial e o giro direcional.

E, por fim, temos aqueles instrumentos que utilizam os campos magnéticos da Terra como referência, como a bússola.

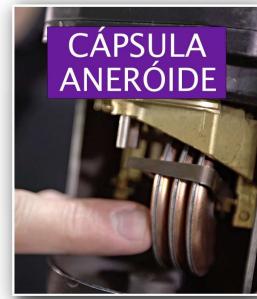
Um dos equipamentos mais importantes em nossa aeronave é o tubo de pitot. Ele faz parte do sistema pitot estático, e capta a variação de pressão atmosférica para que o altímetro, o climb e o velocímetro funcionem. Ele capta dois tipos de pressão: a pressão estática e a pressão dinâmica.



Pressão estática: todo corpo na superfície terrestre sofre uma pressão, independente de onde esteja. Em qualquer lugar do planeta podemos medir o valor da pressão atmosférica e, importante salientar, não precisamos estar em movimento para que essa medição seja feita. Nas aeronaves, essa pressão é captada pelas tomadas estáticas, que geralmente são instaladas na fuselagem, podendo ter mais de uma tomada estática, como backup. Antes do voo, devemos verificar se os orifícios destas tomadas estáticas estão desobstruídos e limpos a fim de evitar erros de indicação. Esses erros influenciam o altímetro, que usa a tomada estática para calcular a altitude.

Pressão dinâmica: diferente da pressão estática, a pressão dinâmica só existe com o movimento. Quando um corpo se desloca, gera uma pressão de ar devido a esse deslocamento. Essa pressão gerada pelo movimento é a pressão dinâmica, que varia com a densidade do ar e do vento relativo. Quanto maior for a densidade do ar, maior a pressão dinâmica, que também é maior quanto mais forte for o vento relativo. Essa pressão é captada pelo tubo de pitot, que deve estar sempre desobstruído, pois o tubo de pitot capta a pressão dinâmica para fornecer dados para o velocímetro, instrumento extremamente importante para o voo.

A soma da pressão estática com a pressão dinâmica forma a pressão total.



Mas, por que utilizar o nível médio do mar, e não a altura em relação ao solo?

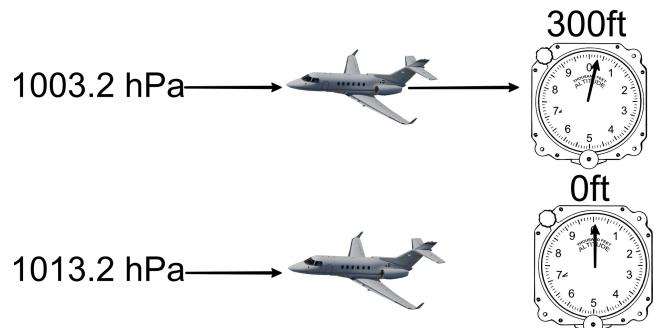
Se a Terra fosse completamente plana, sem obstáculos, considerar a altura em relação ao solo seria a mais correta. Porém, temos várias "irregularidades" na superfície, o que faz com que essa altitude varie bastante, não sendo, portanto, adequado o seu uso. Utilizando o nível médio do mar, e conhecendo a elevação da área sobrevoada, saberemos calcular nossa altura em relação a esses obstáculos.

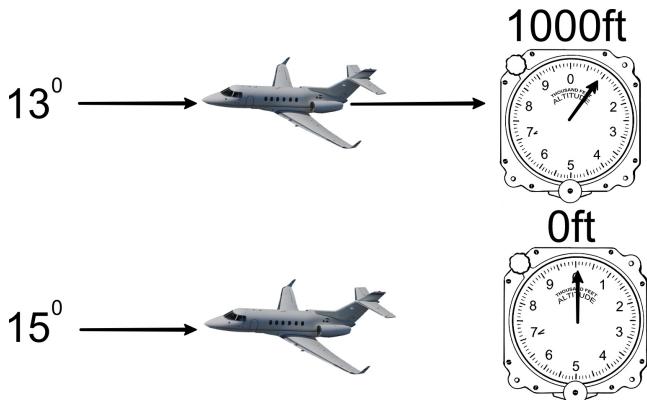
Altímetro: o altímetro utiliza a tomada estática da aeronave para que ele funcione de forma correta.



Esse instrumento possui uma cápsula aneróide interligada a ponteiros que indicam a altitude em pés, em relação ao nível médio do mar. Na subida, a pressão atmosférica diminui, fazendo com que a cápsula se expanda, movendo os ponteiros do altímetro. Na descida ocorre o inverso, pois a pressão atmosférica aumenta, comprimindo a cápsula.

Altitudes: o altímetro indicará corretamente a altitude, somente se estivermos em uma condição atmosférica ideal, chamada ISA, ou atmosfera padrão. Nesta atmosfera, consideramos uma temperatura de 15°C, com queda na razão de 2°C a cada mil pés e pressão de 1013,2 hPa, perdendo 1 hPa a cada 30 pés de altitude.



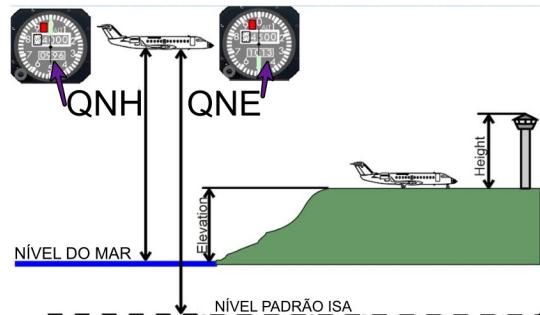


Como a pressão atmosférica varia de acordo com a localidade, devemos sempre ajustar a pressão atmosférica do local a ser sobrevoado, pois se mantivermos o ajuste de 1013,2 hPa em um local com pressão diferente da padrão, teremos um erro na indicação da altitude, o que é muito perigoso! Por isso é importante saber a pressão de ajuste da localidade do voo, para corrigir essa diferença. Para melhor compreensão, veja o exemplo a seguir:

Decolamos de Congonhas, onde a pressão atmosférica no momento é de 1018,0 hPa. Nosso destino é o aeroporto Santos Dumont, onde a pressão é de 1010,0 hPa. Se mantivermos o ajuste de 1018,0 hPa até o Rio de Janeiro, teremos um erro de indicação de 8 hPa, totalizando 240 pés de diferença (cada hPa equivale a 30 pés de altitude). Isso significa que o altímetro estaria indicando 1000 pés, porém a altitude em relação ao nível médio do mar seria de 760 pés, voando bem abaixo do exigido!

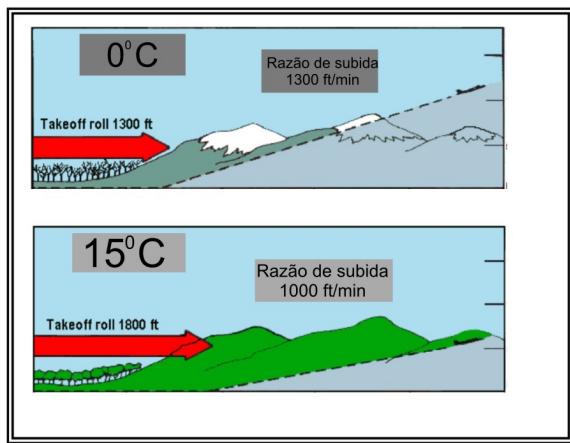
Antes de analisarmos os erros de altitudes, estudaremos cada uma delas:

Altitude indicada: conhecida também como altitude QNH, é a altitude lida no altímetro, quando este está ajustado para a pressão do local sobrevoado.



Altitude pressão ou altitude QNE: é a altitude lida no altímetro, quando este está ajustado para a pressão padrão 1013,2 hPa. Quando ajustamos para a pressão padrão, passamos a ler a altitude em níveis de voo (FL- Flight level), e é expresso em centenas de pés, exemplo: 10.000 pés é equivalente ao nível de voo 100, ou FL 100.

Altitude densidade: altitude que pode ser calculada no computador de voo, e é a altitude pressão corrigida para erros de temperatura. Se a temperatura local for maior que a temperatura padrão, a altitude densidade será maior que a altitude pressão. Se a temperatura local for menor que a temperatura padrão, a altitude densidade será menor que a altitude pressão.



Altitude verdadeira: altitude pressão corrigida para os erros de temperatura e densidade; também pode ser calculada no computador de voo.

Altitude absoluta ou altura: distância vertical da aeronave em relação ao terreno sobrevoado.

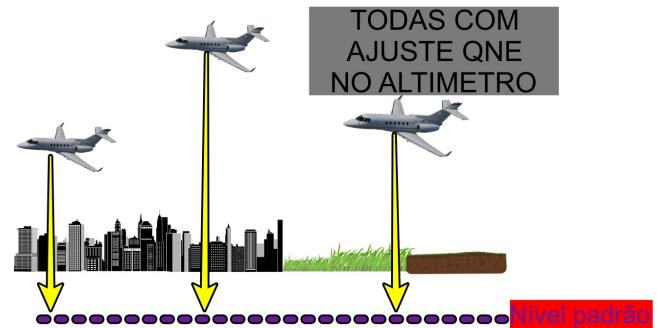
Altitude calibrada: altitude corrigida para erros mecânicos do instrumento.

Erros do altímetro. O altímetro pode apresentar indicações erradas por diversos fatores: defeito mecânico, entupimento da tomada estática por sujeira ou gelo, e, o mais comum, por diferenças de pressão e temperatura.

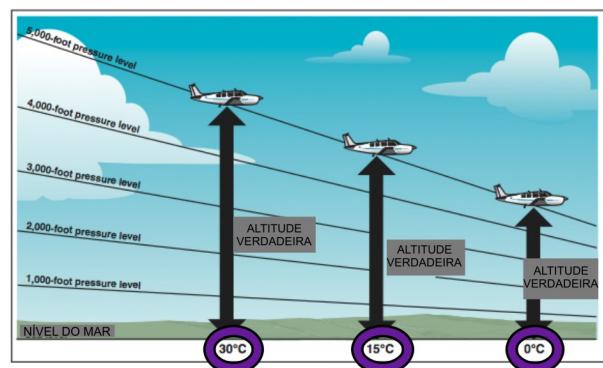
Quando estamos voando em níveis de voo, ou seja, ajustados em 1013,2 hPa, a altitude lida no altímetro é diferente da altitude verdadeira, devido à diferença de pressão e

temperatura em relação à atmosfera padrão.

Esse erro não é grave, pois todas as aeronaves em nível de cruzeiro utilizam esse ajuste. Basicamente, todas as aeronaves usam o mesmo de erro de indicação de altímetro, o que permite uma separação segura entre cada aeronave, mesmo tendo variação de temperatura e pressão ao longo da rota.

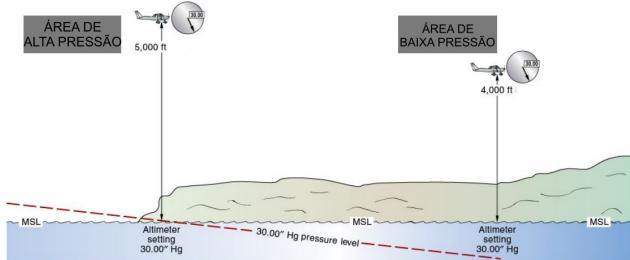


Variação de temperatura: quando voamos de uma área de baixa temperatura para uma área de alta temperatura, a altitude verdadeira será maior do que a altitude indicada, e vice-versa.



Variação da pressão: quando voamos de uma região de baixa pressão para uma região de alta pressão, a altitude verdadeira será maior

do que a altitude indicada, e vice-versa.



Resumindo: voando de uma região de alta temperatura e alta pressão, para uma região de baixa pressão e baixa temperatura, teremos uma altitude verdadeira menor do que a altitude indicada.

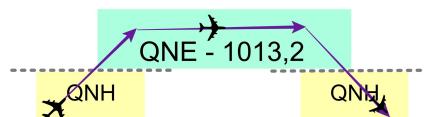
QNE: chamado de ajuste padrão (1013,2 hPa), esse ajuste indicará nossa altitude em nível de voo. Mesmo com diferenças de pressão e temperatura, devemos utilizar esse ajuste quando voando em rota para que todas as aeronaves mantenham uma separação segura entre si.

Ajustes de altímetro: durante o voo, temos de ajustar nosso altímetro corretamente para manter uma separação segura entre os obstáculos da região e as outras aeronaves voando no mesmo espaço. Para isso, basicamente, o que se usa são dois tipos de ajuste:

QNH: esse ajuste é utilizado para compensar os erros de pressão do altímetro indicando a altitude indicada em relação ao nível médio do mar (MSL). O ajuste é feito nas fases de decolagem, aproximação e pouso. É fornecido pelo ATIS, rádio, ou torre de controle. O altímetro indicará a elevação do aeródromo, quando estivermos pousados, e ajustados com o QNH local.

Como farei a troca de QNH para QNE na decolagem?

A troca de QNH para QNE deve ser feita na altitude de transição, na subida. Em lugares desprovidos de altitude de transição, devemos fazer a troca de ajuste ao passar 3000 pés de altura em relação ao aeródromo de partida. Antes da decolagem, é preciso conhecer o valor do QNH no momento, para verificação de altímetro. Ao cruzar a altitude de transição, devemos ajustar o valor de 1013,2 hPa, para que nossa altitude seja lida em nível de voo.



Como farei a troca de QNE para QNH na aproximação?

A troca de QNE para QNH será feita no nível de transição e deverá ser sempre acima da altitude de transição. Passaremos, então, a ler no altímetro nossa altitude indicada, e manteremos esse ajuste até o pouso. Após o pouso, o altímetro indicará a altitude do aeródromo.

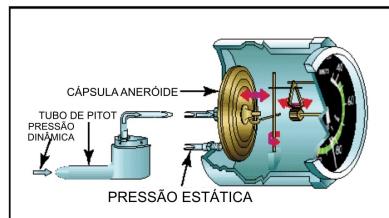


Ele também é construído com uma cápsula aneróide em seu interior, e utiliza as tomadas de pressão estática e dinâmica para funcionamento. Com a aeronave parada, as pressões estática e dinâmica são iguais, mostrando no velocímetro a velocidade 0 (zero). Este deve ser o cheque ao chegar na aeronave, isto é, verificar se o velocímetro está zerado. Quando a aeronave começa a se deslocar no ar, a pressão dinâmica é maior que a pressão estática, fazendo com que o ponteiro do velocímetro indique essa variação em knots (milhas náuticas por hora). É importante saber que o velocímetro registra a velocidade da aeronave em relação ao ar, não ao solo.

Indicador de subida, variômetro ou climb: este instrumento tem a função de mostrar ao piloto se a aeronave está subindo, descendo ou nivelada. No solo, o mostrador deve indicar zero, o que significa que a aeronave está nivelada. O climb utiliza a tomada de pressão estática para funcionamento. Sua construção é muito parecida com a do altímetro. Ele possui uma cápsula aneróide em seu interior, que expande ou contrai, dependendo da pressão externa da aeronave. Com a razão da variação de pressão, através de um ponteiro ligado a esta cápsula, ele mostra a razão de subida ou descida da aeronave, em centenas de pés por minuto.



Velocímetro: para aeronaves de asa fixa, esse é o instrumento mais importante.



O velocímetro mostrará a velocidade correta se estivermos na atmosfera padrão, ou seja, 1013,2 hPa e 15°C de temperatura. À medida que subimos, a densidade do ar diminui, reduzindo a pressão dinâmica, assim como a pressão e a temperatura, ocasionando um erro de indicação.

As velocidades podem ser definidas como:

Velocidade indicada (VI): é a lida diretamente no velocímetro da aeronave, sem correção alguma. Também chamada de IAS (indicated air speed).

Velocidade calibrada (VC) ou Calibrated air speed (CAS): é a VI corrigida dos erros de instalação e erros internos do instrumento.

Velocidade aerodinâmica, verdadeira ou velocidade no ar: é a VC corrigida para erros de densidade (temperatura e pressão). Para cálculos de navegação, consideramos que a VA sobe em relação a VI 2% a cada 1000 pés. Esta velocidade não se altera com o vento. É a velocidade que a aeronave se desloca em relação ao ar. Também é conhecida como TAS (true air speed).

Velocidade no solo (VS): também conhecida como GS (ground speed), é a velocidade de deslocamento da aeronave em relação ao solo, sob a influência direta do vento. Resumindo, é a VA ajustada para o vento. Quanto maior o vento de proa, maior é a VA e menor a VS. Quanto maior o vento de cauda, maior a VS e menor a VA.

Nas provas da ANAC, podemos desconsiderar a VC e considerar a VC = VI.

Na utilização prática, usamos a VI nas velocidades encontradas nos manuais, nos cálculos de performance e, também, as lidas no próprio instrumento.

Para cálculos de navegação, utilizaremos a VA, pois a partir dela encontramos a GS. No

plano de voo, a velocidade que usaremos também será a VA.

Bússola: equipamento de navegação mais importante a bordo. A bússola é composta de um imã montado sobre uma superfície circular graduada, que tende a alinhar com o norte magnético.



Ela indicará o valor angular do eixo longitudinal da aeronave com o norte magnético. Como estudamos anteriormente, a bússola sofre com interferências magnéticas devido a instrumentos instalados a bordo. Para compensar essa interferência chamada de desvio bússola, temos o cartão de desvios, que mostra o valor angular deste desvio, indicando a correção a ser feita, conforme imagem a seguir:

Giro direcional: como vimos anteriormente, a bússola é o instrumento primário de navegação. Porém, alguns fatores podem influenciar na leitura das direções, como a turbulência.



O giro direcional é um instrumento mais preciso, sofre menos variações e erros. É um instrumento giroscópico que auxilia o piloto a manter a proa magnética de forma mais eficaz e segura.

O cheque deste instrumento é simples. Devemos alinhar a proa do giro direcional com a proa indicada pela bússola. Durante o táxi, verificamos se o giro se movimenta de acordo com a proa atual, sempre verificando com a bússola a proa magnética.

Durante o voo, o alinhamento desse instrumento pode ser feito manualmente, alinhando a proa magnética indicada pela bússola com a proa do giro direcional. É importante fazer essa verificação a cada 15 minutos aproximadamente, para minimizar os erros. Essa correção pode ser feita em solo ou em voo, mas, preferencialmente, no solo e, assim, para conferir o correto funcionamento do equipamento.

Relógio: instrumento simples e de fácil utilização. Importante para verificação de sua navegação estimada, principalmente o uso da função cronômetro. Devemos verificar se ele está ajustado para o horário UTC (universal time coordinated) ou hora Zulu. Caso tenha dúvidas, consulte com o órgão ATS (rádio, torre de controle) a hora certa.

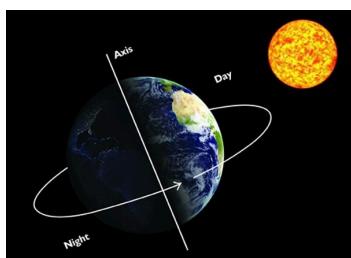


CAPITULO 10

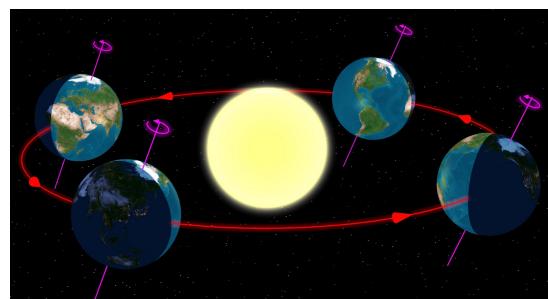
TEMPO E FUSOS HORÁRIOS

Quando falamos sobre o tempo, rapidamente lembramos do relógio, que é o instrumento que nos indica a hora ou registra o tempo. O tempo é algo muito importante para o aviador, pois é relacionado a ele que teremos os cálculos de autonomia, estimados, tempo de voo etc. Falaremos um pouco mais sobre a influência do tempo na navegação, fusos horários, a relação entre o tempo e as longitudes, a linha internacional de mudança de data e os cálculos envolvendo o tempo.

Movimento da Terra e do Sol: durante o dia, temos como referência o Sol para ter uma noção do horário. Aparentemente, o Sol se movimenta no horizonte, porém, não é isso o que ocorre. A Terra gira sobre seu próprio eixo e leva 24h para que esse movimento seja completo. Esse movimento é chamado de rotação e é o responsável pelo dia e pela noite. A rotação faz com que aparentemente o Sol se movimente, pois não sentimos esse movimento da Terra.



A Terra executa outro movimento, chamado de translação. É o movimento que a Terra faz ao redor do Sol, e leva 365 dias para ser completo. A translação é responsável pelas estações do ano.



Longitude e o tempo. Sabemos que a Terra leva 24h para fazer um giro de 360° sobre seu eixo, ou seja, temos 360° de longitudes em 24h. A partir disso, temos uma relação de tempo-latitude na seguinte proporção:

$$360^\circ - 24 \text{ horas}$$

$$15^\circ - 1 \text{ hora}$$

$$1^\circ - 4 \text{ minutos}$$

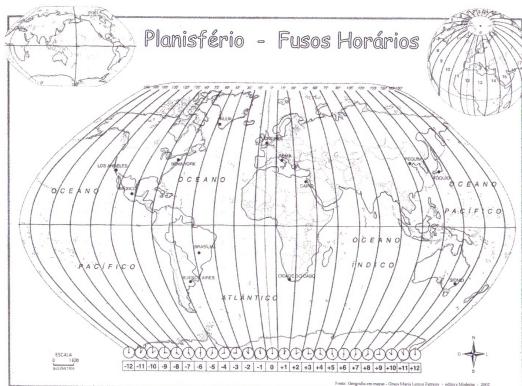
$$15' - 1 \text{ minuto}$$

$$1' - 4 \text{ segundos}$$

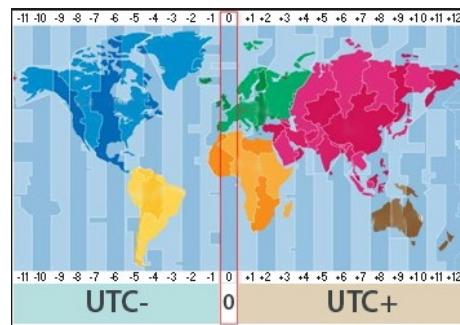
15" - 1 segundo

(Z).

Essa relação nos permite converter uma longitude em tempo, para saber a hora local neste ponto. Isso também esclarece a relação de fusos horários, dividindo as 360 longitudes em 180° para cada lado (180° E e 180° W). Se cada hemisfério possui 180° de longitude, sabendo que a cada 15° temos uma hora, então cada hemisfério possui 12 faixas de horários, conforme figura abaixo:



W	ZULU	E
Y X W V U T S R Q P O N Z A B C D E F G H I K L M	↓	
12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	+	-



Fuso horário: Antigamente, a referência de tempo era baseada na posição do Sol em determinado ponto, ou seja, cidades próximas tinham horas diferentes, o que gerava muita confusão.

Foi a partir de 1883, que a Terra foi dividida em 24 fusos, sendo um fuso a cada 15° de longitude, facilitando o ajuste de horas entre os países. Toda cidade dentro do mesmo fuso passou a adotar a mesma hora.

Em 1884, adotou-se o meridiano de Greenwich como o meridiano zero como referência para os fusos, dividindo a Terra em dois hemisférios: Leste (E) e Oeste (W).

Para cada fuso, foi adotada uma sequência numérica, a partir do meridiano de Greenwich. Consideramos a hora no meridiano de Greenwich como a hora UTC (universal time coordinated), ou hora Zulu

Como pode ser observado na imagem anterior, alguns fusos não formam linhas retas. Eles sofrem desvios para evitar que cidades ou regiões próximas não fiquem com horários diferentes evitando, dessa forma, causar algum inconveniente para a localidade.

Cada fuso indica quantas horas ele está defasado em relação ao meridiano de Greenwich. Exemplo: se o fuso R tem o valor 5, significa que ele está com 5 horas a menos (pois está a W de Greenwich) que a hora UTC. Para fusos no hemisfério E, as horas do fuso deverão ser somadas à hora UTC, para saber a Hora Legal (HLE). Exemplo: se no fuso C temos o número 3, significa que teremos 3h a mais que a hora UTC.

Portanto, os fusos situados a Oeste (W) do meridiano de Greenwich terão seus valores negativos, ou seja, terão sempre seu horário Legal (HLE) mais cedo que a hora UTC. O

contrário acontece com os fusos a Leste (E) do meridiano de Greenwich, os fusos serão positivos, tendo a hora legal (HLE) mais tarde que a hora UTC.

Fuso horário no Brasil: No Brasil, temos 4 fusos horários diferentes, todos compreendidos pelas regiões de fuso O, P, Q, R. Como estamos a Oeste (W) do meridiano de Greenwich, nosso horário legal será sempre mais cedo que a hora UTC.



Fuso O (2): comprehende as áreas do arquipélago de Fernando de Noronha e a ilha de Trindade. Possui duas horas a menos em relação a hora UTC.

Fuso P (3): comprehende em sua totalidade a região Sul, Sudeste e Nordeste. Também abrange o estado de Goiás, Distrito Federal, Tocantins, e metade do estado do Pará. Possui três horas a menos em relação a hora UTC.

Fuso Q (4): comprehende os estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Rondônia, Roraima, e grande parte do estado do Amazonas. Nesse fuso, temos quatro horas a menos que a hora UTC.

Fuso R (5): comprehende o estado do Acre e parte do estado do Amazonas. Nesse fuso, teremos 5 horas a menos que a hora UTC.

Como exemplo prático, para compreender o tamanho do território brasileiro, quando um turista em Fernando de Noronha estiver almoçando às 12h, no Acre será 9h e, provavelmente, estarão tomando café da manhã.

Linha internacional de mudança de data: esta linha imaginária que acompanha o antimeridiano de Greenwich (180°), por questões geopolíticas, não é uma linha reta. Ela acompanha o limite de alguns países para que nesses lugares não haja duas datas diferentes.

Essa linha foi criada por convenção internacional, e determina a mudança de data civil no planeta.

Quando cruzamos essa linha, se estivermos indo para leste, teremos de alterar a data para o dia anterior, se estivermos indo para oeste. Se nossa direção for oeste, devemos alterar a data para o dia seguinte. Note que devemos mudar somente a data, pois a hora continua sendo a mesma para os dois dias.



Vamos exemplificar para que fique mais claro:

Vamos considerar a hora no meridiano de Greenwich como 12:00h do dia 10. Se formos para o rumo leste, imediatamente para o meridiano 180° , a hora local será 12h a mais que no meridiano de Greenwich, correto? Então, seriam 24:00h do dia 10. Se tomarmos o rumo oeste, diretamente para o

meridiano 180° , seria 12h a menos que no meridiano de Greenwich, ou seja, 00:00h do dia 10, ou 24:00h do dia 09.

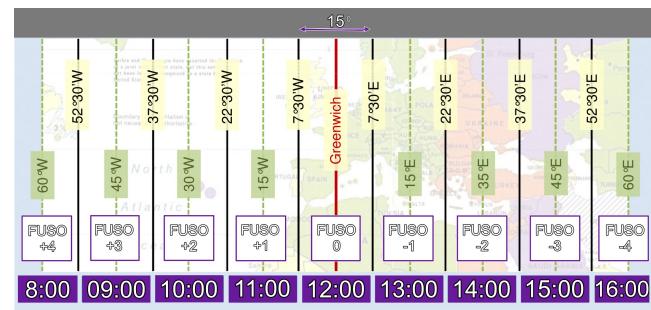
A hora é a mesma, porém, em um lado é dia 09 e, no outro, é dia 10. No dia 09 podemos falar que são 24:00 deste dia e, no dia 10, zero hora. Na figura abaixo, mostraremos como esta mudança é feita.

Tipos de horas:

Na aviação, não utilizamos os termos "AM/PM" e, sim, colocamos a hora no formato 24H, exemplo: 15:35h e não 03:35PM.

Na sequência falamos um pouco mais sobre os tipos de hora que existem, para que não haja dúvidas sobre hora e fuso horário.

longitude, tendo uma extensão de $7^{\circ} 30'$ para cada lado (E e W) do meridiano central. As zonas começam pelo meridiano de Greenwich, que está compreendido entre as longitudes $007^{\circ}30'W$ e $007^{\circ}30'E$. As demais faixas têm os seguintes meridianos centrais como referência: 015° , 030° , 045° , 060° , 075° , 090° , 105° , 120° , 135° , 150° , 165° e 180° E ou W. Para saber a hora da zona de um ponto, temos de saber em qual meridiano central ele está enquadrado, e qual horário corresponde essa faixa.



Hora universal coordenada ou UTC (Universal Time Coordinated): essa hora substitui a hora GMT, e também é chamada de Hora Z (Zulu). É a hora sobre o meridiano de Greenwich e, também, em qualquer parte do mundo; é empregada tanto para comunicações aeronáuticas quanto para preenchimento de documentos relacionados ao voo. É amplamente utilizada na aviação, principalmente em voos longos, onde vários fusos são cruzados. É chamada também de hora mundial, pois ao usarmos a mesma hora, evitamos confusão com pessoas vindo de outros lugares com horários diferentes.

Hora Local (HLO): é a hora na longitude exata deste ponto, ignorando a hora da zona (HZ) do meridiano em que este ponto esteja localizado. Essa hora leva em consideração o movimento aparente do Sol em relação à Terra (movimento de Leste para Oeste). Exemplo: Considerando a hora local no meridiano de Greenwich igual a 12:00h, qual a hora local na longitude $010^{\circ}W$? Usando a relação entre arco de longitude e tempo ($1^{\circ} = 4$ minutos), teremos 40 minutos a menos em relação à hora UTC. Portanto, a hora local na longitude $010^{\circ}W$ seria 11h20. Caso a longitude fosse no hemisfério "E", deveríamos somar 40 minutos, portanto a hora local seria 12h40.

Hora da Zona (HZ): hora computada no meridiano central de uma zona pré-estabelecida, onde possui uma faixa de 15° de



Hora Legal (HLE): hora estabelecida pela lei de um Estado. Todo país tem liberdade de estabelecer as horas legais dentro de seu território, mesmo que a hora não acompanhe a linha reta dos meridianos. Um mesmo país pode ter várias horas legais, principalmente se o território for muito extenso no sentido Leste-Oeste. Mas caso o território seja extenso no sentido Norte-Sul, este país pode adotar somente uma Hora Legal, como é o caso do Chile. A Hora Legal é estabelecida por cada país, e é a hora em que são marcadas reuniões internacionais, conferências, simpósios etc.

Horário brasileiro de verão: esse horário é utilizado para aproveitar por mais tempo a luz natural durante os dias mais longos do ano (verão). Basicamente adicionamos 1h a mais ao Horário Legal, para que o consumo energético nesse período seja reduzido.

Cálculos envolvendo horas: Nas provas da ANAC, além de saberem a diferença teórica entre os tipos de horas, também serão pedidos alguns cálculos simples, como os exemplos que teremos a seguir. Lembrando que o que importa é a diferença de longitude entre os

pontos, pois as horas variam conforme a distância em relação aos meridianos. Importante relembrar também que:

- 15° - 1 hora
- 1° - 4 minutos
- 15' - 1 minuto
- 1' - 4 segundos
- 15' - 1 segundo

Cálculos envolvendo hora UTC: para encontrarmos a hora UTC, precisamos relembrar que essa é a hora no meridiano zero, ou seja, sobre o meridiano de Greenwich. Após isso, precisamos saber em que hemisfério esse ponto está, para sabermos se a hora é adiantada ou atrasada em relação ao meridiano zero, pois lembre:

- No meridiano de Greenwich, a hora UTC = HLE = HLO.
- Horas a Oeste do meridiano de Greenwich serão menores que a hora UTC.
- Horas a Leste do meridiano de Greenwich serão maiores que a hora UTC.

Exemplo: Qual a HLO na posição 50°10'S 010°45'E quando a hora UTC é 1200Z?

Primeiro, devemos lembrar que a latitude não nos interessa, pois o tempo é em relação a longitude. Após isso, devemos converter o arco de longitude em tempo, conforme estudado anteriormente.

010° = cada grau vale 4 minutos, portanto 10° = 40 minutos

15' = cada quinze minutos vale 1 minutos, portanto 45' = 3 minutos

Após isso, verificamos o hemisfério deste ponto, para saber se subtraímos ou adicionamos esse tempo em relação ao horário UTC. Como esse ponto está a Leste, devemos ADICIONAR esse tempo ao horário UTC, para saber a hora local. Caso estivesse a Oeste de Greenwich, deveríamos subtrair do horário UTC.

Portanto: 12:00Z (horário UTC) + 43 minutos (soma dos graus e minutos da longitude) = 12:43 HLO.

Esse exemplo serve para calcular qualquer hora local. Devemos sempre que converter a longitude em tempo, e após isso, somar ou subtrair este tempo em relação a hora UTC, de acordo com o hemisfério deste ponto.

Fique esperto com "pegadinhas" nas questões de prova, prestando muita atenção ao questionário. Quando ele disser a hora UTC em uma posição, e perguntar a hora no meridiano de Greenwich, lembre que a hora UTC É A MESMA HORA COISA QUE A HORA NO MERIDIANO DE GREENWICH.

Cálculos envolvendo Hora Local: caso o exercício seja baseado somente em hora local, teremos de saber a diferença de longitude entre os pontos, ignorando, mais uma vez, a diferença de latitude. Caso as longitudes estejam em hemisférios diferentes, deverem somar as longitudes, caso estejam no mesmo hemisfério, deveremos subtrair as longitudes.

Após saber a diferença de longitude entre os pontos, devemos converter este arco de

longitude em tempo.

Exemplo: No meridiano 045°W, a HLO é 01h. Qual é a HLO na longitude 045°E ?

Como estão em hemisfério diferentes, devemos SOMAR as longitudes para saber a DLO entre os pontos:

$$045^\circ + 045^\circ = 90^\circ \text{ de diferença de longitude.}$$

Agora, devemos transformar essa DLO em tempo, utilizando o que estudamos anteriormente.

$$90^\circ = 6 \text{ horas.}$$

Agora, devemos SOMAR esse tempo em relação a HLO conhecida, pois o outro ponto está a E (leste).

$$01h + 06h = 07h \text{ HLO.}$$

Cálculos envolvendo a Hora da Zona (HZ): Como vimos no estudo das horas, a hora da zona é a hora relacionada ao meridiano central das faixas de 15° de longitude. Os meridianos centrais são os múltiplos de 15°: 015°, 030°, 045°, 060°, 075°, 090°, 105°, 120°, 135°, 150°, 165°, 180°. Para saber a faixa à qual pertence o ponto, devemos dividir a longitude deste ponto por 15. Ao dividir a faixa central desse fuso, teremos 7°30' de cada lado. Portanto, após a divisão por 15, se obtivermos valores de resto iguais ou menores que 7°30', teremos o valor exato da hora do fuso. Caso esse valor exceda 7°30', deveremos adicionar uma hora para saber a hora do tempo do fuso. Veja o exemplo a seguir para que fique mais claro:

A Hora da Zona na longitude 050°W é 02h. Qual a hora Local nesta longitude?

Primeiro, encontraremos o meridiano central

à qual essa longitude pertence:

$$050 \div 15 = 3 \text{ horas}$$

Após a divisão, o valor do que sobrou foi 5, menor que $7^{\circ}30'$. Isso significa que o meridiano central será o 45° ($15 \times 3 = 45^{\circ}$).

Agora temos de encontrar a DLO entre os pontos, exatamente como no cálculo de HLO.

$$050^{\circ} - 045^{\circ} \text{ (meridiano central a qual esse ponto pertence)} = 5^{\circ}$$

$$5^{\circ} = 20 \text{ minutos}$$

Sabemos que a diferença horária é de 20 minutos entre os pontos. Para saber se devemos somar ou subtrair esse tempo, utilizaremos O MESMO método da HLO. Se o ponto fica a W do meridiano central, devemos subtrair esse tempo da hora da zona. Se o ponto fica a E do meridiano central, devemos somar essa diferença horária ao tempo da zona.

Portanto, a HLO neste ponto é 01h40 (20 minutos mais cedo que o meridiano central, pois ele está a $5^{\circ}W$ da faixa central de 045°).

exercício pede a hora UTC.

$$90^{\circ} - 000^{\circ} = 090^{\circ} \text{ de DLO} = 6\text{h de diferença horária.}$$

Como o meridiano de Greenwich está a W deste ponto, teremos de subtrair a HLO para encontrar a UTC.

$$14h - 06h = 08h \text{ UTC.}$$

Exemplo 2: A Hora da Zona na longitude $085^{\circ}E$ é 14h. Qual a hora UTC?

Inicialmente temos de saber qual o meridiano central deste ponto, dividindo 085 por 15:

$$085 \div 15 = 5. \text{ Após a divisão, ficou sobrando } 10 \text{ (valor maior que } 7^{\circ}30').$$

Como falamos anteriormente, nesse caso, adicionaremos 1h para encontrar o fuso central deste ponto. Adicionando uma hora, encontramos o fuso central 090° .

Agora que sabemos o meridiano central, devemos calcular a DLO desta faixa central para o meridiano de Greenwich, pois o



conversão, de acordo com o cálculo efetuado. O

CAPITULO 11

COMPUTADOR DE VOO

O computador de voo mecânico é um instrumento essencial nos cálculos da navegação. Ele pode ser feito de metal ou de papelão plastificado. Existem dois tipos de computador de voo, o circular e o de régua, sendo este último o mais utilizado, por ser mais fácil seu manuseio. Ambos possuem duas faces ou lados: a face de cálculos e a face do vento. Falaremos com detalhes sobre cada face.

O uso do computador de voo é relativamente fácil, só exige bastante atenção.

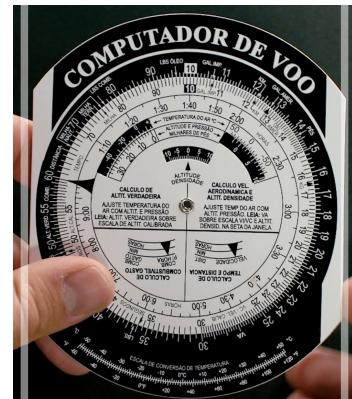
Faces do computador de voo: antes de iniciarmos os cálculos no computador de voo, conhecemos um pouco mais sobre cada lado (ou face) e suas graduações.

Face A: face do cálculos. Essa face é constituída de dois discos circulares graduados, um móvel e outro fixo. A parte externa é fixa e a interna é móvel, ambas são utilizadas para representar distância, combustível, tempo, massa, velocidade dentre outras unidades de medida.

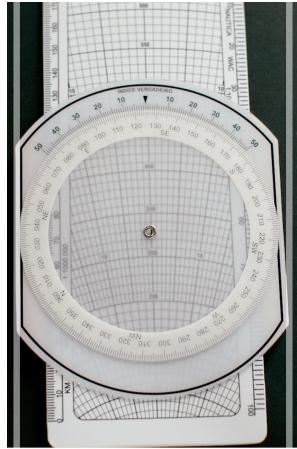
As escalas são numeradas de 10 a 99, e representam o cálculo de qualquer valor ou número. Para que possa entender, daremos um exemplo: o número 44 pode ser utilizado para representar 0.44, 4.4, 440 ou 4400. Portanto, cabe a nós interpretarmos o resultado final da

resultado na maioria das vezes é lógico, como por exemplo: Estamos efetuando o cálculo de GS (ground speed) e o resultado foi 13,2. Por esse resultado, sabemos que o valor que desejamos é 132kt, e não 13,2kt nem 1320kt.

Essa face é idêntica a qualquer modelo de computador de voo, independente se for de régua ou circular.



Face B: os cálculos de vento são feitos na parte de trás do computador de voo mecânico, a qual chamamos de face B ou face do vento. Essa parte do computador calcula o que chamamos de "triângulo de vento". Falaremos somente do computador de régua, pois ele é mais fácil de ser utilizado.



Conversões: no computador de voo, podemos fazer várias conversões, como: longitude/tempo, velocidade, distâncias, temperaturas, capacidade volumétrica e massa. Faremos exemplos práticos de cada uma delas, para que o aprendizado fique mais fácil.

- **Longitude:** para converter graus de longitude em tempo, é muito simples. Devemos lembrar que a cada 15° de arco de longitude, o que se tem é o equivalente a 60 minutos ou uma hora. Após isso, devemos ajustar a seta horária (escala interna) sobre o valor de 15 (escala externa) e, logo após, efetuar a conversão do valor solicitado.

Exemplo: Quanto vale 100° de longitude em tempo?

1- Ajuste a seta horária (escala interna), sob o valor de 15 (escala externa).

2- Sob o valor 100 (escala externa) leremos o valor equivalente em minutos (escala interna).

Resposta: 100° de longitude = 400 min. ou 6h e 40min.

-Velocidade: Nas conversões de velocidade, teremos de converter o valor de nós (kt) em

milhas por hora (mph) ou quilômetro por hora (km/h) ou vice-versa.

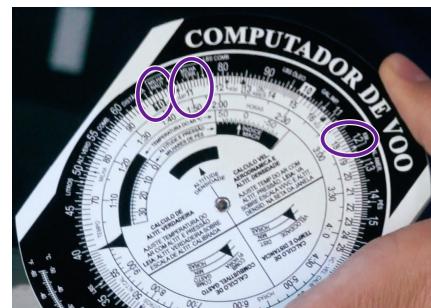
Exemplo: Qual a conversão de 100kt em km/h e mph?

1- Ajuste a seta de nós (NAUT) na escala externa, sobre o valor de 10 na escala interna.

2- Sobre a seta de mph (STAT) na escala externa, leremos o valor correspondente em mph (escala interna).

3- Sob a seta de km/h (KM) na escala externa, leremos o valor correspondente em km/h (escala interna).

Resposta: $100\text{kt} = 115\text{mph}$ e 185 km/h



-Distâncias: Podemos fazer conversões de distância entre quilômetros (km), milha náutica (Nm) e milha terrestre (St) basicamente da mesma forma que fizemos na velocidade, já que a relação de valores é a mesma. O exemplo dado acima com a conversão de velocidade, pode ser utilizado para converter distância. Caso converta 100nm em quilômetros, encontrará o valor de 185 km.

Para converter metros (m) em pés (ft), faremos o seguinte:

Quantos metros equivalem a 10.000 pés?

1- Ajuste a seta de pés (FT) na escala externa sobre a seta de metros (METERS) na escala interna.

2- Sob o valor de 10 na escala externa, leremos o valor correspondente em metros (escala interna).

Resposta: $10.000\text{ft} = 3.050\text{ m}$

Resposta: $90\text{ l} = 23,80\text{ US Gal e }19,80\text{ IMP Gal.}$

-Temperaturas: para efetuar as conversões entre Celsius e Fahrenheit, consultaremos a escala localizada na parte inferior da face A.

Nesse caso, não é necessário nenhum tipo de ajuste, somente localizar a temperatura desejada e ler diretamente sua conversão na escala.



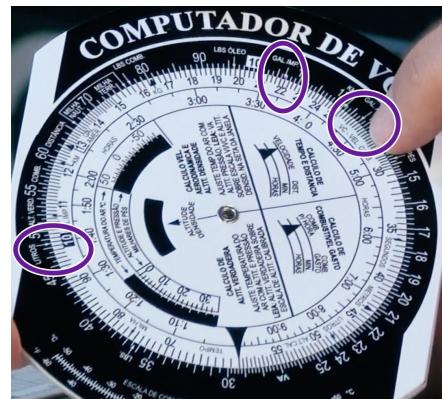
- Capacidade volumétrica: neste tipo de conversão, teremos que converter o valor de litros (LITERS) em galões americanos (US GAL) ou galões imperiais (IMP GAL) ou vice-versa. Esse tipo de medida é muito utilizada em cálculos de combustível para a navegação em que, por várias vezes, é solicitada essa conversão.

Exemplo: Qual a conversão de 90 litros em US Gal e IMP Gal?

1- Ajuste a seta de LITERS na escala externa, sobre o valor de 90.

2- Sob a seta de US Gal (seta na escala externa), leremos, na escala interna, o valor correspondente em US Gal.

3- Sob a seta de IMP Gal (seta na escala externa), leremos, na escala interna, o valor correspondente em IMP Gal



- Massa: podemos converter os valores de massa entre quilograma e libra ou vice-versa. Basta ajustar a seta de libras na escala exterior, sobre a seta de quilogramas na escala inferior. Logo após, é só fazer a conversão do valor proposto.

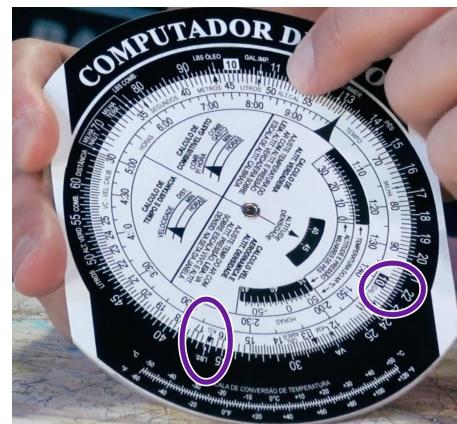
Exemplo: 2.200 Lbs equivalem a qual valor em quilogramas?

1- Ajuste a seta de Lbs sobre a seta de Kg.

2- Na escala externa, temos o valor em libras e, na escala interna, o valor em quilogramas.

Resposta: $2.200\text{Lbs} = 1.000\text{kg.}$

Se for solicitado o valor em libras, basta fazer o mesmo processo.



Cálculos envolvendo regras de três simples

Os cálculos que serão feitos a seguir podem ser

realizados manualmente, mas ficam mais fáceis e, assim, obtemos resultados mais rápidos se feitos no computador de voo. Resumidamente, na escala interna, serão inseridos os valores de tempo e hora e, na escala externa, serão inseridos os valores de distância, consumo, razão de subida/descida, velocidade etc.

O cálculo da regra de três simples, como o nome já diz, dispõe de dois valores conhecidos e um valor que será encontrado. Esse cálculo é feito facilmente com uma calculadora ou lápis e papel. Mas, por vezes, esses materiais não estão ao nosso alcance e, assim sendo, o computador de voo pode ser uma alternativa.

Faremos um exercício de aquecimento para que entenda como fazer esses cálculos:

Queremos saber quanto tempo minha aeronave levará para subir até o nível de cruzeiro. Temos:

- Razão de subida: 500ft/min.
- Quantidade de subida: 6.000ft.

Não explicaremos a regra de três feita com lápis e papel, pois não é o objetivo do nosso curso. Partiremos diretamente para o computador de voo:

- Na escala interna, como trabalhamos com tempo, ajustaremos o valor 10 (correspondendo ao valor de 1 minuto) sob o valor de 50 (correspondente a 500ft). Dessa forma, indicamos para o computador de voo que nossa aeronave leva 1 minuto para subir 500ft.
- Após esse ajuste, localizaremos a quantidade de subida e leremos na escala inferior o tempo que será gasto na subida.



Esta lógica pode ser utilizada para qualquer regra de três simples, cálculo que mais utilizamos na navegação.

Se o cálculo envolve horas como, por exemplo, cálculos de consumo de combustível, tempo, velocidade e distância, sugiro o uso da seta horária, localizada na escala interna. Se o cálculo envolve minutos (razão de subida/descida), é mais fácil o uso do índice 10, localizado também na escala interna.

Velocidade, tempo e distância: Antes de iniciarmos os cálculos com o computador de voo, é importante relembrar alguns conceitos de física básica:

$$\text{Velocidade} = \text{Distância}/\text{Tempo}$$

$$\text{Tempo} = \text{Distância}/\text{Velocidade}$$

$$\text{Distância} = \text{Velocidade} \times \text{Tempo}$$

Exemplo 1: Quanto tempo uma aeronave leva para percorrer 170nm sendo que sua velocidade é de 95kt?

1- Ajuste a seta horária (escala interna) sob o valor de 95 (escala externa)

2- Sob o valor de 17 (escala externa), leremos o valor correspondente ao tempo que irá levar (escala interna).

Resposta: 107 minutos ou 01h e 47 minutos.

Exemplo 2: Em 30 minutos, uma aeronave percorrerá qual distância, sendo que sua velocidade atual é de 120kt?

1- Ajuste a seta horária (escala interna) sob o valor de 12 (escala externa).

2- Sobre o valor de 30 (escala interna) leremos o valor correspondente à distância percorrida (escala externa).

Resposta: 60nm

Exemplo 3: Qual a velocidade da aeronave, sendo que ela percorre 310 nm em 01h e 20min?

1- Ajuste o valor 80 (equivalente a 80 minutos = 1h20min) na escala interna, sob o valor 31 (equivalente a 310nm) na escala externa.

2- Sobre a seta horária (escala interna), leremos o valor correspondente à velocidade da aeronave (escala externa).

Resposta: 232kt.

Resposta: 150 minutos ou 2h30min.

Exemplo 2: Uma aeronave com consumo horário de 100l/h, consumirá quantos litros de combustível em 45min de voo?

1- Ajuste a seta horária (escala interna) sob o valor de 10 (escala externa).

2- Sobre o valor 45 (escala interna) leremos o valor correspondente ao que foi gasto (escala externa).

Resposta: 75l.

Exemplo 3: Qual o consumo horário de uma aeronave, sendo que ela gasta 32 US Gal em 1h10min de voo?

1- Ajuste o valor de 70 (correspondente a 70 minutos ou 1h10min) na escala interna, sob o valor de 32 (equivalente a 32 US Gal) na escala externa.

2- Sobre a seta horária (escala interna), leremos o valor correspondente ao consumo horário da aeronave (escala externa).

Resposta: 27,4 US Gal.

Consumo e gasto de combustível

O cálculo de combustível é muito parecido com o cálculo de velocidade, tempo e distância. Faremos alguns exemplos para que pratiquem um pouco mais.

Exemplo 1: Qual autonomia da aeronave, sendo que ela consome 76L/h e foi abastecida com 190L?

1- Ajuste a seta horária (escala interna) sob o valor de 76 (escala externa)

2- Sob o valor 19 (escala externa), leremos o valor correspondente ao tempo de voo disponível, ou autonomia da aeronave.

Razão, quantidade e tempo de subida ou descida

Neste cálculo, ao invés de utilizarmos a seta horária, utilizaremos o índice 10 para os cálculos relacionados à subida ou descida da aeronave.

Exemplo 1: Qual a razão de descida empregada pela aeronave, sendo que ela desceu 12.000ft em 18min?

1- Ajuste o valor 18 (equivalente a 18min) na escala interna, sob o valor 12 (equivalente a 12.000ft) na escala externa.

2- Sobre o índice 10 (escala interna), teremos o

valor da razão de descida empregada pela aeronave (escala externa).

Resultado: 666 ft/min

Exemplo 2: Qual o ganho de altitude da aeronave, sendo que ela subiu com uma razão de 500 ft/min por 12 minutos?

1- Ajuste o índice 10 (escala interna) sob o valor de 50 (escala externa).

2- Sobre o valor de 12 (escala interna), leremos o valor correspondente à altitude ganha (escala externa).

Resultado: 6.000ft.

Exemplo 3: Quanto tempo a aeronave levará para subir 6.000ft com uma razão de 800ft/min?

1- Ajuste o índice 10 (escala interna) sob o valor de 80 (escala externa).

2- Sob o valor de 60 (escala externa), leremos o valor correspondente ao tempo de subida (escala interna).

Resposta: 7,5 minutos

Cálculos de velocidade

Através do computador de voo, conseguimos calcular a velocidade aerodinâmica (TAS ou VA) e o número Mach da aeronave. Mostraremos como!

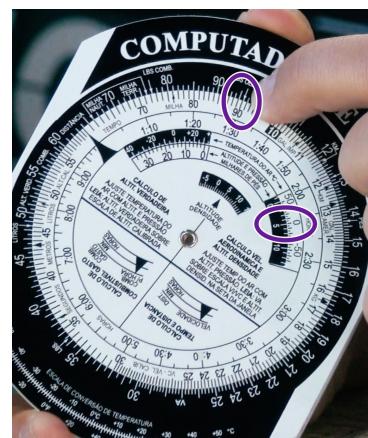
Velocidade aerodinâmica: sabemos que a cada 1.000ft que subimos, a velocidade aerodinâmica (TAS ou VA) aumenta aproximadamente 2% em relação à velocidade indicada (VI ou IAS). Há, porém, uma maneira mais simples de fazer esse cálculo, através do computador de voo, analisando a temperatura na altitude de voo.

Exemplo 1: Uma aeronave no FL 050 voa com VI de 90kt. A temperatura neste nível é de 0°C. Qual a VA?

1- Na janela indicada, ajuste o valor do nível de voo (FL 050) e a temperatura no nível (0°C).

2- Na escala interna, localize o valor da VI (90kt). Na escala externa leremos o valor da VA correspondente. No caso, 96kt.

No próprio computador de voo, existe uma explicação de como fazer o cálculo de TAS, ou velocidade aerodinâmica.



Número Mach: Número Mach é a velocidade aerodinâmica da aeronave comparada à velocidade do som. Se o número Mach da aeronave é 0.72, podemos dizer que essa aeronave está voando a 72% da velocidade do som. Essa velocidade varia somente com a temperatura. Nos voos visuais, essa velocidade não será utilizada, pois a velocidade Mach só é utilizada em aviões de alta performance. Os exemplos dados aqui serão somente didáticos, não servem para os cálculos de uma navegação estimada visual. Para obter o número Mach no computador de voo, faremos o seguinte:

-na janela indicada, ajuste a temperatura do nível de voo.

-na escala externa, localize o valor correspondente da VA da aeronave.

-na escala interna, leremos o valor correspondente ao Mach da aeronave.

leremos o valor correspondente.

Exemplo: Uma aeronave no FL 200 tem uma VA de 360kt. Neste nível de voo, a temperatura é de -15°C. Qual o número Mach da aeronave?

1- Na janela indicada, ajuste o valor da temperatura no nível de voo.

2- Na escala externa, localize o valor da VA (360kt). Na escala interna leremos o valor do número Mach correspondente. Nesse caso, teremos o número Mach de 0.57



Pode ser que em alguns cálculos seja dado o número Mach para que seja calculada a VA.

Exemplo: Uma aeronave voa no FL 100 com Mach 0.25. Calcule a VA da aeronave, sabendo que a temperatura neste FL é de 10°C.

1- Na janela indicada, ajuste o valor da temperatura (10°C) no nível de voo.

2- Na escala interna, localize o valor do número Mach (0.25). Na escala externa, leremos o valor da VA correspondente. Nesse caso, VA de 164kt.

Exemplo:

Uma aeronave no FL200, com a temperatura no nível de -10°C. Qual a altitude densidade?

1- Na janela indicada, ajuste o valor do nível de voo (FL200) e a temperatura neste nível (-10°C).

2- Na janela de altitude densidade (density altitude), leremos o valor correspondente

Resposta: Altitude densidade igual a 22.000ft.

Altitude verdadeira. A altitude verdadeira é pouco requerida em voo, mas calcularemos para efeitos de prova. Esta altitude é a altitude atual da aeronave em relação ao nível médio do mar, corrigida para os erros de temperatura e pressão. Para calcular a altitude verdadeira no computador de voo, faremos o seguinte:

-na janela indicada, devemos inserir a altitude pressão e a temperatura nesse nível.

-na escala interna, localizaremos a altitude indicada, corrigida para o QNH local.

-na escala externa, leremos o valor da altitude verdadeira correspondente.

Exemplo: Uma aeronave voa no FL150, com a temperatura neste nível de -20°C. Altitude indicada, corrigida com o QNH local é de 14.000ft. Calcule a altitude verdadeira.

1- Na janela indicada, ajuste o valor do nível de

Cálculos de altitude

No computador de voo, conseguimos calcular a altitude verdadeira e a altitude densidade.

Altitude verdadeira. A altitude verdadeira é extremamente importante, pois a performance do motor e da aeronave é diretamente ligada à densidade do ar. A densidade varia de acordo com a altitude pressão e temperatura. São esses os dados que utilizaremos para calcular a altitude densidade, que será feita da seguinte maneira:

-na janela indicada (mesma janela que utilizamos para calcular a VA0, insira a altitude pressão e a temperatura neste nível.

-na janela de altitude densidade (density altitude),

voo (FL 150) e a temperatura neste nível (-20°C).

2-Na escala interna, localize o valor da altitude indicada (14.000ft). Na escala externa, leremos o valor correspondente à altitude verdadeira. (13.700ft).

Resposta: Altitude verdadeira de 13.700ft.

Cálculos de vento

Falaremos agora sobre os cálculos de vento no computador de voo mecânico, efetuados na face B. Para esse tipo de cálculo, você necessita de lápis ou caneta esferográfica, para que sejam feitas as marcações no computador de voo. Essas marcações precisam ser apagadas após o término do exercício, para evitar confusão com os cálculos seguintes.

Os cálculos de vento não são complicados. É fundamental entender o que foi pedido no exercício, para que os dados sejam inseridos corretamente.

Faremos os exemplos baseados no computador de régua, por ser mais fácil.

Cálculo da proa verdadeira (PV) e velocidade no solo (VS): Este é o cálculo que mais utilizaremos em nosso planejamento de voo, pois, a partir dele, obteremos dados importantes para nossa navegação estimada. Não é um cálculo difícil, ele é somente trabalhoso.

Para tanto, precisaremos de alguns dados para efetuar os cálculos: rumo verdadeiro (RV), velocidade aerodinâmica (VA ou TAS) e direção e velocidade do vento.

A partir desses dados, obteremos a proa verdadeira, que serve para minimizar os efeitos do vento e manter a aeronave na rota desejada, além da velocidade no solo (GS), que serve para calcular tempo de voo, combustível necessário, alcance e estimados.

Observe o passo a passo do cálculo da PV e VS

na face B no computador de régua:

- insira a direção do vento abaixo do true index;
- marque com um lápis ou caneta esferográfica a velocidade do vento acima do Grommet;
- insira o RV abaixo do true index;
- move a régua para que o ponto marcado fique sobre a linha correspondente a VA da aeronave;
- leia a VS na linha de velocidade abaixo do Grommet;
- leia a correção de deriva (CD) por meio do ângulo entre a linha central e a marca da velocidade do vento.

Após ter o valor da CD, analisaremos para qual lado ela ficou em relação à linha central, para sabermos se somaremos ou subtrairemos ao RV para obter a PV. Se a CD estiver à direita da linha central, o valor da CD será somado ao RV para saber a PV. Se ela estiver à esquerda da linha central, subtrairemos do RV para saber a PV.

Após feito o cálculo, apague o ponto para que não confunda com os próximos exercícios.

Veja agora um exemplo prático. Dessa forma, será mais fácil entender melhor como esse cálculo de PV e VS é feito.

Temos: RV: 155° Vento 040/40 VA: 140kt. Calcule a PV e VS.

- 1- Insira a direção do vento (040°) abaixo do true index
- 2- Marque a velocidade do vento acima do Grommet.
- 3- Insira o RV (155°) abaixo do true index.
- 4- Mova a régua para que o ponto marcado fique sobre a linha correspondente à VA da aeronave (140kt).
- 5- Leia a VS (152) na linha de velocidade abaixo

do Grommet.

6- Leia a CD (-15°) através do ângulo entre a linha central e a marca da velocidade do vento,

Resposta: PV = 140° ($155^\circ - 15^\circ$) e VS = 152kt.

Note que o ângulo formado entre o RV e a PV é a correção de deriva (CD) da aeronave.

Cálculo do rumo verdadeiro (RV) e velocidade no solo (VS): Neste cálculo, temos as seguintes informações: proa verdadeira (PV), velocidade aerodinâmica (VA ou TAS) e direção e velocidade do vento. Com esses dados, é possível calcular o rumo verdadeiro (RV) e a velocidade em relação ao solo (VS).

Para calcular o rumo verdadeiro (RV) e a velocidade no solo, faremos o seguinte:

- insira a direção do vento abaixo do true index;
- marque com um lápis ou caneta esferográfica a velocidade do vento abaixo do Grommet;
- insira a PV abaixo do true index;
- move a régua para que o Grommet fique sobre a linha correspondente à VA da aeronave;
- leia a VS na linha de velocidade correspondente à marca do vento (ponto marcado com o lápis);
- leia a deriva (DR) através do ângulo entre a linha central e a marca da velocidade do vento.

Assim que obtivermos a DR, basta verificar o lado em relação à linha central na qual ela se encontra, para que o valor seja somado ou subtraído da PV e, assim, obter o RV.

Se a deriva estiver à direita da linha central, o valor da deriva deverá ser somado à PV para se obter o RV; se, porém, a deriva estiver à esquerda da linha central, o valor da deriva deverá ser subtraído da PV para se obter o RV.

A marca do vento, neste caso, é ABAIXO do Grommet, ao contrário do primeiro cálculo. Cuidado para não confundir a marcação.

Observe um exemplo prático para que consiga visualizar melhor.

Temos: PV = 273° Vento $230/40$ VA = 150kt. Calcule o RV e VS.

1- Insira a direção do vento (230°) abaixo do true index.

2- Marque a velocidade do vento (40kt) abaixo do Grommet.

3- Insira a PV (273°) abaixo do true index.

4- Move a régua para que o Grommet fique sobre a linha correspondente à VA (150kt) da aeronave,

5- Leia a VS (124kt) na linha de velocidade correspondente a marca do vento (ponto marcado de lápis).

6- Leia a DR ($+13^\circ$) através do ângulo entre a linha central e a marca da velocidade do vento,

Resposta: RV = 286° ($273^\circ + 13^\circ$) e VS = 124kt.

Nesse caso, o ângulo formado entre a PV e o RV corresponde à deriva (DR) da aeronave.

Cálculo da direção e velocidade do vento:

Neste exercício, temos esses dados: proa verdadeira (PV), rumo verdadeiro (RV), velocidade aerodinâmica (VA ou TAS) e velocidade no solo (VS ou GS). Com base nesses dados, podemos calcular a direção e a intensidade do vento.

Para isso, faça da seguinte maneira:

- insira o RV abaixo do true index;
- move a régua para que o Grommet fique sobre a linha correspondente à VS da aeronave;
- calcule a diferença angular o RV e a PV e marque o valor dessa diferença, que corresponde

à linha da proa. Caso a PV seja menor que o RV, a diferença deverá ser marcada para a esquerda. Caso a PV seja maior que o RV, a diferença deverá ser marcada para a direita;

- marque um ponto na interseção entre a linha da VA da aeronave e a linha da proa;

- gire a área circular para que o ponto marcado coincida com a linha central da régua. O ponto deverá estar sempre acima do Grommet. O valor lido no true index corresponde à direção do vento.

- A diferença entre o ponto marcado e o Grommet corresponde à velocidade do vento.

Geralmente ocorre confusão no terceiro passo do processo descrito acima. Vamos dar uma olhada com calma:

Suponhamos que a PV seja igual a 100° e o RV seja 110° . Como a PV é menor que o RV, ela estará à esquerda. A linha da proa corresponde à diferença angular entre PV e RV (-10°) e estará à esquerda da linha central da régua. A figura abaixo mostra como deverá ser lida a linha da proa; Neste caso, 10° à esquerda.

Faremos agora dois exemplos práticos para esclarecer ainda mais os cálculos.

Exemplo 1.

Temos: PV = 209° RV 219° VA = 150kt VS = 134kt. Calcule a direção e intensidade do vento.

1- Insira o RV (219°) abaixo do true index.

2- Mova a régua para que o Grommet fique sobre a linha correspondente à VS (134kt) da aeronave.

3- Calcule a diferença angular entre o RV (219°) e a PV (209°), marque o valor desta diferença (10°), que corresponde à linha da proa. Como a PV é menor que o RV, a linha da proa estará à esquerda da linha central da régua.

4- Marque um ponto na interseção entre a linha da VA (150kt) da aeronave e a linha da proa (10°

à esquerda).

5- Gire a área circular para que o ponto marcado coincida com a linha central da régua. O ponto deverá estar sempre acima do Grommet. O valor lido no true index corresponde à direção do vento (155°).

6- A diferença entre o ponto marcado e o Grommet corresponde à velocidade do vento (30kt).

Resposta: Vento 155/30

Exemplo 2.

Temos: PV = 270° RV = 266° VA = 180kt VS = 202kt. Calcule a direção e intensidade do vento.

1- Insira o RV (266°) abaixo do true index.

2- Mova a régua para que o Grommet fique sobre a linha correspondente à VS (202kt) da aeronave.

3- Calcule a diferença angular entre o RV (266°) e a PV (270°) e marque o valor desta diferença (4°), que corresponde à linha da proa. Como a PV é maior que o RV, a linha da proa estará à direita da linha central da régua.

4- Marque um ponto na interseção entre a linha da VA (180kt) da aeronave e a linha da proa (4° à direita).

5- Gire a área circular para que o ponto marcado coincida com a linha central da régua. O valor lido no true index corresponde à direção do vento (055°).

6- A diferença entre o ponto marcado e o Grommet corresponde a velocidade do vento (25kt).

Resposta: Vento 055/25kt.



CAPITULO 12

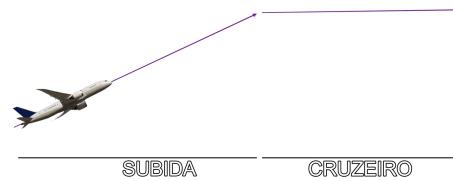
PERFIL DE SUBIDA, DESCIDA E CRUZEIRO

Neste capítulo falaremos um pouco mais sobre o planejamento de nossa navegação visual, com os cálculos de subida, descida e cruzeiro. Esses cálculos são essenciais para que saibamos, de forma precisa, dados como: tempo de voo, autonomia mínima, alcance, tempo de subida, tempo de descida, topo de subida, topo de descida e etc.

Esses cálculos envolvem vários assuntos estudados nos capítulos anteriores. Alguns cálculos podem ser feitos pelo computador de voo, que também estudamos no capítulo anterior.

Não entraremos no assunto de autonomia mínima regulamentar, pois esse assunto será abordado na matéria de regulamentos de tráfego aéreo e, além disso, depende do tipo de operação que será realizada.

Perfil de subida: após decolarmos de um aeródromo, efetuamos uma subida até o nível de cruzeiro. Durante essa subida, a aeronave percorre uma distância horizontal, e leva uma certa quantidade de tempo para chegar ao nível de cruzeiro.



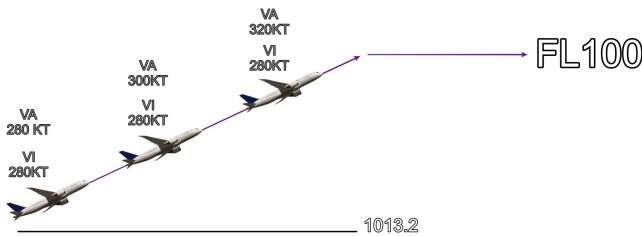
Esses elementos fazem parte do regime de voo conhecido como perfil de subida. Aprenderemos a calcular agora:

Método das médias: ao efetuarmos os cálculos do perfil de subida utilizando o método das médias, assumiremos que a aeronave manterá, durante toda a subida, uma velocidade indicada e uma razão de subida (quantidade de distância vertical vencida por minuto) constantes. É importante lembrar que, ao mantermos a velocidade indicada constante durante a subida, teremos um acréscimo de VA (velocidade aerodinâmica) ao atingirmos altitudes mais altas. Isso significa que voaremos mais rápido à medida que atingimos altitudes maiores.

A razão de subida não se alterará, já que ela não é influenciada pelo aumento da altitude durante a subida.

No exemplo abaixo, vemos que uma aeronave decolou do nível de pressão padrão e subiu até o FL100. Podemos observar que durante toda a subida, ela manteve uma VI constante, já a VA aumentou em altitudes

maiores. Importante notar que quando a aeronave estiver na metade da subida, encontraremos o valor da VA média do trecho.



Se colocarmos isso em um gráfico, verificaremos que o perfil de subida real e o perfil de subida teórico atingem o mesmo ponto que chamamos de TOC (top of climb ou ponto de nivelamento). Em relação à partida, ele está a uma certa distância vertical e também horizontal. Após isso, chegamos à conclusão que podemos utilizar a VA média como referência, pois isso facilita nossos cálculos e o resultado acaba sendo o mesmo. Faremos alguns exemplos para que fique mais fácil de entender.

Exemplo 1.

Dados:

Velocidade indicada de subida (VIS): 90kt

Elevação do aeródromo de decolagem (Elev):
MSL

Temperatura do aeródromo (TAD): 20°C

Razão de subida (RS): 500 pés/min

Vento na subida (DV/VV): Calmo

Nível de cruzeiro (FL): FL050

Consumo horário na subida (CH): 42l/h

Pede-se:

1-) Quantidade de subida(QS):

Quantidade de subida é a distância vertical que a aeronave terá que vencer, a partir do aeródromo de decolagem até o FL de cruzeiro.

$$QS = FL \text{ em centenas de pés} - \text{Elev}$$

$$QS = 5000 - 0$$

$$QS = 5000 \text{ pés.}$$

2-) Tempo de subida(TS):

Tempo que a aeronave levará para atingir o nível de cruzeiro. Se sabemos que ela sobe com uma razão de 500 pés/min, quantos minutos levaremos para subir 5000 pés? (QS calculada na parte anterior).

Podemos fazer uma regra de três simples com lápis e papel, ou pelo computador de voo, como explicado anteriormente.

$$\frac{500 \text{ pés}}{1 \text{ min}} = \frac{5000 \text{ pés}}{X} \quad TS = 10 \text{ min}$$

3-) Altitude média de subida(AMS):

Altitude que a aeronave atinge quando estiver na metade da distância vertical a vencer.

$$AMS = (FL + \text{Elev}) : 2$$

$$AMS = (5000 + 0) : 2$$

$$AMS = 2500 \text{ pés}$$

4-) Temperatura média de subida(TMS):

Temperatura do ponto médio de subida. Assumimos que a cada 1.000 pés perdemos 2°C, portanto, a 5.000 pés teremos 10°C a

menos que no aeródromo de decolagem.

$$\text{TMS} = (\text{Temp. aeródromo de partida} + \text{Temp. no FL}) : 2$$

$$\text{TMS} = (20^\circ\text{C} + 10^\circ\text{C}) : 2$$

$$\text{TMS} = 15^\circ\text{C}$$

5-) Velocidade aerodinâmica média na subida (VAS ou VAMS):

Esse cálculo é mais preciso se for feito no computador de voo. Necessitamos dos resultados dos cálculos da AMS e da TMS.

$$\text{VIS} = 90\text{kt}$$

$$\text{VAMS} = \text{AMS} = 2500 \text{ pés}$$

$$\text{TMS} = 15^\circ\text{C}$$

$$\text{VAMS} = 94\text{kt}$$

6-) Distância percorrida na subida(DS):

Distância vencida na horizontal, desde até a decolagem até o TOC.

Como o vento considerado foi calmo, podemos considerar a VS = VA, ou melhor, VS = VAMS.

$$94\text{Nm} \quad X \text{Nm}$$

$$\frac{\text{-----}}{\text{-----}} = \frac{\text{-----}}{\text{-----}} \text{ DS} = 16\text{Nm}$$

$$60 \text{ min} \quad 10\text{min} \text{ (Tempo de subida)}$$

Caso no exercício da prova o vento seja desconhecido, considere vento calmo. Porém, se o vento for totalmente de cauda, somaremos o valor da intensidade do vento com a VA para saber a VS. Se o vento for totalmente de proa, subtrairemos o valor da intensidade do vento com a VAMS para

encontrar a VS.

7-) Combustível gasto na subida(CG):

Quantidade de combustível consumido durante a subida. Para efetuar esse cálculo, precisamos dos dados de consumo horário e tempo de subida. Podemos calcular com uma regra de três simples ou pelo computador de voo.

$$42 \text{ litros} \quad X \text{ litros}$$

$$\frac{\text{-----}}{\text{-----}} = \frac{\text{-----}}{\text{-----}} \text{ CG} = 7 \text{ litros}$$

$$60\text{min} \quad 10\text{min}$$

Exemplo 2.

Dados:

Elevação do aeródromo de partida (Elev): 3000 pés

Temperatura no aeródromo (TAD): 10°C

Velocidade calibrada (VC) na subida: 165kt

Razão de subida: 1150 pés/min

Nível de cruzeiro (FL): FL270

Rumo verdadeiro (RV) na subida: 125°

Vento na subida (DV/VV): 170/20kt

Pede-se:

constantes. A esse regime de voo damos o nome de perfil de descida. Ele se inicia no TOD (top of descent) e termina na pista de pouso. Os cálculos são idênticos ao perfil de subida: altitude média de descida, temperatura média de descida, velocidade aerodinâmica média de descida, tempo de descida, consumo médio de descida, etc.

A seguir, apresentaremos um exemplo, com vento, para que você melhor entenda.

Exemplo 1.

Dados:

Velocidade indicada de descida (VI): 90kt

FL (Nível de cruzeiro) voado: FL085

Temperatura no FL(TFL) 085: 0°C

Elevação do aeródromo de pouso(Elev): 2500 pés

Razão de descida(RD): 400 pés/min

Consumo horário(CH) na descida: 30 litros/h

Rumo verdadeiro(RV) na descida: 150°

Vento (DV/VV) na descida: 280°15kt

Pede-se:

1-) Quantidade de descida (QD):

$$QD = FL - Elev$$

$$QD = 8500 \text{ pés} - 2500 \text{ pés}$$

$$QD = 6000 \text{ pés}$$

2-) Tempo de descida (TD):

$$RD = 400 \text{ pés/min}$$

$$QD = 6000 \text{ pés}$$

Aplicando a regra de três simples ou o

computador de voo, encontraremos o valor de:

$$TD = 15 \text{ min}$$

3-) Altitude média de descida (AMD):

$$AMD = (Elev + FL) : 2$$

$$AMD = (2500 \text{ pés} + 8500 \text{ pés}) : 2$$

$$AMD = 5500 \text{ pés}$$

4-) Temperatura média de descida (TMD):

$$TMD = (T \text{ aeródromo} + TFL) : 2$$

$$TMD = (12^\circ\text{C} + 0^\circ\text{C}) : 2$$

$$TMD = 6^\circ\text{C}$$

5-) VA de descida (VAD)

Sabendo a VI, a altitude média de descida e a temperatura média de descida, encontraremos a velocidade aerodinâmica média de descida.

$$VI = 90kt$$

$$AMD = 5500 \text{ pés}$$

$$TMD = 6^\circ\text{C}$$

$$VAD = 98kt$$

6-) PV na descida

Neste caso, temos vento atuante de cauda e pela direita, portanto, teremos que fazer uma CD para a direita e teremos VS maior que VA.

$$RV = 150^\circ$$

$$VS = ?$$

Correção de deriva de 7° para a direita, então:

$$PV = ? \quad PV = RV + CD$$

$$VA = 98kt \quad PV = 157^\circ$$

$$DV = 280^\circ \quad VS = 107kt$$

$$VV = 15kt$$

7-) Distância do TOD ao aeroporto de destino

Mais uma vez, regra de três simples, utilizando os dados de:

$$VS = 107kt$$

Tempo de descida (TD): 15 min

$$\text{Dist. } 107 \text{ Nm} = X \text{ Nm}$$

----- -----

$$60\text{min} \quad 15\text{min}$$

$$\text{Dist.} = 27 \text{ Nm}$$

8-) Combustível consumido na descida

$$\text{Comb. } 30 \text{ l} = X \text{ l}$$

----- -----

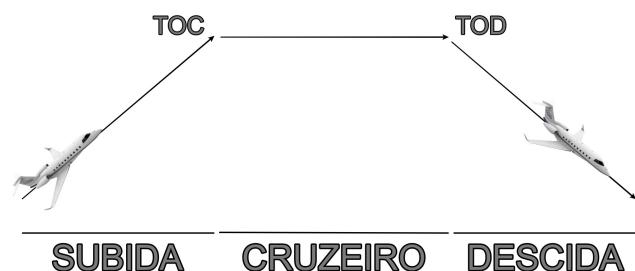
$$60\text{min} \quad 15\text{min} \text{ (tempo de descida)}$$

$$\text{Comb.} = 7,5 \text{ litros.}$$

iniciando no TOC (top of climb) e terminando no TOD (top of descent). Somente saberemos quantas milhas ficaremos nivelados após ter o conhecimento do deslocamento na subida e descida. Exemplo: Em um trecho entre o ponto A e o ponto B, temos 250Nm. Durante a subida, verificamos que ele percorreu 30 Nm, e necessitará de 20 Nm para descer. Excluindo as distâncias entre a subida e descida, verificamos que a aeronave ficará nivelada por 200Nm, sendo este o nosso regime de cruzeiro.

No regime de cruzeiro, os cálculos são mais simples, mas são extremamente importantes para a decisão final da quantidade de combustível que teremos de abastecer. Assim como nos outros regimes, podemos efetuar os cálculos pelo computador de voo ou pela regra de três simples. Escolha o que for mais fácil para você. No regime de cruzeiro, precisamos saber:

- distância percorrida em cruzeiro
- tempo de voo em cruzeiro
- combustível gasto em cruzeiro



Regime de cruzeiro: os cálculos de regime de cruzeiro só podem ser efetuados após os cálculos do regime de subida e regime de descida, pois o regime de cruzeiro é o período de tempo que a aeronave voa nivelada,

Exemplo:

Dados:

Elevação do aeródromo de decolagem: MSL

Temperatura no aeródromo de decolagem:

25°C

VA = 114kt

Nível de cruzeiro: FL 075

Distância percorrida na subida: 15Nm

Distância entre a origem e o destino: 110Nm

Distância percorrida na descida: 15Nm

VI de cruzeiro: 100Kt

Consumo horário em cruzeiro: 55litros/h

Vento no FL 075: calmo

Rumo verdadeiro em cruzeiro: 125°

Pede-se:

1-) Distância a percorrer no regime de cruzeiro (Distância entre o TOC e o TOD):

Para efetuar esse cálculo, devemos saber a distância total entre o aeródromo de decolagem e o aeródromo de destino, distância percorrida na subida e a distância percorrida na descida.

$TOC/TOD = DEP/DEST - (dist. subida + dist. descida)$

$$TOC/TOD = 110 - (15 + 15)$$

$$TOC/TOD = 110 - 30$$

$$TOC/TOD = 80Nm$$

2-) Velocidade aerodinâmica em cruzeiro:

Esse cálculo pode ser feito diretamente no computador de voo, com os seguintes dados:

$$VI = 100 \text{ kt}$$

$$FL = 075$$

$$\text{Temperatura no FL} = 10^\circ\text{C}$$

3-) Proa verdadeira (PV) em cruzeiro

Neste caso, como o vento é calmo, a proa é igual ao rumo, pois não teremos correção de deriva.

$$PV = 125^\circ$$

4-) Tempo de voo em cruzeiro

Sabemos a distância que ele percorrerá em cruzeiro, e a velocidade em relação ao solo que manterá nesse regime, pois o vento é calmo ($VS = VA 114\text{kt}$). Poderemos efetuar uma regra de três simples ou efetuar o cálculo pelo computador de voo.

$$114\text{Nm} \quad 80\text{Nm}$$

$$\hline \hline = \hline \hline$$

$$60\text{min} \quad X \text{ min}$$

$$\text{Tempo de voo em cruzeiro} = 42 \text{ minutos}$$

5-) Combustível consumido em cruzeiro:

$$CH: 55 \text{ litros/h}$$

$$\text{Tempo de voo: } 42 \text{ minutos}$$

$$55 \text{ litros} \quad X \text{ litros}$$

$$\hline \hline = \hline \hline$$

$$60\text{min} \quad 42 \text{ min}$$

$$\text{Combustível consumido: } 38,5 \text{ litros}$$



CAPITULO 13

RÁDIO COMUNICAÇÃO DE BAIXA FREQUÊNCIA

Rádio é um sistema de comunicação usando ondas eletromagnéticas que se propagam pelo espaço.

Usam-se ondas radiofônicas de diferente comprimento (comprimento de onda) para vários fins.

Enquanto as ondas mais curtas têm frequência mais alta e um comprimento de onda mais baixo, enquanto as ondas de frequência mais baixa têm um comprimento de onda mais elevado. A frequência corresponde a um determinado número de ciclos por segundo.

As ondas de luz visível são muito mais curtas. No espaço as radiações eletromagnéticas propagam-se em forma de ondas a uma velocidade uniforme de quase 300.000km por segundo.

As ondas de rádio são utilizadas não somente na radiodifusão, mas também na telegrafia sem fios, telefones, televisão, radar, sistemas de navegação e a comunicação espacial. Na atmosfera as características físicas do ar originam pequenas variações do movimento ondulatório que provocam erros nas

comunicações, como, por exemplo, no radar. Além disso, as tempestades e as perturbações elétricas provocam fenômenos anormais na propagação das ondas de rádio.

As ondas eletromagnéticas numa atmosfera uniforme propagam-se em linha reta e como a superfície terrestre é praticamente esférica a comunicação a grande distância é possível graças à reflexão das ondas de rádio na ionosfera. As ondas de rádio de comprimento de onda inferior a 10m, que são chamadas de frequências muito altas (VHF), ultra-altas (UHF) e superaltas (SHF), não se refletem na ionosfera. Assim, na prática, essas ondas muito curtas só se captam a uma distância visual.

Os sistemas normais de radiocomunicação constam de dois componentes básicos: o transmissor e o receptor. As aeronaves necessitam de uma licença na ANATEL - denominada licença de estação de aeronaves, pois são transmissoras de radiofrequência. O transmissor gera oscilações elétricas com uma frequência de rádio denominada de frequência portadora, então é comum ouvir na fonia alguém dizer "só recebo a portadora" significando que recebe o ruído do rádio, mas não consegue identificar a mensagem.

2- VHF - Very High Frequency

VHF é a sigla para o termo inglês Very High Frequency e significa Frequência Muito Alta. Designa a faixa de radiofrequência de 30 MHz até 300 MHz. É uma frequência comum para propagações de sinais de televisão, rádio FM, rádio e transceptores. Os usos comuns para o VHF são transmissão de rádio de FM em 88-108 MHz e transmissões da televisão (junto com a frequência UHF).

Na maioria dos países, a área de propagação do VHF é usada para áudio e transmissão de televisão, assim como rádios em dois sentidos comerciais (tais como aqueles operados por táxis e pela polícia), comunicações em áudio em dois sentidos e rádios de avião.

os sinais de rádio de alta frequência (3 a 30 MHz) podem se propagar a um receptor distante, através de:

- onda terrestre: próximo ao chão, para distâncias curtas, em torno de 100 km sobre a terra e 300 km sobre o mar. Esse alcance da onda depende da altura da antena, polarização, frequência, tipo de solos, vegetação, estado do terreno/mar;
- onda direta ou de linha-de-visada: esta onda pode interagir com a onda refletida de terra em separação terminal, frequência e polarização;
- ondas celestes: todas as distâncias refratadas pela ionosfera.