

PILOTO PRIVADO

Titus Roos

**NOVA EDIÇÃO
COM CARTAS
COLORIDAS**



**NAVEGAÇÃO VISUAL
E ESTIMADA**

PILOTO PRIVADO

Titus Roos

Índice

A Navegação Aérea.....	1
A Terra e seu gradeado	4
Operações angulares.....	8
Posição, Direção e Distância.....	12
Ortodromia e Loxodromia	16
Projeções	18
Proa, Rumo e Rota.....	22
Magnetismo terrestre.....	24
Pé-de-galinha	28
Instrumentos da aeronave.....	32
Estudo do Tempo.....	39
Perfil de subida e descida	45
Regime de cruzeiro	54
Computador de Vôo	58
Exercícios no Computador de Vôo	79
Provas de Navegação	84
Gabarito das provas.....	99
Solução da parte prática das provas 16 a 20	100
Introdução à Navegação Rádio	108
Abreviaturas e siglas usadas	110
Cartas Aeronáuticas.....	111
Cartas WAC para utilizar nas provas.....	116

ATENÇÃO

As cartas e dados utilizados nas provas deste livro NÃO deverão ser utilizados em vôos reais, pois para isto devem ser utilizadas cartas mais atualizadas. Prestam-se somente ao treinamento para prestação de provas junto à ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil).

Este livro está de acordo com o programa da ANAC.

Pedidos pelo telefone: **(11) 2979 3876** - São Paulo / SP
ou por e-mail: titusroos@uol.com.br

Sobre o autor

Titus Roos é daqueles sujeitos intrigantes. Bigode, cara fechada e sem muito papo. Porém, basta colocá-lo em frente a uma turma de alunos que ele muda completamente — bem, na verdade o bigode continua lá. Nesse momento, ele se torna um senhor professor. O cara faz um assunto complicado parecer moleza. Estica o dedo para lá, revela uns macetes de matemática e pronto: você aprende. Parece mágica, mas o fenômeno também é conhecido como didática. Numa explicação mais simples eu diria que ele sabe ensinar como ninguém!

Atuante na área de navegação aérea desde 1971, quando ingressou na FAB (Força Aérea Brasileira) como controlador de tráfego aéreo, ele acompanhou de perto a evolução da aeronáutica. Ainda na FAB como encarregado da SIAT (Seção de Instrução e Atualização Técnica), elaborou cursos de especialização para profissionais da área. Depois, em 1980, no ramo da aviação civil, tornou-se coordenador de cursos do Aeroclub de São Paulo, acompanhando dezenas de milhares de alunos, entre pilotos, comissários ou mesmo instrutores de vôo.

Sua obra é a publicação de navegação aérea de maior aceitação no Brasil. Os principais aeroclubes, escolas e universidades de ciências aeronáuticas adotam.

Além de atualizado, o livro apresenta didática única. Como nos cursos especializados, ele ensina o aluno de forma objetiva, seja ele um futuro piloto de helicópteros ou de aviões. A edição traz também as dicas reveladas em sala de aula e 20 provas completas (no padrão da ANAC, a Agência Nacional de Aviação Civil). “No livro de PP os exercícios são todos resolvidos, passo a passo, ensinando os segredos para cada situação”, revela o professor.

Agora, passe logo para a outra página para aprender navegação aérea de verdade.

Darius Roos

Jornalista e “filho coruja”

Obras do autor:

- Navegação Visual e Estimada - 15ª Edição
Piloto Privado
- Navegação Rádio - 8ª Edição
Piloto Comercial e IFR

“Dedico esta obra a
CONCY, minha esposa.”

PROIBIDA a reprodução, total ou parcial,
sem a expressa autorização do autor.

Registro 13.683/89

Biblioteca Nacional do Livro

Editoração Eletrônica

Dawis Roos

A Navegação Aérea

INTRODUÇÃO

Desde os princípios da civilização, o homem tem procurado solucionar problemas de deslocamento entre dois pontos e, para obter sucesso, utilizava normalmente referências tais como rios, córregos, árvores, pedras, montanhas, cavernas e outras que permitiam-lhe arriscar, gradativamente, explorações da região que o cercava. Nascia assim o primeiro navegador da humanidade. Posteriormente observou que os astros da abóboda celeste (principalmente o Sol), poderiam ser úteis na determinação da direção a seguir e até na estimativa de posição geográfica ocupada, originando o processo de navegação conhecido como celestial.

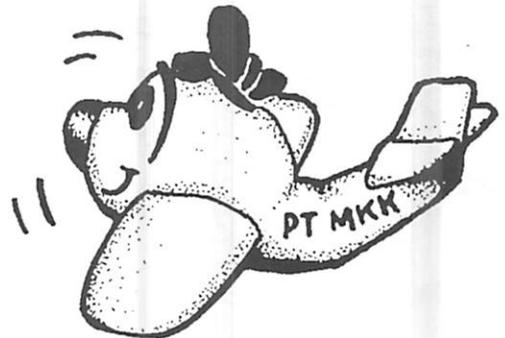
O homem continuou evoluindo e graças à sua inteligência, iniciou a construção de máquinas para se deslocar, inventou instrumentos, estudou a Terra e a atmosfera, criou sistemas para facilitá-lo nestas tarefas expedicionárias, especificou padrões e etc. Surgem processos sofisticados que visam a perfeição e, evidente, minimizam cada vez mais o esforço mental e físico do navegador.

No entanto, se nos detivermos a uma análise, verificamos que aos navegadores da antiguidade e aos atuais, os elementos básicos que procuravam deter-

minar em qualquer deslocamento permanecem os mesmos. O importante é descobrir constantemente o local ocupado em relação à superfície terrestre e como se dirigir a outro ponto.



NAVEGAR É:
LOCALIZAR E
ORIENTAR.!



NAVEGAÇÃO AÉREA

A palavra navegação é de origem latina, "navis" que significa embarcação, e "agere" que significa locomover-se. Poderíamos definir navegação aérea como sendo a ciência que possibilita a um navegador conduzir uma aeronave no espaço, levando-a de um ponto a outro. Implicitamente verificamos que, pela definição, navegar implica em determinar constantemente dois elementos fundamentais, quais sejam: LOCALIZAÇÃO e ORIENTAÇÃO.

PROCESSOS DE NAVEGAÇÃO

Para determinação dos dois elementos básicos: posição em relação à superfície terrestre e direção a seguir, o navegador poderá se valer de diversos meios ou processos, a saber:

a) Navegação Visual, por Contato ou Praticagem (figura abaixo)

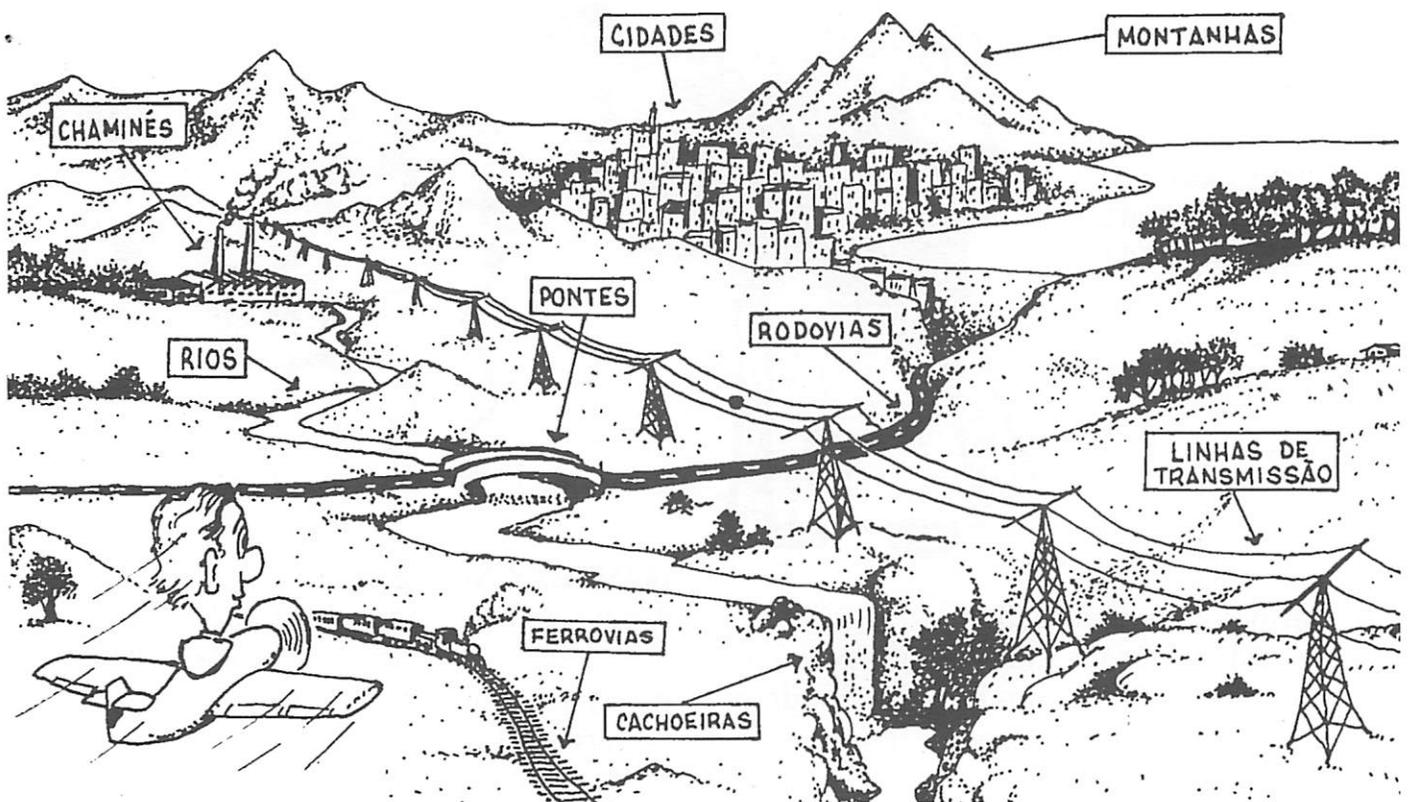
É aquele em que se utiliza referências visíveis na superfície terrestre, tais como estradas de ferro, de rodagem, lagos, rios, montanhas, ilhas, cidades, vilas, etc. É o mais utilizado pelos principiantes da aviação e se caracteriza principalmente por não ser necessário o uso de instrumentos de bordo no deslocamento.

Na navegação visual os pontos de destaque na superfície terrestre localizam e orientam uma aeronave conforme a figura abaixo.

gráfica e orientação de uma aeronave, por meio da interpretação de mostradores no painel, da direção de ondas de rádio emitidas por estações terrestres de posição conhecida. Como exemplo de estações rádio temos as "broadcasting", rádio-farol, etc.

d) Navegação Eletrônica

Baseada em equipamentos eletrônicos munidos de computadores. Como exemplo temos o Sistema Inercial (INS=Inertial Navigation System), Doppler e Ômega.



b) Navegação estimada

Neste processo a condução da aeronave vale-se do uso das indicações de três instrumentos de bordo: bússola, velocímetro e relógio, considerando-se a direção e distância voadas a partir de um ponto de referência conhecido. Este método é o básico de todos os outros mais sofisticados e objeto principal do nosso curso.

c) Navegação Rádio ou Radionavegação

Consiste em determinar a posição geo-

e) Navegação Astronômica ou Celestial

Processo bastante conhecido pelos marítimos onde as referências são astros da abóboda celeste que, visados com sextantes, fornecem posição de um observador na superfície terrestre.

f) Navegação por Satélite

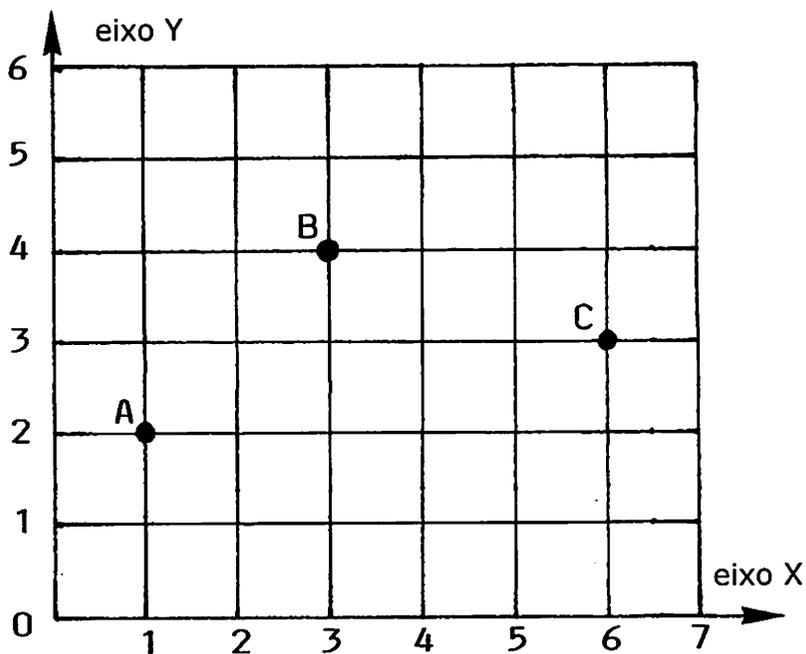
Sistema que se baseia em 24 satélites colocados em órbita de 12900 milhas náuticas, iniciado em junho de 1977. Utiliza os princípios aplicados às navegações

celestial e eletrônica e sem dúvida será o sistema de navegação do futuro.

SISTEMA DE COORDENADAS PLANAS

A padronização do sistema que permite facilmente a localização e orientação, fez com que o homem imaginasse um sistema de graticula ou gradeado sobre uma superfície plana. Teríamos assim linhas verticais e horizontais cruzando-se num ângulo de 90 graus e mantendo estas linhas paralelismo e distâncias iguais. Partindo-se de dois eixos arbitrários "X" e "Y" e numerando-se todas as linhas coerentemente, verificamos que qualquer ponto deste plano poderá ser expresso matematicamente por dois algarismos. Esta representação chamamos de coordenadas planas.

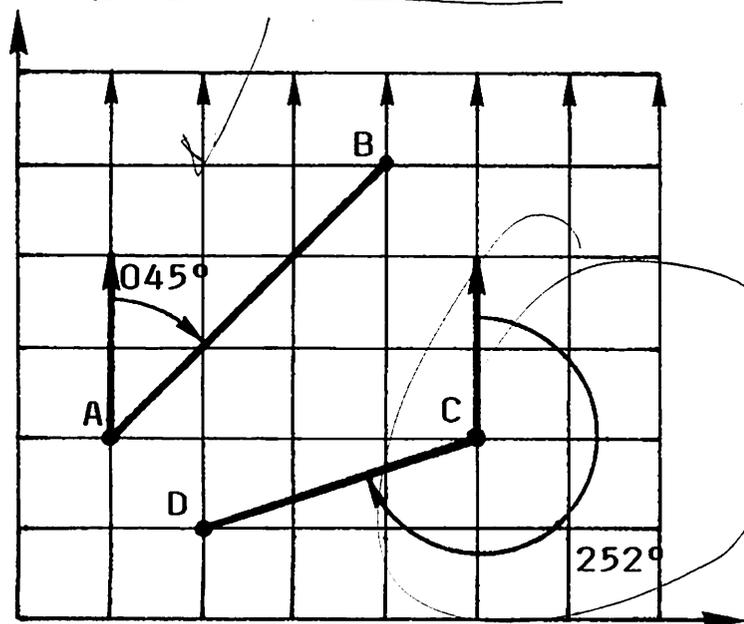
Mas ao navegador importa, além da localização, determinar orientação (direção a seguir) entre dois pontos quaisquer. Pode-se imaginar que as linhas verticais, sentido de baixo para cima, são direções de referência, e assim qualquer direção tomada neste plano formará com a direção de referência um valor angular compreendido entre 000° e 360° , ou seja, o ângulo será medido no sentido



Coordenadas planas:
ponto A (1, 2)
ponto B (3, 4)
ponto C (6, 3)

horário, a partir da direção de referência até a direção pretendida.

Devemos notar que este sistema de localização e orientação foi criado sobre uma superfície plana, mas o navegador irá fazer vôos em torno da Terra, que sabemos ser esférica. Aí teremos outro sistema de gradeado, parecido mas não igual ao estudado nesta página, conforme veremos no capítulo seguinte.



Direção $\overline{AB} = 045^\circ$

Direção $\overline{CD} = 252^\circ$

Observação: direção não é propriamente um ângulo, mas este pode ser utilizado para expressar um sentido de deslocamento.

A Terra e seu gradeado

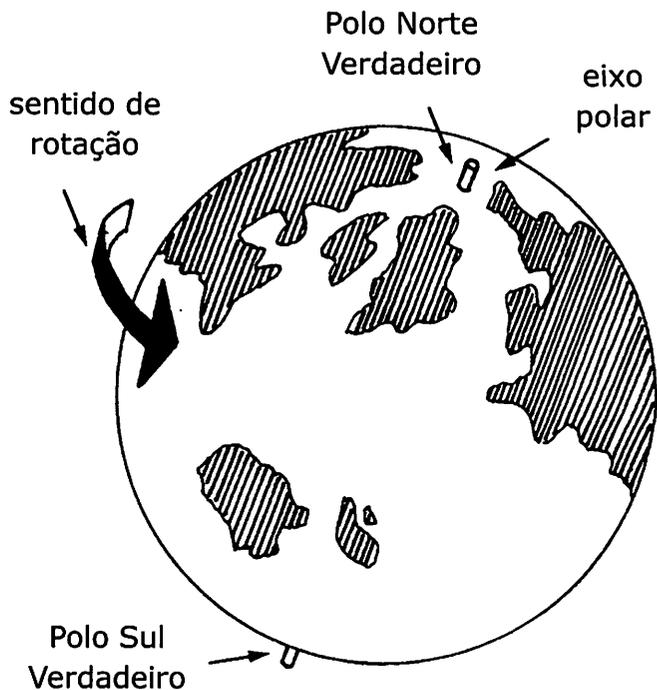
A superfície terrestre é de forma irregular, com elevações e depressões e também apresenta um achatamento nas regiões polares que ocasiona uma diferença entre os diâmetros medidos entre os polos e no sentido perpendicular a este, num valor aproximado de 43 quilômetros.

Entretanto, como estas diferenças de cota e diâmetro, se comparadas ao tamanho da superfície terrestre, são consideradas desprezíveis, para efeito de navegação consideramos a Terra uma esfera.

Também é de conhecimento que a Terra gira em torno de um eixo imaginário (chamado polar ou terrestre) num movimento de rotação, realizado no sentido anti-horário, se considerarmos a visão do Polo Norte.

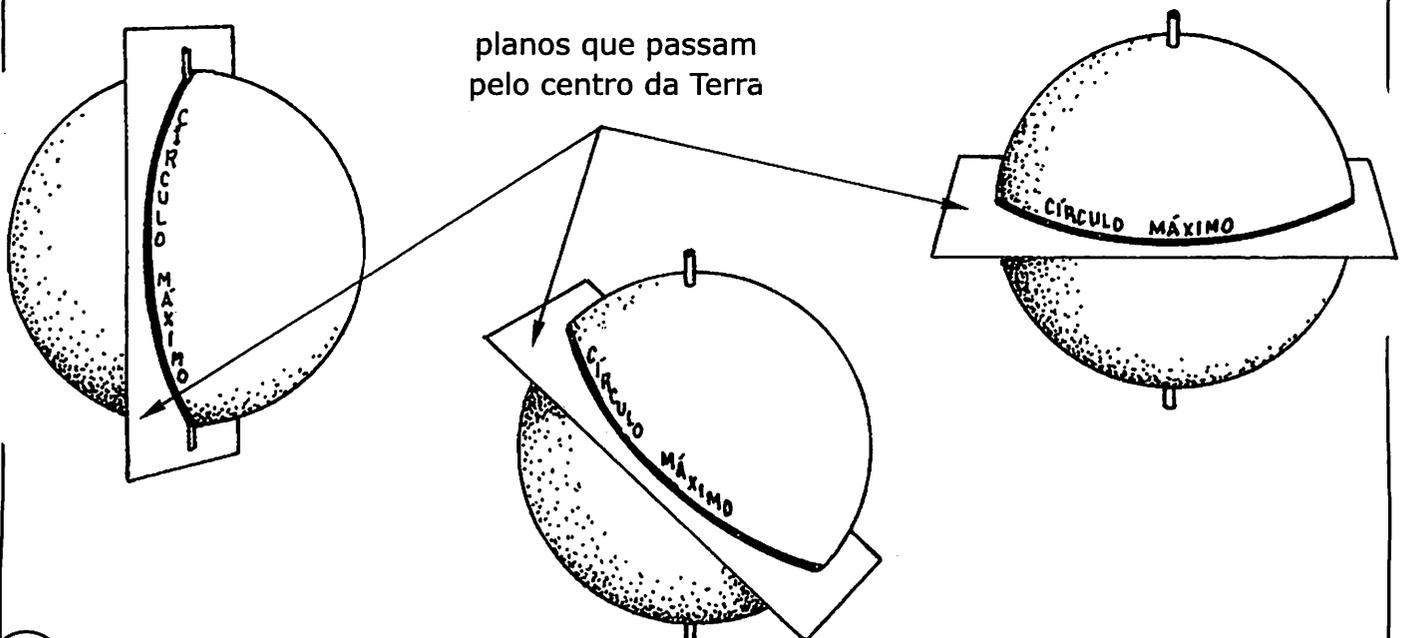
Aos lugares formados pela intersecção do eixo polar com a superfície terrestre chamamos de polos geográficos ou verdadeiros. Temos o Polo Norte Verdadeiro e o Polo Sul Verdadeiro.

Dados estes elementos, vamos verificar que o melhor modo de fabricar um

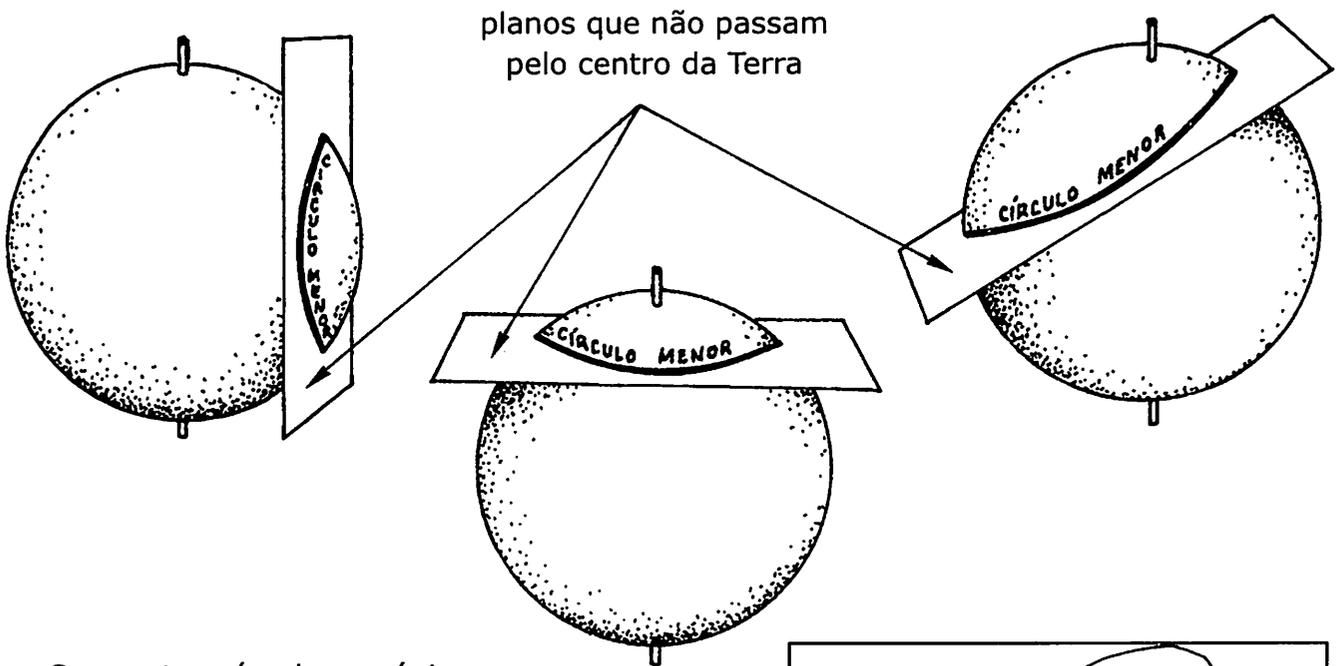


gradeado na superfície terrestre será por intermédio de círculos. Temos duas espécies de círculos que podem ser contruídos numa esfera:

CÍRCULO MÁXIMO - formado numa esfera por um plano que a divide em duas semi-esferas iguais. Sendo assim, o plano passa pelo centro da esfera, fazendo com que o raio e centro do círculo são os mesmos da própria esfera.



CÍRCULO MENOR - formado por um plano que NÃO passa pelo centro da esfera, dividindo-a em duas partes desiguais.



Com estes círculos, máximos e menores, formaremos um sistema de grática na superfície terrestre que facilitará a determinação dos dois elementos básicos: localização e orientação.

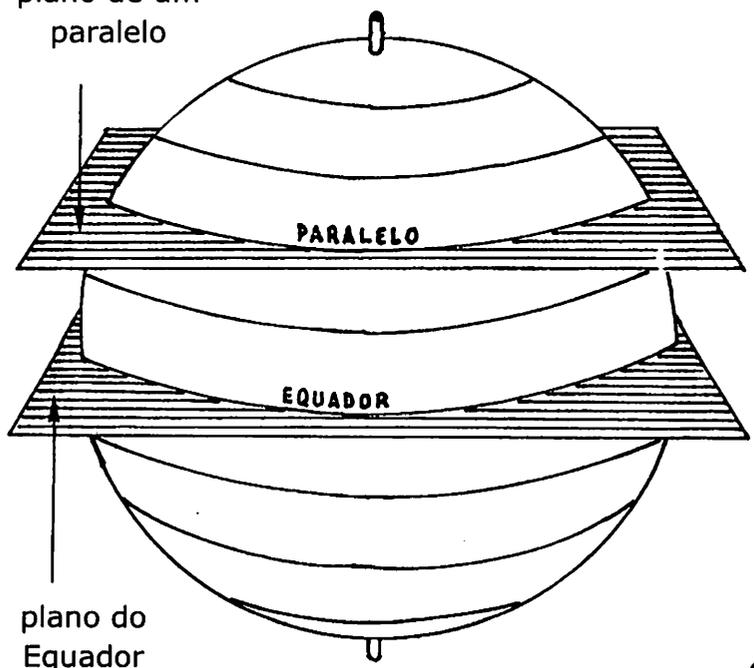
Linha do Equador - É um círculo máximo formado por um plano perpendicular ao eixo polar, que divide a Terra em dois hemisférios chamados Norte (N=North), acima do Equador, e Sul (S=South), abaixo do Equador.

Paralelos de Latitude ou Paralelos - são os círculos formados por planos paralelos ao plano do Equador.

Devemos concluir que formaremos infinitos paralelos de latitude, sendo que o Equador é o único paralelo que é um círculo máximo, todos os outros são círculos menores.



plano de um paralelo

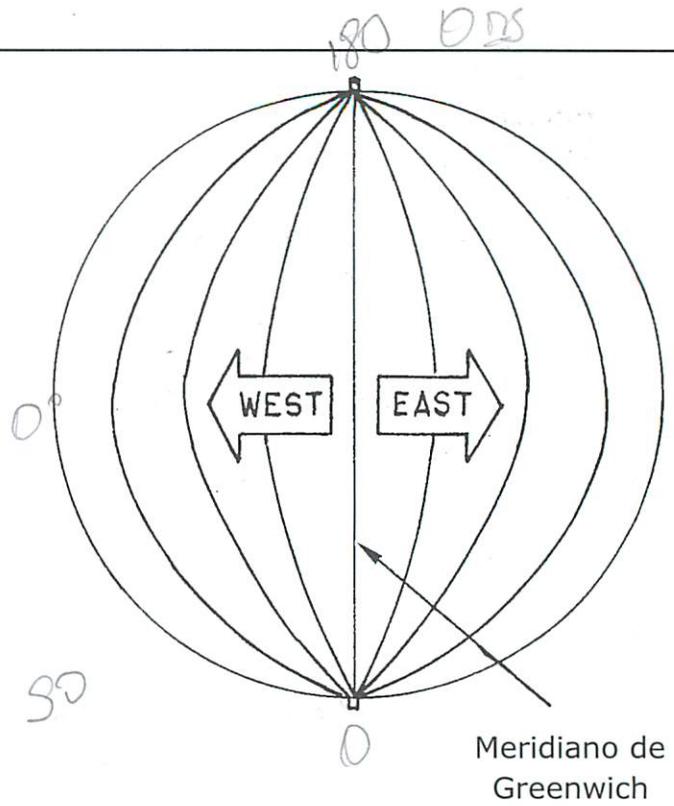


Meridianos de Longitude ou Meridianos - são semi-círculos máximos, limitados pelos polos, cujos planos que os formam contém o eixo polar.

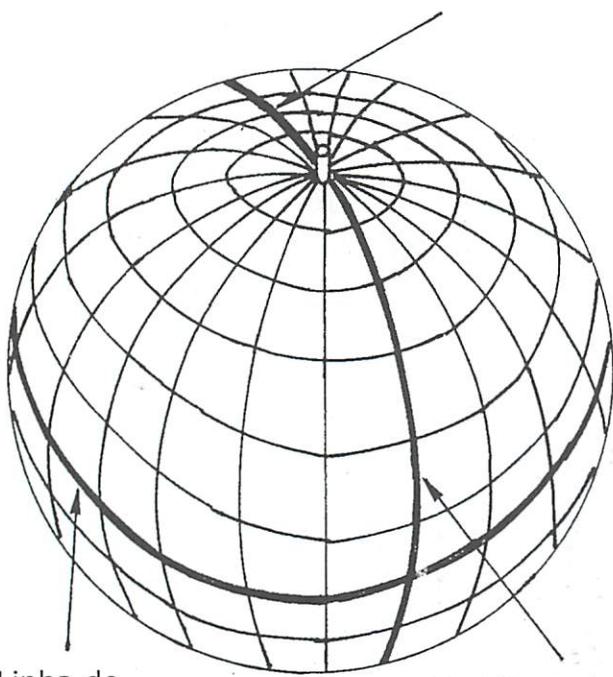
Meridiano de Greenwich, Zero, de Origem, Primário ou Primeiro Meridiano - é o meridiano que passa pelo Laboratório Naval de Greenwich (Inglaterra).

Meridiano 180° - é o meridiano que está oposto 180° ao Meridiano de Greenwich.

O círculo máximo formado pelos Meridiano de Greenwich e 180° divide a Terra em dois hemisférios, chamados de Oeste (W=West) e Leste ou Este (E=East).



Meridiano 180



Linha do Equador

Meridiano de Greenwich

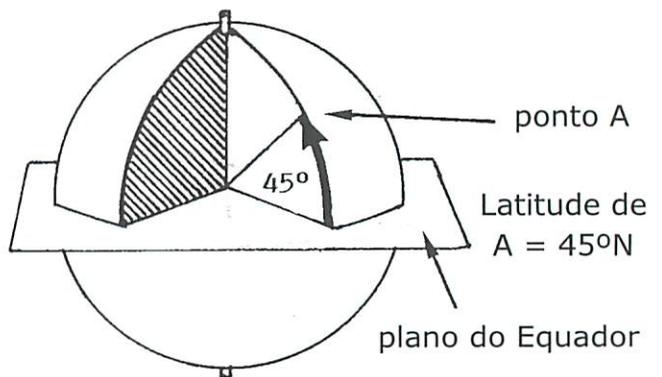
COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Todo paralelo e meridiano (linhas) terão a sua posição geográfica informada através de valores angulares. Estes valores angulares, acompanhados de letras designativas de seu hemisfério, nos fornecerão as coordenadas geográficas, expressas em graus (°), minutos ('), e segundos ("), sendo que $1^\circ = 60'$ e $1' = 60''$.

Sendo assim, podemos ter uma visão de graticula ou gradeado formado imaginariamente no globo terrestre pela Linha do Equador, paralelos e meridianos.

É importante observar que:

- os meridianos são convergentes do Equador para os polos, onde se encontram;
- os paralelos mantêm entre si um mesmo afastamento;
- os meridianos e os paralelos se cruzam num ângulo de 90° ;
- o cruzamento de um paralelo e um meridiano define um ponto chamado de ponto geográfico.

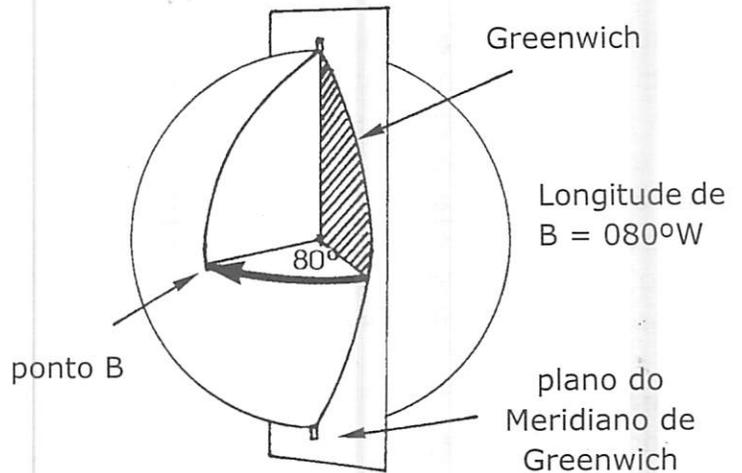


Latitude de um ponto - é o ângulo definido pelo arco de meridiano que parte do Equador ao ponto considerado. É fácil observar que as latitudes assumem valores entre 00° até 90° para Norte ou Sul.

OBS →

Longitude de um ponto - é o ângulo definido pelo menor arco de paralelo que parte do Meridiano de Greenwich ao ponto considerado. Verificamos que as longitudes assumem valores entre 000° e 180° para Este ou Oeste. Os graus inteiros de longitude são informados sempre com três algarismos, e os minutos e segundos com dois algarismos.

Devemos ressaltar que em algumas situações as letras dos hemisférios devem ser omitidas. Como exemplo a latitude de um ponto que está sobre a Linha do Equador: latitude 00° . Outros exemplos seriam um ponto no Meridiano de Greenwich: longitude 000° , ou no Meridiano 180: longitude 180° .



Conclusão: Um ponto geográfico na superfície terrestre (cruzamento de um paralelo com um meridiano) é informado através das coordenadas geográficas (latitude e longitude, nesta ordem), sendo que a latitude é medida sobre um arco de meridiano e a longitude é medida sobre um arco de paralelo. Abaixo colocamos alguns exemplos da maneira com que normalmente expressamos a posição de um ponto.

CERTO

- a) $10^\circ 25' 30'' S - 067^\circ 35' 28'' W$
- b) $55^\circ 43' N - 089^\circ 10' E$
- c) $00^\circ - 000^\circ$

ERRADO

- d) $33^\circ 48' 15'' - 005^\circ 56' 20''$ (faltam as letras)
- e) $11^\circ S - 185^\circ E$ (não existe esta longitude)
- f) $45^\circ 65' N - 133^\circ 80' W$ (os minutos e segundos não podem passar de 59)

OTSS ↑

Hemisfério = Diferentes

Hemisfério ≠ Soma-se (hemisfério)

Operações Angulares

$DL \text{ ou } LA \neq LM$ (com)
 DL

Alguns problemas de navegação exigem cálculos envolvendo latitudes e longitudes de dois pontos. Estes cálculos são apresentados a seguir:

Diferença de Latitude (DL ou DLA) entre dois pontos - é o ângulo definido pelo arco de meridiano que une os paralelos dos pontos dados.

Exemplo 1

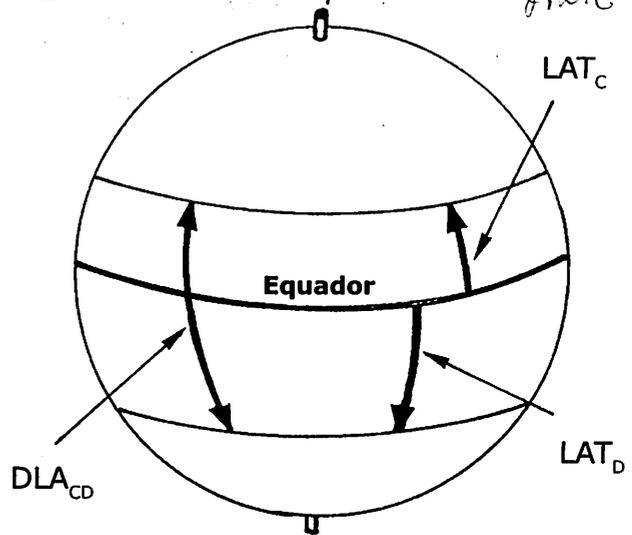
Dados: latitude de A = $55^{\circ} 40' N$

latitude de B = $31^{\circ} 25' N$

Solução: $DL_{AB} = Lat_A - Lat_B$

$DL_{AB} = 55^{\circ} 40' - 31^{\circ} 25'$

$DL_{AB} = 24^{\circ} 15'$



Latitude Média (LM) entre dois pontos - é a latitude de um paralelo que está na bissetriz do ângulo obtido na DLA entre dois paralelos considerados, ou seja, é a latitude do paralelo médio.

Exemplo 1

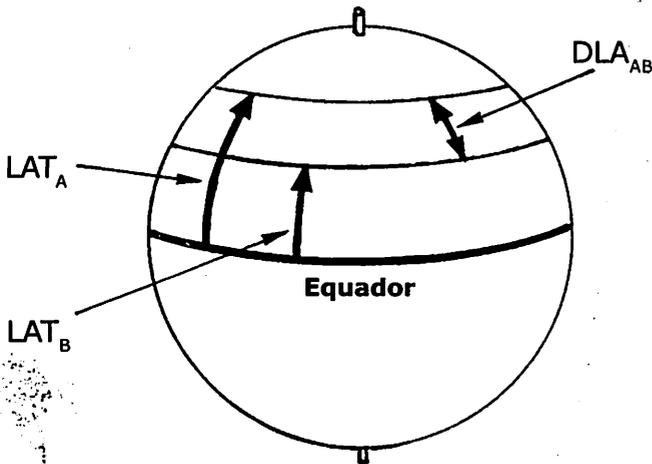
Dados: latitude de A = $10^{\circ} 22' S$

latitude de B = $32^{\circ} 14' S$

Solução: $LM_{AB} = [Lat_A + Lat_B] : 2$

$LM_{AB} = [42^{\circ} 36'] : 2$

$LM_{AB} = 21^{\circ} 18' S$



É importante observar que não nos interessa saber a LONGITUDE dos pontos.

Exemplo 2

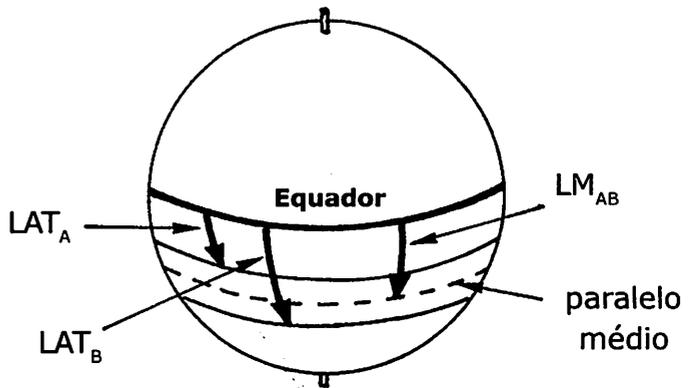
Dados: latitude de C = $25^{\circ} 10' 33'' N$

latitude de D = $43^{\circ} 28' 12'' S$

Solução: $DL_{CD} = Lat_C + Lat_D$

$DL_{CD} = 25^{\circ} 10' 33'' + 43^{\circ} 28' 12''$

$DL_{CD} = 68^{\circ} 38' 45''$



Exemplo 2

Dados: latitude de C = $45^{\circ} 40' N$

latitude de D = $17^{\circ} 26' S$

Solução: $LM_{CD} = [Lat_C - Lat_D] : 2$

$LM_{CD} = [45^{\circ} 40' - 17^{\circ} 26'] : 2$

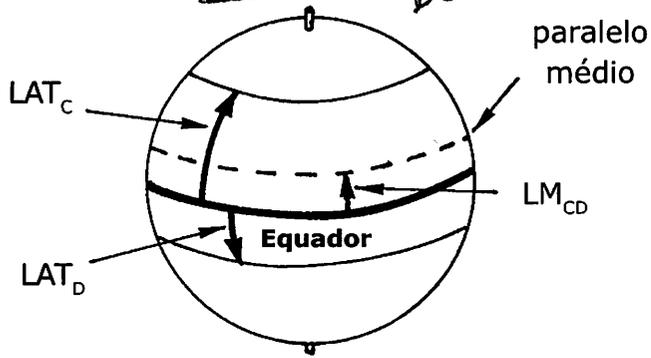
$LM_{CD} = [28^{\circ} 14'] : 2$

$LM_{CD} = 14^{\circ} 07' N$

Deve-se observar que a DLA será o resultado da soma de duas latitudes, quando estas estiverem em hemisférios diferentes, ou o resultado da subtração de duas latitudes, quando estas estiverem no mesmo hemisfério.

Observa-se que a Latitude Média vem acompanhada da letra designativa de

OBS: Longitude até 180°
 Latitude até 90°

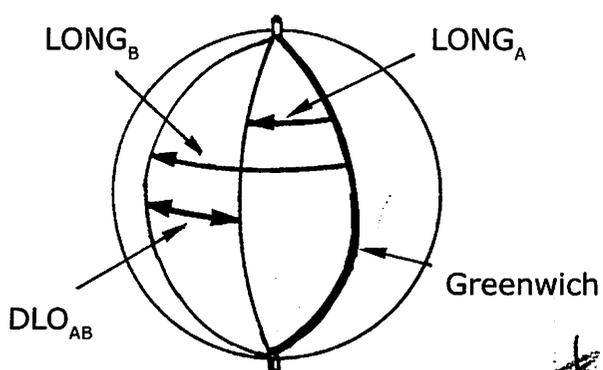


hemisfério. Devemos, no caso de latitudes de mesmo hemisfério, efetuar uma soma e após a divisão por 2, conservando a letra. No caso de latitudes de hemisférios diferentes a operação será uma subtração e após a divisão por 2, e atribuindo a letra da latitude de maior valor

Diferença de Longitude (DLO) entre dois pontos - é o ângulo entre dois meridianos, obtido pelo MENOR arco de Equador que os liga.

Exemplo 1

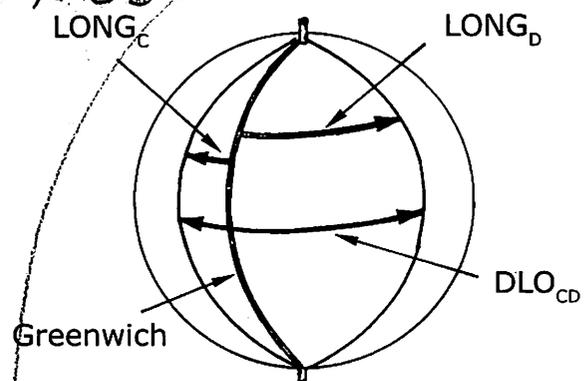
Dados longitude de A = $027^\circ 35' W$
 longitude de B = $062^\circ 54' W$
 Solução: $DLO_{AB} = Long_B - Long_A$
 $DLO_{AB} = 062^\circ 54' - 027^\circ 35'$
 $DLO_{AB} = 35^\circ 19'$



Exemplo 2

Dados: longitude de C = $020^\circ 50' W$
 longitude de D = $073^\circ 05' E$
 Solução: $DLO_{CD} = Long_C + Long_D$
 $DLO_{CD} = 020^\circ 50' + 073^\circ 05'$
 $DLO_{CD} = 93^\circ 55'$

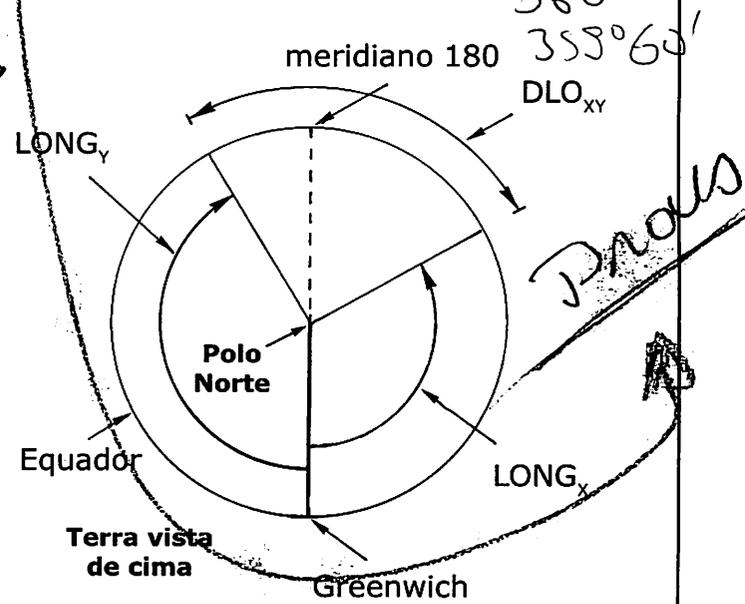
É fácil observar que o cálculo da DLO se assemelha ao da DLA, ou seja, somamos as longitudes de hemisférios diferentes e



subtraímos as de mesmo hemisfério. No entanto, existe uma exceção como veremos no exemplo seguinte.

Exemplo 3

Dados: longitude de x = $120^\circ 30' E$
 longitude de y = $160^\circ 20' W$
 Solução: (em princípio deveríamos somar as duas longitudes simplesmente):
 $DLO_{xy} = Long_x + Long_y$
 $DLO_{xy} = 120^\circ 30' + 160^\circ 20'$
 $DLO_{xy} = 280^\circ 50'$



Este valor, no entanto, não é a correta DLO, pois este arco de Equador é o maior, e a DLO é medida pelo arco menor. Sendo assim, ainda faremos mais uma operação.

$DLO_{xy} = 360^\circ - 280^\circ 50'$
 $DLO_{xy} = 359^\circ 60' - 280^\circ 50'$
 $DLO_{xy} = 79^\circ 10'$

Na figura a direita e acima, com a Terra sendo vista de cima, nota-se que o menor arco de Equador que liga os meridia-

Latitude - 30

Longitude - 180

~~Equador~~

GREENWICH.

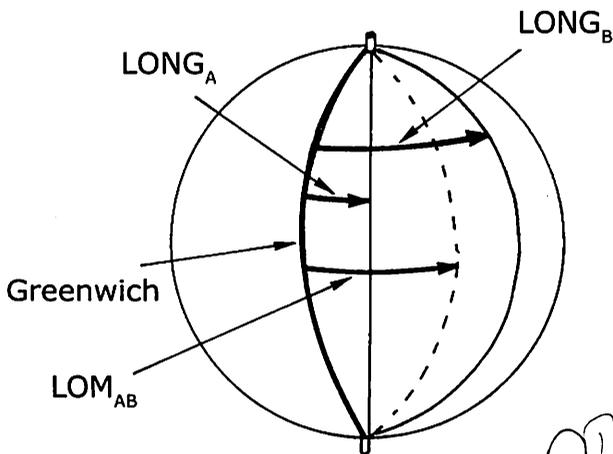
nos de X e Y passa pelo Meridiano 180°, enquanto o arco de Equador que passa pelo Meridiano de Greenwich define um ângulo maior que 180°.

Longitude Média (LOM) entre dois pontos - é a longitude de um meridiano localizado na bissetriz da DLO, ou seja, é a longitude do meridiano médio.

Exemplo 1

Dados: longitude de A = 015°30'E
longitude de B = 037°14'E

Solução: $LOM_{AB} = [Long_A + Long_B] : 2$
 $LOM_{AB} = [015°30' + 037°14'] : 2$
 $LOM_{AB} = [052°44'] : 2$
LOM_{AB} = 026°22'E



Exemplo 3

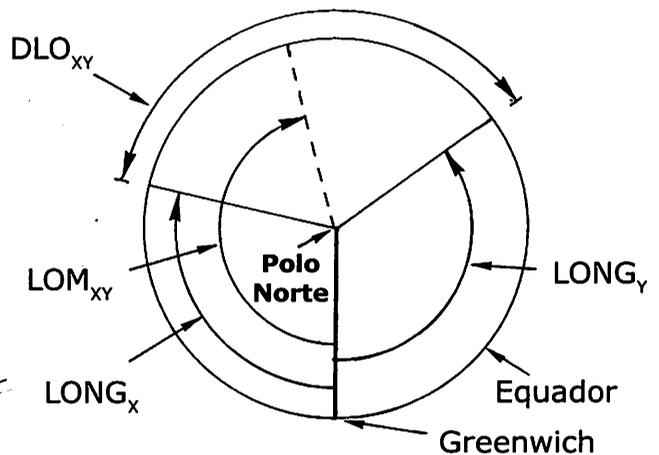
Dados: longitude de x = 101°20'W
longitude de y = 132°10'E

Solução: primeiro devemos observar a CORRETA DLO entre os pontos.

$DLO_{xy} = Long_x + Long_y$
 $DLO_{xy} = 101°20' + 132°10'$
 $DLO_{xy} = 233°30'$ (como o resultado passou de 180°, esta não é a correta DLO)

$DLO_{xy} = 360° - 233°30'$
 $DLO_{xy} = 359°60' - 233°30'$
 $DLO_{xy} = 126°30'$

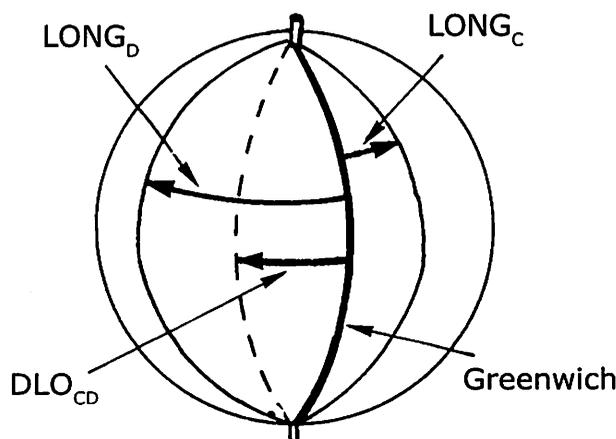
Vamos agora dividir a DLO por 2; $126°30' : 2 = 63°15'$
Somamos agora a DLO:2 com a MENOR longitude;
 $LOM_{xy} = 101°20' + 63°15'$
LOM_{xy} = 164°35'W



Exemplo 2

Dados: longitude de C = 025°15'E
longitude de D = 067°31'W

Solução: $LOM_{CD} = [Long_D - Long_C] : 2$
 $LOM_{CD} = [067°31' - 025°15'] : 2$
 $LOM_{CD} = [042°16'] : 2$
LOM_{CD} = 021°08'W

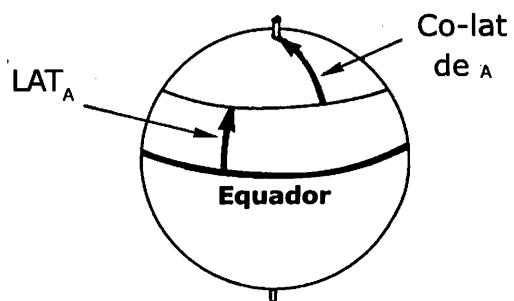


Co-latitude de um ponto - é o complemento (o que falta para completar 90°) de uma latitude em relação ao polo mais próximo.

Exemplo 1

Dados: latitude de A = 30°40'N

Solução: $Co-lat_A = 90° - 30°40'$
 $Co-lat_A = 89°60' - 30°40'$
Co-lat_A = 59°20'N



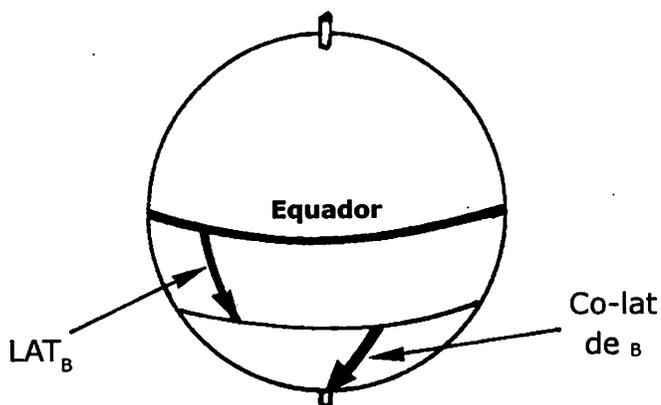
Exemplo 2

Dados: latitude de B = $63^{\circ}25'S$

Solução: $Co-lat_B = 90^{\circ} - 63^{\circ}25'$

$Co-lat_B = 89^{\circ}60' - 63^{\circ}25'$

$Co-lat_B = 26^{\circ}35'S$



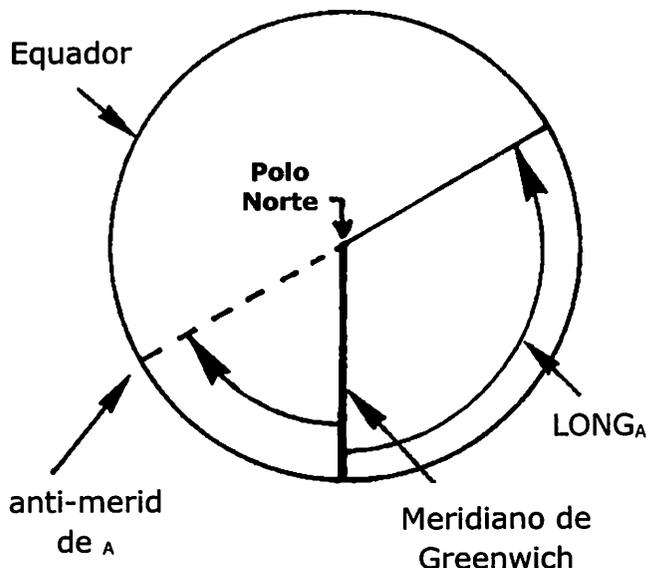
Exemplo 1

Dados: longitude de A = $110^{\circ}32'E$

Solução: $LongAntimer = 180^{\circ} - 110^{\circ}32'$

$LongAntimer = 179^{\circ}60' - 110^{\circ}32'$

$LongAntimer = 069^{\circ}28'W$



Longitude do anti-meridiano - é a longitude do meridiano oposto 180° a um meridiano considerado.

RECORDANDO OPERAÇÕES MATEMÁTICAS COM ÂNGULOS

Como a matéria vista até aqui envolve operações matemáticas angulares, é bom recordar alguns princípios básicos.

Na soma ou subtração de ângulos, as operações de graus, minutos e segundos, devem ser feitas em separado, complementando, quando necessário, a casa dos graus, minutos e segundos.

Exemplo 1: Some $30^{\circ}40'$ a $15^{\circ}10'15''$

$$\begin{array}{r} 30^{\circ}40'00'' \\ + 15^{\circ}10'15'' \\ \hline 45^{\circ}50'15'' \end{array}$$

Quando, após uma operação, os minutos ou segundos tiverem valor igual ou maior que 60, converta-os em graus ou minutos (conforme o caso). Não esqueça que $1^{\circ} = 60'$ e $1' = 60''$.

Exemplo 1: Converter $30^{\circ}60'$

$$30^{\circ} + 1^{\circ} = 31^{\circ}$$

Exemplo 2: Converter $154^{\circ}82'65''$

$$154^{\circ}83'05'' = 155^{\circ}23'05''$$

Numa subtração de ângulos, verifique se a operação é possível, caso negativo, empreste da casa dos graus e minutos.

Exemplo 1: Subtrair $110^{\circ}40'55''$ de $160^{\circ}35'50''$

$$\begin{array}{r} 160^{\circ}35'50'' \\ - 110^{\circ}40'55'' \\ \hline 159^{\circ}94'110'' \\ - 110^{\circ}40'55'' \\ \hline 49^{\circ}54'55'' \end{array}$$

Numa divisão por 2, transforme os graus e minutos ímpares em números pares antes de realizar a operação.

Exemplo 1: Dividir $41^{\circ}20'$ por 2

$$41^{\circ}20' = 40^{\circ}80' : 2 = 20^{\circ}40'$$

Exemplo 2: Dividir $147^{\circ}53'12''$ por 2

$$147^{\circ}53'12'' : 2 = 146^{\circ}113'12'' =$$

$$146^{\circ}112'72'' : 2 = 73^{\circ}56'36''$$

Exemplo 3: Dividir $15^{\circ}13'$ por 2

$$15^{\circ}13' = 14^{\circ}73' = 14^{\circ}72'60'' : 2 =$$

$$7^{\circ}36'30''$$

Posição, Direção e Distância

Posição na Superfície Terrestre

O primeiro passo de um navegador é localizar numa carta aeronáutica a posição dos aeródromos de decolagem, destino e alternativa, bem como verificar posições ao longo da rota em que terá referências quando em vôo. Na carta aeronáutica aparecerão os paralelos e meridianos numerados com as latitudes e longitudes, mas estas não virão acompanhadas da letra designativa do hemisfério. A primeira preocupação seria então verificar quais são os hemisférios ali representados. Para isso, uma observação importante: "toda parte superior de uma carta aeronáutica está voltada para o Polo Norte Geográfico ou Verdadeiro". Assim sendo, ficará fácil determinar os hemisférios observando-

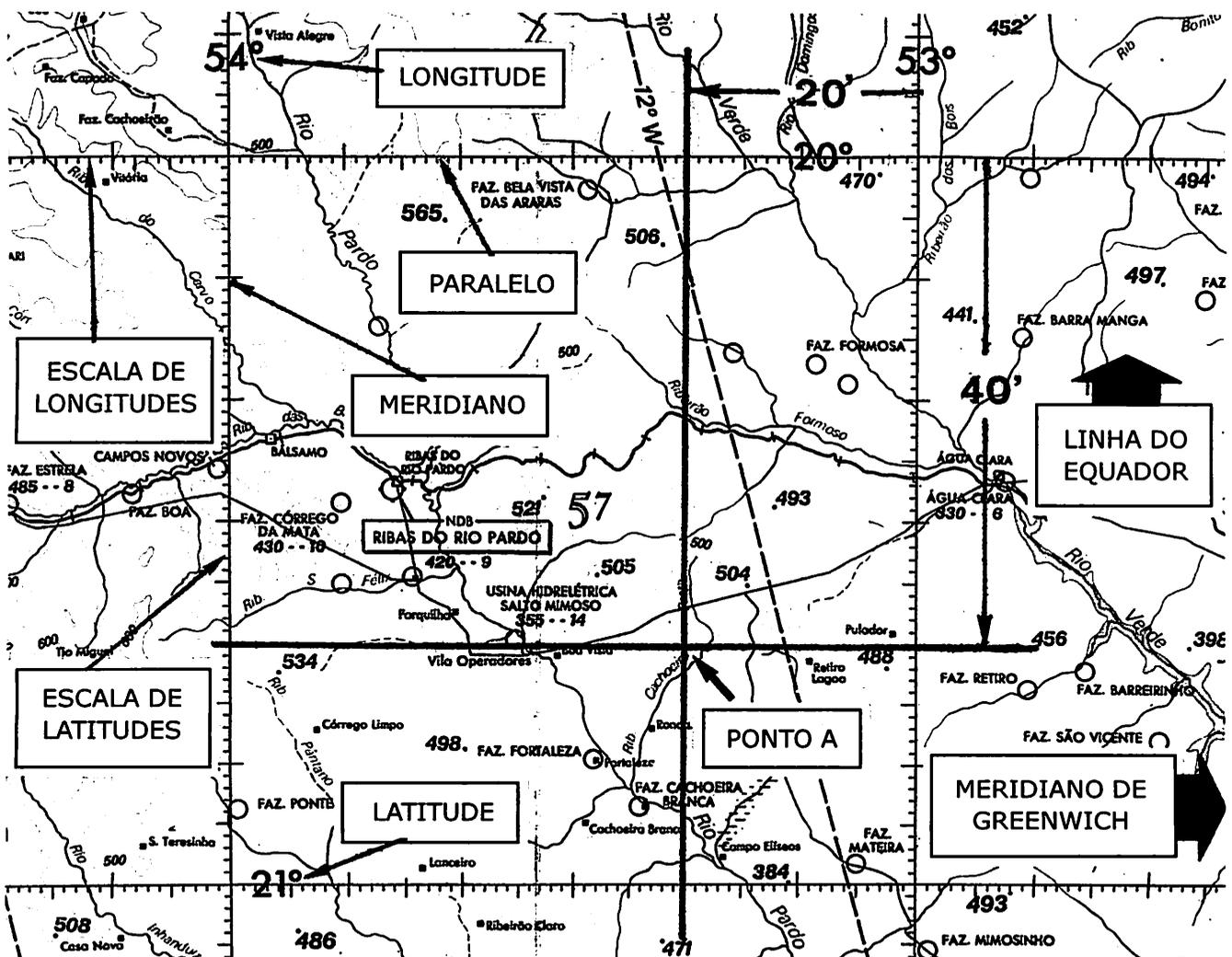
se o sentido de crescimento das latitudes e longitudes.

Agora a preocupação será em achar as coordenadas geográficas de um ponto qualquer na carta. O procedimento é o dado no exemplo da figura abaixo.

Exemplo: achar as coordenadas geográficas do ponto A, indicado pela seta, na figura abaixo.

Latitude - trace, a partir do ponto A, uma linha paralela ao paralelo mais próximo até encontrar com um meridiano. Leia, na escala de latitudes (sobre o meridiano) os graus e minutos correspondentes. No exemplo = $20^{\circ}40'S$.

Longitude - trace, a partir do ponto A, uma linha paralela ao meridiano mais próximo até encontrar com um paralelo.



PROVA

0135

Leia, na escala de longitudes (sobre um paralelo) os graus e minutos correspondentes. No exemplo = $053^{\circ}20'W$.

Importante: note que os minutos são contados partindo da menor latitude ou longitude para a maior, acompanhando o crescimento dos graus de latitude ou longitude. Em virtude de se medir a latitude na escala impressa sobre um meridiano, esta é chamada de Escala de Latitudes, e como medimos a longitude sobre a escala do paralelo, esta é chamada de Escala de Longitudes.

Para se plotar um ponto, conhecida suas coordenadas geográficas, o procedimento é inverso. Ache sobre um meridiano a latitude e trace uma linha paralela ao paralelo mais próximo. Ache sobre o paralelo a longitude e trace uma linha paralela ao meridiano mais próximo. O cruzamento das duas linhas determina um ponto chamado de ponto geográfico.

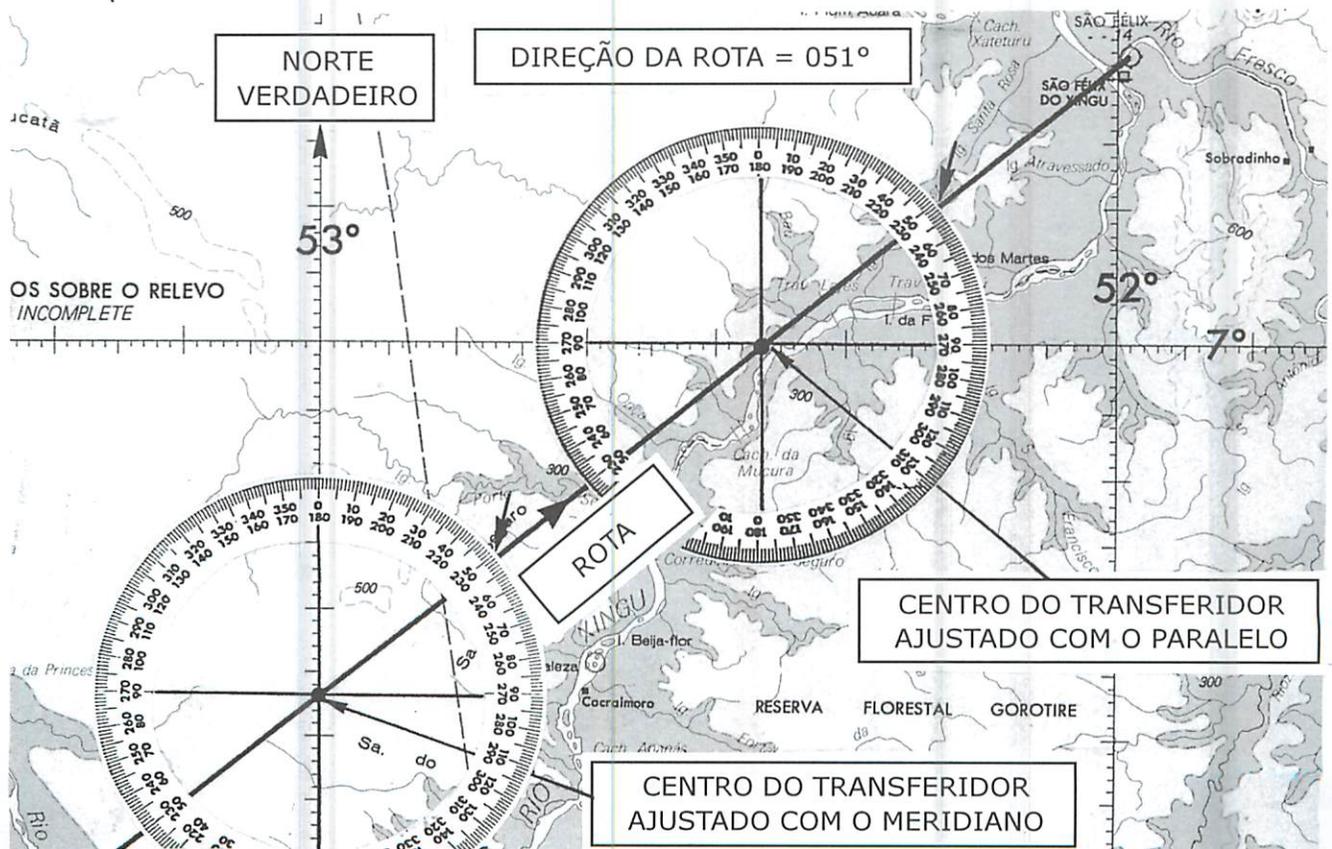
Direção na Superfície Terrestre

Para navegarmos, precisamos constantemente saber qual a orientação (dire-

ção) a seguir a partir de determinado ponto para chegarmos a outro. Vimos anteriormente que uma direção sempre poderá ser expressa por um valor angular. Numa carta, onde teremos a trajetória (rota) definida por uma linha que une dois pontos, podemos também utilizar este processo. Inicialmente, vamos estabelecer que toda direção Norte Verdadeiro (NV), que seria a própria direção do meridiano, é a direção de referência. Sendo assim, qualquer direção formará com a direção da referência um valor angular que, como já vimos, será medido no sentido horário.

Com um transferidor graduado em 360° utilizamos os meridianos ou paralelos interceptados pela trajetória como referência para ajuste do transferidor.

Antigamente as direções eram informadas por intermédio de nomes da rosa-dos-ventos. Esta prática foi abandonada em virtude de confusão causada em fonia. Por exemplo, a direção Nordeste (045°) poderia se confundir com Noroeste (315°) e assim por diante.



Distância entre Dois Pontos

A unidade de distância mais utilizada em navegação aérea é a Milha Náutica, sigla NM (Nautical Mile) ou, raramente, chamada MIMA (Milha Marítima). Esta unidade não faz parte do Sistema Métrico do Brasil, havendo então necessidade de relacioná-la com o quilômetro (Km) ou metro (m), unidades estas bem conhecidas, para podermos comparar.

1 NM = 1852 metros ou 1,852 Km

Outra unidade de distância (mais utilizada na América do Norte) é a Milha Terrestre, sigla ST (Statute Mile).

1ST = 1609 metros ou 1,609 Km

Por que a Milha Náutica é largamente utilizada em navegação?

O comprimento de um círculo máximo da Terra (Equador ou sobre meridianos) foi dividido em 21600 partes iguais. A uma destas partes foi estabelecido o valor 1 NM. Sendo assim, a distância para efetuar uma volta em torno da Terra sobre um círculo máximo será de 21600 NM. Nesta volta, o arco em graus vale 360 e, se quisermos em minutos, acharemos o valor de 21600. Daí podemos concluir que:

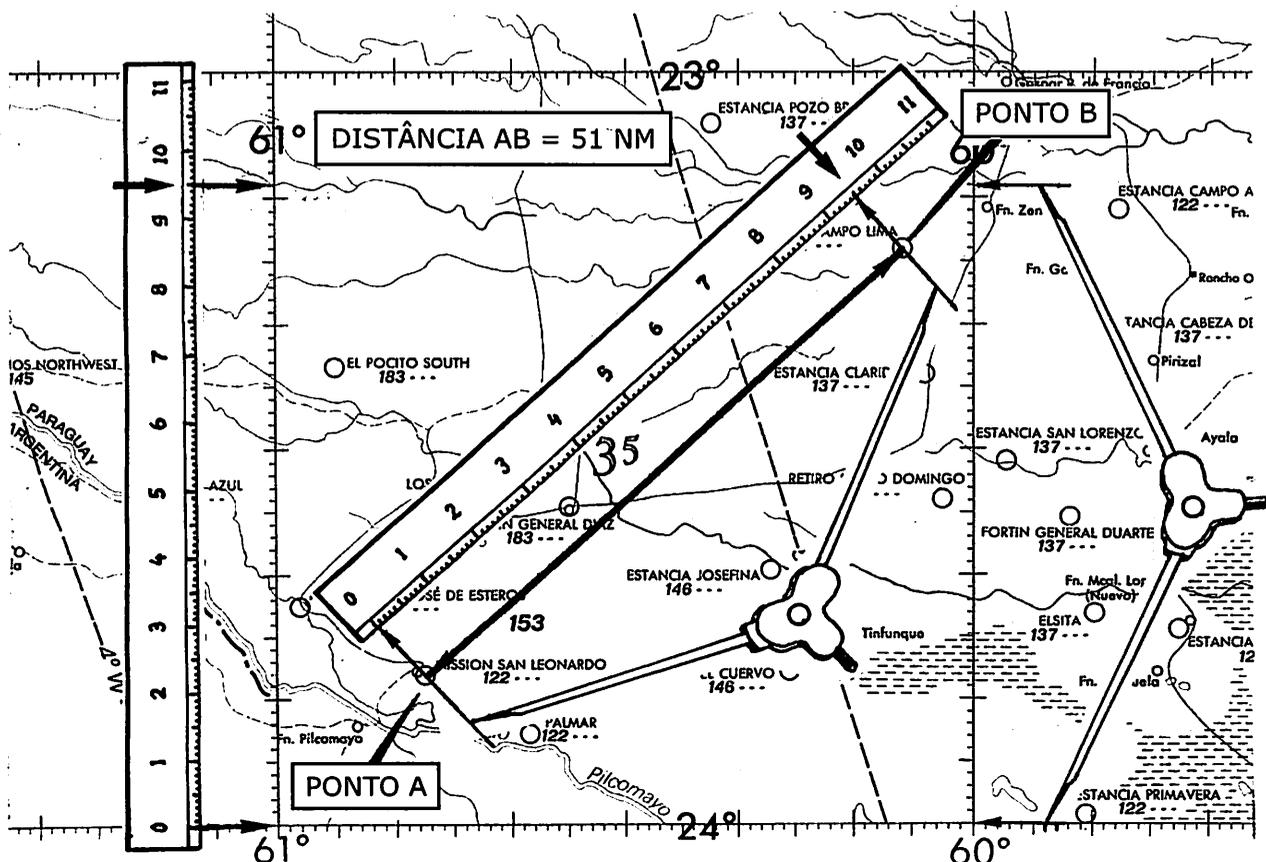
1 NM = 1' de arco de um círculo máximo

Como em todas as cartas aeronáuticas sempre teremos círculos máximos representados (meridianos ou Equador), podemos utilizá-los como escala para obter distância entre dois pontos.

O procedimento a seguir é o utilizado na maioria das vezes, quando a distância entre os dois pontos não for maior que 350 Milhas Náuticas (650 quilômetros), em qualquer tipo de carta.

Inicialmente, ligue os dois pontos entre os quais se quer medir a distância com uma linha reta. Com uma régua ou compasso, transporte a medida obtida entre os dois pontos para o meridiano mais próximo (círculo máximo). Conte os minutos que correspondem a esta medida sobre a escala de latitudes. Como a cada minuto de arco corresponde a uma Milha Náutica, a quantidade de minutos lida fornece a distância em Milhas Náuticas. A figura abaixo ilustra o procedimento descrito.

Devemos observar que, com uma folha de papel, poderíamos medir a distância entre os pontos, sem necessidade da régua ou compasso. Caso queira comprovar, experimentalmente utilizando uma folha qualquer.



Escala de Cartas

A carta aeronáutica representa uma região da superfície terrestre. Para isto, tivemos que reduzir as dimensões de uma área para colocá-la numa folha de papel de dimensão reduzida. Esta redução será representada pelo que chamamos de escala. Temos dois tipos de escalas:

1) Escala Gráfica

É apresentada com uma linha graduada, normalmente no canto inferior da carta, contendo unidade de medida como KM, NM e ST (conforme figura no rodapé desta página).

2) Escala Fracionária

É aquela apresentada sob forma de fração matemática. Por exemplo, uma carta onde a escala é $1 : 500\ 000$ ou $1 / 500\ 000$ (lê-se um por quinhentos mil), significa que uma unidade de medida qualquer na carta representa quinhentas mil dessas unidades de medida na superfície terrestre. Arbitrando, no exemplo dado, que 1 é cm (carta), teremos:

1 cm de carta = 500 000 cm da superfície terrestre ou 1 cm de carta = 5 km

Exemplo 1

Se uma carta a escala é de $1 : 1\ 000\ 000$ e obteve-se com uma régua 16,5 cm. Qual a distância em Km medida?

Solução: $1 : 1\ 000\ 000$

1 cm de carta = 1 000 000 cm da superfície terrestre

1 cm de carta = 10 Km

16,5 cm de carta = $16,5 \times 10$

16,5 cm de carta = 165 Km

Exemplo 2

Obteve-se uma distância de 75 Km numa carta cuja escala é de $1 : 250\ 000$.

Quantos centímetros de régua medimos?

Solução: $1 : 250\ 000$

1 cm de carta = 250 000 cm de superfície terrestre

1 cm de carta = 2500 m

1 cm de carta = 2,5 km

75 : 2,5 = 30 cm

Exemplo 3

Qual a escala de uma carta em que 50 cm representam 120 km da superfície terrestre?

Solução: 50 cm de carta = 120 km de superfície terrestre

50 cm de carta = 120 000 m

50 cm de carta = 12 000 000 cm de superfície terrestre

1 cm de carta = 12 000 000 : 50

Escala = $1 : 240\ 000$

Exemplo 4

Para medirmos 10,5 km numa carta cuja escala é de $1 : 350\ 000$ quantos centímetros utilizaremos?

Solução: $1 : 350\ 000$

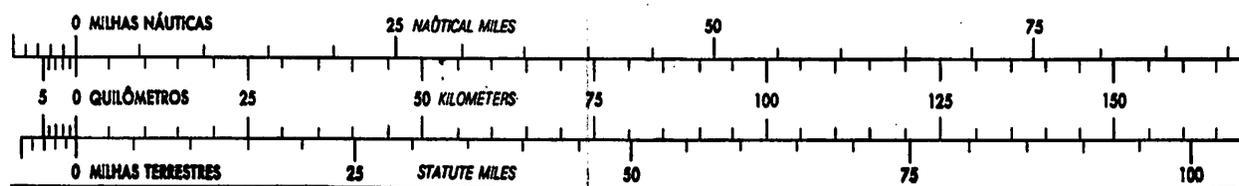
1 cm de carta = 350 000 cm da superfície terrestre

1 cm de carta = 3,5 Km

10,5 km = $10,5 : 3,5 = 3$

3 cm = 10,5 Km

EXEMPLO DE ESCALA GRÁFICA CONSTANTE DA CARTA WAC



Ortodromia e Loxodromia

Em um deslocamento entre 2 pontos na superfície terrestre o navegador planejará uma trajetória a ser percorrida verificando as posições que ocupará. A rota planejada será função do processo de navegação disponível e sempre poderá ser de dois tipos, ortodrômica e loxodrômica.

Rota Loxodrômica - palavra de origem grega, *loxo* significa "direção constante" e *dromos* significa "caminho", esta é sem dúvida a mais escolhida em virtude das facilidades de planejamento que apresenta. Pode-se em princípio, definir rota loxodrômica como sendo: "a trajetória descrita na superfície terrestre que forma com todos os meridianos que cruza ângulos iguais". Percebe-se facilmente que na maioria das vezes esta rota toma a forma de uma espiral, se prolongada. A excessão da espiral é quando a

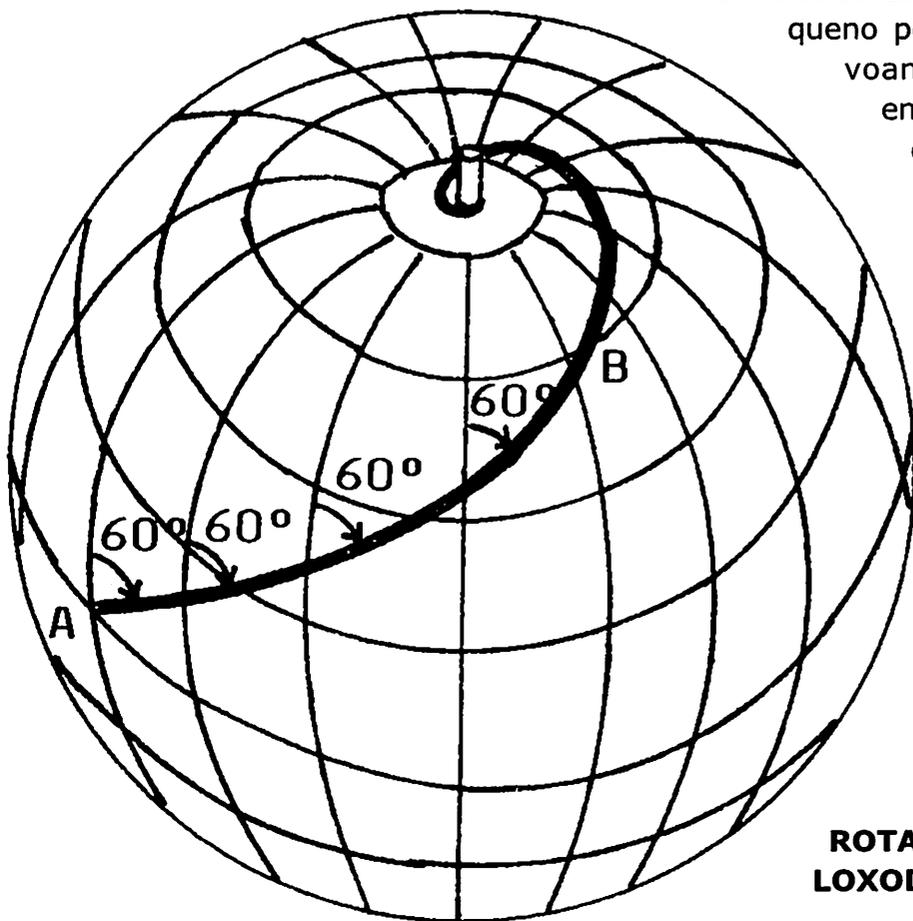
loxodromia for a Linha do Equador ou qualquer meridiano.

Como exemplo de rota loxodrômica teremos: Linha do Equador, meridianos ou uma trajetória que une dois pontos cruzando os meridianos em ângulos iguais. Na figura abaixo temos uma rota loxodrômica entre os pontos "A" e "B" cruzando todos os meridianos num ângulo de 60° (iguais) e o seu prolongamento gerando uma espiral.

Rota ortodrômica - originada das palavras *ortho* (reto) e *dromos* (caminho), esta rota se caracteriza por ser o menor segmento de um círculo máximo que passa por dois pontos. É uma rota ideal para se voar pois sempre a menor distância entre dois pontos na superfície terrestre é um círculo máximo, porém, em virtude de dificuldades de planejamento e exigir processos de navegação coerentes, não é muito utilizada pela aviação de pequeno porte. Como ilustração,

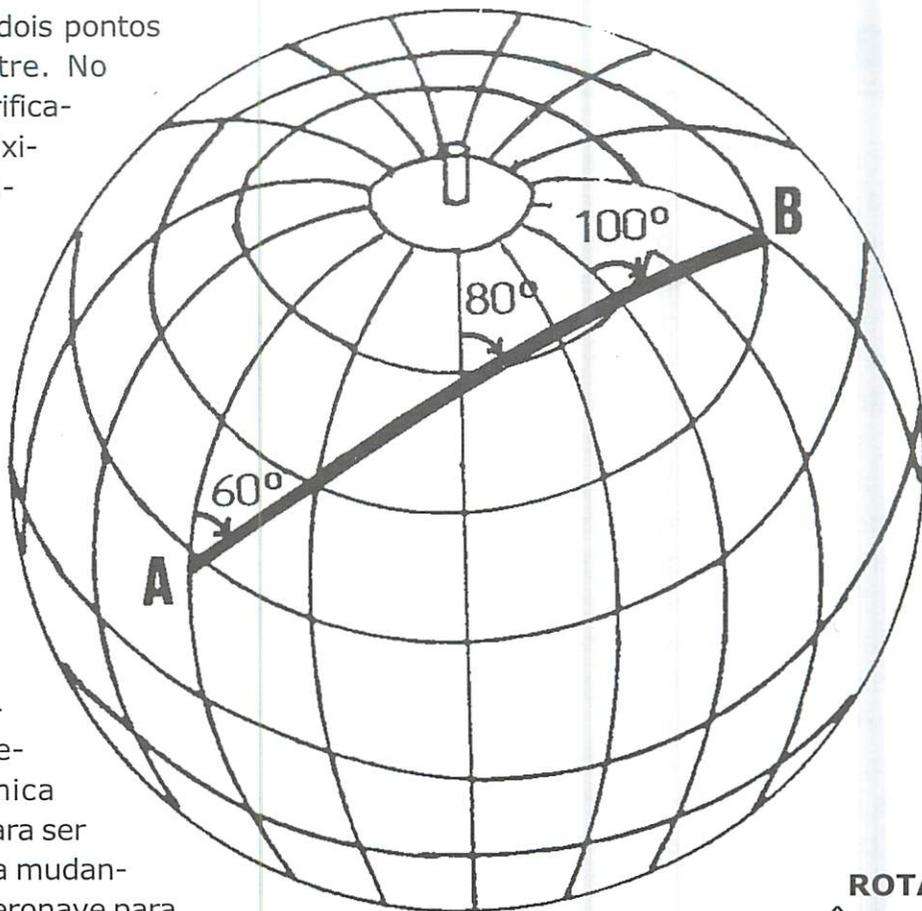
voando pela loxodrômica entre Nova Iorque e Londres, percorre-se uma distância aproximada de 3145 NM, ao passo que pela ortodrômica voaríamos 3022 NM, o que representa uma diferença aproximada de 123 NM (230 Km).

Como exemplo de ortodrômica teremos: Linha do Equador, meridianos ou qualquer outro círculo

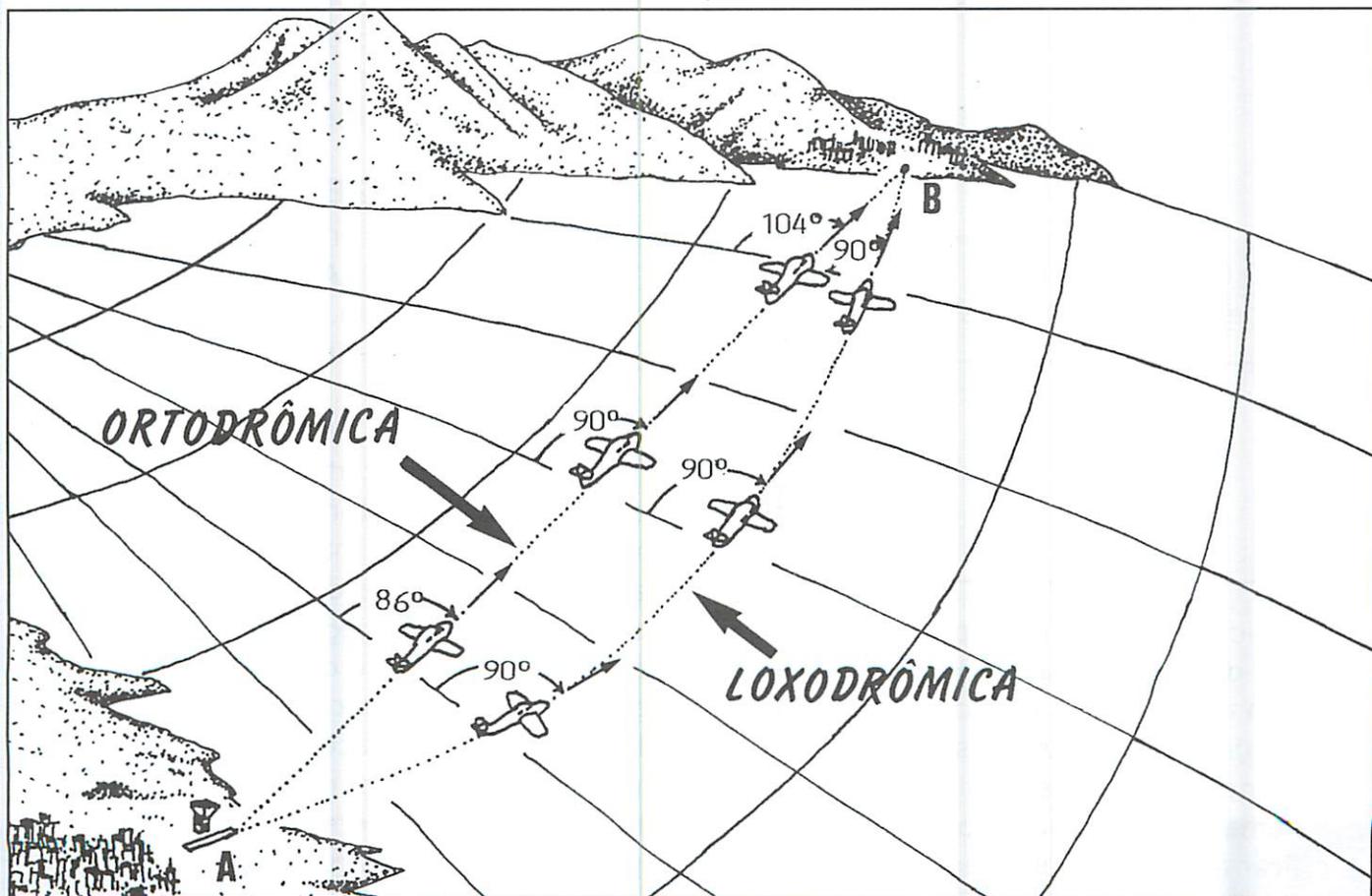


**ROTA
LOXODRÔMICA**

culo máximo unindo dois pontos na superfície terrestre. No exemplo ao lado verificamos que o círculo máximo cruzou os meridianos em ângulos desiguais, neste caso. O que devemos perceber é que, no exemplo da figura abaixo, para voar pela ortodrômica (círculo máximo), a aeronave mantém sempre uma única orientação e isto implica, no exemplo, a cruzar os meridianos em ângulos desiguais. A loxodrômica entre estes pontos, para ser seguida, implica numa mudança da orientação da aeronave para se manter sobre a rota, mas os ângulos com os meridianos são iguais.

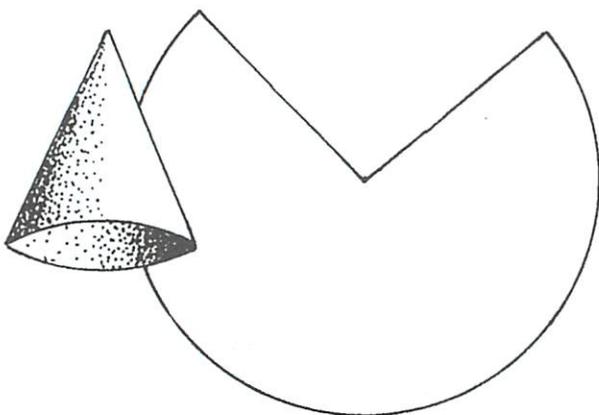


**ROTA
ORTODRÔMICA**

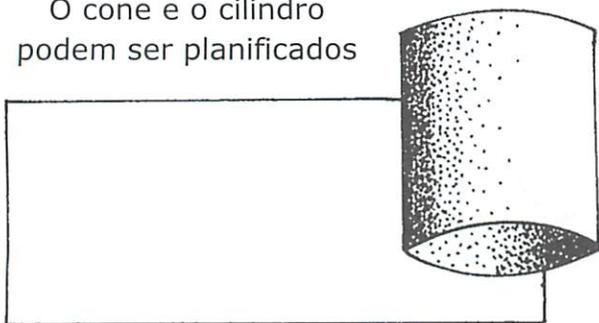


Projeções

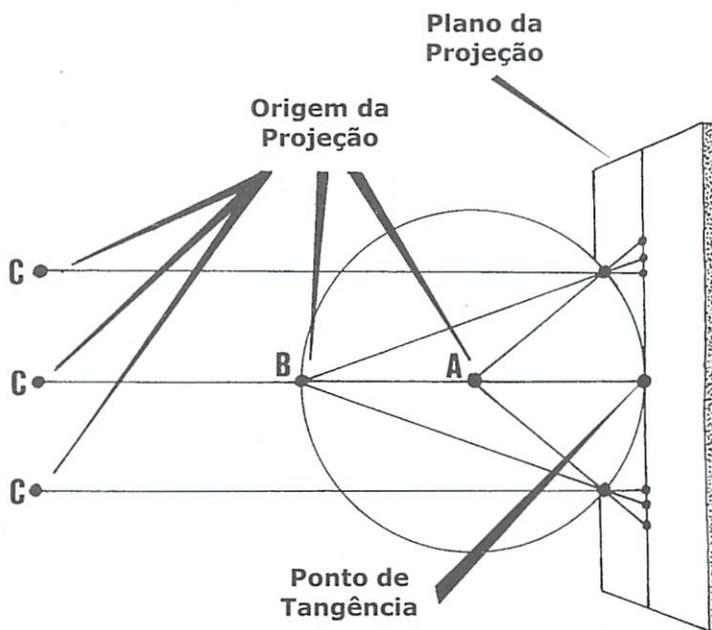
O globo terrestre tem a forma aproximada de uma esfera e isto faz com que as cartas que são planas, representam a superfície terrestre com distorções. Estas distorções, que todas as cartas apresentam, podem ser minimizadas ou mesmo compensadas quando usamos alguns artifícios matemáticos de projeção com figuras geométricas. A finalidade de uma carta determinar o tipo de projeção ou artifício matemático utilizado. As figuras geométricas mais utilizadas serão o cone e o cilindro, que podem ser planificados.



O cone e o cilindro podem ser planificados



Basicamente, as principais características de cada carta serão determinadas pela aparência da grade ou gradeado (projeção dos paralelos e meridianos). O modo como estas linhas aparecem numa carta nos dará condições de verificar as maiores ou menores distorções de direção, distância e forma.



Ao método utilizado para representar a superfície terrestre numa superfície plana (carta) chamamos de projeção. Estas projeções podem se classificar, quanto ao ponto de origem (local onde será colocada a lâmpada) em três, a saber: Gnomônica, Estereográfica ou Ortográfica. A figura acima ilustra a projeção da superfície terrestre num plano que lhe é tangente, utilizando as três classificações.

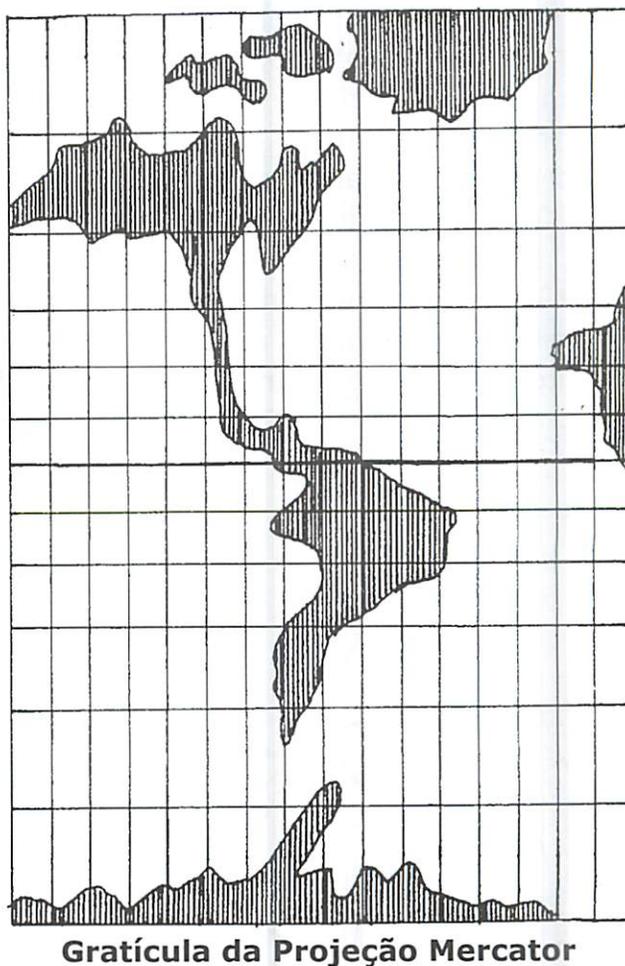
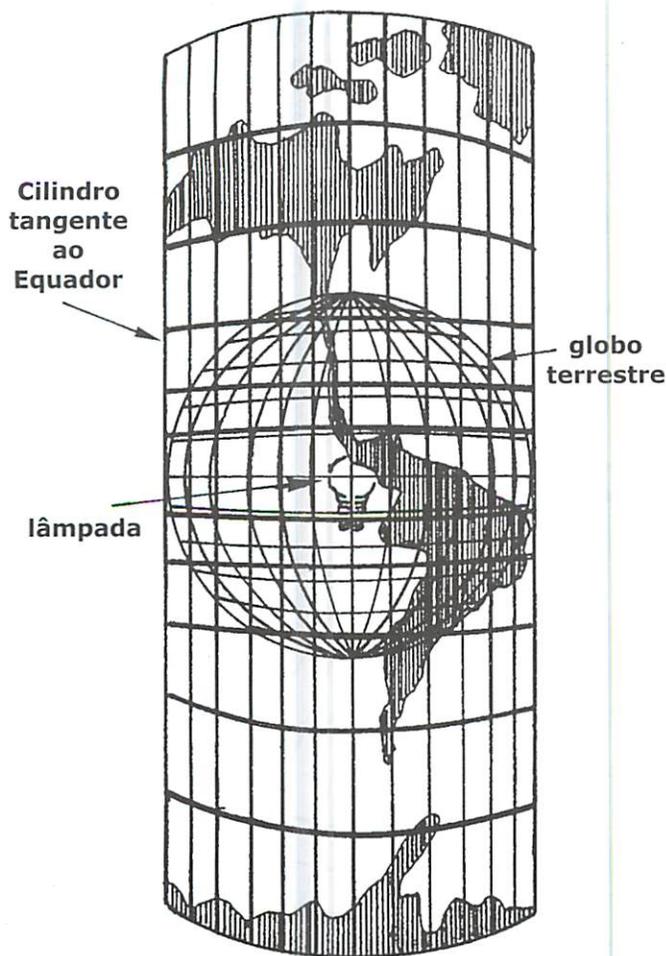
ORIGEM

- A) GNOMÔNICA** - centro da esfera.
- B) ESTEREOGRÁFICA** - ponto oposto ao ponto de tangência.
- C) ORTOGRÁFICA** - infinito.

Carta Mercator

É uma das primeiras cartas que ainda hoje permanecem em bastante uso (principalmente na navegação marítima), idealizada em 1569 por Gerardus Mercator. Foi baseada na projeção da superfície terrestre num cilindro que lhe é tangente. Uma lâmpada colocada no centro do globo terrestre, ao acender, projeta os meridianos, paralelos, rios, contornos de áreas da superfície terrestre no cilindro. Após, o cilindro é planificado (transformado em carta). Quando o cilindro é tan-

gente ao Equador, a carta é também chamada de Cilíndrica Equatorial.



Gratícula da Projeção Mercator

Carta Mercator

Paralelos	Linhas retas paralelas não equidistantes
Meridianos	Linhas retas paralelas e equidistantes
<u>Loxodrômica</u>	<u>Linha reta</u>
Escala	Variável com a latitude
Medida de distância	Escala tirada na latitude média entre dois pontos
Direção da rota	Medida em qualquer meridiano que cruza a rota
<u>Ortodrômica</u>	<u>Linha curva (exceto Equador e meridianos)</u>
Vantagens	Fácil construção, fácil plotagem de coordenadas geográficas, loxodrômica ser uma linha reta.
Desvantagens	Ortodrômica ser uma linha curva (normalmente), escala variável com a latitude
Origem da projeção	Centro da Terra (gnomônica)

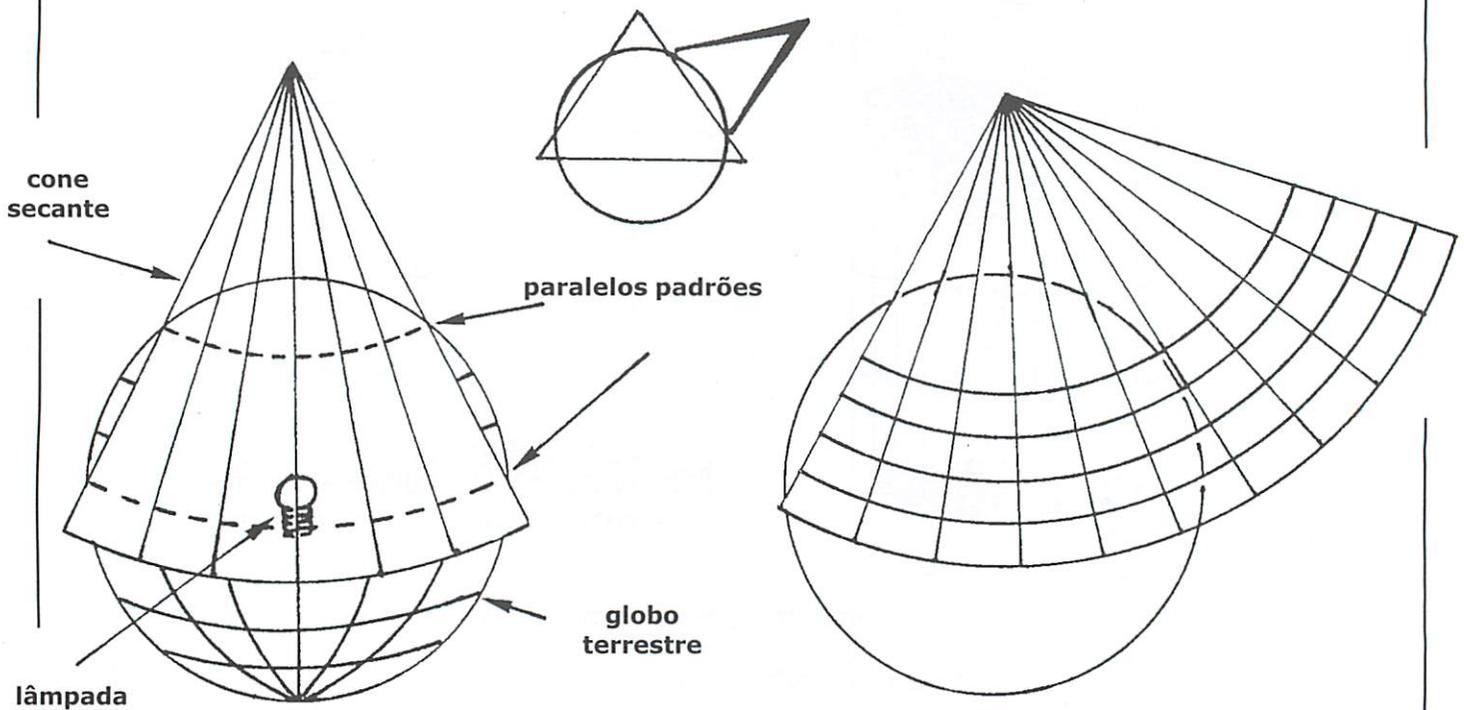
Outro tipo de projeção Mercator é a chamada Transversa, que tem o cilindro tangente aos polos. No Brasil, a CAP (Carta Aeronáutica de Pilotagem) é feita com este tipo de projeção.

Carta Lambert

Desenvolvida num cone secante (que corta) a superfície terrestre em dois paralelos chamados padrões ou Standard. Imagina-se a superfície terrestre projetada num cone. A escolha dos paralelos Padrões serão sempre em função da área que se quer projetar, sendo que a quarta parte desta distância é aproveitada para cima do paralelo padrão mais ao Norte e para baixo do paralelo padrão mais ao Sul.

Sendo assim, a forma mais afilada ou mais achatada dependerá da região que estivermos projetando.

Sem dúvida nenhuma, é uma das melhores cartas de navegação, em virtude de diversas vantagens apresentadas sobre outros tipos de projeções. No Brasil, são editadas com este tipo de projeção as cartas WAC (World Aeronautical Chart) e ERC (Enroute Chart), além de outras destinadas a determinadas etapas de vôo.

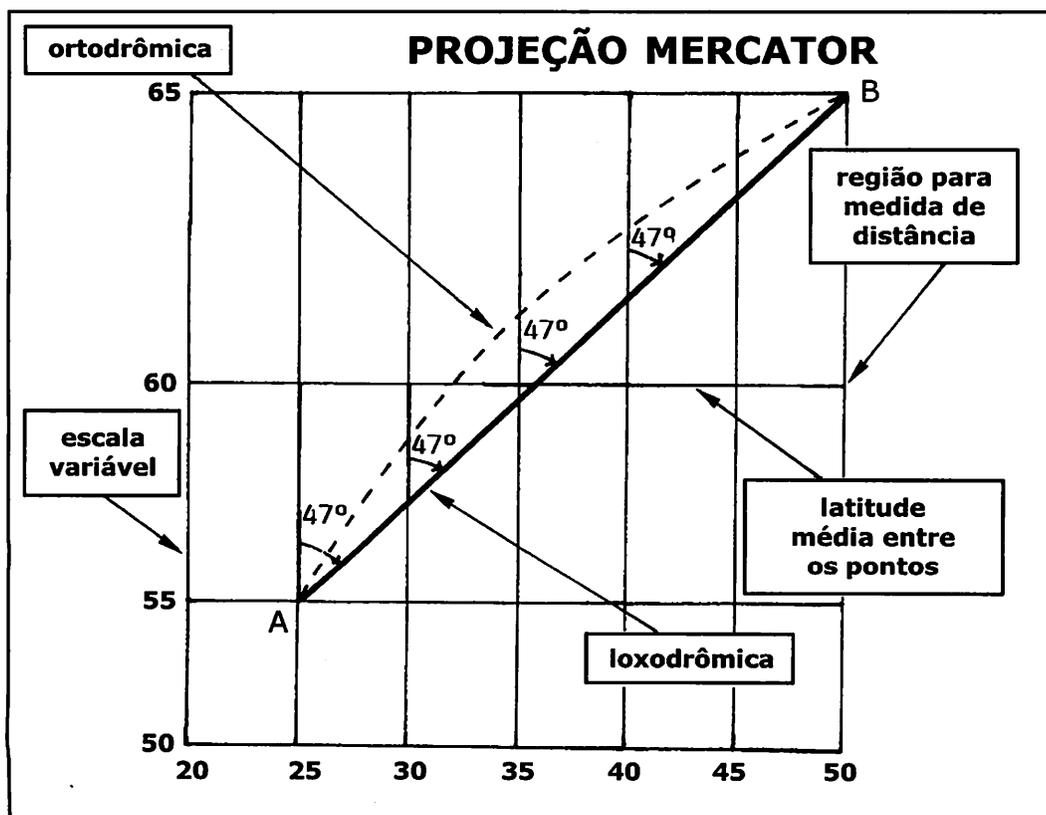
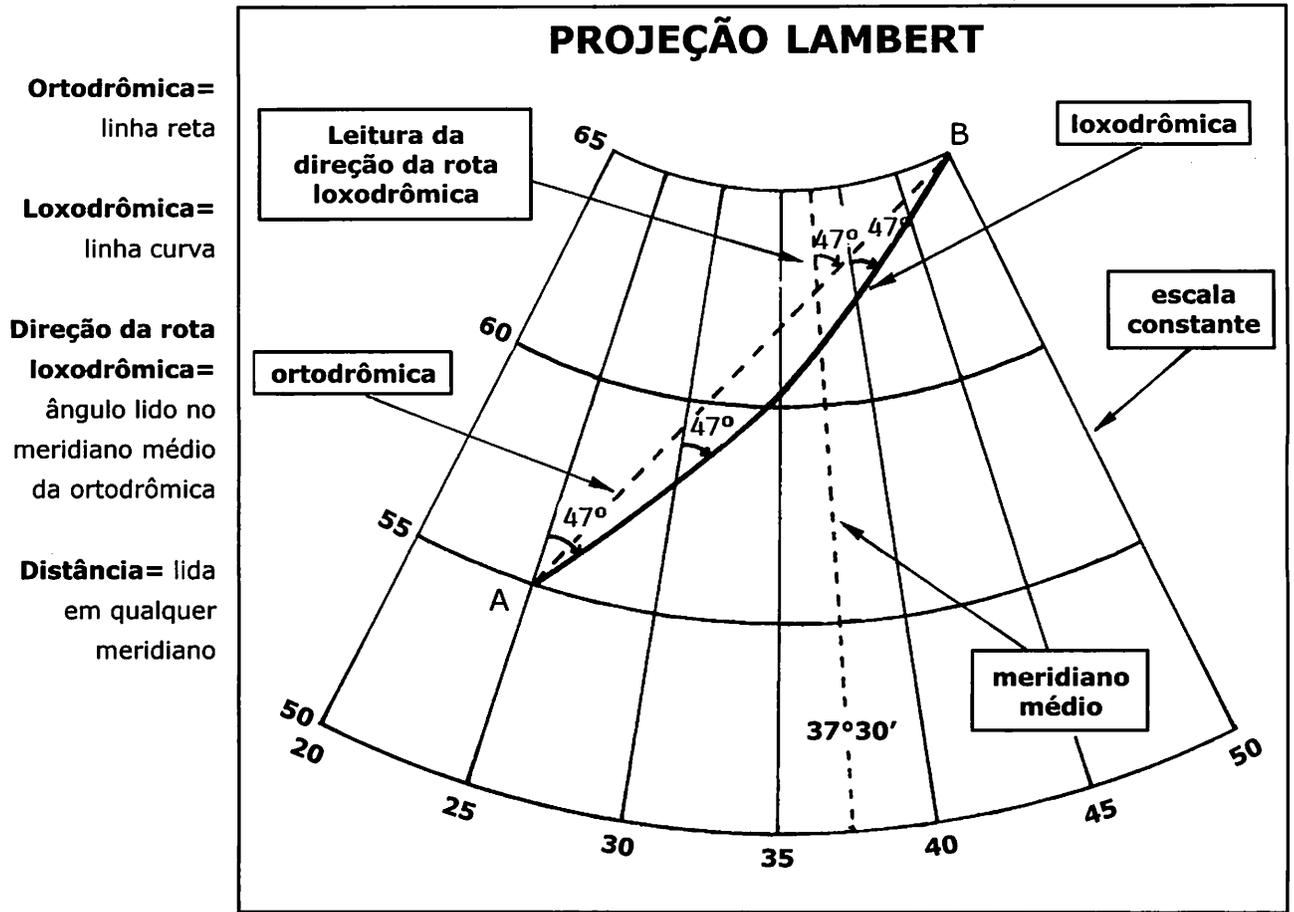


Cartas Lambert

Paralelos	Círculos concêntricos ao polo
Meridianos	Linhas retas convergentes
<u>Loxodrômica</u>	<u>Linha curva (exceto meridianos)</u>
Escala	Quase constante
Medida de distância	Em qualquer meridiano
Direção da rota	Medida no meridiano médio da reta que une dois pontos
<u>Ortodrômica</u>	<u>Aproximadamente uma linha reta</u>
Vantagens	Áreas e formas perfeitas, ortodrômica ser uma linha reta, escala quase constante
Desvantagens	Loxodrômica ser uma linha curva (exceto meridianos)
Origem da projeção	Centro da Terra (gnomônica)

Abaixo ilustramos um planejamento de vôo realizado entre dois pontos numa mesma região (hemisfério norte) utilizando uma projeção Lambert e uma

Mercator. Note-se que o objetivo é conseguir dois elementos básicos do planejamento de uma rota loxodrômica, quais sejam: direção e distância.



Ortodrômica=
linha curva

Loxodrômica=
linha reta

Direção da rota loxodrômica=
ângulo lido em qualquer meridiano

Distância=
medida na região da latitude média entre os pontos

Proa - Rumo - Rota

A correta orientação de uma aeronave em vôo é fator essencial quando se deseja um deslocamento de um ponto a outro. A aeronave é envolvida por massa de ar atmosférico, que normalmente está em deslocamento, fato conhecido como vento. O vento é um agente que influirá diretamente na determinação da orientação de uma aeronave. O efeito do vento sobre a direção seguida por uma aeronave em vôo é comparável ao de correnteza de um rio sobre um barco que procura atravessá-lo. Durante a travessia, a correnteza desviará o barco da trajetória e este atingirá a margem oposta em um ponto diferente do inicialmente pretendido. Com uma aeronave em vôo, este efeito será o mesmo, só que em virtude do deslocamento da massa de ar.

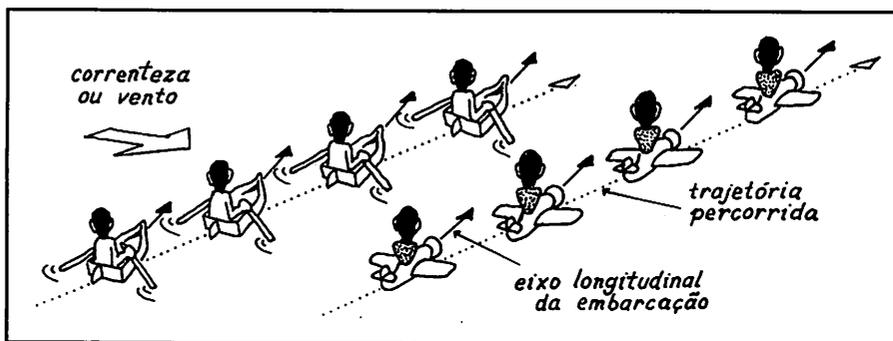
Passemos então a definir três elementos da navegação aérea:

Proa - é a direção do eixo longitudinal de uma aeronave.

Rota - é a projeção, na superfície terrestre, da trajetória prevista ou percorrida por uma aeronave.

Rumo - é a direção da rota.

Devemos perceber que rota e rumo são elementos distintos. Pode-se dizer que a rota é o próprio caminho (linha) entre dois pontos e o rumo é o sentido (direção) do caminho. Tanto o rumo como a rota podem ser ou previstos (não voados) ou



percorridos (realmente voados), que não necessariamente coincidem.

Imaginemos agora um deslocamento de uma aeronave com influência de um vento lateral.

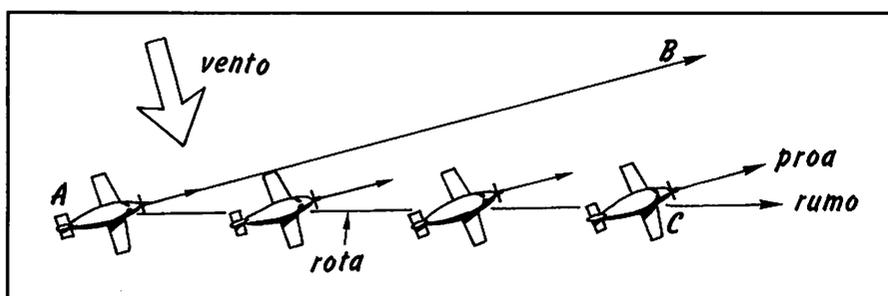
A aeronave saiu do ponto A com proa de B. Durante o vôo, sobre influência de vento pela esquerda, fazendo com que a mesma não siga a trajetória AB, mas sim a trajetória AC. Verifica-se que o vento atua na aeronave sem modificar a proa, e sim fazendo com que ela "derrape" no espaço.

A direção AB é a proa da aeronave.

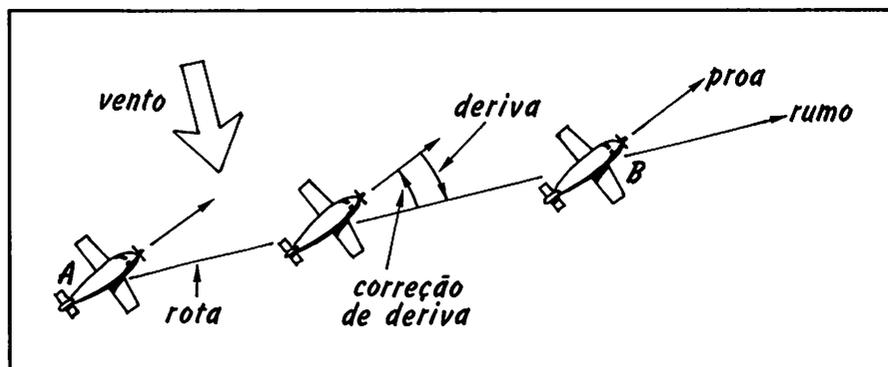
A linha AC representa a rota.

A direção da linha AC representa o rumo.

E será que a aeronave terá condições, sob



ação deste vento, de se deslocar de "A" para "B"? É claro que sim! O navegador, conhecendo a direção e intensidade do vento atuante na região, tem condições



de calcular qual deve ser a correção necessária para compensar a ação deste vento. Assim, surgirão mais dois elementos: **Deriva (DR)** - é o ângulo formado da proa voada ao rumo seguido.

Correção de Deriva (CD ou ACD) - é o ângulo formado do rumo pretendido até a proa a manter em vôo.

Com a correção de deriva aplicada contra o vento, a aeronave deriva sobre o rumo pretendido, e chega no ponto B. Neste caso, onde o rumo está à direita da proa, costuma-se dizer que o rumo é maior que a proa. Se o vento influenciasse pelo lado direito, o rumo seria menor que a proa. Note que o termo **maior** tem o mesmo significado que "à direita" e o termo **menor** tem o mesmo significado que "à esquerda".

Podemos ter situações em que o rumo será igual a proa, quando não tiver vento ou se este existir, atuar exatamente de cauda (por trás) ou de proa (pela frente).

Triângulo de Velocidades

Além de causar uma derrapagem no ar da aeronave, um vento lateral também terá influência na determinação da velocidade desenvolvida por uma aeronave. Portanto, uma aeronave em vôo estará sob influência de duas forças (velocidades) originando uma força (velocidade) resultante. Estas três velocidades formam o Triângulo de Velocidades ou Triângulo do Vento, composto por três vetores:

1) Vetor vento - é um vetor cuja direção é de onde o vento vem e a intensidade é a velocidade horizontal da massa de ar (VV). Tem origem no vetor aeronave e extremidade no vetor solo, daí se dizer que o ven-

to sempre sopra da proa para o rumo.

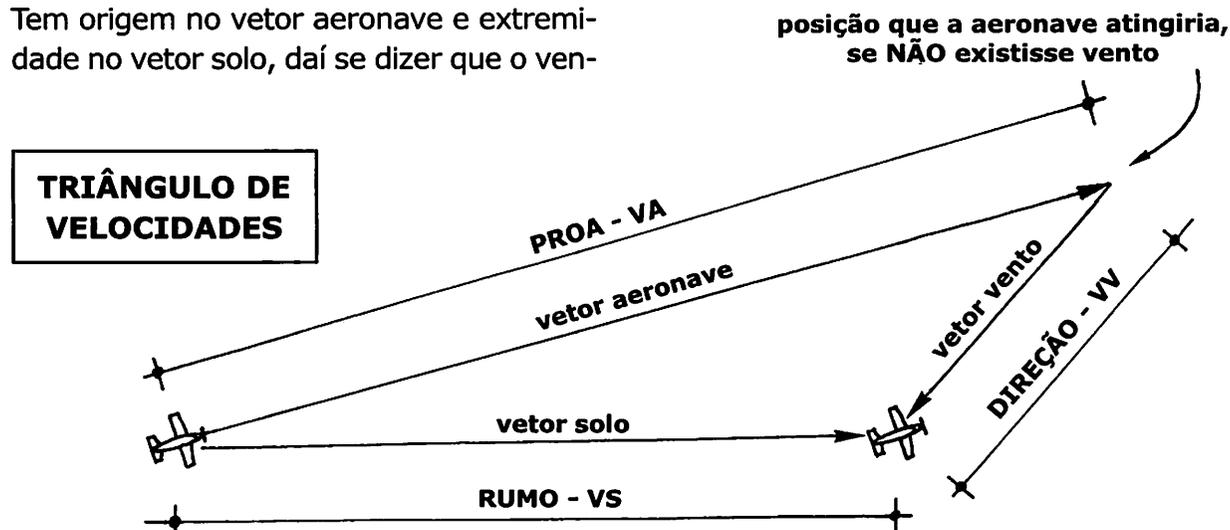
2) Vetor aeronave - composto pela direção do eixo longitudinal da aeronave e intensidade igual a velocidade que a aeronave desenvolve em relação ao ar (VA).

3) Vetor solo - obtido pela direção da rota e intensidade equivalente a velocidade em relação ao solo (VS). É o vetor resultante da composição do vetor aeronave e vento e representa a trajetória seguida por uma aeronave na superfície terrestre.

A solução do triângulo de velocidades é um trabalho constante do navegador. Por intermédio do meio gráfico, régua de cálculo (computador de vôo tipo E6B ou similar) ou calculadoras eletrônicas apropriadas, chega-se ao resultado das incógnitas. Não é objetivo no momento a solução do triângulo, mas simplesmente a compreensão do efeito do vento na direção e velocidade da aeronave, ou seja, se o rumo é maior ou menor que a proa e se a VS é maior ou menor que a VA.

Com estes elementos, você poderia responder o que acontece com o rumo em relação a proa e com a VS em relação a VA quando o vento atuar pela esquerda, mais de proa do que de cauda?

Para responder, consulte a figura abaixo e comprove que o rumo é maior que a proa e que a VS será menor que a VA. Complementando, podemos dizer que esta aeronave está sofrendo uma deriva para a direita em virtude da influência do vento lateral pela esquerda.



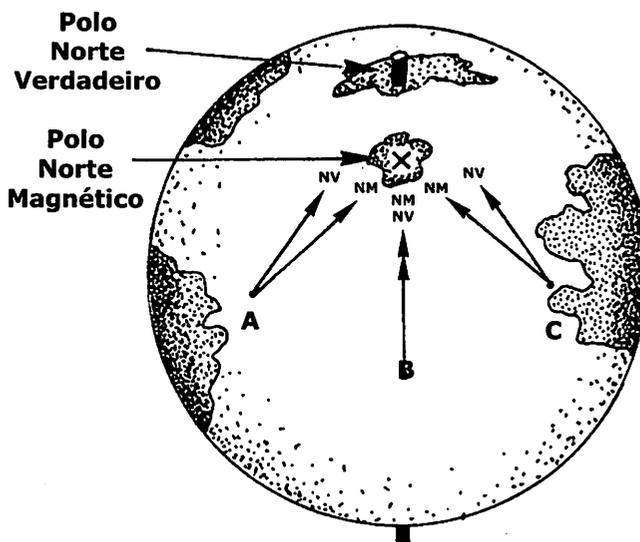
Magnetismo Terrestre

O espaço, em torno de um ímã, em que se faz sentir sua força magnética, é chamado de Campo Magnético. Em qualquer parte do campo, a força magnética tem uma intensidade e direção definidas. O campo magnético normalmente pode ser representado por linhas de força magnéticas que nunca se cruzam ou interrompem, mas convergem para dois pontos chamados polos.

A Terra age como um grande ímã esférico tendo suas propriedades características. O magnetismo terrestre em qualquer lugar é medido pela determinação da direção e intensidade do campo magnético. Os dois valores variam com o tempo, entretanto, a variação da intensidade é abandonada em navegação.

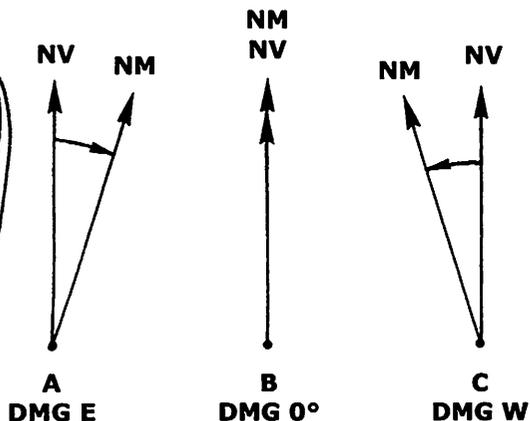
Os polos magnéticos atualmente estão localizados nas coordenadas geográficas 73°N - 100°W (Ilha do Príncipe de Gales = Polo Norte Magnético) e 68°S - 144°E (Antártica = Polo Sul Magnético).

Sendo assim, em determinado lugar da superfície terrestre, poderemos obter a direção do Norte Magnético (NM = direção da linha de força magnética) e a direção do Norte Verdadeiro (NV = direção do meridiano). Ao valor angular obtido do NV até o NM chamamos de Declinação Magnética, sigla Dmg. A Dmg pode variar de 0° a 180° para Este ou Oeste. Se o NM está a esquerda do NV a Dmg é W (Oeste), quando a direita E (Este), e se as direções coincidirem é nula.

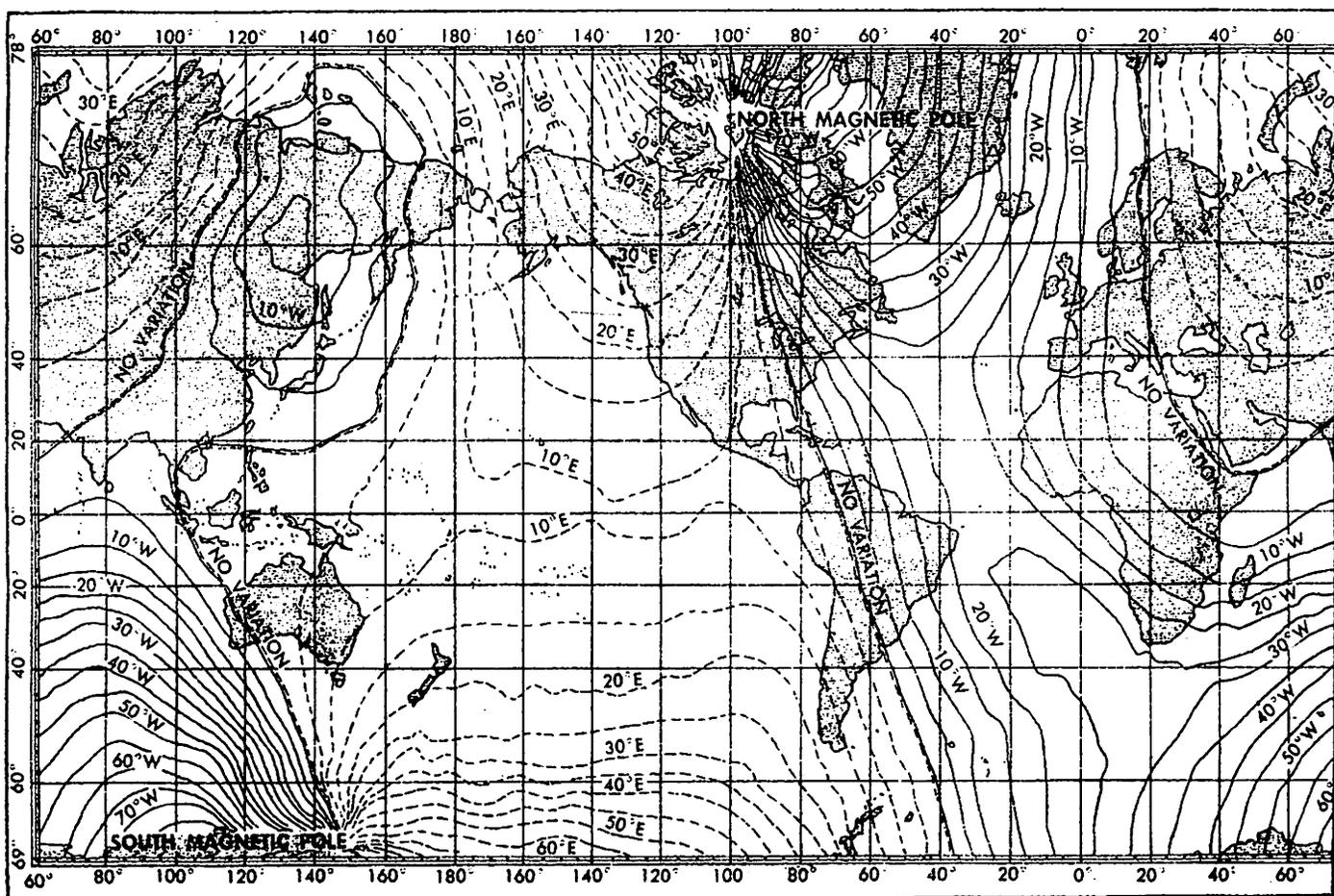
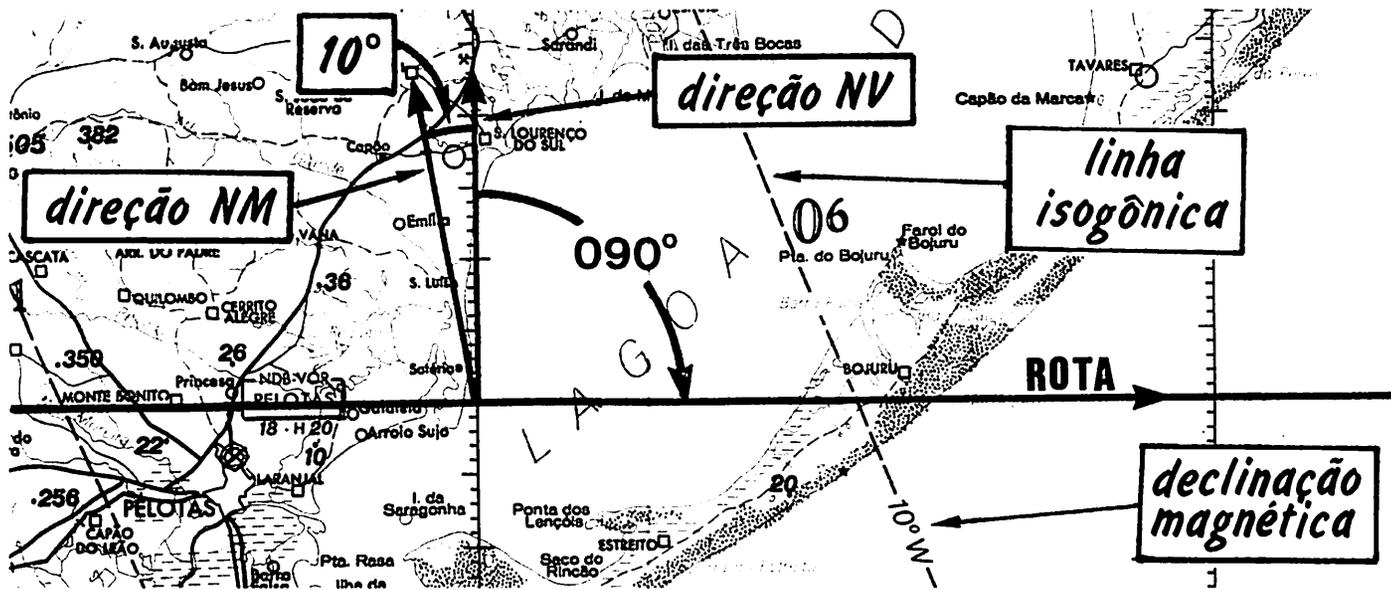


Ao navegador interessa saber o valor da Dmg de uma região que pretenda voar pois as direções obtidas nos equipamentos de bordo são referenciadas ao NM, e não ao NV. Sendo conhecido o valor da Dmg, através de uma operação matemática simples, chega-se ao resultado pretendido. As cartas aeronáuticas terão expressas o valor da Dmg através de Linhas Isogônicas. Estas linhas, que unem pontos de mesma Dmg, serão representadas por uma linha tracejada, acompanhada do valor da Dmg e a letra designativa E ou W, conforme o caso. Na primeira figura da página seguinte tem-se um ponto da carta onde a Dmg = 10°W significando que o NM está defasado em 10° para a esquerda no NV. Para uma aeronave que estivesse voando na direção de um paralelo para a direita, teríamos um ângulo de 090° medido a partir do NV, e um ângulo de 100° se medido a partir do NM. É fácil perceber que o valor de 100° pode ser obtido com a soma de 090° com 010°.

Linha Agônica - linha numa carta aeronáutica que une pontos de declinação magnética nula (0°), representada na carta através de uma linha tracejada duplamente. Normalmente, em vez do algarismo zero, aparecerão escritas as palavras "No Variation". A segunda figura da página ao lado possui a carta aeronáutica e as representações das linhas isogônicas na superfície terrestre.



Compreensão visual. - FAZ A DIFERENÇA MAGNÉTICA



Varição da Dmg

A Dmg varia com o tempo em virtude de diversos fatores, fazendo com que inclusive haja possibilidade de mudança de numeração das cabeceiras de pista dos aeródromos, que são numeradas em função do ângulo obtido a partir do NM (Norte Magnético) até a direção do eixo da pista. Um exemplo típico é o do aeródromo de Congonhas (São Paulo) onde

recentemente as cabeceiras passaram de 16/34 para 17/35.

A primeira preocupação, portanto, é verificar se a Dmg impressa numa carta está atualizada. Se não estiver, haverá necessidade de atualização. Para isto, na própria carta, virá o valor da Variação Média Anual que deverá ser somado ou subtraído da Dmg impressa na carta para atualização.

Exemplo 1 - Uma carta de 1975 apresentava numa região a Dmg de $16^{\circ}W$. Sabendo-se que a variação média anual é $6'W$, qual seria a Dmg desta região em 1985?

Solução: de 1975 até 1985 se passaram 10 anos. Como a variação média é $6'$ por ano, em 10 anos a variação total seria de $10 \times 6' = 60' = 1^{\circ}$ para W. Assim, em 1985 a Dmg atualizada seria $17^{\circ}W$.

Exemplo 2 - Se uma carta editada em 1983 a Dmg era $23^{\circ}W$ e sabe-se que a variação média anual é $20'E$, qual seria a Dmg em 1989?

Solução: de 1983 a 1989 se passaram 6 anos. Como a variação é $20'$ por ano, em 6 anos seriam $6 \times 20' = 120' = 2^{\circ}E$. Assim, a Dmg esperada em 1989 é de $21^{\circ}W$.

Observação importante: nos exames do DAC (Departamento de Aviação Civil), as linhas isogônicas impressas nas cartas são consideradas atualizadas.

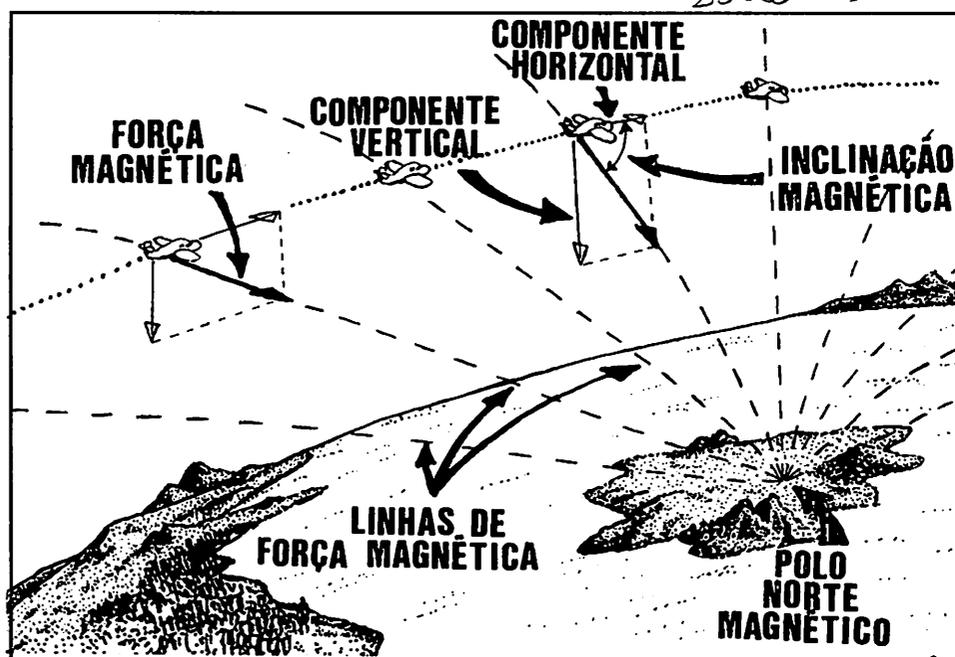
Inclinação Magnética

O campo magnético formado em torno da superfície terrestre faz com que a agulha imantada de uma bússola fique alinhada na mesma direção de suas linhas de força. Esta tendência de alinhamento da agulha fará com que, em certas situações, tenhamos a direção horizontal não coincidente com a direção da agulha. Esta diferença angular será nula (0°) próxima do Equador e será máxima (90°) sobre os polos magnéticos, conforme ilustra-se na figura ao lado. A este ângulo chamamos de Inclinação Magnética, responsável pela inutilidade do uso da bússola magnética para

navegar em regiões polares. Podemos concluir que o campo magnético atua com uma força sobre a agulha de uma bússola em qualquer direção. Esta força magnética pode ser decomposta em dois componentes (forças) que atuariam na horizontal e na vertical. O componente horizontal provoca o alinhamento da agulha na direção Norte-Sul magnética, causando a declinação magnética. O componente vertical provoca a tendência da inclinação da agulha em relação ao horizonte. Entende-se facilmente que o componente vertical é nulo no Equador e atinge um valor máximo sobre os polos magnéticos.

Linhas Isoclínicas - são linhas que unem pontos de mesma inclinação magnética. Só serão representadas em cartas de altas latitudes onde o uso da bússola magnética não é aconselhável para orientação.

Linhas Isopóricas - são linhas que unem pontos de mesma variação da declinação magnética. Não virão representadas nas cartas de navegação em virtude de só interessarem a quem executa serviços de atualização das cartas aeronáuticas. Em termos práticos não consideramos estas linhas para atualizar uma carta pois ela tem inserida uma variação média anual da região que pretendemos voar, o que é suficiente.



Bússola Magnética

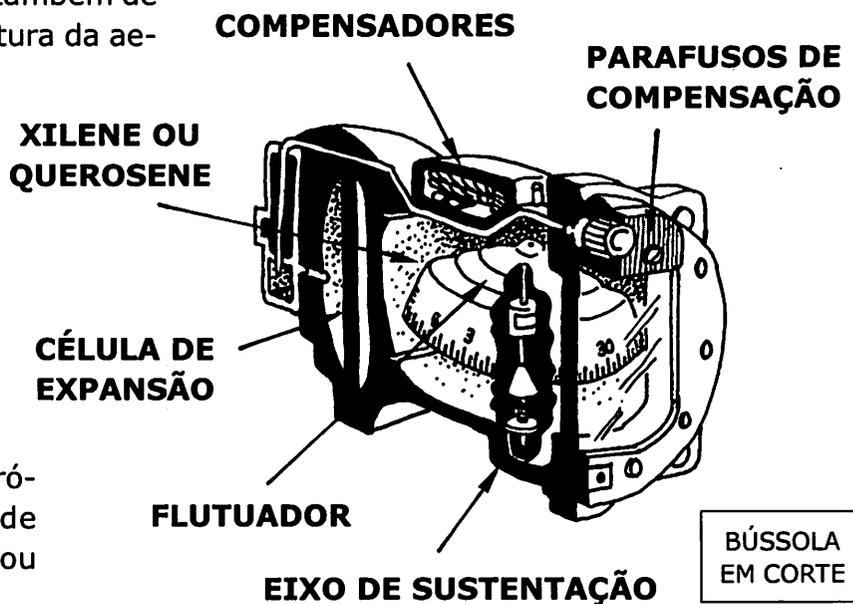
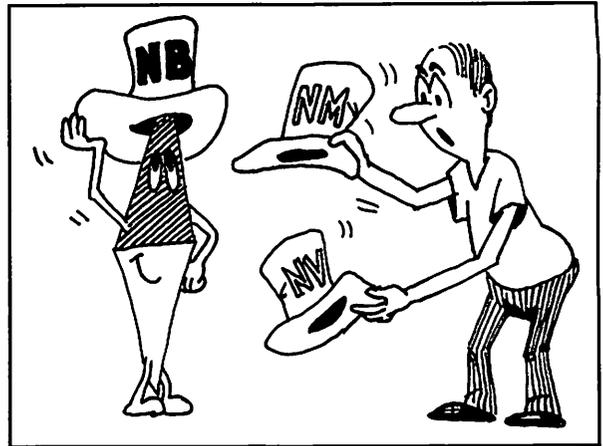
Sem dúvida alguma, o mais importante equipamento de navegação a bordo das aeronaves é a bússola. Basicamente, a bússola magnética se compõe de um ímã montado sobre uma superfície circular ou cônica graduada que, suspensa sobre um pivô, tenderia a se alinhar com a direção Norte-Sul magnética da superfície terrestre, indicando ao piloto o valor angular que a direção do eixo longitudinal da aeronave faz com o que chamamos de Norte Magnético (NM).

Entretanto, a agulha ou ímã no interior da bússola sofre influência também de forças magnéticas da estrutura da aeronave e seus sistemas elétricos. Estas forças podem causar um desvio da agulha e, conseqüentemente, um erro no valor indicado na linha de fé do visor. Ou seja, na realidade a agulha de uma bússola se alinha com um norte resultante dos campos magnéticos terrestre e do própria aeronave, batizado de Norte Bússola, sigla NB, ou ainda Norte Agulha (NA).

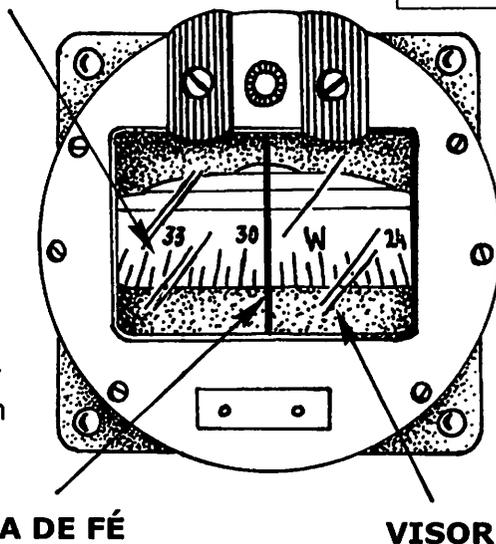
O erro provocado, expresso por um **CARTÃO GRADUADO**

Este ou Oeste a partir da direção NM à direção NB, é chamado de Desvio Bússola (DB), Desvio Agulha (DA) ou simplesmente Desvio (D). O desvio bússola varia com a direção em que a aeronave estiver orientada e será definido por intermédio de um cartão de desvios colocado próximo da bússola. O erro pode ser diminuído por intermédio de compensado-

res magnéticos, não devendo atingir nunca valor maior do que 5°.



BÚSSOLA: VISTA FRONTAL



CARTÃO DE DESVIOS

TO	STEER
360	001
045	047
090	090
135	138
180	179
225	221
270	271
315	314

TO = PARA
STEER = SIGA

para seguir a direção magnética 045, o valor indicado na bússola deve ser 047.

Pé-de-Galinha

Para abandonar um ponto qualquer na superfície terrestre, uma aeronave poderia tomar infinitas direções. A direção que esta aeronave voa poderia ser informada através de nomes conforme se verifica na figura abaixo. A Rosa-dos-ventos formada abaixo possui as chamadas direções cardeais (N, E, S, W), as colaterais (NE, SE, SW, NW), e as subcolaterais (NNE, ENE, ESE, SSE, SSW, WSW, WNW, NNW). A prática nos mostra que informar a direção desta maneira causaria muita confusão, o que levou o homem a expressar a direção através de valor angular medido em graus, a partir do Norte de referência. Sendo assim, criou-se o Pé-de-Galinha.

O Pé-de-Galinha ou Calunga é um artifício gráfico muito utilizado pelo navegador para determinar direções de proa e

rumo. Como já vimos anteriormente, um vôo será planejado inicialmente sobre uma carta aeronáutica, onde poderá ser medido um valor angular entre um meridiano e a rota pretendida. Como os equipamentos de bordo fornecem direções (valores angulares) referidas ao Norte Magnético, precisamos converter o valor lido na carta. Esta conversão será feita somando ou subtraindo a DMG (declinação magnética) da região voada (obtida na carta através da linha isogônica). Entretanto, uma bússola terá erros e provocará o aparecimento do que chamados de NB (Norte Bússola) e, como será este o equipamento básico de orientação, nova transformação de valor angular será realizada.

Passemos a definir os elementos componentes destas operações:

Rumo Verdadeiro (RV) - é o valor angular obtido do NV, no sentido horário ou NESO, até o rumo.

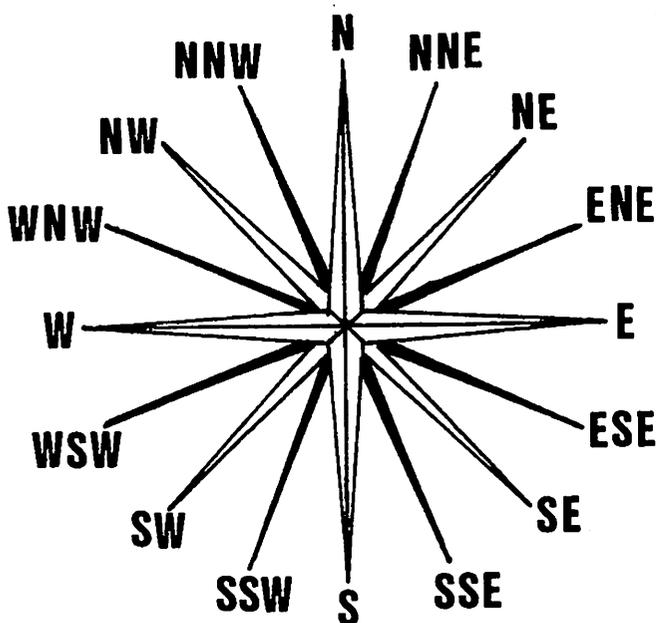
Rumo Magnético (RM ou RMG) - é o valor angular medido do NM, no sentido horário ou NESO, até o rumo.

Proa Verdadeira (PV) - é o ângulo formado do NV até a proa da aeronave, medido no sentido horário ou NESO.

Proa Magnética (PM ou PMG) - é o ângulo obtido do NM até a proa da aeronave, medido no sentido horário ou NESO.

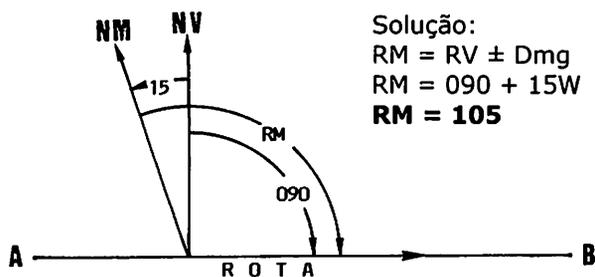
Proa Bússola (PB) - é o valor angular existente a partir do NB, no sentido horário, até a direção do eixo longitudinal da aeronave.

A seguir vamos dar alguns exemplos de Pé-de-Galinha. O que devemos chamar a atenção é que a solução deve ser entendida graficamente, e nunca tentando decorar as fórmulas que são originadas. Observe também que falar sentido horário ou NESO (Norte-Este-Sul-Oeste) é a mesma coisa.



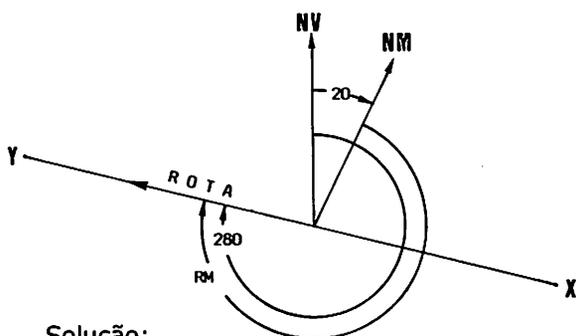
N = Norte	NNE = Nortenordeste
E = Este ou Leste	ENE = Estenordeste
S = Sul	ESE = Estesudeste
W = Oeste	SSE = Sulsudeste
NE = Nordeste	SSW = Sulsudoeste
SE = Sudeste	WSW = Oestesudoeste
SW = Sudoeste	WNW = Oestenoroeste
NW = Noroeste	NNW = Nortenoroeste

Exemplo 1 - Num vôo de A para B, onde o valor do RV obtido foi de 090° e a Dmg é 15°W, qual seria o RM?



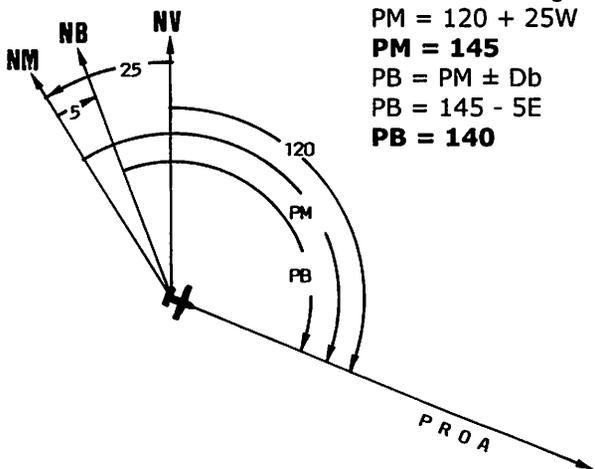
Solução:
 $RM = RV \pm Dmg$
 $RM = 090 + 15W$
RM = 105

Exemplo 2 - O RV de X a Y é 280° e a Dmg é 20°E. Qual o RM?



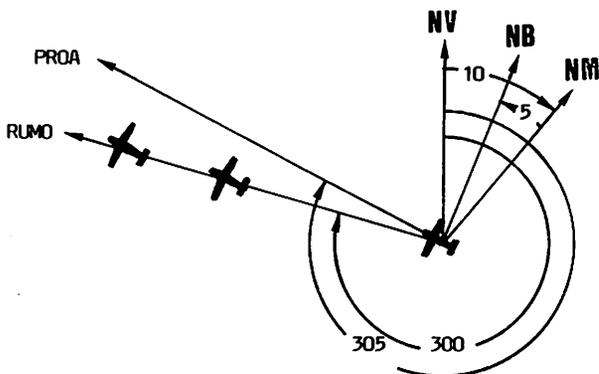
Solução:
 $RM = RV \pm Dmg$
 $RM = 280 - 20E$
RM = 260

Exemplo 3 - A PV calculada por um piloto é de 120°. Se a Dmg é 25°W e o DB é 5°E, qual será a PM e a PB?



Solução:
 $PM = PV \pm Dmg$
 $PM = 120 + 25W$
PM = 145
 $PB = PM \pm Db$
 $PB = 145 - 5E$
PB = 140

Exemplo 4 - Dados: Dmg = 10°E, Db = 5°W, RV = 300°, PV = 305° pede-se: RM, PM, PB, DR e CD.



Solução:
 $RM = RV \pm Dmg$
 $RM = 300 - 10E$
RM = 290

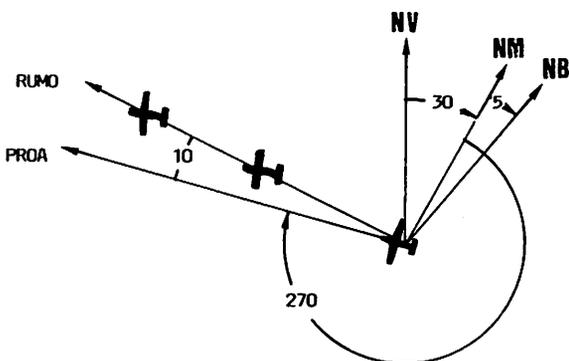
$PM = PV \pm Dmg$
 $PM = 305 - 10E$
PM = 295

$PB = PM \pm Db$
 $PB = 295 + 5W$
PB = 300

$DR = RV - PV$
 $DR = 300 - 305$
DR = -5 ou
5 esquerda

CD = +5 ou
5 direita

Exemplo 5 - Dados: Dmg = 30°E, Db = 5°E, PM = 270°, DR = +10 pede-se: PV, PB, RV, RM e CD.



Solução:
 $PV = PM \pm Dmg$
 $PV = 270 + 30E$
PV = 300

$PB = PM \pm Db$
 $PB = 270 - 5E$
PB = 265

$RV = PV + DR$
 $RV = 300 + (+10)$
RV = 310

$RM = RV \pm Dmg$
 $RM = 310 - 30E$
RM = 280

$CD = - (DR)$
 $CD = - (+10)$
CD = -10 ou
10 esquerda

Nota: os ângulos representados nos gráficos não necessariamente estão em tamanho real. O aumento tem finalidade de auxiliar na visualização.

Exemplo 6 - Dados: Dmg = 10°W, Db = 5°E, PM = 005°, CD = -10 pede-se: PV, PB, DR, RV e RM.

Solução:

$$PV = PM \pm Dmg$$

$$PV = 005 - 10W$$

$$PV = (360 + 005) - 10$$

$$PV = 355$$

$$PB = PM \pm Db$$

$$PB = 005 - 5E$$

$$PB = 000$$

$$PB = 360$$

$$DR = - (CD)$$

$$DR = - (-10)$$

$$DR = +10 \text{ ou}$$

$$10 \text{ direita}$$

$$RV = PV + DR$$

$$RV = 355 + (+10)$$

$$RV = 365$$

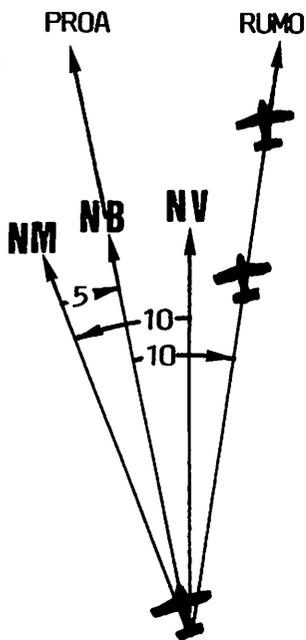
$$RV = 365 - 360$$

$$RV = 005$$

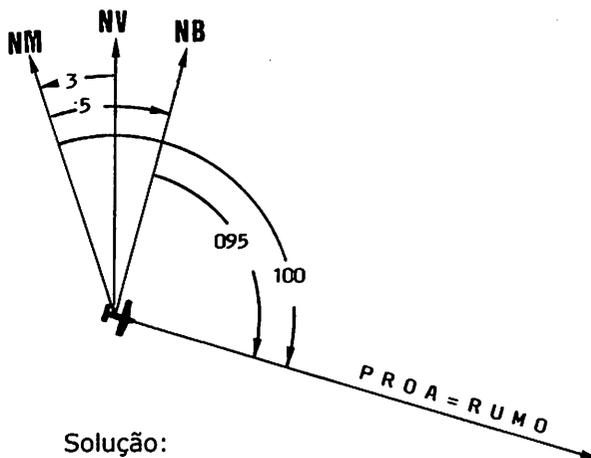
$$RM = RV \pm Dmg$$

$$RM = 005 + 10W$$

$$RM = 015$$



Exemplo 7 - Dados: Dmg = 3°W, Db = 5°E, PB = 095°, RM = 100° pede-se: PV, RV, DR e CD.



Solução:

$$PM = PB \pm Db$$

$$PM = 095 + 5E$$

$$PM = 100$$

$$PV = PM \pm Dmg$$

$$PV = 100 - 3W$$

$$PV = 097$$

$$RV = RM \pm Dmg$$

$$RV = 100 - 3W$$

$$RV = 097$$

$$DR = RV - PV$$

$$DR = 097 - 097$$

$$DR = 0$$

$$CD = - (DR)$$

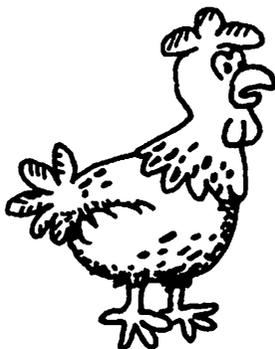
$$CD = - (0)$$

$$CD = 0$$

Como podemos observar nos exercícios de Pé-de-Galinha, não há necessidade de decorar as fórmulas para a resolução, mas simplesmente ter os conceitos básicos firmados, que vamos abaixo recordar.

ângulo	do(a)	para	sentido
Dmg	NV	NM	E ou W
Db	NM	NB	E ou W
PV	NV	proa	horário
PM	NM	proa	horário
PB	NB	proa	horário

ângulo	do(a)	para	sentido
RV	NV	rumo	horário
RM	NM	rumo	horário
DR	proa	rumo	esquerda ou direita
CD	rumo	proa	esquerda ou direita



NB? PM? DB? DMG?
PV? RV? RM? PB?
NM? NV?



Declinação magnética média

Num vôo realizado entre dois pontos quaisquer, verificamos que em algumas situações poderemos cruzar diversas linhas isogônicas, portanto, as declinações magnéticas mudam a medida que o vôo é desenvolvido. Se mantivéssemos uma direção de rota que cruzasse todos os meridianos num mesmo ângulo, o valor do Rumo Magnético (RM) iria variar constantemente. Na prática, verifica-se que é mais fácil manter uma direção magnética constante. Sendo assim, após medir-se o Rumo Verdadeiro (RV) entre dois pontos, utiliza-se a Declinação Magnética (Dmg) média entre as encontradas,

para o cálculo do Rumo Magnético a ser mantido em vôo.

Exemplo 1 - Para voar de São Paulo para o Rio de Janeiro obteve-se o $RV = 074^\circ$. Qual será o RM se as Declinações Magnéticas encontradas, respectivamente, serão $18^\circ W$, $19^\circ W$ e $20^\circ W$?

Solução: $RV = 074^\circ$ e

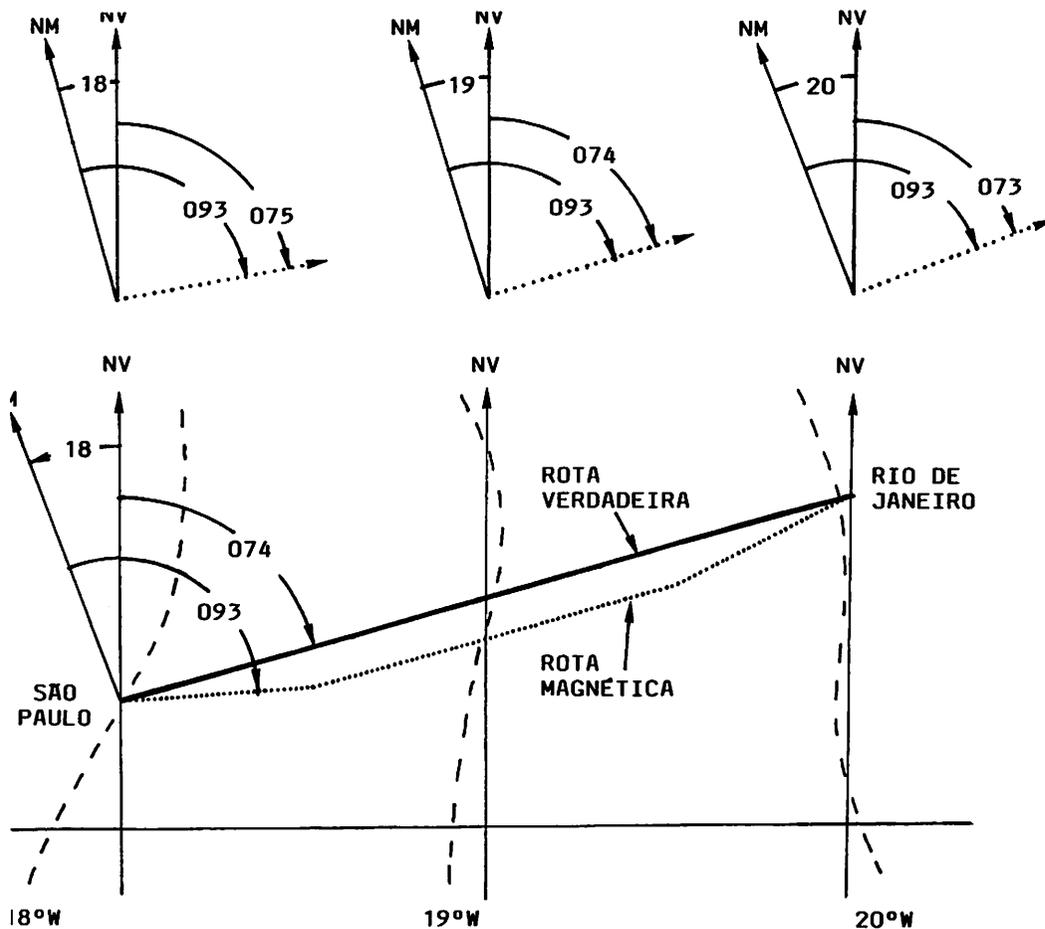
$$Dmg \text{ média} = 19^\circ W$$

$$RM = RV \pm Dmg$$

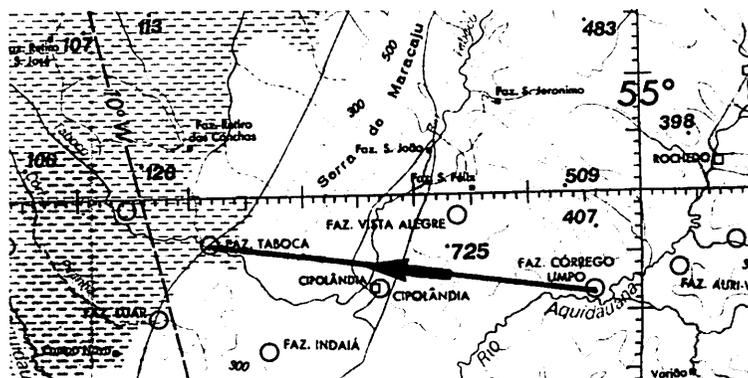
$$RM = 074 + 19$$

$$RM = 093$$

(note que a rota magnética irá diferir da traçada na carta, mas o importante é que o destino é alcançado).

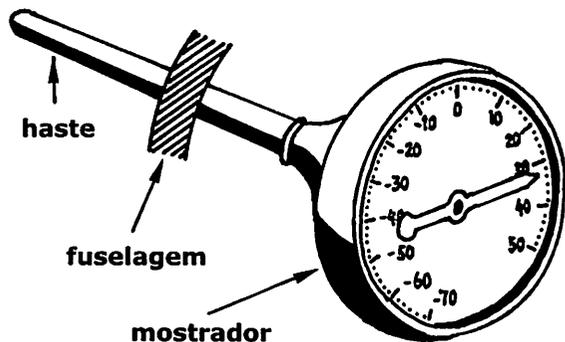


Exemplo 2 - Vôo de Fazenda Córrego Limpo para Fazenda Taboca. Rumo Verdadeiro no trecho = 277° . Neste caso, a Dmg utilizada será a de $10^\circ W$ (a mais próxima da rota) para achar o $RM = RV + Dmg$; $RM = 277 + 10 = 287$.



Instrumentos da Aeronave

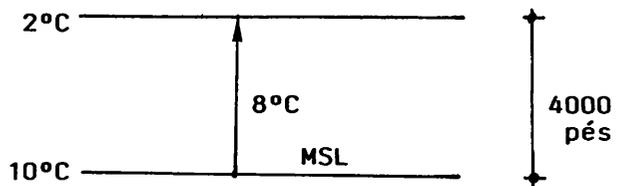
Termômetro - Um dos elementos fundamentais de cálculos de navegação é a temperatura do ar externo à aeronave. Não é possível estudar velocidades ou altitudes sem que tenhamos este fator. Existem diferentes tipos de termômetros usados em aviação sendo o mais difundido o bi-metálico. É constituído de dois metais, soldados juntos em espiral, e de diferentes coeficientes de dilatação. Quando o elemento é aquecido, a diferença entre os coeficientes de dilatação provoca um enrolamento da espiral que, por intermédio de um sistema de relojoaria, desloca um ponteiro que indica a temperatura. Este instrumento é montado de tal forma que uma extremidade sensível projetada para fora da fuselagem capte a quantidade de calor do ar exterior. Esta parte exposta, normalmente é coberta por uma blindagem especial que tem finalidade de diminuir a radiação direta do Sol e assim minimizar os erros. Temperatura entre -70° e $+50^{\circ}$ Celsius poderão ser obtidas.



Quando uma aeronave desloca-se dentro da massa de ar, o choque de partículas com a haste provoca um aquecimento devido ao atrito, com conseqüente erro de indicação. Este, no entanto, considerando aeronaves desenvolvendo pequenas velocidades, pode ser desprezado. É sabido que a temperatura, para efeito prático, diminui com o aumento da altitude numa razão de 2°C para cada 1000 pés (300 metros). Em algumas situações, onde os valores de temperatura não são

fornecidos, utilizaremos esta proporção para estimar valores.

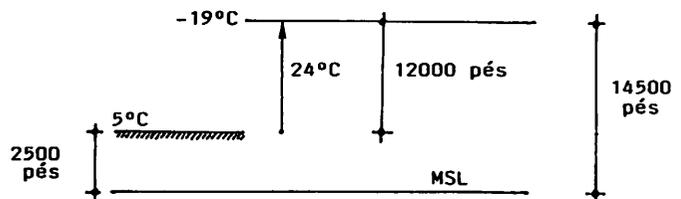
Exemplo 1 - Se uma aeronave no MSL (Mean Sea Level = Nível Médio do Mar) encontra temperatura = 10°C , qual seria a temperatura 4000 pés acima?



Solução: $4 \times 2 = 8^{\circ}\text{C}$ (decréscimo total subindo 8000 pés.)

$$10 - 8 = 2^{\circ}\text{C}$$

Exemplo 2 - Em São Paulo (altitude de 2500 pés) obteve-se temperatura de 5°C . Qual será a temperatura encontrada por uma aeronave que voe a 14500 pés acima do MSL?

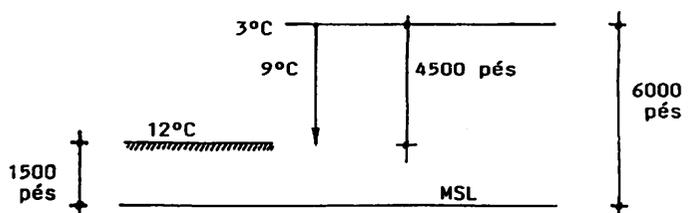


Solução: $14500 - 2500 = 12000$ pés

$$12 \times 2 = 24^{\circ}\text{C} \text{ (decréscimo)}$$

$$5 - 24 = -19^{\circ}\text{C}$$

Exemplo 3 - Sabendo-se que a temperatura do ar externo a 6000 pés em relação ao MSL é de 3°C , qual temperatura encontraremos num aeródromo cuja elevação é de 1500 pés?



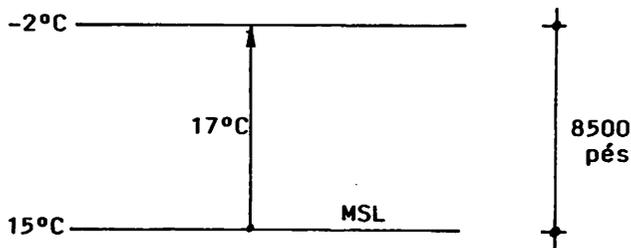
Solução: $6000 - 1500 = 4500$ pés

$$4,5 \times 2 = 9^{\circ}\text{C} \text{ (acréscimo)}$$

$$3 + 9 = 12^{\circ}\text{C}$$

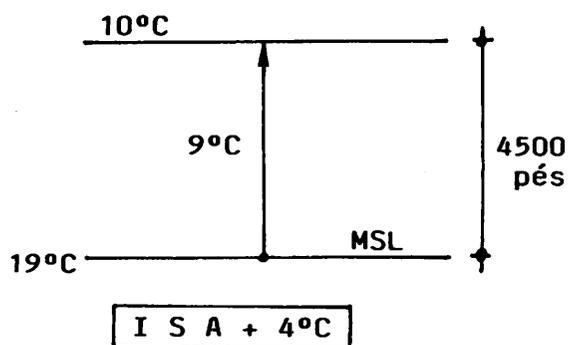
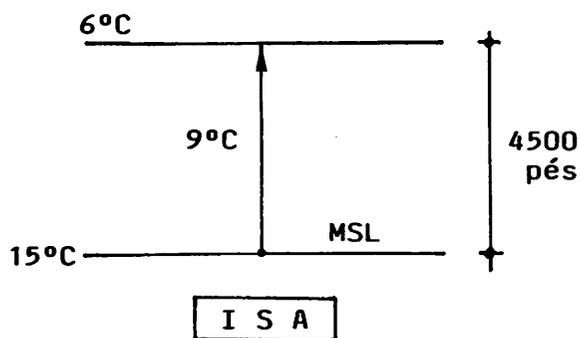
Em algumas situações a temperatura em aviação vem referenciada à Atmosfera Padrão da OACI (atmosfera em que cada altitude possui determinado valor). A este valor chamamos de condição ISA (ICAO Standard Atmosphere = Atmosfera Padrão da Organização de Aviação Civil Internacional). Nestas condições, a temperatura no MSL será de 15°C. A cada 1000 pés que subirmos iremos observar um decréscimo de 2°C.

Exemplo 4 - Qual a temperatura ISA na altitude de 8500 pés?



Solução: $8,5 \times 2 = 17^\circ\text{C}$ (decréscimo)
 $15 - 17 = -2^\circ\text{C}$

Exemplo 5 - A 4500 pés acima do MSL tem-se temperatura = ISA + 4°C. Qual a temperatura nesta altitude?



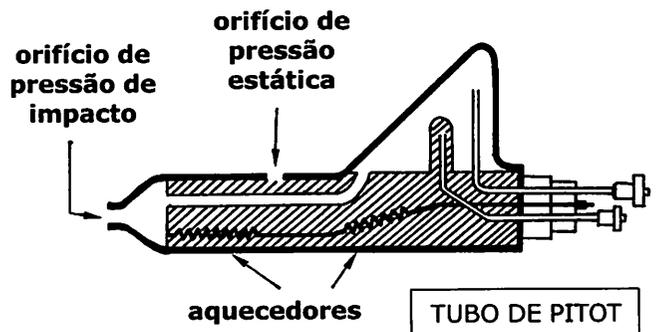
Solução: $4,5 \times 2 = 9^\circ\text{C}$
 $15 - 9 = 6^\circ\text{C}$
 $6 + 4 = 10^\circ\text{C}$

Sistema de Pitot Estático

O Sistema de Pitot Estático compreende o tubo de Pitot e as linhas de pressão. É a fonte de tomada de pressões para operação dos seguintes instrumentos: altímetro, velocímetro e indicador de subida ou descida.

A localização do tubo de Pitot varia com a aeronave mas, basicamente, é instalado onde possa receber o impacto direto do ar, paralelo a linha de vento relativo e em área de turbulência mínima.

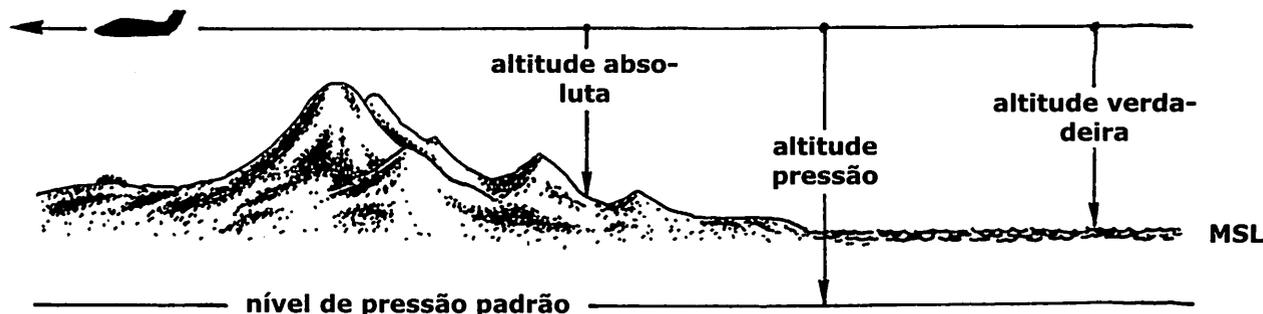
Os dois tipos de pressão captadas pelo tubo de Pitot são: pressão estática (orifícios perpendiculares ao vento relativo) e pressão de impacto (orifício voltado para a direção de deslocamento de aeronave). Em certas condições atmosféricas, estes orifícios poderão estar obstruídos por água ou gelo, o que será corrigido por intermédio de resistências aquecedoras comandadas pelo piloto. Outro cuidado tomado com o tubo de Pitot é colocar, quando no solo, uma capa protetora para evitar impurezas nos orifícios.



Altímetro

O instrumento de bordo destinado a fornecer medidas de altitudes da aeronave é o altímetro. Antes de estudarmos o instrumento propriamente dito, passemos a definir algumas altitudes:

1) Altitude Pressão - é a altitude lida no altímetro, referida ao Nível de Pressão Padrão de 1013.2 hectoPascais (29.92 polegadas de Mercúrio). Quando inserida a pressão Padrão no altímetro, esta altitude leva o nome de "Nível de Vôo" (FL = Flight Level) e é expresso em centenas de pés. Por exemplo, se a alti-



tude é 12500 pés, o Nível de Vôo é 125 (FL 125). Definida como altitude sem correções ou altitude QNE.

2) Altitude Indicada - é uma altitude obtida quando o altímetro tem como referência de ajuste a pressão do local sobrevoado, reduzida ao Nível Médio do Mar. Definida também como a Altitude Pressão corrigida para os erros de pressão ou Altitude QNH.

3) Altitude Densidade - é a Altitude Pressão corrigida para os erros de temperatura e pode ser calculada no Computador de Vôo.

4) Altitude Verdadeira - é a Altitude Pressão corrigida para os erros de pressão e temperatura e pode ser calculada no Computador de Vôo.

5) Altitude Absoluta ou Altura - é a distância vertical de uma aeronave em relação ao terreno sobrevoado.

6) Altitude Calibrada - é a altitude corrigida para erros mecânicos.

Importante: O que devemos observar é que as altitudes acima referidas tem como base a pressão exercida pelo ar num ponto de espaço, sendo que estas pressões são esperadas acontecerem em determinada altitude, daí originando um valor expresso em pés, conforme a tabela ao lado.

Para que entendamos perfeitamente o funcionamento do altímetro, é necessário que aceitemos o conceito de Atmosfera Padrão ou condições ISA.

Sabemos que a pressão atmosférica decresce com a altitude e varia também de ponto a ponto na superfície terrestre. Um outro fator conjugado a pressão atmosférica é a temperatura. Uma variação da

pressão pode implicar numa variação da temperatura e vice-versa.

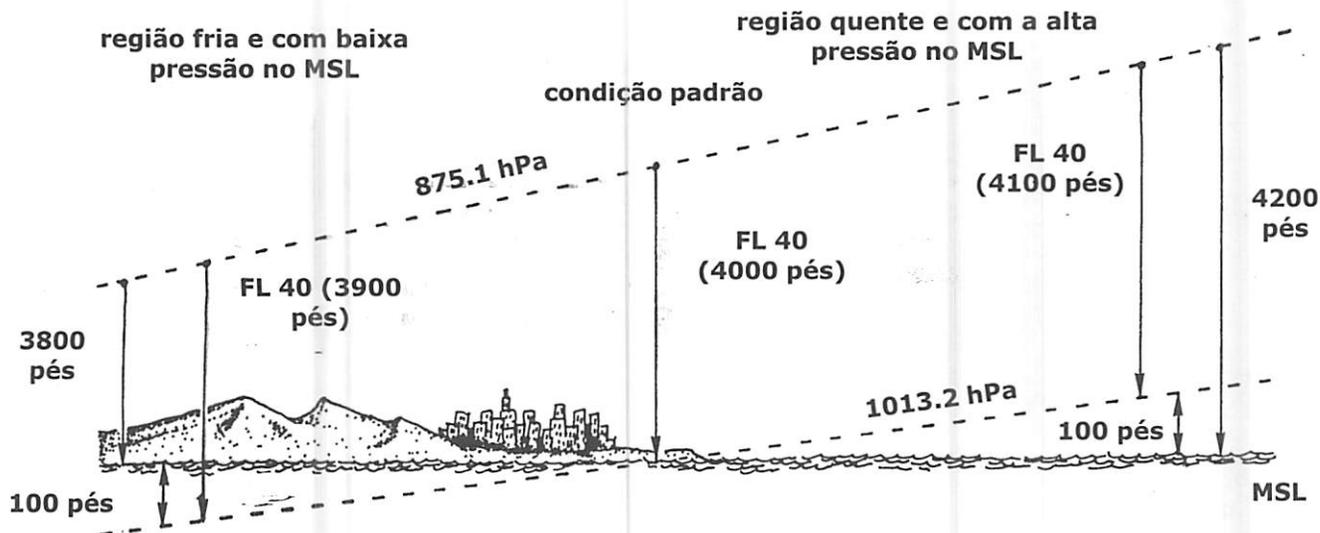
Sendo assim, a OACI estabeleceu, para efeito de estudo e comparações, uma atmosfera padrão, onde os valores de pressão e temperatura variam com as altitudes. Estes valores médios foram obtidos na superfície terrestre nas latitudes de 45°.

Para efeito prático podemos considerar que:

- A pressão diminui de 1 hectoPascal a cada 30 pés que subirmos.
- A temperatura decresce 2°C para cada 1000 pés que subirmos.

Abaixo, mostramos a tabela da Atmosfera Padrão da Organização de Aviação Civil Internacional (OACI).

altitudes (pés)	pressões (hPa)	temperatura (°C)
MSL	1013.2	15.0
1000	977.2	13.0
2000	942.1	11.0
3000	908.1	9.1
4000	875.1	7.1
5000	843.1	5.1
6000	812.0	3.1
7000	781.8	1.1
8000	752.6	-0.8
9000	724.3	-2.8
10000	696.8	-4.8
11000	670.2	-6.8
12000	644.4	-8.8
13000	619.4	-10.8
14000	595.2	-12.7
15000	571.8	-14.7

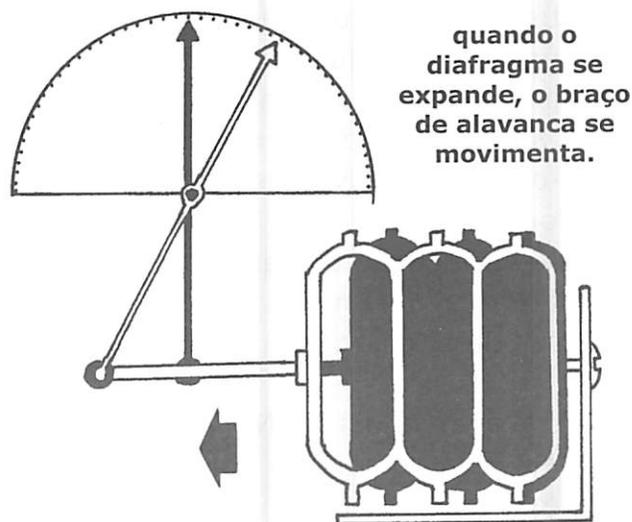


Numa atmosfera real, no entanto, os valores de pressão poderão não coincidir com os valores da tabela, acontecendo o mesmo com a temperatura, ou seja, se estivermos no MSL, podemos ter pressão maior que 1013.2 hPa e temperatura diferente de 15°C. Sendo assim, pode-se ter uma maior aproximação ou afastamento entre os níveis de pressão. Por exemplo, numa região fria a tendência natural do ar atmosférico é possuir maior densidade do que numa região quente, causando assim um espaçamento entre dois níveis de mesma pressão diferentes do padrão normal. A figura acima ilustra a situação de uma aeronave voando num mesmo FL mas com altitudes verdadeiras diferentes para cada ponto.

O altímetro de bordo compõe-se basicamente de uma cápsula aneróide que se expande ou contrai de conformidade com a pressão nela exercida. Esta pressão que age sobre a cápsula é a pressão atmosférica captada no tubo de Pitot. Como a medida que subirmos tem-se pressões cada vez menores, a cápsula expande-se e movimenta um ponteiro que registra, em uma escala de altitudes, a variação de pressões. Se por exemplo, tivermos uma altitude de 3000 pés registrada, significa que esta é a distância vertical em condições de atmosfera padrão, ou seja, o altímetro tem como base condições de temperatura e pressão

especificadas na tabela da parte inferior da página anterior.

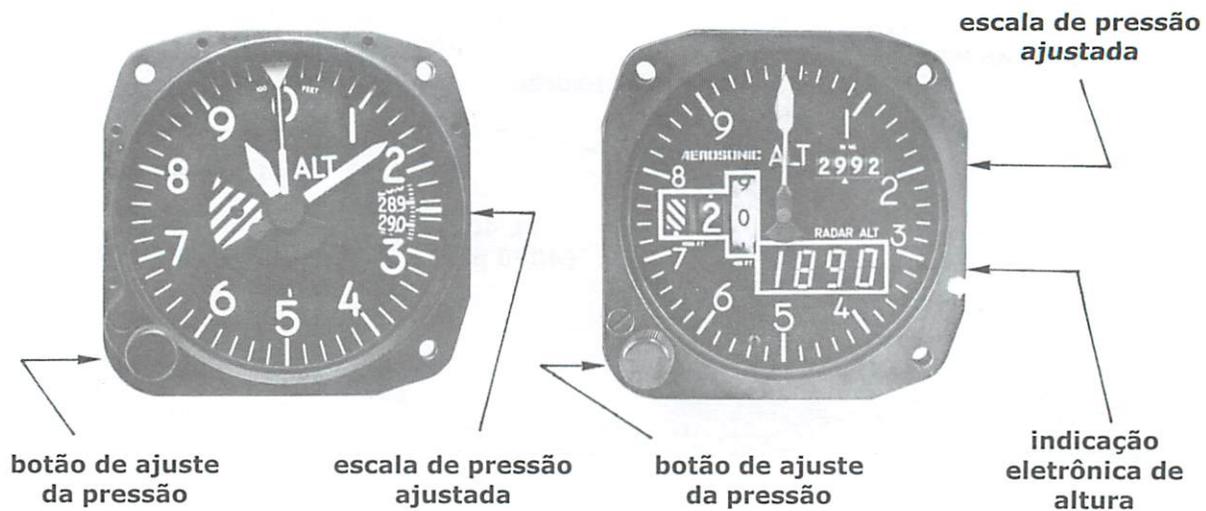
Abaixo, na figura, temos a representação esquemática do funcionamento do altímetro de uma aeronave.



A pressão, a partir da qual se está medindo variações, pode ser inserida no altímetro de bordo através de um botão seletor. A pressão ou ajuste inserido aparece numa janela batizada de Janela Kolsmman. Temos assim, dois ajustes de pressão, quais sejam:

1) Ajuste QNE

Quando a pressão inserida é de 1013.2 hPa (29.92 pol Mercúrio) o ajuste é chamado ajuste QNE ou também chamado de ajuste Padrão. A altitude, neste caso, será sempre expressa por Nível de Vôo, ou seja, 3500 pés será informado como FL 35. É utilizado este ajuste para vôos em rota.



2) Ajuste QNH

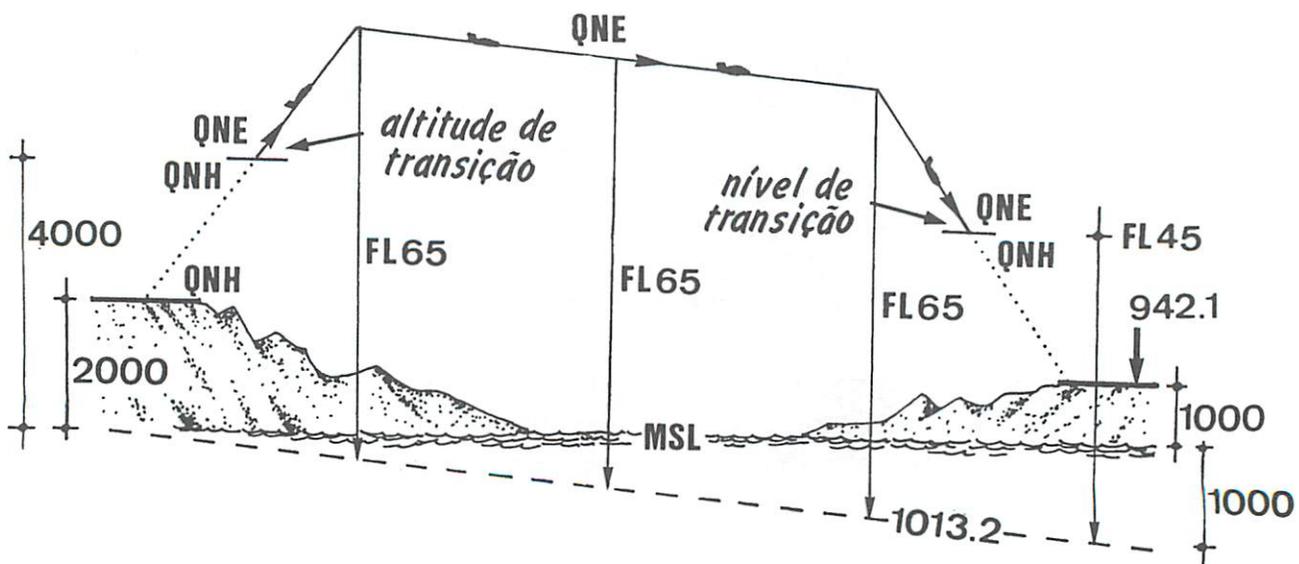
É aquele em que a pressão a ser inserida é informada por algum órgão de Serviço de Tráfego Aéreo. É a que ocorre num aeródromo, reduzida ao MSL. Utilizada para aproximações e pouso num aeródromo, também conhecida como ajuste do altímetro, que indica a elevação do aeródromo quando a aeronave estiver no solo. Quando o ajuste é QNH, as altitudes serão informadas em pés. Serve também para verificação dos erros altimétricos quando a aeronave estiver no solo antes da decolagem.

A troca de ajuste QNH para QNE ou vice-versa ocorre em dois pontos distintos, a saber:

Altitude de transição - é a altitude em

que o ajuste é trocado de QNH para QNE e ocorre em vôo após a decolagem da aeronave de um aeródromo. Nos locais onde não constar em publicações a altitude de transição, o procedimento normal é trocar QNH para QNE ao cruzar 3000 pés de altura em relação ao aeródromo.

Nível de transição - é a altitude em que o ajuste é trocado de QNE para QNH e ocorre em vôo quando uma aeronave se aproxima de um aeródromo para nele pousar. O Nível de transição será informado por Órgão de Tráfego Aéreo e está sempre situado ligeiramente acima da Altitude de Transição. Em locais desprovidos de Órgão de Tráfego Aéreo o ajuste QNH a ser utilizado é o do aeródromo mais próximo daquele que se pretenda pousar.

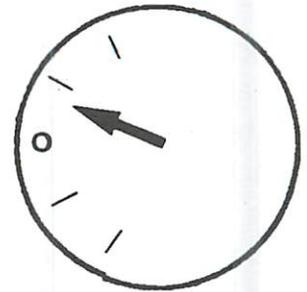


Indicador de Subida ou Descida

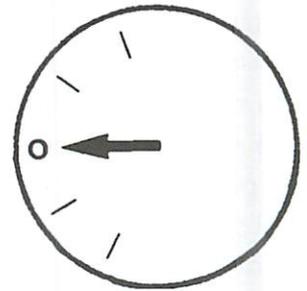
O indicador de subida ou descida, também conhecido como de Velocidade Vertical ou Climb, é o instrumento de bordo que possibilita conhecer a razão de subida ou descida que uma aeronave desenvolve. Normalmente sua unidade é dada em pés por minuto.

O princípio de funcionamento é bastante simples: a pressão atmosférica ou estática captada no tubo de Pitot é transmitida por duas linhas de pressão até a caixa do instrumento que possui no seu interior uma cápsula aneróide. Uma destas linhas de pressão é ligada a parte interior da cápsula e outra a parte externa. A pressão que atua de dentro para fora da cápsula é conduzida por um tubo capilar, e por isso sofre um ligeiro atraso na sua transmissão desde o momen-

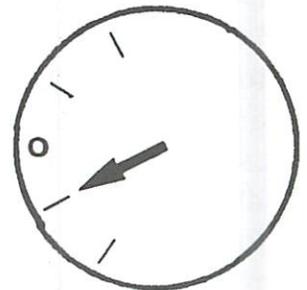
to em que foi captada no tubo de Pitot até chegar no interior da cápsula. A outra linha de pressão, no entanto, conduz a pressão para a parte externa da cápsula quase que imediatamente. Quando uma aeronave executa uma ascensão ou descida, em virtude da diferença de pressões entre as altitudes, a cápsula se contrai ou expande, ocasionando o movimento de um ponteiro que indicará a quantidade de distância vertical vencida por minuto.



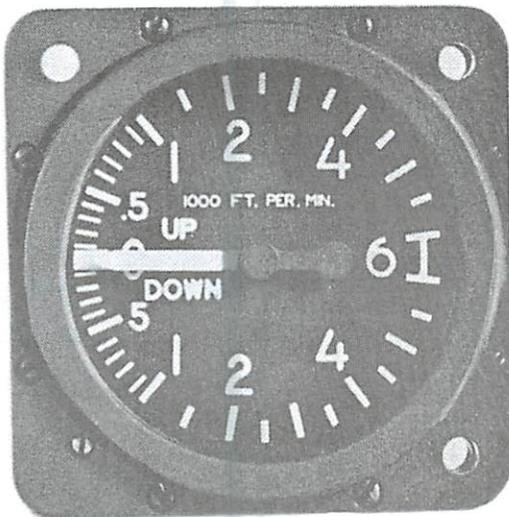
subindo



nivelada



descendo



CLIMB



Velocímetro

Sem dúvida nenhuma, o mais importante instrumento de controle da aeronave é o velocímetro. Este instrumento tem o seu princípio de funcionamento baseado nas pressões estática e de impacto captadas no tubo de Pitot.

A pressão de impacto é levada por um tubo até o interior de uma cápsula aneróide agindo nela de dentro para fora. A pressão estática é conduzida por um tubo até a caixa do velocímetro agindo de fora para dentro (parte externa da cápsula). Quando a aeronave está parada em relação ao ar, as pressões nos dois tubos tem mesmo valor e o ponteiro indica zero. Se a aeronave se movimenta em relação ao ar, a pressão de impacto será maior que a estática e a cápsula se expande movimentando o ponteiro. O velocímetro de qual-

quer aeronave indicará corretamente a velocidade em relação ao ar quando a pressão atmosférica for de 1013.2 hectoPascais e a temperatura do ar for de 15° Celsius. É fácil perceber que a medida que subirmos, em virtude de variações da densidade do ar atmosférico, as pressões estática e de impacto diminuem, ocasionando um erro de indicação. A grandes altitudes, por exemplo, a velocidade indicada no velocímetro não atinge valores que representem corretamente a velocidade em relação ao ar real que a aeronave desenvolve. São necessárias operações que serão vistas posteriormente para encontrar o valor real da velocidade. Devemos ressaltar que, a princípio, a velocidade obtida no velocímetro tem como base o deslocamento da aeronave em relação ao ar e não em relação ao solo. As velocidades podem ser definidas como:

Velocidade indicada (VI) - é a lida diretamente no velocímetro, sem correções. Também conhecida como IAS (Indicated Air Speed).

Velocidade Calibrada (VC) - é a VI corrigida dos erros de instalação ou posição do instrumento, também conhecida como CAS (Calibrated Air Speed).

Velocidade equivalente (VE) - é a VC corrigida para os erros de compressibilidade do ar. Este erro é causado pelo

aquecimento do tubo de Pitot em virtude do impacto das partículas de ar. O erro aumenta com a velocidade e depende também da altitude do voo. Para efeito prático, consideramos VC igual a VE quando a velocidade for até 250 KT (nós). A VE também é conhecida com EAS (Equivalent Air Speed).

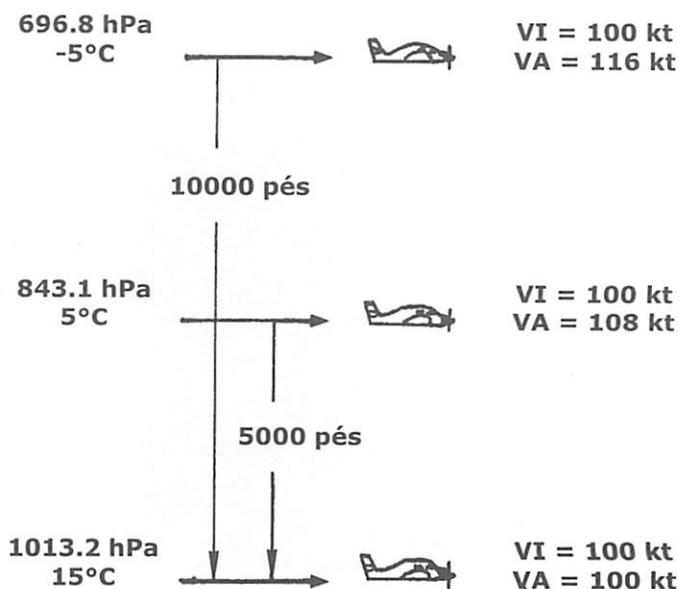
Velocidade no ar, verdadeira ou aerodinâmica (VA) - é a VE ou VC corrigida para os erros de densidade (pressão e temperatura). Para efeito prático, consideramos que a VA aumenta 2% em relação a VI, para cada 1000 pés que subirmos. Seria a velocidade que a aeronave desenvolve em relação ao ar e ela independe do vento, ou seja, não se altera com o vento. Também conhecida como TAS (True Air Speed) será calculada no Computador de Voo.

Velocidade no solo (VS) - é a VA equacionada vetorialmente com efeitos do vento sobre a aeronave. Podemos dizer que é a velocidade da sombra da aeronave na superfície terrestre, também conhecida como GS (Ground Speed).

Para efeito de cálculos neste livro, não iremos considerar a VC e VE, aceitando que elas assumiriam valores iguais a VI. Esta é também a consideração feita pelo DAC nas provas aplicadas.



velocímetro



Estudo do Tempo

Todas as vezes que nos referimos a tempo, imediatamente nos vem o ato contínuo de olhar o relógio, pois é um instrumento destinado a "mensurar" ou "medir" o tempo. O navegador necessitará constantemente deste instrumento e precisamos, portanto, conhecer particularidades deste ente físico. Para isto, estudaremos os movimentos relativos que a Terra executa em torno do Sol, pois o tempo está relacionado a eles.

Sabemos que a Terra executa um movimento de rotação em torno do seu eixo polar, fazendo com que "aparentemente" o Sol ocupe posições ao longo da abóboda celeste, se movimentando. Existem ainda os movimentos de translação e outros, mas que vamos desprezar para o nosso objetivo atual. Aceitemos simplesmente que a Terra está parada e que o Sol executa órbitas em torno dela, se posicionando sempre sobre a Linha do Equador.

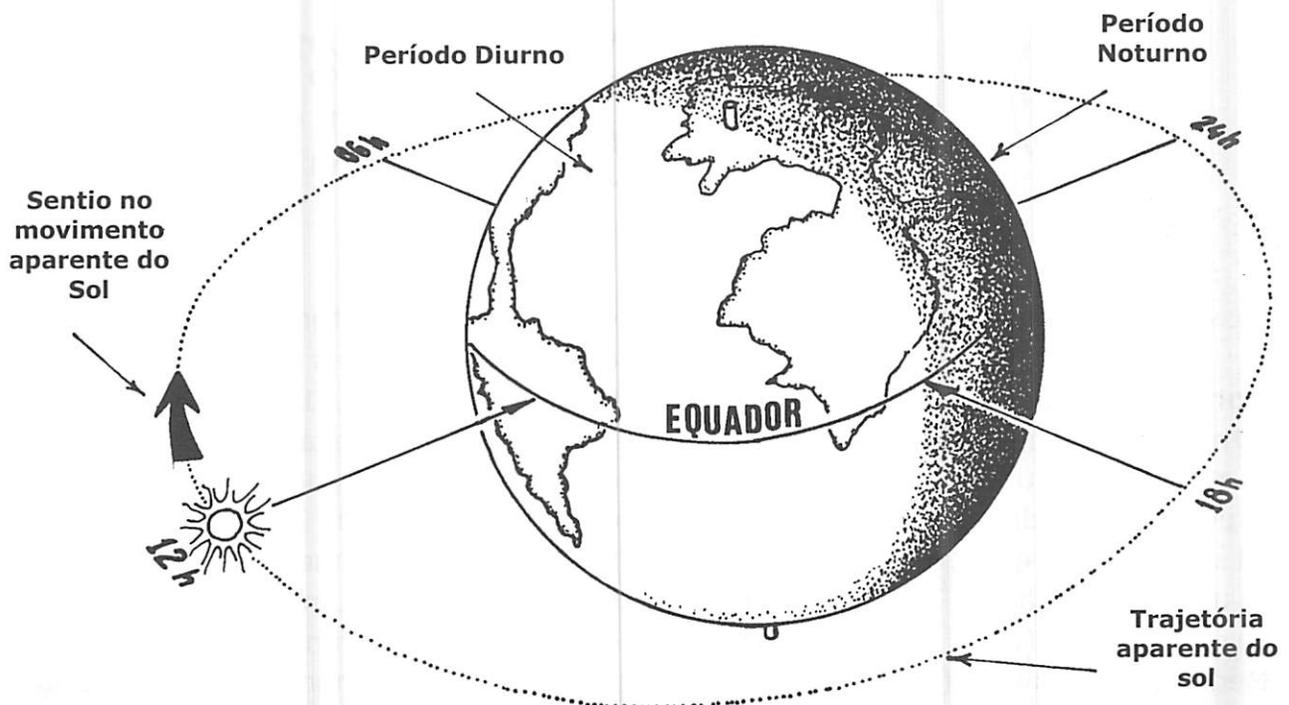
Este é, pelo menos, o movimento aparente que percebemos. Além disso, temos a noção de que o horário marcado no relógio está relacionado à posição que o Sol ocupa

em relação ao meridiano que estamos. Verifica-se facilmente que, se os 360° de arco que o Sol executa em torno da superfície terrestre para realizar uma volta completa são necessárias 24 horas, podemos estabelecer uma relação básica entre Longitude e Tempo.

Arco de Longitude	Tempo gasto pelo Sol para percorrer
-------------------	-------------------------------------

15°	→ 1 h
1°	→ 4 min
15'	→ 1 min
15"	→ 1 seg

Na figura abaixo mostramos o movimento aparente realizado pelo Sol em torno da Terra. Considerando a posição que o Sol ocupa em relação a determinado meridiano, podemos obter os diversos horários que ocorrem na superfície terrestre. É interessante observar no exemplo, que os locais que estão a esquerda da posição do Sol possuem horários mais cedo e os locais que estão a direita possuem horários mais tarde.



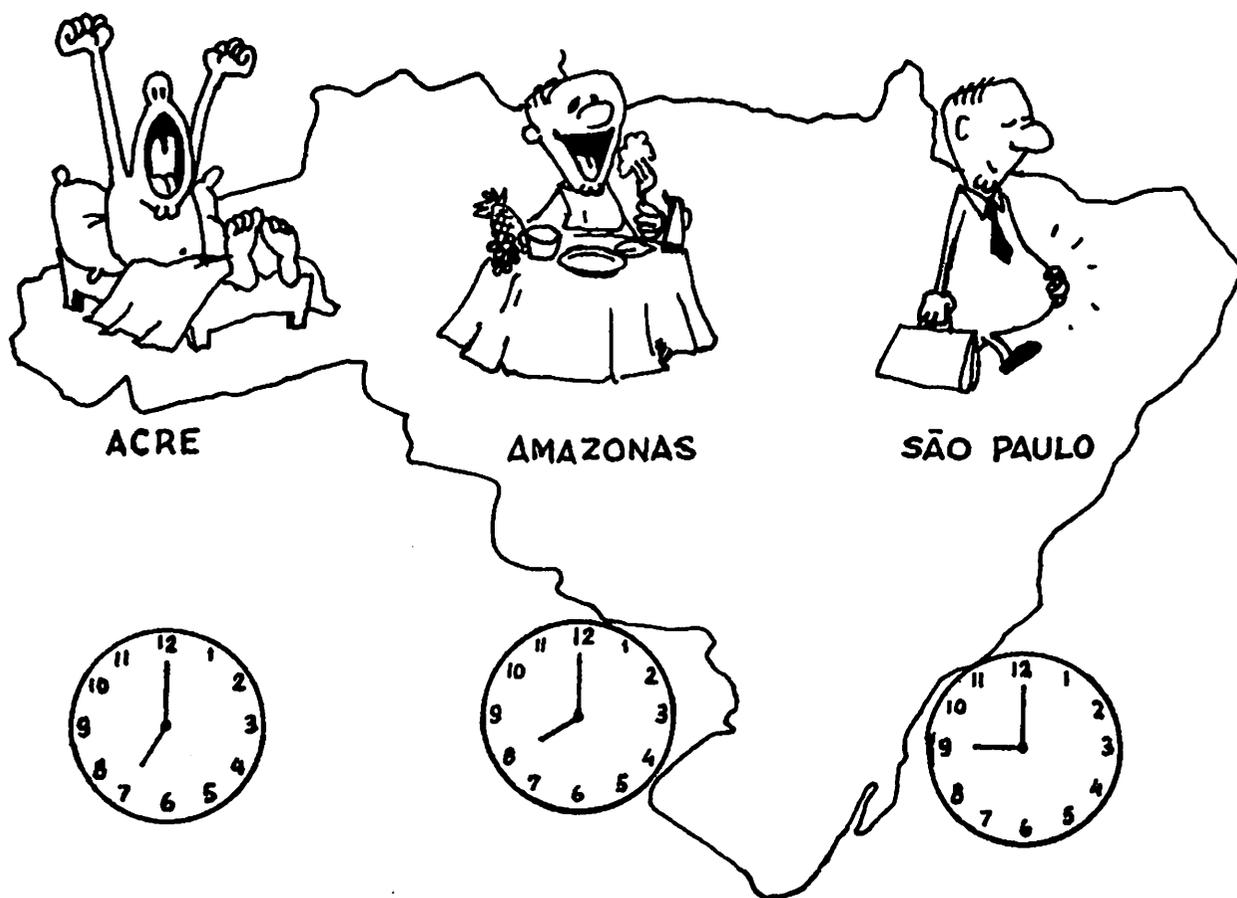
Desta maneira podemos entender o que ocorre, por exemplo, em diferentes regiões do Brasil num mesmo instante. A figura abaixo ilustra a situação que ocorre quando no Meridiano de Greenwich são 12h00. Como estamos a Oeste de Greenwich teremos horário mais cedo do que 12h00. Como São Paulo está situado na região do Meridiano de longitude 045°W (representa uma diferença de 3 horas em relação a Greenwich) o horário que ocorre é 09h00. No Amazonas (longitude 060°W) e Acre (longitude 075°W) a diferença é maior, ou seja, 4 e 5 horas de diferença do horário de Greenwich.

panhados da letra Z. Poderíamos dizer que esta é a hora Mundial.

Hora da Zona (HZ)

É a hora computada no meridiano central de uma determinada zona pré-estabelecida, que possui uma faixa de 15° de longitude, sendo que esta faixa se estende a 7°30' para E e W do meridiano de referência ou central. As zonas foram divididas segundo o que segue:

- A primeira zona tem como meridiano central o Meridiano de Greenwich (000°) e está compreendida entre as longitudes 007°30'W e 007°30'W.



Passemos agora a definir diversas horas.

Hora Universal Coordenada ou UTC (Universal Time Coordinated)

É a hora computada no Meridiano de Greenwich, válida para qualquer ponto da superfície terrestre, internacionalmente usada na Aviação. Também conhecida como Hora Z (Zulu, em fonia) ou Hora Média de Greenwich (GMT) expressando-se sempre em horas e minutos acom-

- As outras zonas tem como meridiano central as longitudes 015°, 030°, 045°, 060°, 075°, 090°, 105°, 120°, 135°, 150°, 165° E ou W e também o meridiano de longitude 180°, que na realidade produziu duas faixas de 7°30'.

Percebe-se então que para sabermos a Hora da Zona de uma localidade qualquer, temos que primeiro localizar a faixa e, após isso, o horário que ocorre no meridiano central desta faixa.

O Brasil adotou, em 1913, o sistema de fusos horários. Em virtude de sua grande extensão, o território brasileiro compreenderá 4 fusos horários, a saber:

1) Fuso O (+2) - arquipélago Fernando de Noronha e Ilha de Trindade.

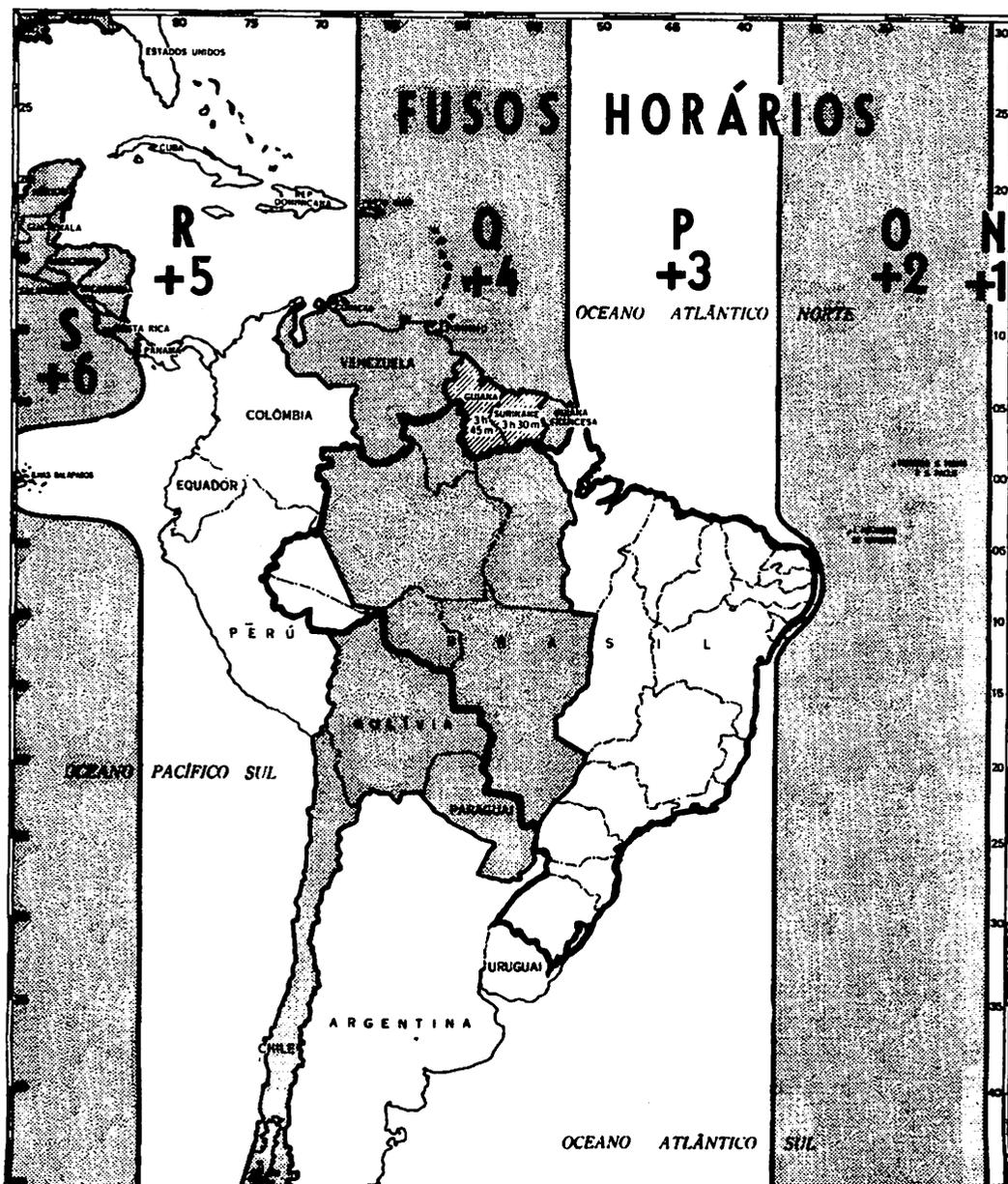
2) Fuso P (+3) - todo o litoral até os limites a Oeste do estado do Amapá, contorno do rio Xingú, estados de Goiás, São Paulo e região Sul.

3) Fuso Q (+4) - do fuso anterior até o arco de um círculo máximo que liga Tabatinga a Pouso Alegre (Acre).

4) Fuso R (+5) - do fuso anterior até os limites a Oeste com os países da América do Sul.

A figura abaixo mostra os fusos horári-

os adotados pelos países da América do Sul. As faixas de longitude de 15° são variáveis em função da Hora Legal adotada pelos países. Pode-se observar que a Argentina, mesmo estando situada na faixa do fuso horário +4, utiliza o fuso +3 para o cálculo da Hora Legal. A Guiana utiliza +3h45min e Suriname +3h30min. Eis, evidente, a diferença existente entre Hora Legal e Hora da Zona. Se, por exemplo, em Greenwich são 12h00, teríamos Fernando de Noronha com 10h00, Rio de Janeiro com 09h00, Manaus (Amazonas) com 08h00, Rio Branco (Acre) com 07h00, Suriname com 08h30, Guiana com 08h15, Argentina com 09h00.



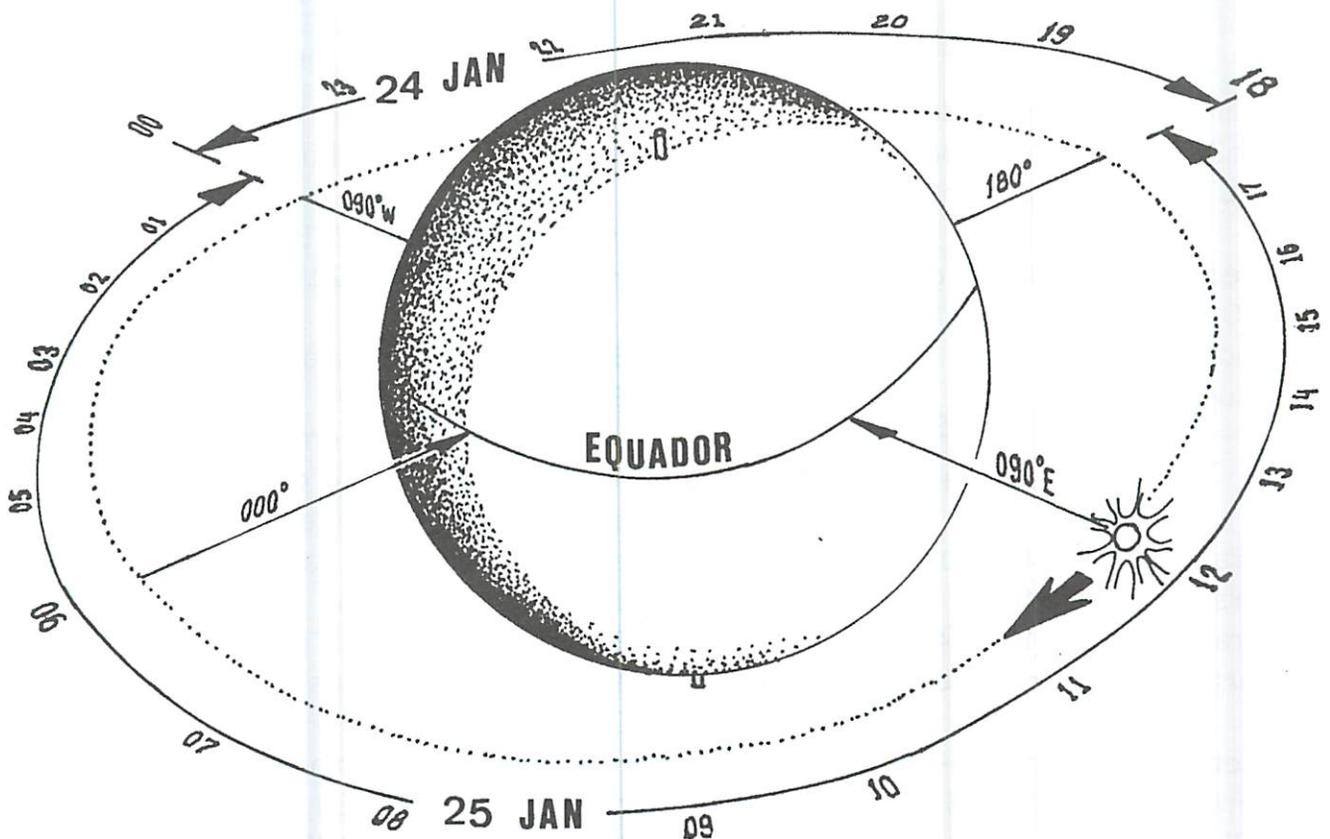
Mudança de Data nas Longitudes

Nas longitudes a Oeste (W), as horas da Zona, Locais e Legais sempre serão mais cedo do que a Hora no Meridiano de Greenwich (UTC), e nas longitudes a Este (E), as horas serão mais adiantadas. Isto ocorre devido ao movimento aparente do Sol em torno da Terra.

É fácil verificar, portanto, que irão ocorrer Mudanças de Data em certos locais da superfície terrestre. Por convenção, se considerarmos a Hora da Zona ou Local, haverá Mudança de Data obrigatória no meridiano 180° e, no caso de

considerar a Hora Legal, a mudança de data se verifica na Linha Internacional de Mudança de Data, também chamada de Datum Line. Esta linha, em virtude de Leis de Países, poderá não coincidir com o meridiano 180°, para evitar que certos países apresentassem dias diferentes em cada região.

Na figura abaixo, consideramos o Sol sobre o meridiano 090°E e assim originando horários diferentes para cada região. Observe que haverá Mudança de Data no meridiano 180° e no meridiano 090°W (oposto a posição do Sol).



Cálculos de Horas

Exemplo 1 - Se a Hora Local sobre o Meridiano 045°E é 12h00, qual a Hora Local (HLO) no Meridiano de Greenwich?

Solução: $45^\circ : 15^\circ = 3$ horas
 HLO Greenwich = 12h00 - 03h00
 HLO Greenwich = **09h00**

Exemplo 2 - No Meridiano 135°W são HLO = 13h30. Qual a HLO no Meridiano 047°W?
 Solução: DLO = $135^\circ - 047^\circ$
 DLO = 88°

88°	15°
restou 13°	$5h$
$13 \times 60 = 780'$	$15'$
	52 min

A diferença horária é de 5h 52 min
 HLO 047°W = 13h30 + 05h52 = **19h22**

Exemplo 3 - Se no Meridiano de Greenwich são 20h35, qual é a hora UTC na longitude 015°E?

Solução: É **2035Z**, pois a hora UTC é a computada no Meridiano de Greenwich, válida para qualquer ponto.

Exemplo 4 - Sabendo-se que HLO = 23h30 do dia 18 de janeiro na longitude 073°E, calcule data e hora UTC.

Solução:

73°	15°
restou 13°	4h

13° x 60 = 780'	15'
	52 min

A diferença horária é de 04h52
23h30 - 04h52 = 18h38

UTC = 1838Z do dia 18 de janeiro

Exemplo 5 - Na longitude 045°W a HLO = 22h40 do dia 31 de março. Qual a hora UTC?

Solução:

45°	15°
	3h

Hora UTC = 22h40 + 03h00

Hora UTC = 25h40

Hora UTC = 25h40 - 24h00

Hora UTC = 01h40 do dia 1° de Abril

Exemplo 6 - Sabendo-se que a Hora da Zona na longitude 055°E é 05h45, qual a HLO (Hora Local) nesta longitude?

Solução:

055°	15°
restou 10°	3h

Como o resto é maior que 7°30', adicionamos 1 hora na diferença horária, portanto, 3 + 1 = 4h. O meridiano central então é o de longitude 060°W.

060° - 055° = 5°

5° x 60 = 300'	15'
	20 min

HLO 055°E = 05h45 - 00h20

HLO 055°E = 05h25

Exemplo 7 - Sabe-se que a hora UTC = 1250Z. Calcule: Hora da Zona na longitude 038°W e Hora da Zona na longitude 139°E.

Solução:

38°	15°
restou 8°	2h

Como o resto é maior que 7°30', deve-se somar 1 hora no resultado obtido, pois estamos na faixa do meridiano 045°W

H Zona 038°W = 12h50 - (02h00 + 01h00)

H Zona 038°W = 09h50

139°	15°
restou 4°	9h

Como o resto é menor ou igual a 7°30', o cálculo da diferença horária está correto.

H Zona 139°W = 12h50 + 09h00

H Zona 139°W = 21h50

Exemplo 8 - Se uma aeronave decola de SBMQ (Macapá - AP), que tem fuso +3, para SBSN (Santarém - PA), que tem fuso +4, com tempo de vôo de 00h40, qual será HLE (Hora Legal) de SBSN que efetuará o pouso se na decolagem a HLE de SBMQ era 12h40?

Solução: 4 - 3 = 1h (diferença horária entre as duas cidades)

Quando SBMQ HLE = 12h40, em SBSN HLE = 11h40. 40 minutos após a aeronave pousa em SBSN, portanto:

11h40 + 00h40 = **12h20 (HLE SBSN)**

Exemplo 9 - Considerando Horas Locais, sabendo-se que na longitude de 125°45'W a HLO = 12h00, em quais longitudes haverá mudança de data?

Solução: A mudança de data ocorrerá na longitude 180° (por convenção) e na longitude que está oposta em 180° do local onde são 12h00.

180° - 125°45'

179°60' - 125°45' = **074°15'E**

Perfil de Subida e Descida

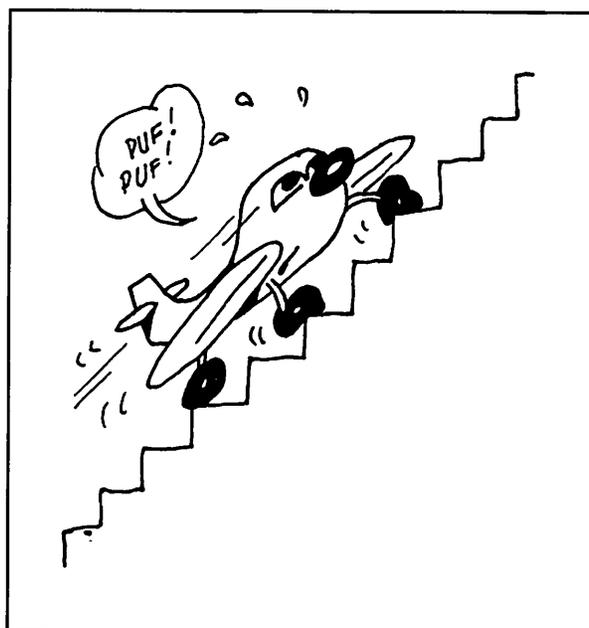
PERFIL DE SUBIDA

Após a decolagem de uma aeronave de um aeródromo, sabemos que a mesma executa uma subida para o nível de cruzeiro. Durante esta subida, ela percorre uma certa distância em relação ao aeródromo de partida e também gasta um determinado tempo de voo, elementos estes que o piloto necessita calcular. Este regime de voo é conhecido como perfil de subida, que vamos agora aprender a calcular.

Método das Médias

Os cálculos do perfil de subida pelo método das médias supõe uma aeronave que, durante a subida, mantém uma Razão de Subida constante (quantidade de distância vertical vencida por minuto) e uma Velocidade Indicada (VI) também constante. A Razão de Subida será lida no instrumento chamado Climb e é expressa em "pés por minuto". A Velocidade Indicada, evidentemente, é lida no velocímetro, normalmente expressa em nós (kt).

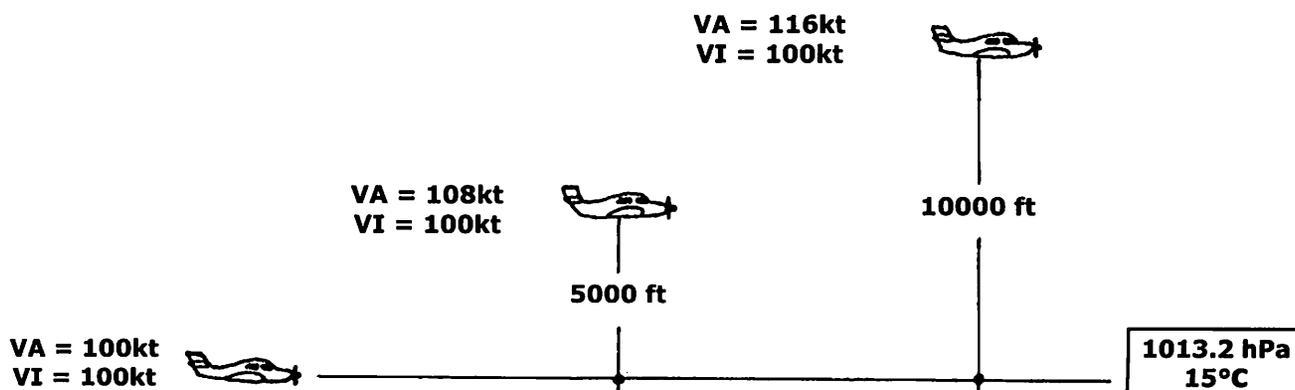
Deve-se observar, no entanto, que para uma Velocidade Indicada constante durante a subida, tem-se um acréscimo da Velocidade Aerodinâmica na medida em que a aeronave atinge altitudes maiores. Significa, portanto, que uma aeronave vence distâncias na horizontal cada vez maiores com o aumento da altitude alcançada, já que a Velocidade Aerodinâmica vai sofrendo aumento gradativo. A distância vertical vencida a cada mi-

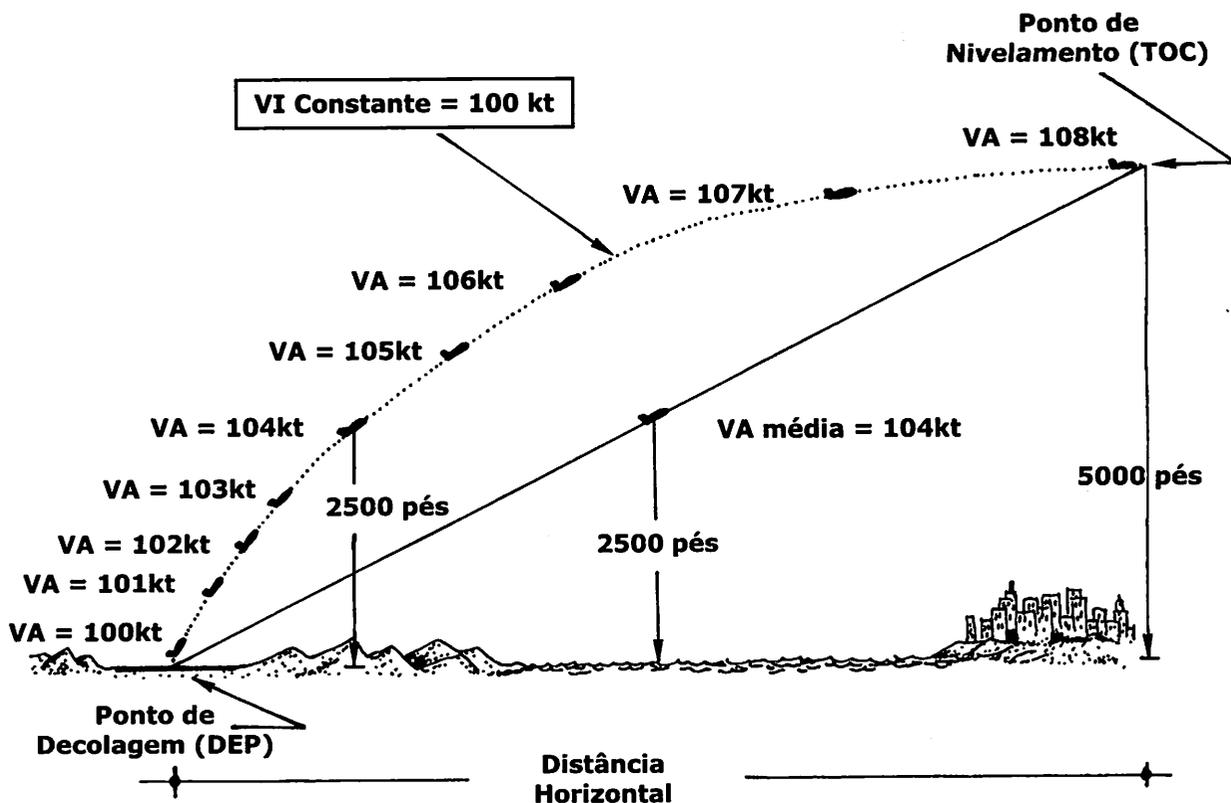


nuto não se alterará, já que a Velocidade Vertical (Razão de Subida) não sofrerá variação com o aumento da altitude durante uma subida.

Na página seguinte verificaremos como se processa todo este perfil de subida. Na figura abaixo temos o exemplo de uma aeronave que decola do nível de pressão padrão subindo até o FL 100. Observe que a VI (Velocidade Indicada) é a mesma (constante) em todas as altitudes, já a VA (Velocidade Aerodinâmica) é maior nas altitudes maiores.

O que é importante observar é que a VA, quando a aeronave encontra-se exatamente na metade da subida, é a média do trecho (108 kt é a média entre 100 kt e 116 kt).





Colocando isto num gráfico, verificamos que o perfil de subida real (linha pontilhada da figura acima - com VA variável) e o perfil de subida teórico (linha cheia da figura acima - com VA constante), atingem o mesmo ponto chamado TOC (Top of Climb) ou ponto de nivelamento. Este ponto está a uma certa distância vertical e horizontal no gráfico, em rela-

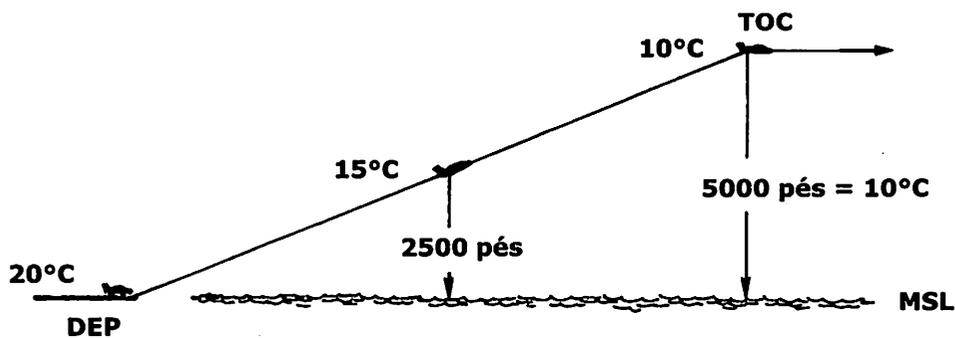
ção ao ponto de partida.

A conclusão é que, se precisarmos calcular a distância vencida na horizontal, podemos usar a Velocidade Aerodinâmica média como referência, em vez de utilizar diversas VA's como é no perfil de subida real. A seguir exemplificaremos os cálculos efetuados no perfil de subida.

Exemplo 1

Dados:

- Velocidade Indicada de Subida (VIS)..... 90 kt
- Elevação do aeródromo de decolagem (Elev) MSL
- Temperatura no aeródromo (TAD) 20°C
- Razão de Subida (RS) empregada 500 pés/min
- Vento atuante na subida (DV/VV) CALMO
- Nível de cruzeiro (FL) FL 50
- Consumo horário (CH) na subida 42 litros/h



Pede-se:

1) Quantidade de subida (QS) = distância vertical que a aeronave terá que vencer, contada a partir do ponto de decolagem (DEP) até o FL de cruzeiro.

QS = FL em centenas de pés - Elev

QS = 5000 pés - 0

QS = 5000 pés

2) Tempo de Subida (TS) = tempo gasto da DEP ao TOC

TS { RS = 500 pés/min
 QS = 5000 pés

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

3) Altitude média de subida (AMS) = é a altitude que a aeronave atinge, quando estiver na metade da distância vertical a vencer.

AMS = (FL + Elev) : 2

AMS = (5000 + 0) : 2

AMS = 2500 pés

4) Temperatura média de subida (TMS) = é a temperatura do ponto médio da subida.

TMS = (TAD + Temperatura no FL) : 2

TMS = (20°C + 10°C) : 2

TMS = 15°C

5) Velocidade aerodinâmica média de subida (VAMS ou VAS) = é a velocidade aerodinâmica na altitude média de subida.

VAMS { VIS = 90 kt
 AMS = 2500 pés
 TMS = 15°C

VAMS = 94 kt

6) Distância percorrida na subida (DS) = é a distância vencida na horizontal, do ponto de DEP ao TOC.

DS { TS = 10 min
 VS de subida = 94 kt

Neste caso, como o vento é calmo, a VS = VA, ou seja, a VS de subida é igual a VAMS.

$$\frac{94 \text{ NM}}{60 \text{ min}} = \frac{X \text{ NM}}{10 \text{ min}} \quad \mathbf{DS = 16 \text{ NM}}$$

7) Combustível gasto na subida (CG) = é a quantidade de combustível consumido durante a subida.

CG { CH = 42 litros/h
 TS = 10 min

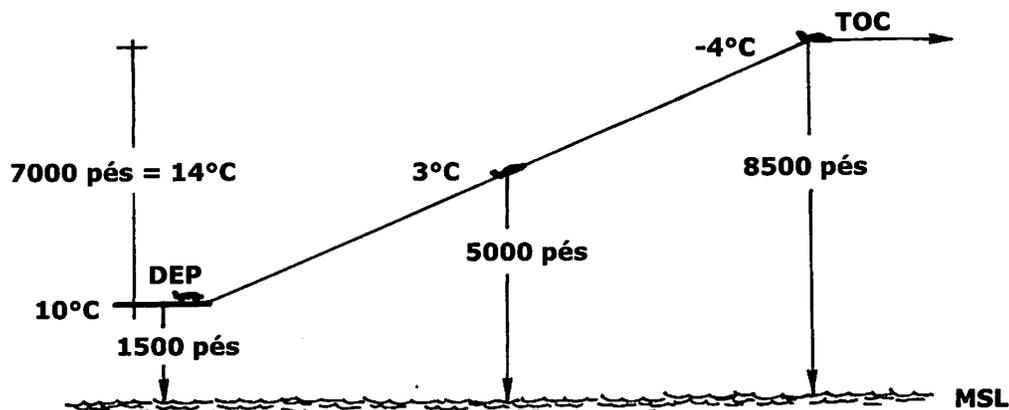
$$\frac{42 \text{ litros}}{60 \text{ min}} = \frac{X \text{ litros}}{10 \text{ min}} \quad \mathbf{CG = 7 \text{ litros}}$$

Obs: os cálculos acima são feitos utilizando o Computador de Voo.

Exemplo 2

Dados:

Hora da decolagem (HDEP) 1430Z
Elevação do aeródromo de decolagem (Elev) 1500 pés
Temperatura no aeródromo (TAD) 10°C
VI da subida (VIS) 105 kt
Razão de subida (RS) 640 pés/min
Vento na subida (DV/VV) desconhecido
Nível de cruzeiro (FL) FL 85
Consumo horário (CH) na subida 10,9 galões/h



Pede-se:

1) TS

$$TS \begin{cases} QS = 7000 \text{ pés} \\ RS = 640 \text{ pés/min} \end{cases}$$

$$\frac{640 \text{ pés}}{1 \text{ min}} = \frac{7000 \text{ pés}}{X \text{ min}} \quad \mathbf{TS = 11 \text{ min}}$$

2) AMS

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

$$AMS = (1500 \text{ pés} + 8500 \text{ pés}) : 2$$

$$\mathbf{AMS = 5000 \text{ pés}}$$

3) TMS

$$TMS = (\text{TAD} + \text{TFL}) : 2$$

$$TMS = (10^\circ\text{C} + [-4^\circ\text{C}]) : 2$$

$$\mathbf{TMS = 3^\circ\text{C}}$$

4) VAMS

$$VAMS \begin{cases} VIS = 105 \text{ kt} \\ AMS = 5000 \text{ pés} \\ TMS = 3^\circ\text{C} \end{cases}$$

$$\mathbf{VAMS = 113 \text{ kt}}$$

5) DS

$$DS \begin{cases} TS = 11 \text{ min} \\ VS \text{ na subida} = 113 \text{ kt} \end{cases}$$

Obs: como o vento é desconhecido, supor inicialmente $VS = VA$, portanto, VS de subida = $VAMS$

$$\frac{113 \text{ NM}}{60 \text{ min}} = \frac{X \text{ NM}}{11 \text{ min}} \quad \mathbf{DS = 21 \text{ NM}}$$

6) CG

$$CG \begin{cases} TS = 11 \text{ min} \\ CH = 10,9 \text{ galões/h} \end{cases}$$

$$\frac{10,9 \text{ galões}}{60 \text{ min}} = \frac{X \text{ galões}}{11 \text{ min}}$$

$$\mathbf{CG = 2 \text{ galões}}$$

7) Hora do TOC

$$\text{Hora TOC} = \text{Hora DEP} + \text{TS}$$

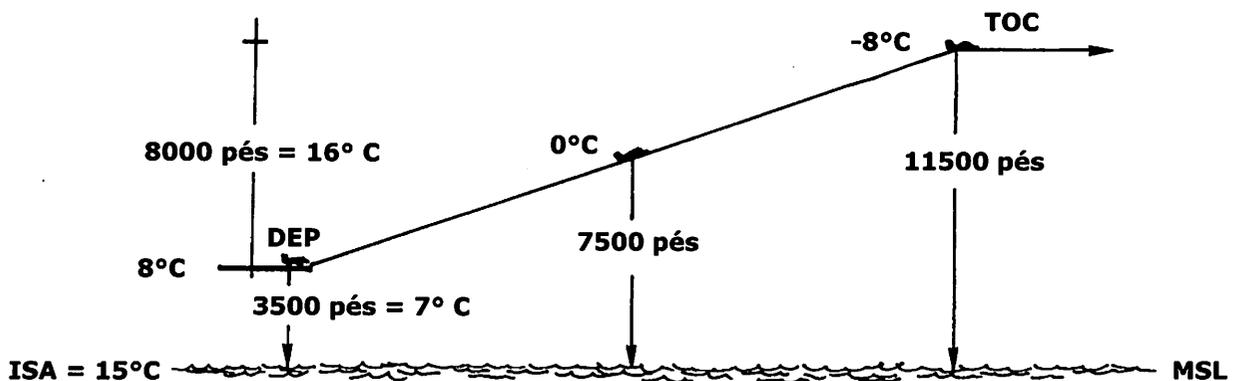
$$\text{Hora TOC} = 1430Z + 0011$$

$$\mathbf{\text{Hora TOC} = 1441Z}$$

Exemplo 3

Dados:

- Elevação no aeródromo DEP (Elev) 3500 pés
- Temperatura no aeródromo (TAD) ISA
- VI na subida (VIS) 112 kt
- Razão de subida (RS) 615 pés/min
- Nível de cruzeiro (FL) FL 115
- Rumo Verdadeiro (RV) na subida 090
- Vento na subida (DV/VV) 270°/25 kt



Pede-se:

1) TS

$$TS \begin{cases} QS = 8000 \text{ pés} \\ RS = 615 \text{ pés/min} \end{cases}$$

$$\frac{615 \text{ pés}}{1 \text{ min}} = \frac{8000 \text{ pés}}{X \text{ min}} \quad \mathbf{TS = 13 \text{ min}}$$

2) AMS

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

$$\text{AMS} = (3500 \text{ pés} + 11500 \text{ pés}) : 2$$

$$\text{AMS} = 7500 \text{ pés}$$

3) TMS

$$\text{TMS} = (\text{TAD} + \text{TFL}) : 2$$

$$\text{TMS} = (8^\circ\text{C} + [-8^\circ\text{C}]) : 2$$

$$\text{TMS} = 0^\circ\text{C}$$

4) VAMS

$$\text{VAMS} \begin{cases} \text{VIS} = 112 \text{ kt} \\ \text{AMS} = 7500 \text{ pés} \\ \text{TMS} = 0^\circ\text{C} \end{cases}$$

$$\text{VAMS} = 125 \text{ kt}$$

5) Proa Verdadeira (PV) de subida

$$\text{PV} = \text{RV} = 090$$

Obs: como o vento vem exatamente de cauda, a correção de deriva é nula, então a proa será o próprio rumo.

$$\text{PV} = 090$$

6) VS na subida

$$\text{VS} = \text{VAMS} + \text{VV}$$

$$\text{VS} = 125 \text{ kt} + 25 \text{ kt}$$

Obs: como o vento é exatamente de cauda, a VS = VA + VV, portanto

$$\text{VS} = \text{VAMS} + \text{VV}$$

$$\text{VS} = 150 \text{ kt}$$

7) DS

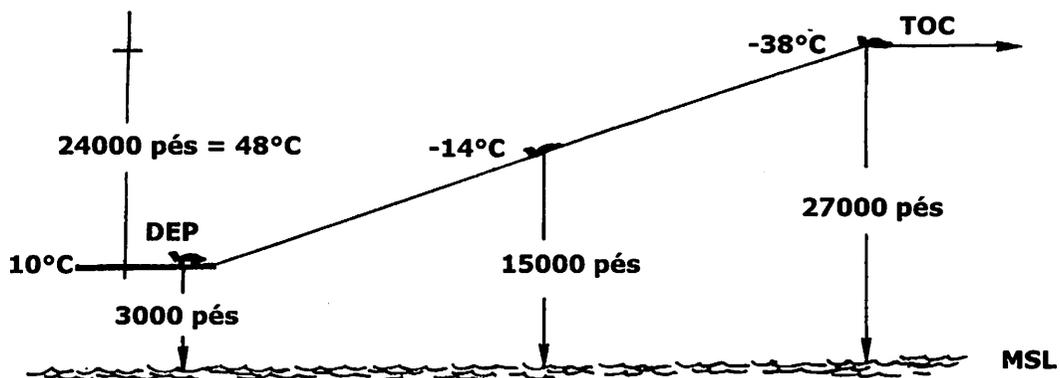
$$\text{DS} \begin{cases} \text{VS} = 150 \text{ kt} \\ \text{TS} = 13 \text{ min} \end{cases}$$

$$\frac{150 \text{ NM}}{60 \text{ min}} = \frac{X \text{ NM}}{13 \text{ min}} \quad \text{DS} = 32,5 \text{ NM}$$

Exemplo 4

Dados:

- Elevação no aeródromo DEP (Elev) 3000 pés
- Temperatura no aeródromo (TAD) 10°C
- Velocidade Calibrada (VC) na subida 165 kt
- Razão de subida (RS) 1150 pés/min
- Nível de cruzeiro (FL) FL 270
- Rumo Verdadeiro (RV) na subida 125
- Vento na subida (DV/VV) 170°/20 kt



Pede-se:

1) TS

$$\text{TS} \begin{cases} \text{QS} = 24000 \text{ pés} \\ \text{RS} = 1150 \text{ pés/min} \end{cases}$$

$$\frac{1150 \text{ pés}}{1 \text{ min}} = \frac{24000 \text{ pés}}{X \text{ min}}$$

$$\text{TS} = 21 \text{ min}$$

2) AMS

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

$$\text{AMS} = (3000 \text{ pés} + 27000 \text{ pés}) : 2$$

$$\text{AMS} = 15000 \text{ pés}$$

3) TMS

$$\text{TMS} = (\text{TAD} + \text{TFL}) : 2$$

$$\text{TMS} = (10^\circ\text{C} + [-38^\circ\text{C}]) : 2$$

$$\text{TMS} = -14^\circ\text{C}$$

4) VAMS

$$\text{VAMS} \begin{cases} \text{VIS} = \text{VC} = 165 \text{ kt} \\ \text{AMS} = 15000 \text{ pés} \\ \text{TMS} = -14^\circ\text{C} \end{cases}$$

$$\text{VAMS} = 208 \text{ kt}$$

5) PV na subida

Obs: como existe vento atuante soprando pela direita e proa, temos que fazer uma correção de deriva para a direita.

$$\begin{cases} \text{RV} = 125 & \text{Correção de Deriva} = \\ \text{VS} = ? & 4^\circ \text{ a direita, então} \\ \text{PV} = ? & \text{PV} = \text{RV} + \text{CD, e} \\ \text{VA} = 208 \text{ kt} & \text{a VS} = 194 \text{ kt} \\ \text{DV} = 170^\circ & \\ \text{VV} = 20 \text{ kt} & \end{cases} \quad \text{PV} = 129$$

6) DS

$$\text{DS} \begin{cases} \text{VS} = 194 \text{ kt} \\ \text{TS} = 21 \text{ min} \end{cases}$$

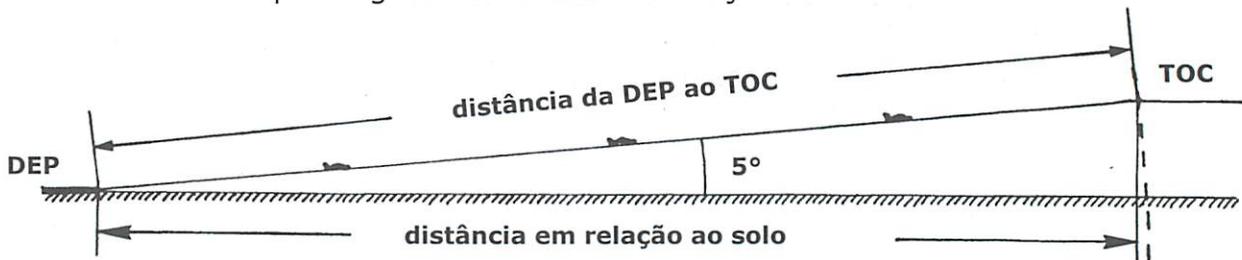
$$\frac{194 \text{ NM}}{60 \text{ min}} = \frac{X \text{ NM}}{21 \text{ min}}$$

$$\text{DS} = 68 \text{ NM}$$

Nota: o cálculo da distância percorrida sempre terá que ser feito referenciada à velocidade em relação ao solo.

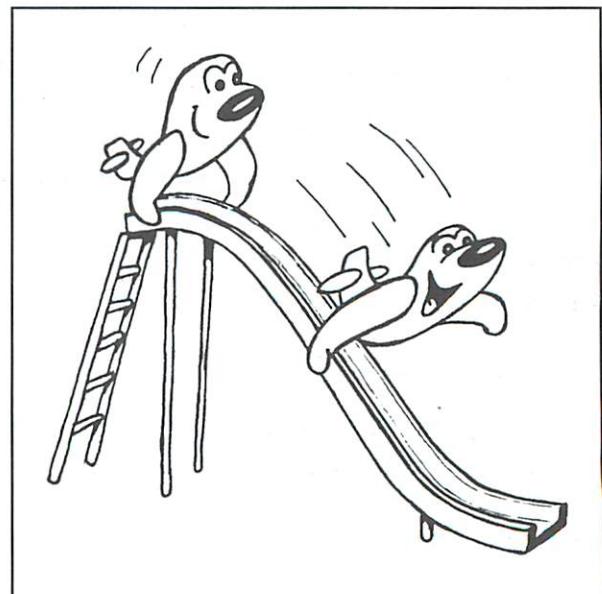
Observação Importante

Poderíamos questionar o cálculo da distância de subida horizontal utilizando a velocidade desenvolvida ao longo do perfil de subida (linha ligando o ponto de decolagem ao ponto de nivelamento), que é em diagonal. No entanto, como o ângulo de subida de uma aeronave é em torno de 5° , pode-se dizer que a distância na diagonal é aproximadamente a distância na horizontal. A figura a seguir mostra que a distância da DEP ao TOC é quase igual a distância em relação ao solo.



PERFIL DE DESCIDA

Durante a aproximação para um aeródromo no qual a aeronave pretende pousar, em virtude da mesma estar voando em regime de cruzeiro num determinado nível, é de se aceitar que a mesma inicie uma trajetória em vôo descendente, da altitude que vinha voando para chegar ao aeródromo na altitude de pouso. Esta trajetória, chamada de perfil de descida, inicia num ponto batizado de TOD (Top of Descending = Topo de Descida), que está a uma certa altitude e distância do aeródromo no qual se pretende pousar, e termina na pista de pouso.



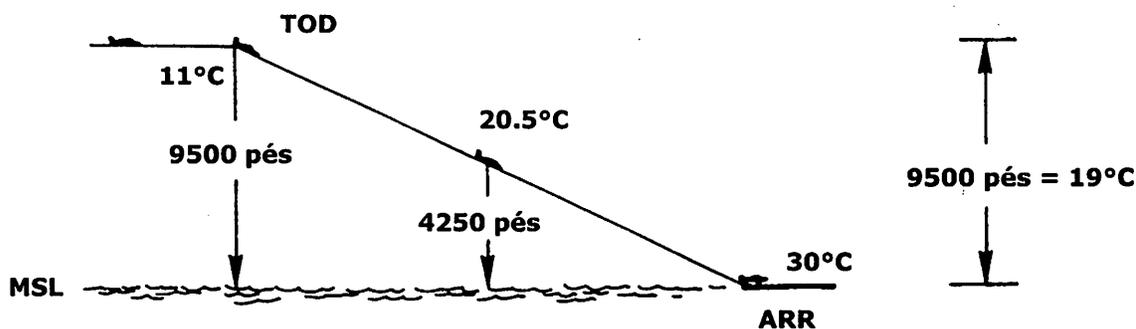
Todos os cálculos do perfil de descida são idênticos ao do perfil de subida, ou seja; Altitude média de descida, temperatura média de descida, velocidade aerodinâmica média de descida, tempo de descida, consumo médio de descida e etc.

Tal qual acontece no perfil de subida, no perfil de descida iremos considerar que a aeronave manterá uma velocidade indicada (VI) e uma razão de descida com valores constantes. A seguir, exemplificaremos estes cálculos.

Exemplo 1

Dados:

Velocidade indicada (VI) de descida	100 kt
FL (Nível de Cruzeiro) voado	FL 95
Temperatura no FL (TFL) 95	11°C
Elevação do aeródromo de pouso (Elev)	MSL
Razão de descida (RD)	500 pés/min
Consumo horário (CH) na descida	35 litros/h
RV (Rumo Verdadeiro) na descida	020
Vento (DV/VV) na descida	020°/20 kt



Pede-se:

1) Quantidade de Descida (QD) = distância vertical que a aeronave terá que descer, contada a partir do nível FL de cruzeiro até o aeródromo.

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

$$QD = 9500 \text{ pés} - 0 \text{ pé}$$

$$QD = 9500 \text{ pés}$$

2) Tempo de Descida (TD) = tempo gasto do TOD ao pouso (ARR)

$$TD \begin{cases} RD = 500 \text{ pés/min} \\ QD = 9500 \text{ pés} \end{cases}$$

$$\frac{500 \text{ pés}}{1 \text{ min}} = \frac{9500 \text{ pés}}{X \text{ min}} \quad \mathbf{TD = 19 \text{ min}}$$

3) Altitude Média de Descida (AMD) = altitude que a aeronave atinge quando estiver na metade da distância vertical a descer.

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

$$AMD = (0 + 9500) : 2$$

$$\mathbf{AMD = 4750 \text{ pés}}$$

4) Temperatura Média de Descida (TMD) = é a temperatura do ponto médio de descida.

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

$$TMD = (30^\circ\text{C} + 11^\circ\text{C}) : 2$$

$$\mathbf{TMD = 20,5^\circ\text{C}}$$

5) Velocidade Aerodinâmica de Descida (VAD) = VA na Altitude Média de Descida.

$$VAD \begin{cases} VI = 100 \text{ kt} \\ AMD = 1750 \text{ pés} \\ TMD = 20,5^\circ\text{C} \end{cases}$$

$$\mathbf{VAD = 110 \text{ kt}}$$

6) PV (Proa Verdadeira) na Descida. (como o vento é exatamente de proa, a CD (Correção de Deriva) é zero)

$$\mathbf{PV = RV = 020}$$

7) Velocidade no Solo (VS) na Descida. (como o vento é exatamente de proa, a VS = VA - VV, portanto:)

$$VS = 110 - 20 \quad \mathbf{VS \text{ desc.} = 90 \text{ kt}}$$

8) Distância do aeródromo de pouso que deverá iniciar a descida = é a distância horizontal do ponto do TOD ao ARR (Arrival = pouso).

Dist. $\left\{ \begin{array}{l} VS = 90 \text{ kt} \\ TD = 19 \text{ min} \end{array} \right.$ **Dist. = 28,5 NM**

9) Combustível gasto na descida.

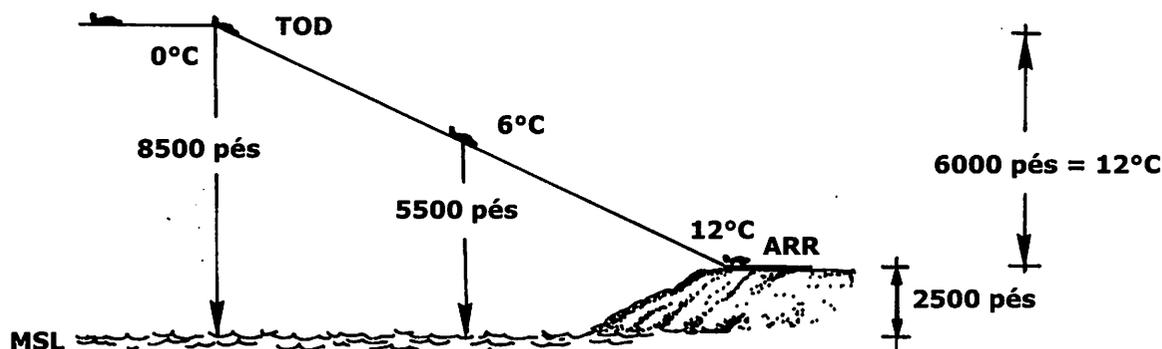
Comb. $\left\{ \begin{array}{l} CH = 35 \text{ litros/h} \\ TD = 19 \text{ min} \end{array} \right.$

Comb. = 11,1 litros

Exemplo 2

Dados:

- Velocidade indicada (VI) de descida 90 kt
- FL (Nível de Cruzeiro) voado FL 85
- Temperatura no FL (TFL) 85 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
- RV (Rumo Verdadeiro) na descida 150
- Vento (DV/VV) na descida 280°/15 kt



Pede-se:

1) Quantidade de Descida (QD)

$QD = FL - Elev$

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

QD = 6000 pés

2) Tempo de Descida (TD)

$TD \left\{ \begin{array}{l} RD = 400 \text{ pés/min} \\ QD = 6000 \text{ pés} \end{array} \right. \quad \mathbf{TD = 15 \text{ min}}$

3) Altitude Média de Descida (AMD)

$AMD = (Elev + FL) : 2$

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

AMD = 5500 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°C

5) VA de Descida (VAD)

$VAD \left\{ \begin{array}{l} VI = 90 \text{ kt} \\ AMD = 5500 \text{ pés} \\ TMD = 6^\circ\text{C} \end{array} \right. \quad \mathbf{VAD = 98 \text{ kt}}$

6) PV na Descida

(como existe vento atuante soprando pela direita e cauda, temos que fazer uma CD (Correção de Deriva) para a direita e teremos VS maior do que a VA)

$\left\{ \begin{array}{l} RV = 150 \\ VS = ? \\ PV = ? \\ VA = 98 \text{ kt} \\ DV = 280^\circ \\ VV = 15 \text{ kt} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{Correção de Deriva} \\ \text{de } 7^\circ \text{ para a direita,} \\ \text{então a} \\ PV = RV + CD, \\ \text{e a } VS = 107 \text{ kt} \end{array}$

PV = 157

7) Dist. TOD ao ARR

Dist. $\left\{ \begin{array}{l} VS = 107 \text{ kt} \\ TD = 15 \text{ min} \end{array} \right. \quad \mathbf{Dist. = 27 \text{ NM}}$

8) Combustível Consumido na Descida.

Comb. $\left\{ \begin{array}{l} CH = 30 \text{ Litros/h} \\ TD = 15 \text{ min} \end{array} \right.$

Comb. = 7,5 Litros

Perfil de Descida em Mudança de FL

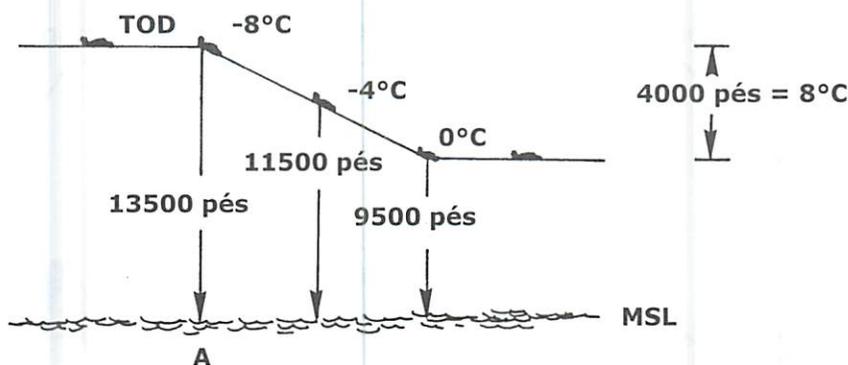
Em algumas situações, uma aeronave utiliza mais de um FL de cruzeiro na sua rota e, isto ocorrendo, obriga uma mudança de FL em certo ponto da rota. No

caso da aeronave ter de abandonar um FL para atingir outro FL menor, a mesma realizaria um pequeno perfil de descida, que também pode ser calculado conforme o exemplo seguinte.

Exemplo

“Uma aeronave voando no FL 135 prevê a partir do ponto 'A', iniciar uma descida para atingir o FL 095, com os seguintes dados”:

Velocidade Indicada (VI) de descida	125 kt
Temperatura no FL (TFL) 135	-8°C
Razão de Descida (RD)	670 pés/min
Consumo Horário (CH) na descida	60 litros/h
RV (Rumo Verdadeiro) na descida	250
Vento (DV/VV) na descida	190°/25 kt



Pede-se:

1) Quantidade de Descida (QD)

QD = FL voado - FL a atingir

QD = 13500 pés - 9500 pés

QD = 4000 pés

2) Tempo de Descida (TD)

TD $\left\{ \begin{array}{l} \text{RD} = 670 \text{ pés/min} \\ \text{QD} = 4000 \text{ pés} \end{array} \right. \quad \mathbf{TD = 6 \text{ min}}$

3) Altitude Média de Descida (AMD)

AMD = (FL voado + FL a atingir) : 2

AMD = (13500 pés + 9500 pés) : 2

AMD = 11500 pés

4) Temperatura Média de Descida (TMD)

TMD = (TFL 095 + TFL 135) : 2

TMD = (0°C + [-8°C]) : 2

TMD = -4°C

5) VA de Descida (VAD)

VAD $\left\{ \begin{array}{l} \text{VI} = 125 \text{ kt} \\ \text{AMD} = 11500 \text{ pés} \\ \text{TMD} = -4^\circ\text{C} \end{array} \right.$

VAD = 150 kt

6) PV na Descida

(como o vento sopra pela esquerda e de proa, é necessária uma correção de deriva contra o vento e a VS será menor que a VA)

$\left\{ \begin{array}{l} \text{RV} = 250 \\ \text{VS} = ? \\ \text{PV} = ? \\ \text{VA} = 150 \text{ kt} \\ \text{DV} = 190^\circ \\ \text{VV} = 25 \text{ kt} \end{array} \right.$

Correção de Deriva de 8° para a esquerda, então a PV = RV + (-CD), e a VS = 132 kt

PV = 242

7) Dist. na descida

Dist. $\left\{ \begin{array}{l} \text{VS} = 132 \text{ kt} \\ \text{TD} = 6 \text{ min} \end{array} \right.$

Dist. = 13 NM

8) Combustível Consumido na Descida.

Comb. $\left\{ \begin{array}{l} \text{CH} = 60 \text{ Litros/h} \\ \text{TD} = 6 \text{ min} \end{array} \right.$

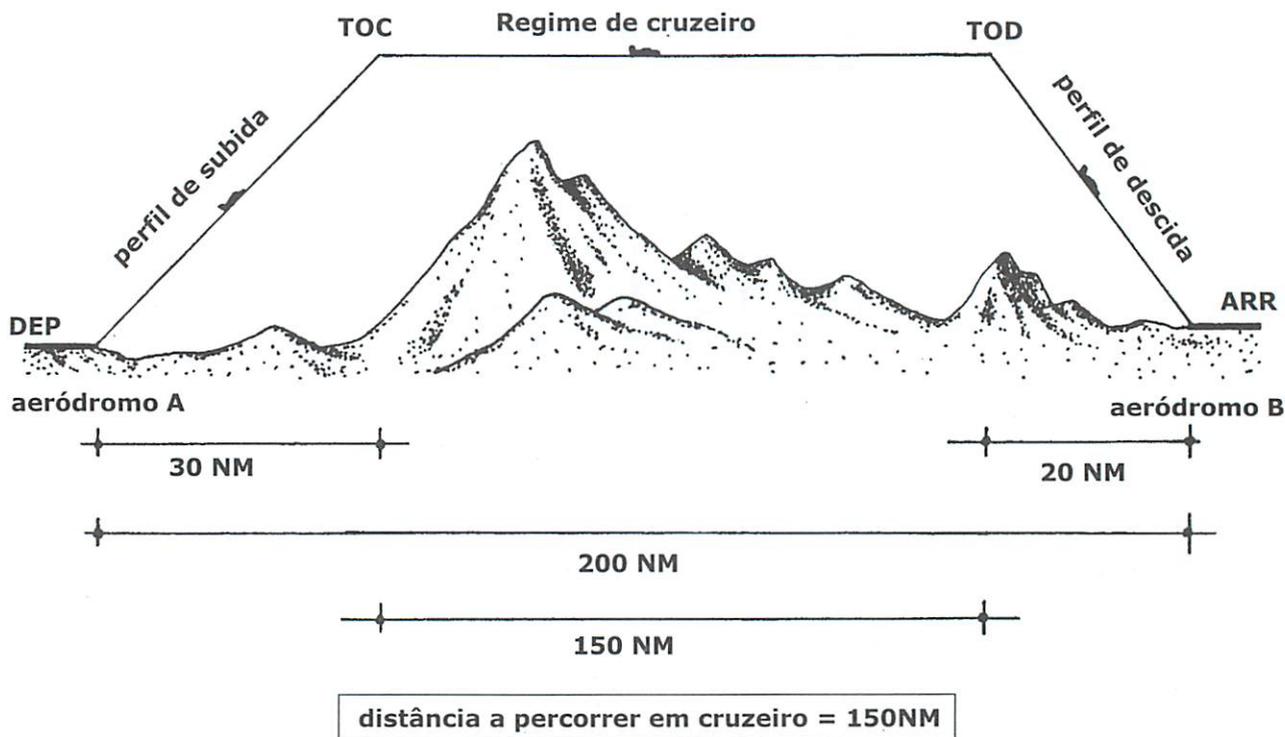
Comb. = 6 Litros

Regime de Cruzeiro

Após o TOC (Top of Climb), a aeronave voa no que chamamos de regime de cruzeiro. É uma trajetória nivelada, onde o ponto onde a aeronave nivelou é a referência inicial e o ponto onde a aeronave iniciou a descida (TOD = Top of Descending) é a referência final. Sendo assim, percebe-se que inicialmente os perfis de subida e o de descida já devem ter sido calculados, para sabermos de que ponto a que ponto considera-

mos regime de cruzeiro. Por exemplo, num trecho do aeródromo "A" para aeródromo "B" tem-se uma distância de 200 NM e sabe-se que a aeronave, ao atingir o Ponto de Nivelamento, já havia percorrido 30NM a partir de "A" e que terá que iniciar a descida para pouso no aeródromo "B" a 20 NM antes deste. Qual seria a distância a percorrer no regime de cruzeiro? A figura abaixo ilustra o voo.

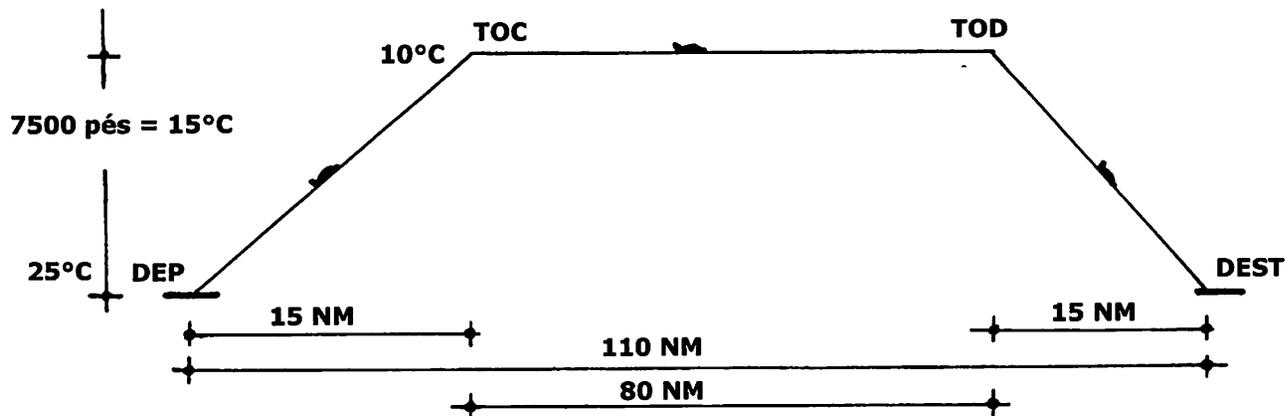
representação de um voo entre dois aeródromos com todos os regimes de voo



Exemplo 1

Dados:

Elevação do aeródromo de DEP	MSL
Temperatura no aeródromo de DEP	25°C
Nível de cruzeiro	FL 75
Distância percorrida na subida	15 NM
Distância entre a DEP e o destino	110 NM
Distância percorrida na descida	15 NM
VI de cruzeiro	100 kt
Consumo horário em cruzeiro	55 litros/h
Vento no FL 75	calmo
RV (Rumo Verdadeiro) em cruzeiro	125



Pede-se:

1) Distância a percorrer no regime de cruzeiro (TOC/TOD):

$$\text{TOC/TOD} = \text{DEP/DEST} - [\text{sub.} + \text{desc.}]$$

$$\text{TOC/TOD} = 110 - [15 + 15]$$

$$\text{TOC/TOD} = 110 - 30$$

$$\text{TOC/TOD} = 80 \text{ NM}$$

2) Velocidade Aerodinâmica (VA) em cruzeiro:

$$\text{VA} \begin{cases} \text{VI} = 100 \text{ kt} \\ \text{FL} = 75 \\ \text{TFL} = 10^\circ\text{C} \end{cases}$$

$$\text{VA} = 114 \text{ kt}$$

3) Proa Verdadeira (PV) em cruzeiro:

(como o vento é calmo, a correção de deriva é nula, ou seja, a proa será igual ao rumo).

$$\text{PV} = 125$$

4) Tempo de vôo (TV) em cruzeiro:

$$\text{TV} \begin{cases} \text{dist. TOC/TOD} = 80 \text{ NM} \\ \text{VS cruzeiro} = 114 \text{ kt} \end{cases}$$

$$\frac{114 \text{ NM}}{60 \text{ min}} = \frac{80 \text{ NM}}{X \text{ min}}$$

(como o vento é calmo, a VS será igual a VA)

$$\text{TV} = 42 \text{ min}$$

5) Combustível consumido (CG) em cruzeiro:

$$\text{CG} \begin{cases} \text{CH} = 55 \text{ litros/h} \\ \text{TV} = 42 \text{ min} \end{cases}$$

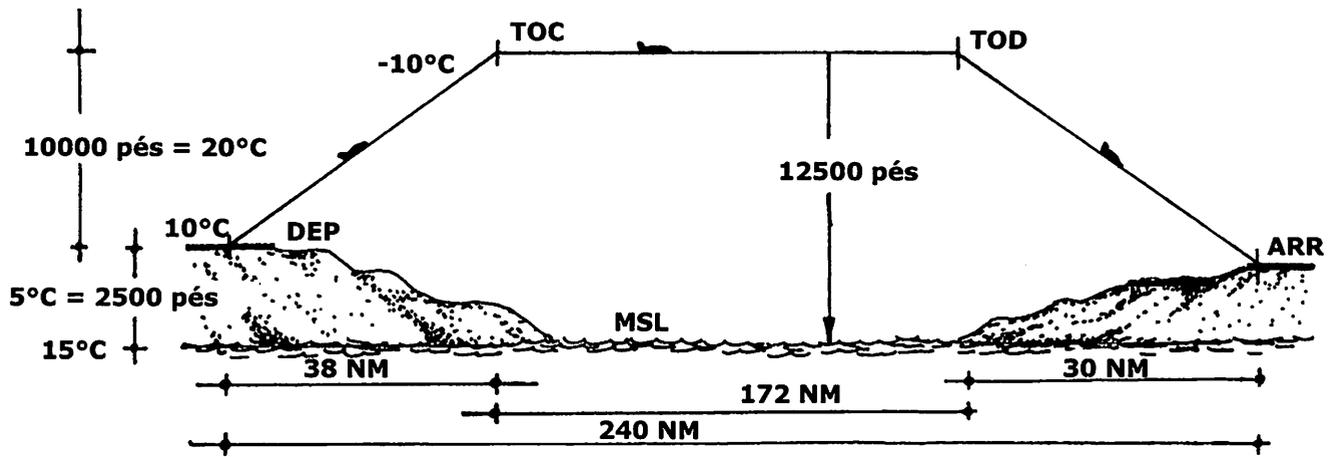
$$\frac{55 \text{ litros}}{60 \text{ min}} = \frac{X \text{ litros}}{42 \text{ min}}$$

$$\text{CG} = 38,5 \text{ litros}$$

Exemplo 2

Dados:

Hora da decolagem	1350Z
Elevação do aeródromo de DEP	2500 pés
Temperatura no aeródromo de DEP	ISA
Nível de cruzeiro	FL 125
Distância percorrida na subida	38 NM
Tempo de Subida	20 min
Velocidade Calibrada (VC) de cruzeiro	150 kt
Rumo Verdadeiro (RV) DEP/DEST	310
Vento em cruzeiro	130°/30kt
Consumo horário em cruzeiro	130 litros/h
Distância DEP/DEST	240 NM
Distância de descida	30 NM



Pede-se:

1) VA de cruzeiro:

$$VA \begin{cases} VI = VC = 150 \text{ kt} \\ FL = 125 \\ TFL = -10^\circ\text{C} \end{cases}$$

VA = 181 kt

2) Proa Verdadeira (PV) após nivelar:

$$PV = RV = 310$$

(neste caso, o vento vem exatamente de cauda, portanto a correção de deriva é nula)

PV = 310

3) Velocidade no Solo (VS) de cruzeiro:

$$VS = VA + VV$$

$$VS = 181 \text{ kt} + 30 \text{ kt}$$

VS = 211 kt

(como o vento é de cauda, para obter a VS soma-se a VA com o vento [VV])

4) Tempo de Vôo (TV) em cruzeiro:

$$TV \begin{cases} \text{dist. TOC/TOD} = 172 \text{ NM} \\ VS = 211 \text{ kt} \end{cases}$$

$$\frac{211 \text{ NM}}{60 \text{ min}} = \frac{172 \text{ NM}}{X \text{ min}}$$

TV = 49 min

5) Combustível Gasto (CG) em cruzeiro:

$$CG \begin{cases} CH = 130 \text{ litros/h} \\ TV = 49 \text{ min} \end{cases}$$

$$\frac{130 \text{ litros}}{60 \text{ min}} = \frac{X \text{ litros}}{49 \text{ min}}$$

CG = 106 litros

6) Hora estimada para iniciar a descida:

$$H \text{ TOD} = H \text{ DEP} + TV \text{ sub.} + TV \text{ cruz.}$$

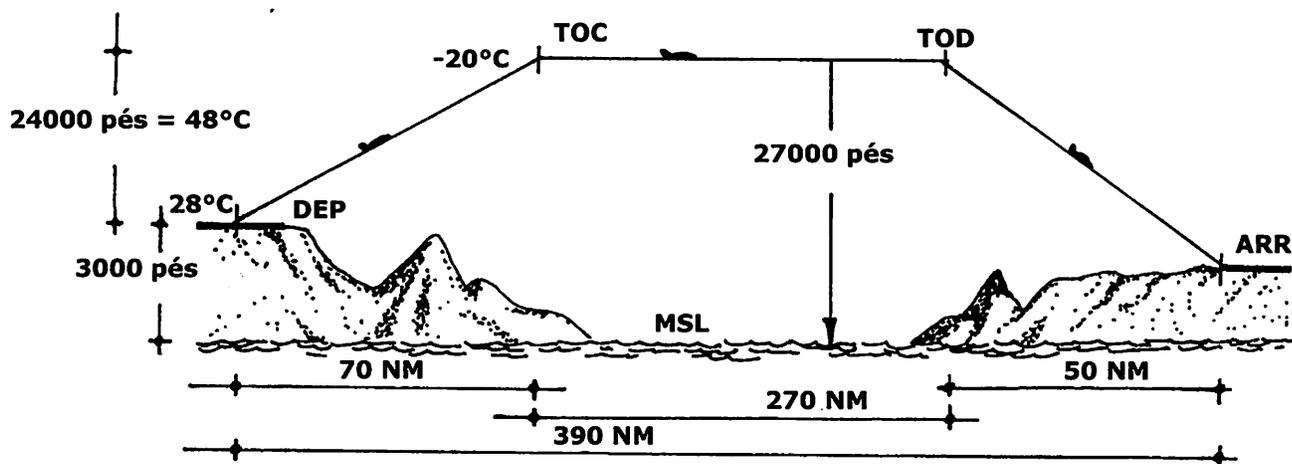
$$H \text{ TOD} = 1350 + 0020 + 0049$$

HTOD = 1459Z

Exemplo 3

Dados:

Hora da DEP	1620Z
Elevação do aeródromo de DEP	3000 pés
Temperatura no aeródromo de DEP	28°C
Nível de cruzeiro	FL 270
Distância DEP/TOC	70 NM
Tempo de Subida	16 min
VI de cruzeiro	280 kt
Rumo Verdadeiro (RV) DEP/DEST	205
Vento em cruzeiro	070°/35kt
Distância DEP/DEST	390 NM
Consumo de cruzeiro	4500 libras/h
Distância de descida	50 NM



Pede-se:

1) Distância em cruzeiro:

$$D = \text{DEP/DEST} - [\text{DEP/TOC} + \text{TOD/ARR}]$$

$$D = 390 \text{ NM} - [70 \text{ NM} + 50 \text{ NM}]$$

$$D = 390 \text{ NM} - 120 \text{ NM}$$

$$\mathbf{D = 270 \text{ NM}}$$

2) VA de cruzeiro:

$$\text{VA} \begin{cases} \text{VI} = 280 \text{ kt} \\ \text{FL} = 270 \\ \text{TFL} = -20^\circ\text{C} \end{cases}$$

$$\mathbf{VA \text{ de cruzeiro} = 450 \text{ kt}}$$

3) Proa Verdadeira (PV) em cruzeiro:

(como o vento é pela esquerda e de cauda, há necessidade de uma correção de deriva para a esquerda)

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{RV} = 205 \\ \text{VS} = ? \\ \text{PV} = ? \\ \text{VA} = 450 \text{ kt} \\ \text{DV} = 070^\circ \\ \text{VV} = 35 \text{ kt} \end{array} \right.$$

$$\text{CD} = 3^\circ \text{ à esquerda}$$

$$\text{PV} = \text{RV} + [-\text{CD}]$$

$$\text{PV} = \text{RV} - \text{CD}$$

$$\text{PV} = 205 - [3]$$

$$\text{PV} = 202 \text{ e } \text{VS} = 475 \text{ kt}$$

$$\mathbf{PV = 202}$$

4) Tempo de Vôo (TV) em cruzeiro:

$$\text{TV} \begin{cases} \text{VS} = 475 \text{ kt} \\ \text{dist. TOC/TOD} = 270 \text{ NM} \end{cases}$$

$$\frac{475 \text{ NM}}{60 \text{ min}} = \frac{270 \text{ NM}}{X \text{ min}}$$

$$\mathbf{TV = 34 \text{ min}}$$

5) Combustível Gasto (CG) em cruzeiro:

$$\text{CG} \begin{cases} \text{CH} = 4500 \text{ libras/h} \\ \text{TV} = 34 \text{ min} \end{cases}$$

$$\frac{4500 \text{ libras}}{60 \text{ min}} = \frac{X \text{ libras}}{34 \text{ min}}$$

$$\mathbf{CG = 2550 \text{ libras}}$$

6) Estimado para iniciar a descida:

$$\text{Est. TOD} = \text{H DEP} + \text{T sub.} + \text{T TOC/TOD}$$

$$\text{Est. TOD} = 1620 + 0016 + 0034$$

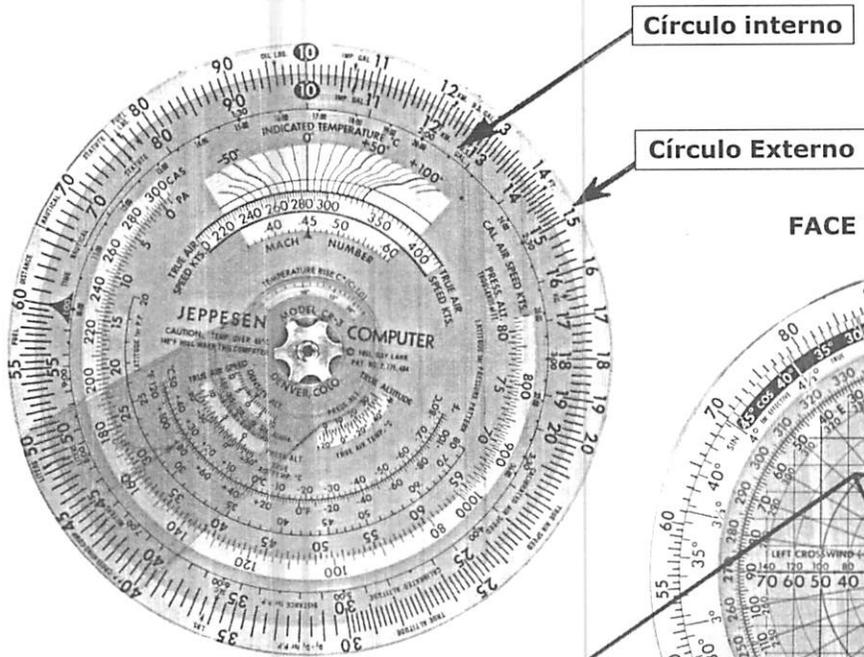
$$\mathbf{\text{Est. TOD} = 1710Z}$$

CONCLUSÃO:

Verificamos que os cálculos do Regime de Cruzeiro só podem ser realizados após os cálculos dos Regime de Subida e Descida.

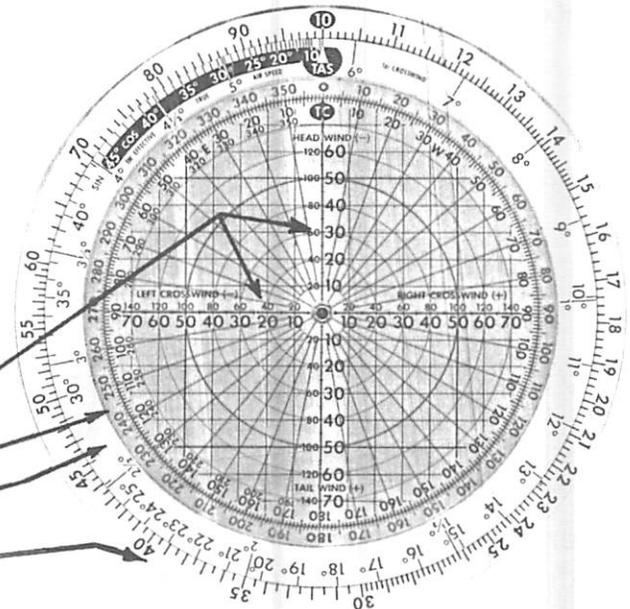
COMPUTADOR CIRCULAR

FACE "A" OU "DE CÁLCULO"



FACE "B" OU "DO VENTO"

- Escala Vertical e Horizontal
- Rosa dos Ventos Verde
- Escala Angular
- Escala de Velocidades



Face de Cálculo

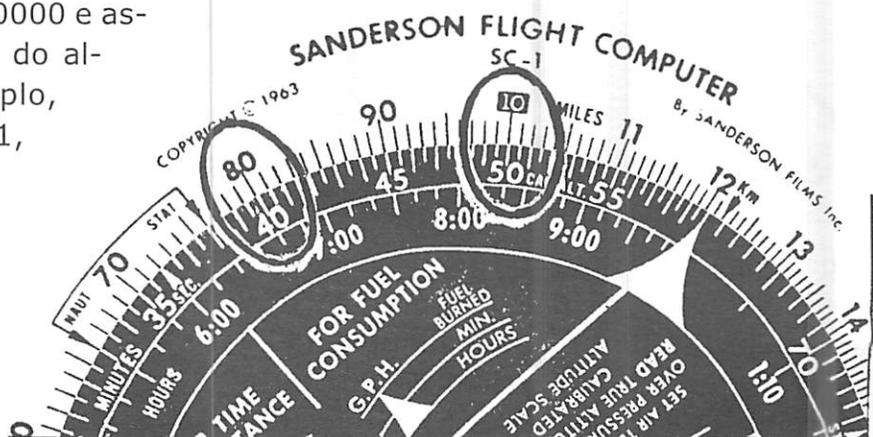
Representação de números no computador

Os números no computador (círculo fixo e móvel) não estão necessariamente com o seu ponto decimal fixo, sendo necessário portanto, interpretar a posição da vírgula em qualquer resultado obtido. Isto quer dizer, por exemplo, que a posição do algarismo 10 pode estar representando o resultado 0.01, 0.1, 1, 10, 100, 1000, 10000 e assim por diante. O lugar do algarismo 91, por exemplo, poderia representar 9.1, 910, 9100, etc, dependendo da resposta lógica do cálculo efetuado. Os cálculos efetuados pelos círculos fixo e móvel são originados de uma regra de três.

Exemplo: se 80 é o dobro de 40, 10 é o dobro de qual número?

Resposta: 5 (observe que 50 [algarismo lido] não é a metade de 10. O ponto decimal, pela lógica, foi deslocado uma casa para a esquerda.

$$\frac{80}{40} = \frac{10}{X}$$



a) Velocidade no solo, tempo de vôo e distância

Exemplo 1

Dados:

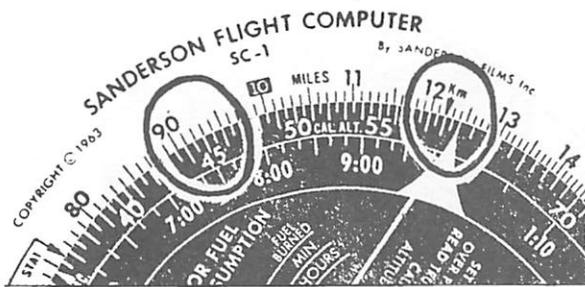
velocidade no solo (VS) = 124 km/h,
distância a percorrer = 93 km.

Pede-se: tempo a voar

Solução: ajusta-se 124 sobre 60 (seta horária) e lê-se o tempo em minutos abaixo de 93.

$$\frac{124 \text{ km}}{60 \text{ min}} = \frac{93 \text{ km}}{X \text{ min}}$$

Resposta: 45 min



Exemplo 2

Dados: Ground Speed (GS) = 85 kt (milha náutica por hora), tempo voador = 01h31.

Pede-se: distância percorrida.

Solução: ajusta-se 85 sobre 60, lê-se acima de 91 (01h31) a distância percorrida.

$$\frac{85 \text{ NM}}{60 \text{ min}} = \frac{X \text{ NM}}{91 \text{ min}} \quad (01h31)$$

Resposta: 129 NM



(Note que existe uma sub-escala de horas que facilita os cálculos quando o tempo for superior a 60 minutos (1 hora). Por exemplo, abaixo de 90 temos o valor 01h30.

Exemplo 3

Dados: distância percorrida = 170 NM, tempo voador = 01h25.

Pede-se: velocidade no solo.

Solução: ajusta-se 170 sobre 85 (corresponde a 01h25) e lê-se acima da seta horária (60) a velocidade em kt (nós = milha náutica por hora).

$$\frac{170 \text{ NM}}{85 \text{ min}} = \frac{X \text{ NM}}{60 \text{ min}} \quad (01h25)$$

Resposta: 120 kt



(Note que não podemos misturar os sistemas de unidades, ou seja, se a distância é em NM (milha náutica), a velocidade será em kt (nós = milha náutica por hora). No caso das unidades não pertencerem ao mesmo sistema, inicialmente haverá necessidade de uma transformação, que será feita no próprio computador.

b) Razão de subida, quantidade de subida e tempo de subida

Exemplo 1

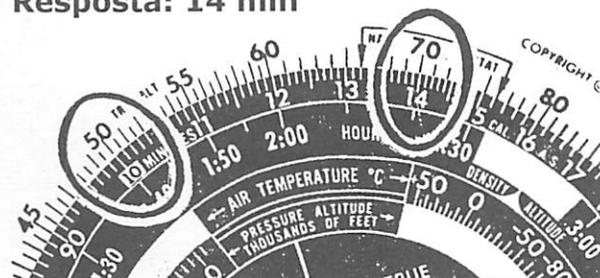
Dados: razão de subida (RS) = 500 pés/min, quantidade a subir = 7000 pés.

Pede-se: tempo de subida.

Solução: ajusta-se 500 sobre 1 (índice 10) e lê-se abaixo de 7000 (círculo externo) o tempo de subida.

$$\frac{500 \text{ pés}}{1 \text{ min}} = \frac{7000 \text{ pés}}{X \text{ min}}$$

Resposta: 14 min



Exemplo 2

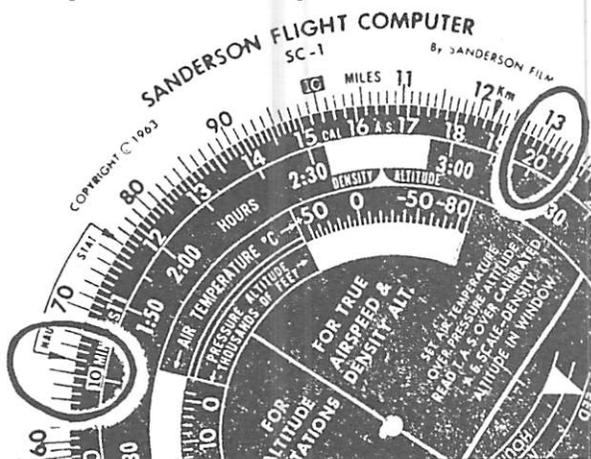
Dados: razão de subida (RS) = 650 pés/min, tempo de subida = 20 min

Pede-se: quantidade de subida

Solução: ajusta-se 650 sobre 1 (índice 10) e lê-se acima de 20 (círculo interno) a quantidade de subida.

$$\frac{650 \text{ pés}}{1 \text{ min}} = \frac{X \text{ pés}}{20 \text{ min}}$$

Resposta: 13000 pés



Exemplo 3

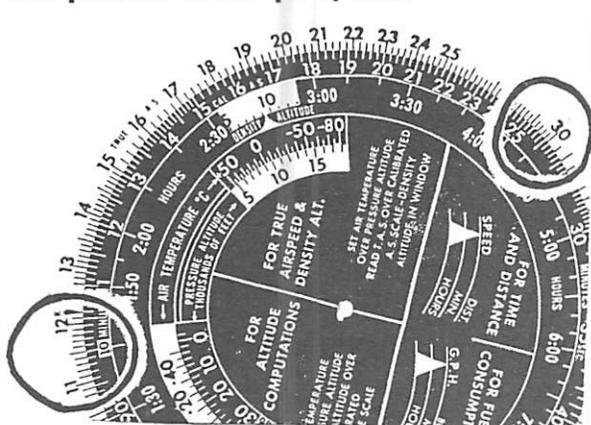
Dados: quantidade de subida = 30000 pés, tempo de subida = 26 min.

Pede-se razão de subida (RS)

Solução: ajusta-se 30000 (círculo externo) sobre 26 (círculo interno). Lê-se sobre 1 (índice 10) a razão de subida.

$$\frac{30000 \text{ pés}}{26 \text{ min}} = \frac{X \text{ pés}}{1 \text{ min}}$$

Resposta: 1150 pés/min



Importante: Nos exemplos acima, o índice de referência foi o número 10 (representando 1) e não a seta horária ou índice 60 (representa 1 hora ou 60 mi-

nutos). Poderíamos até utilizar o índice 60 nos exemplos acima, desde que aceitássemos que representariam 60 segundos (1 minuto), só que a resposta teria que ser lida também em segundos, o que dificultaria o cálculo.

c) Cálculos envolvendo combustível

Exemplo 1

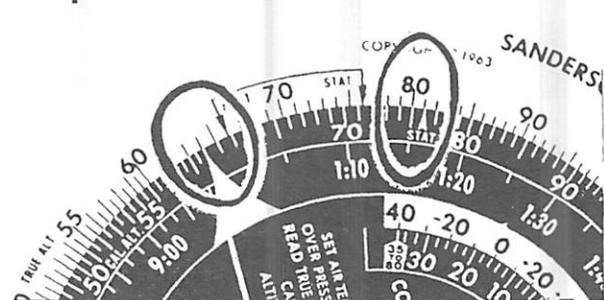
Dados: consumo horário = 64 litros/hora, combustível gasto = 80 litros.

Pede-se = tempo de voo.

Solução: ajusta-se 64 sobre 60 (seta horária) e lê-se abaixo de 80 o tempo a voar.

$$\frac{64 \text{ litros}}{60 \text{ min}} = \frac{80 \text{ litros}}{X \text{ min}}$$

Resposta: 75 min ou 01h15



Exemplo 2

Dados: consumo horário = 7000 libras/hora, tempo de voo = 01h30.

Pede-se: consumo.

Solução: ajusta-se 7000 sobre 60 e lê-se sobre 90 (representa 01h30) e combustível em libras.

$$\frac{7000 \text{ libras}}{60 \text{ min}} = \frac{X \text{ libras}}{90 \text{ min}} \quad (01h30)$$

Resposta: 10500 libras



Exemplo 3

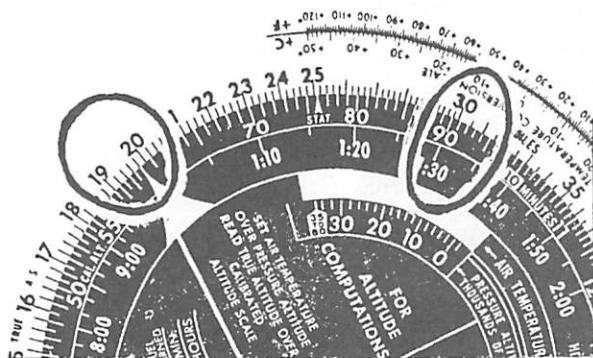
Dados: combustível gasto = 31 galões,
tempo de voo = 01h34.

Pede-se: consumo horário.

Solução: ajusta-se 31 sobre 94
(corresponde a 01h34) e lê-se sobre 60
(seta horária) o valor do consumo horá-
rio em galões por hora.

$$\frac{31 \text{ galões}}{94 \text{ min}} = \frac{X \text{ galões}}{60 \text{ min}} \\ (01h34)$$

Resposta: 19,8 galões/h



REQUISITOS DE AUTONOMIA PARA VÔO VFR (REGRAS DE VÔO VISUAL)

De conformidade com o previsto no RBHA 135 (Operação e Homologação de Empresas de Transporte Público Operando Helicópteros e Aviões de Pequeno Porte), ninguém pode iniciar uma operação em vôo VFR em uma aeronave, a menos que, considerando o vento e as condições atmosféricas conhecidas, essa aeronave tenha combustível suficiente para voar até o aeródromo de destino em cruzeiro:

a) durante o dia, voar, em velocidade de cruzeiro, mais 30 minutos no caso de aviões e 20 minutos no caso de helicópteros.

b) à noite, voar, em velocidade de cruzeiro, mais 45 minutos no caso de aviões e 30 minutos no caso de helicópteros.

De conformidade com o previsto no RBHA 91 (Regras Gerais de Operação para Aeronaves Civis), ninguém pode começar um vôo VFR em um avião ou helicóptero, a menos que, considerando vento e condições meteorológicas conhecidas, haja combustível suficiente para voar até o

local previsto para primeiro pouso e, assumindo o consumo normal de cruzeiro, voar mais, pelo menos, 45 minutos para aviões e 20 minutos para helicópteros.

d) Transformação de unidades

1. Pés em metros ou vice-versa. Exemplo

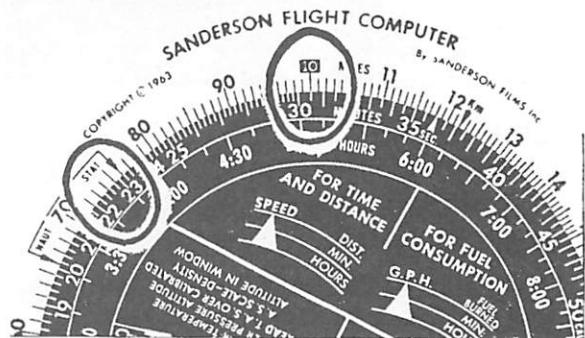
Dados: 7500 pés

Pede-se: valor em metros

Solução: ajuste 1000 pés sobre 305 metros, leia abaixo de 7500 o valor correspondente em metros. Se quisermos transformar metros em pés, basta fazer o mesmo ajuste e, acima do valor dado em metros, lê-se o equivalente em pés.

$$\frac{1000 \text{ pés}}{305 \text{ metros}} = \frac{7500 \text{ pés}}{X \text{ metros}} = \frac{\text{pés}}{\text{metros}}$$

Resposta: 2290 metros



Observação: em alguns computadores temos a seta pés (FT) próxima do número 14 da escala externa e uma seta metros (Meters) próxima do número 45 da escala interna. Neste caso ajusta-se uma seta sobre a outra e executa-se o procedimento anterior.

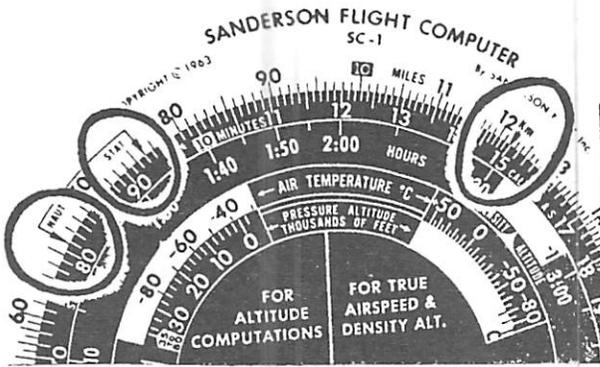
2. NM em ST, NM em KM, ST em KM ou vice-versa. Exemplo.

Dados: 150 km

Pede-se: valor em ST e NM

Solução: ajusta-se o valor 150 (círculo interno) abaixo da seta km (círculo externo próximo do número 12). Lê-se o valor em ST (milha terrestre) abaixo da seta STAT (próxima do número 80 do círculo externo) e o valor em NM (milha náutica) abaixo da seta NAUT (próxima do número 70 do círculo externo).

Resposta: 81 NM e 93 ST



Se, por exemplo, tivermos o valor dado em NM e quisermos a equivalência em KM e ST, ajusta-se o valor dado abaixo da seta NAUT e abaixo da seta KM lê-se o valor em quilômetros e abaixo da seta STAT o valor em milha terrestre. Desta mesma maneira podemos transformar unidades de velocidade, ou seja, KM/H em KT (NM/H) ou MPH (ST/H). É importante termos a relação abaixo na memória.

- 1 NM = 1,852 KM = 1852 metros**
- 1 ST = 1,609 KM = 1609 metros**
- 1 NM = 1,15 ST**

3. Litros em galões americanos (US GAL) ou Imperiais (IMP GAL)

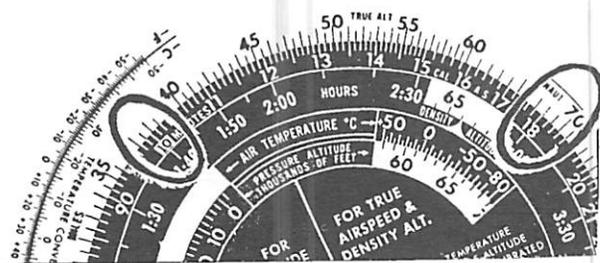
Exemplo 1

Dados: 68 litros

Pede-se: valor em US GAL

Solução: ajusta-se seta LITERS (próxima do número 50 da escala externa) sobre a seta US GAL (próxima do número 13 da escala interna). Lê-se abaixo de 68 na escala externa o valor 18 US GAL na escala interna.

Resposta: 18 US GAL



$$\frac{3,78 \text{ litros}}{1 \text{ US gal.}} = \frac{68 \text{ litros}}{X \text{ US gal.}} = \frac{\text{litros}}{\text{US gal.}}$$

Nota: caso o computador de vôo não apresente estas setas, para resolver ajuste 3,78 litros (externo) sobre 1 US GAL (interno), e execute a leitura conforme demonstrado.

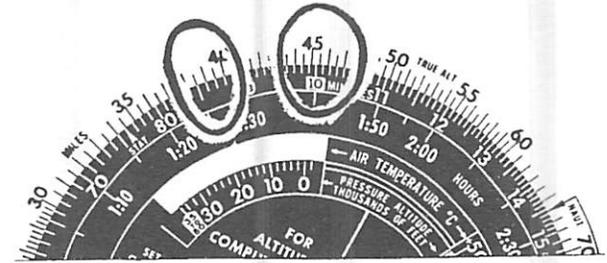
Exemplo 2

Dados: 8,6 IMP GAL

Pede-se: valor em litros

Solução: ajusta-se seta LITERS sobre a seta IMP GAL (próxima do número 11 da escala interna). Lê-se acima de 8,6 da escala interna o valor 39 litros na escala externa.

Resposta: 39 litros



Nota: no caso do computador não apresentar as setas usar a relação de equivalência entre as unidades.

- 1 US GAL = 3,78 litros**
- 1 IMP GAL = 4,54 litros**
- 1 IMP GAL = 1,2 US GAL**

4. Libras em Kilos (KG) ou vice-versa

Exemplo

Dados: 2660 KG

Pede-se: valor em libras

Solução: ajusta-se seta LBS (próxima do número 35 da escala externa) sobre seta KG (próxima do número 16 da escala interna). Lê-se acima de 2660 da escala interna o valor de 5860 libras na escala externa.

Resposta: 5860 libras



$$\frac{2,2 \text{ libras}}{1 \text{ kg}} = \frac{X \text{ libras}}{2660 \text{ kg}} = \frac{\text{libras}}{\text{kg}}$$

e) Relação longitude/tempo

Exemplo 1

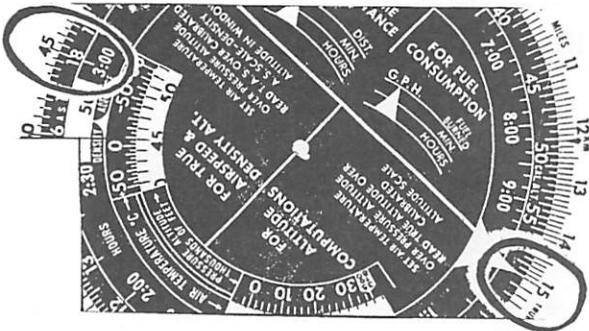
Dados: 45° de longitude

Pede-se: horas e minutos

Solução: ajuste 15 (escala externa) sobre 60 (escala interna) e leia abaixo de 45 o valor em horas e minutos.

$$\frac{15^\circ \text{ Long}}{60 \text{ min}} = \frac{45^\circ \text{ Long}}{X \text{ min}}$$

Resposta: 03h00



Exemplo 2

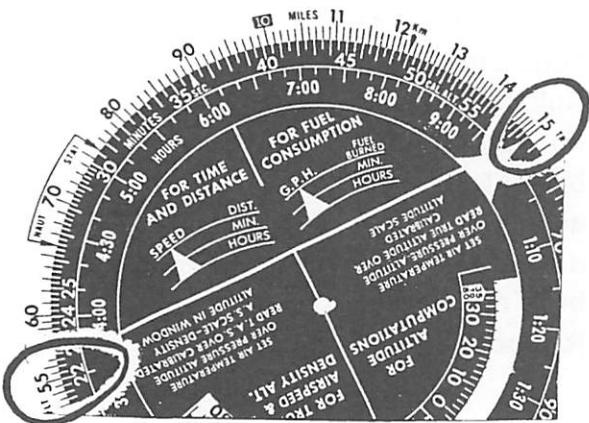
Dados: 5°30' de longitude

Pede-se: horas e minutos

Solução: ajuste 15 sobre 60 e leia abaixo de 5,5 (corresponde a 5°30') o valor em horas e minutos.

$$\frac{15^\circ \text{ Long}}{60 \text{ min}} = \frac{5,5^\circ \text{ Long}}{X \text{ min}}$$

Resposta: 00h22



Observação: a posição da janela Altitude Densidade varia com o modelo do computador.

Exemplo 3

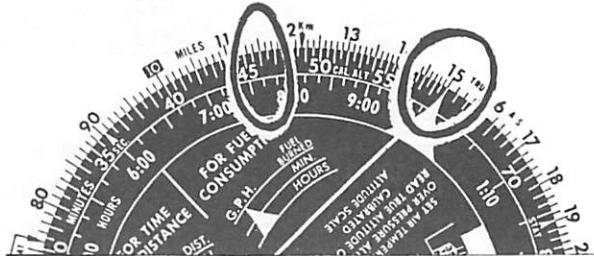
Dados: 115° de longitude

Pede-se: horas e minutos

Solução: ajuste 15 sobre 60 e leia abaixo de 115 o valor em horas e minutos.

Resposta: 460 min ou 07h40

$$\frac{15^\circ \text{ Long}}{60 \text{ min}} = \frac{115^\circ \text{ Long}}{X \text{ min}}$$



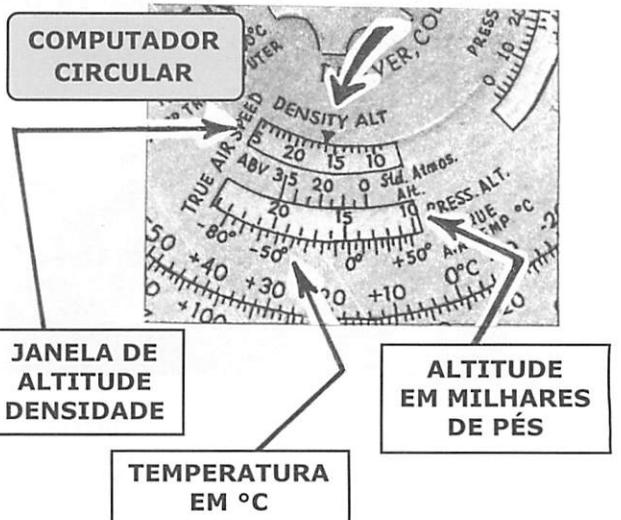
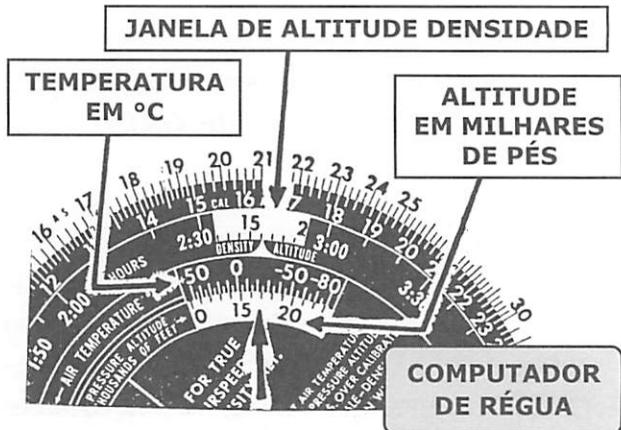
f) Altitude Densidade. Exemplo

Dados: Nível de Vôo (FL) 170, temperatura no FL = -25°C.

Pede-se: Altitude Densidade

Solução: ajuste a temperatura -25°C com a altitude 17000 pés na janela correspondente. Leia a Altitude Densidade de 16000 pés na janela respectiva.

Resposta: 16000 pés



g) Altitude Verdadeira. Exemplo

Dados: FL 100, temperatura no FL = -10°C,
Altitude QNH = 9700 pés.

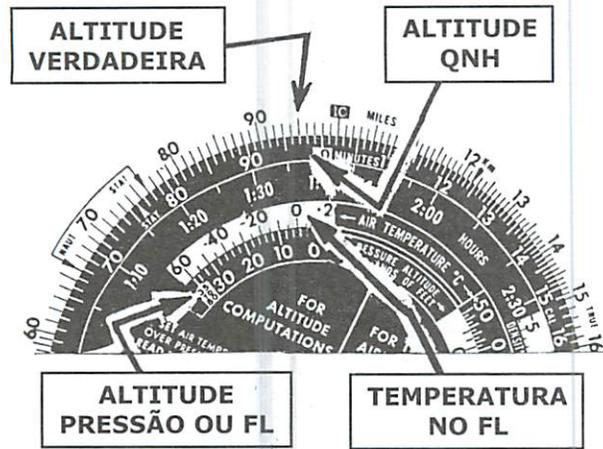
Pede-se: Altitude Verdadeira

Solução: ajuste a temperatura -10°C com

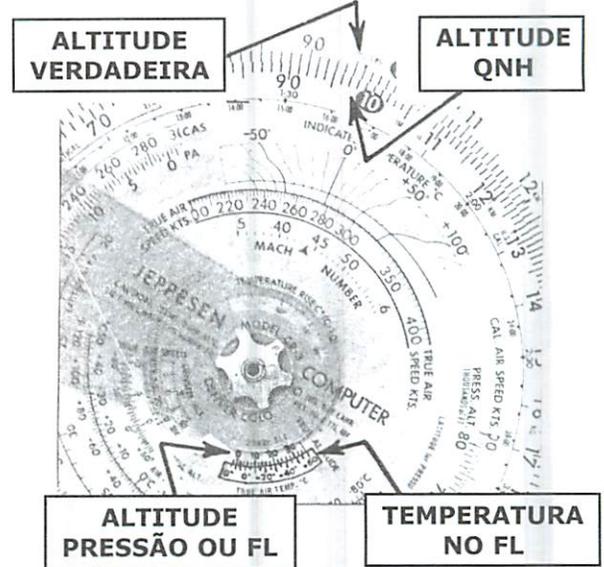
a Altitude Pressão (10000 pés = FL 100)
na janela indicada. Acima de Altitude QNH
= 9700 pés (círculo interno) leia a Altitude
Verdadeira de 9500 pés (círculo externo).

Resposta: 9500 pés

COMPUTADOR DE RÉGUA



COMPUTADOR CIRCULAR



h) Cálculo da Velocidade Aerodinâmica (VA). Exemplo 1

Dados: Velocidade Indicada = 115 kt, FL = 100, temperatura no FL = 0°C.

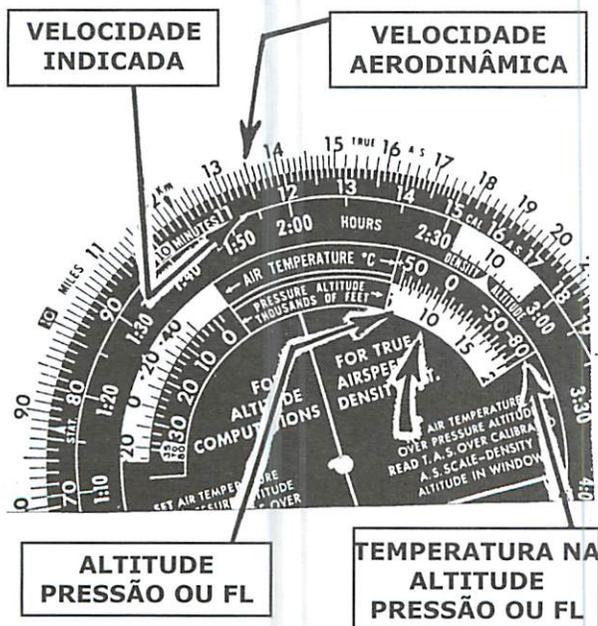
Pede-se: Velocidade Aerodinâmica (VA).

Solução: ajuste a temperatura 0°C com

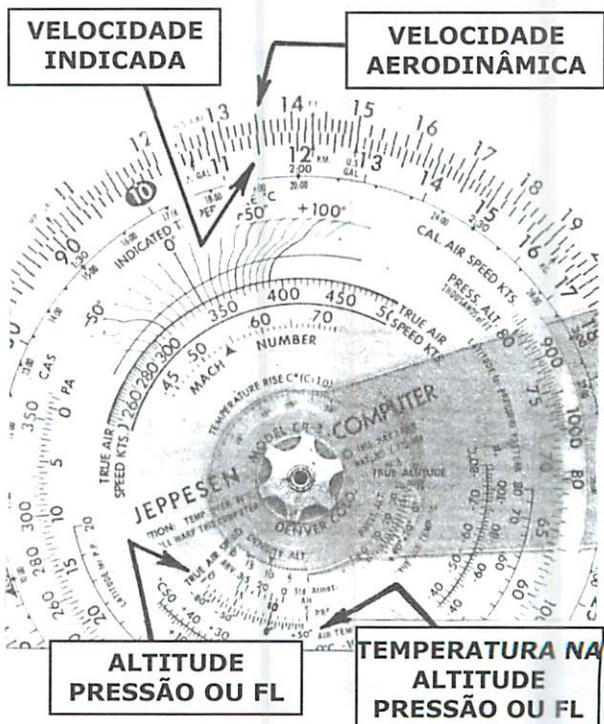
a Altitude Pressão de 10000 pés (FL 100)
na janela indicada. Localize VI (Velocidade
Indicada) 115 kt no círculo interno
e leia a VA (Velocidade Aerodinâmica)
no círculo externo.

Resposta: 135 kt

COMPUTADOR DE RÉGUA



COMPUTADOR CIRCULAR



Exemplo 2

Dados: VI de cruzeiro = 100 kt, FL = 50, temperatura no FL = 20°C.

Pede-se: VA de cruzeiro

Solução: conforme exemplo anterior, faça o ajuste da temperatura com o Nível de Vôo, localize a VI no círculo interno e leia a VA no círculo externo.

Resposta: 111 kt

Exemplo 3

Dados: VI de subida = 131 kt, Altitude Média de Subida = 8000 pés, Temperatura Média de Subida = -10°C.

Pede-se: VA de subida ou VA média de subida (VAMS).

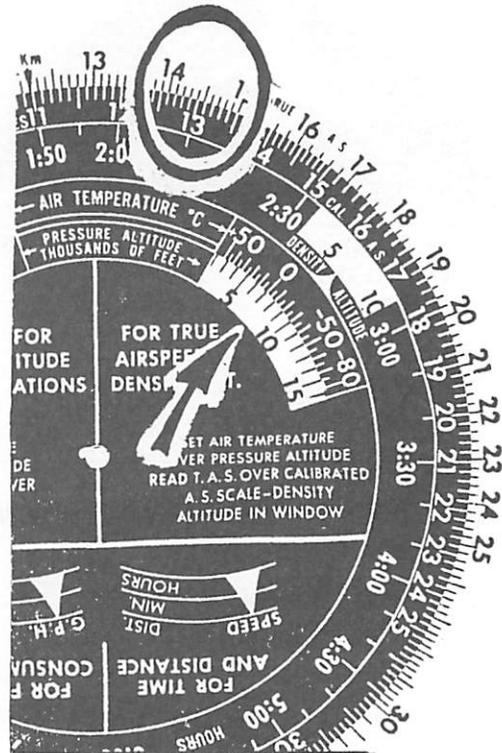
Solução: conforme figuras abaixo.

Resposta: 145 kt

COMPUTADOR DE RÉGUA



COMPUTADOR DE RÉGUA



COMPUTADOR CIRCULAR



COMPUTADOR CIRCULAR

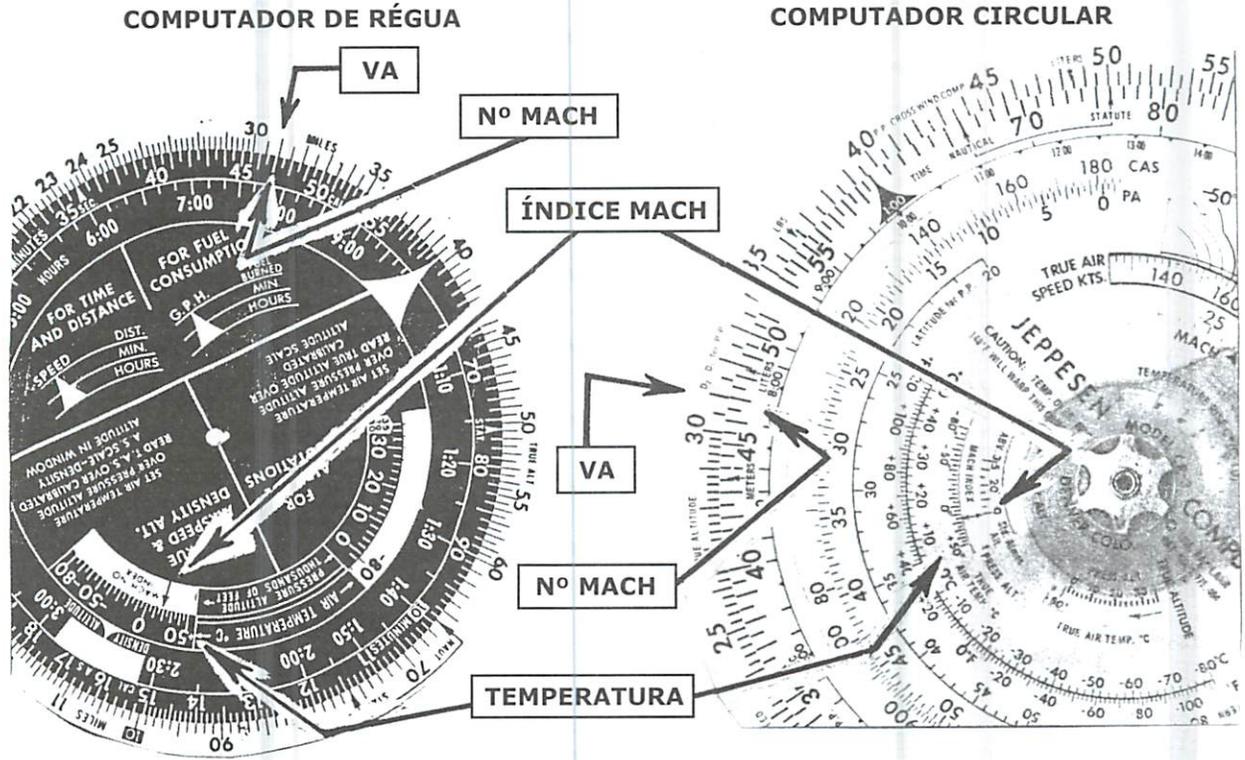


i) Número Mach ou Velocidade Aerodinâmica comparada a Velocidade do Som. Exemplo 1

Dados: Velocidade Aerodinâmica (VA) = 310 kt, temperatura = 15°C
 Pede-se: N° Mach

Solução: ajuste a temperatura 15°C sobre o Índice Mach (seta). Ler abaixo da VA de 310 (círculo externo) o N° Mach no círculo interno.

Resposta: 0,47 ou 47% da Velocidade do Som

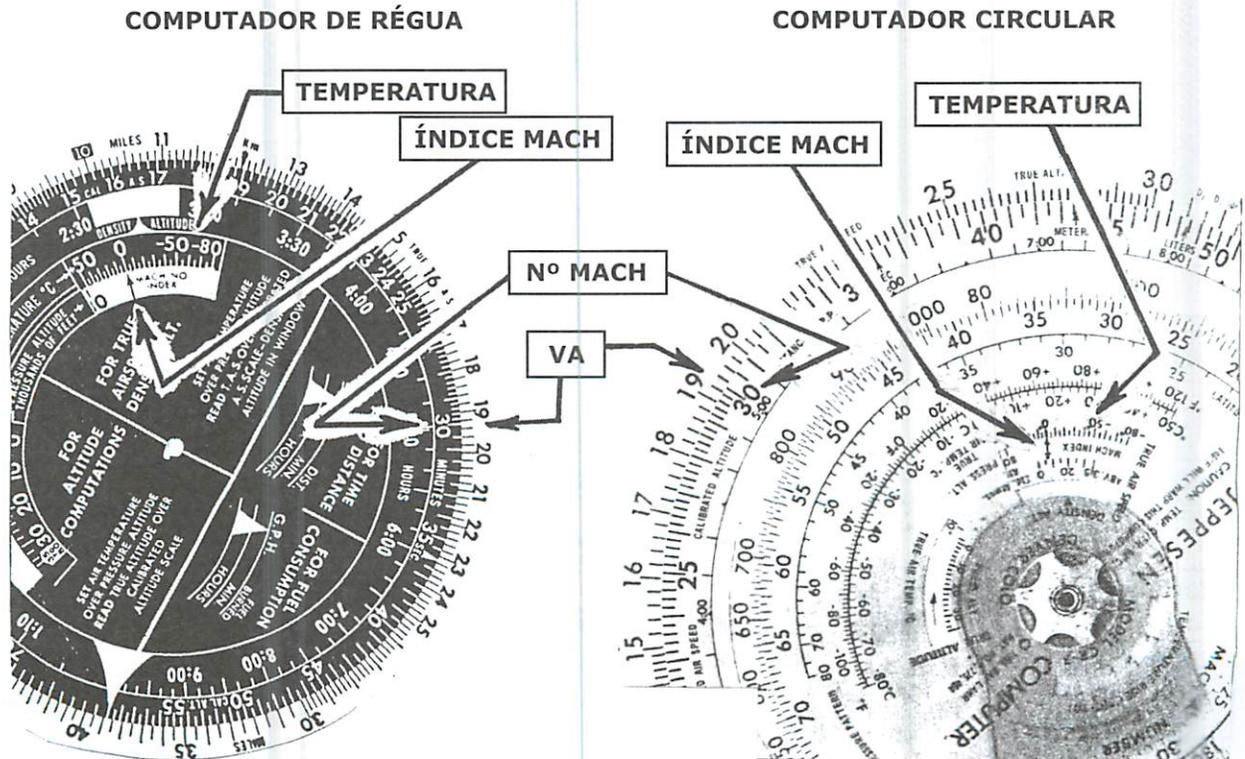


Exemplo 2

Dados: N° Mach = 0.30, temperatura 0°C
 Pede-se: VA (Velocidade Aerodinâmica)
 Solução: ajuste a temperatura 0°C sobre

bre o Índice Mach (seta). Leia acima do N° Mach 0.30 (círculo interno) o valor da VA em kt (círculo externo).

Resposta: 193 kt



Face "B" ou do Vento

Os cálculos da face do vento do computador podem estar se referindo ao regime de cruzeiro ou ao de subida ou descida. No caso do regime ser o de cruzei-

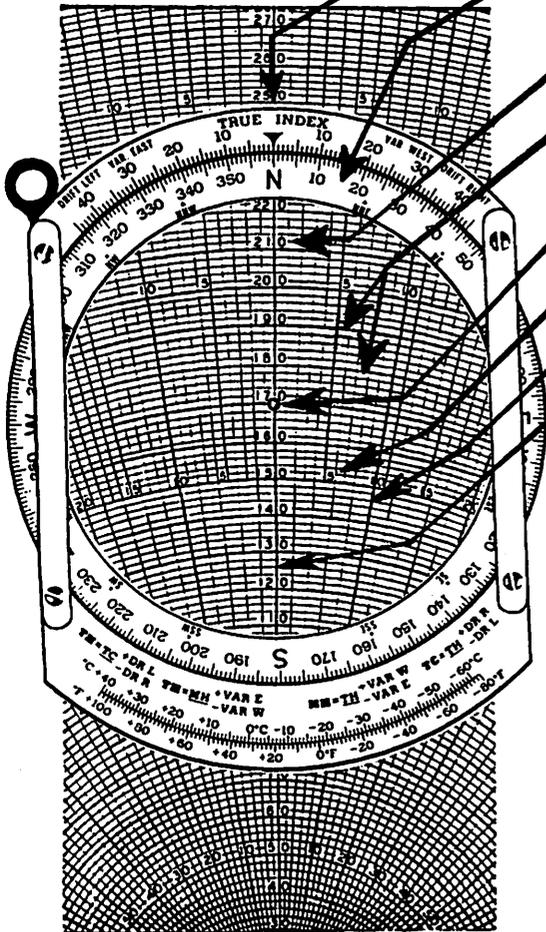
ro, a VA (Velocidade Aerodinâmica) é a desenvolvida em cruzeiro, e no caso do regime ser o de subida ou descida, a VA se refere àquela desenvolvida durante a subida ou descida.

COMPUTADOR DE RÉGUA

SANDERSON FLIGHT COMPUTER

FOR G.S. AND T.M.

- ① PLACE WIND DIRECTION UNDER TRUE INDEX
- ② MARK WIND VELOCITY UP FROM GROMMET
- ③ PLACE TRUE COURSE UNDER TRUE INDEX
- ④ SLIDE WIND VELOCITY MARK TO T.A.S. LINE
- ⑤ READ GROUND SPEED UNDER GROMMET
- ⑥ READ WIND CORRECTION ANGLE BETWEEN CENTER LINE AND WIND VELOCITY MARK



Índice Verdadeiro ou True Index

Rosa dos Ventos Circular

Valor da Velocidade da Linha Grossa

Linhas de Velocidade

Gromet

Ângulo entre a Linha de Rumo e a Linha de Proa

Linhas de Proa

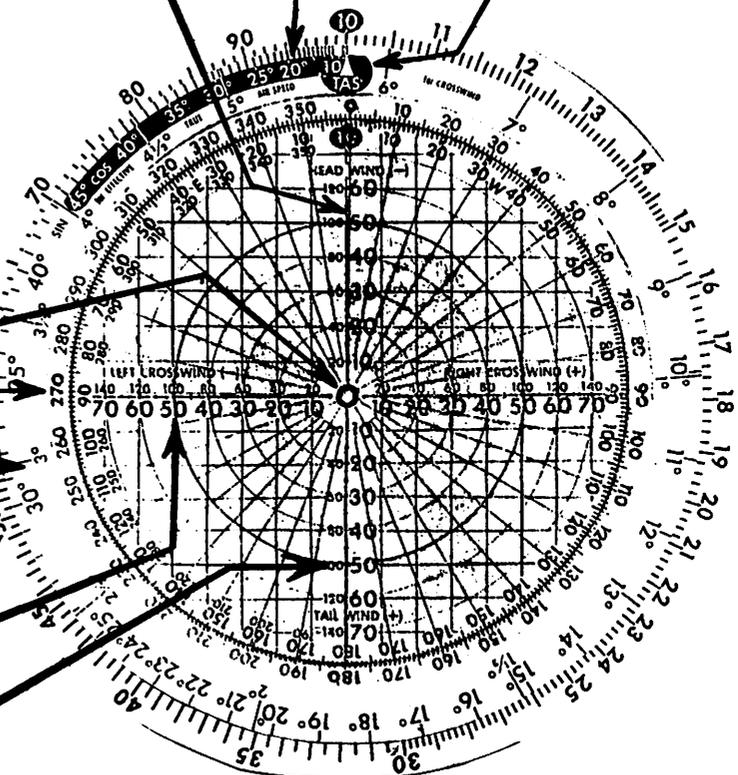
Linha de Rumo

COMPUTADOR CIRCULAR

Escala Preta

Linha de Rumo

Índice TAS



Gromet

Escala Angular Verde

Escala Angular

Escala de Velocidades

Escala de Componentes Horizontais em kt ou NM

Escala de Componentes Verticais em kt ou NM

a) Cálculo do Vento atuante em vôo

1. Computador de régua

Exemplo 1

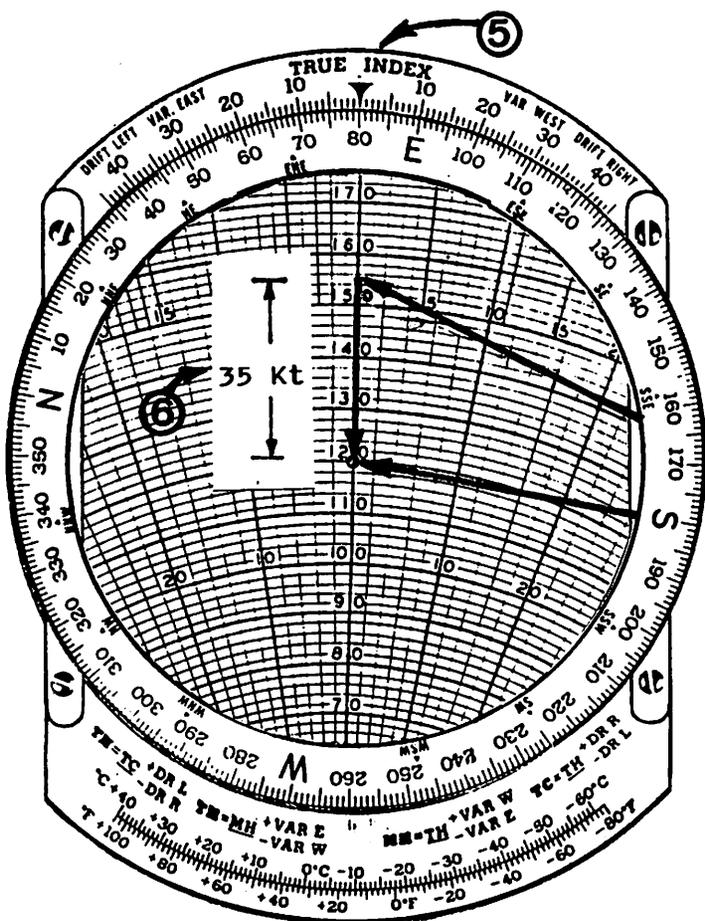
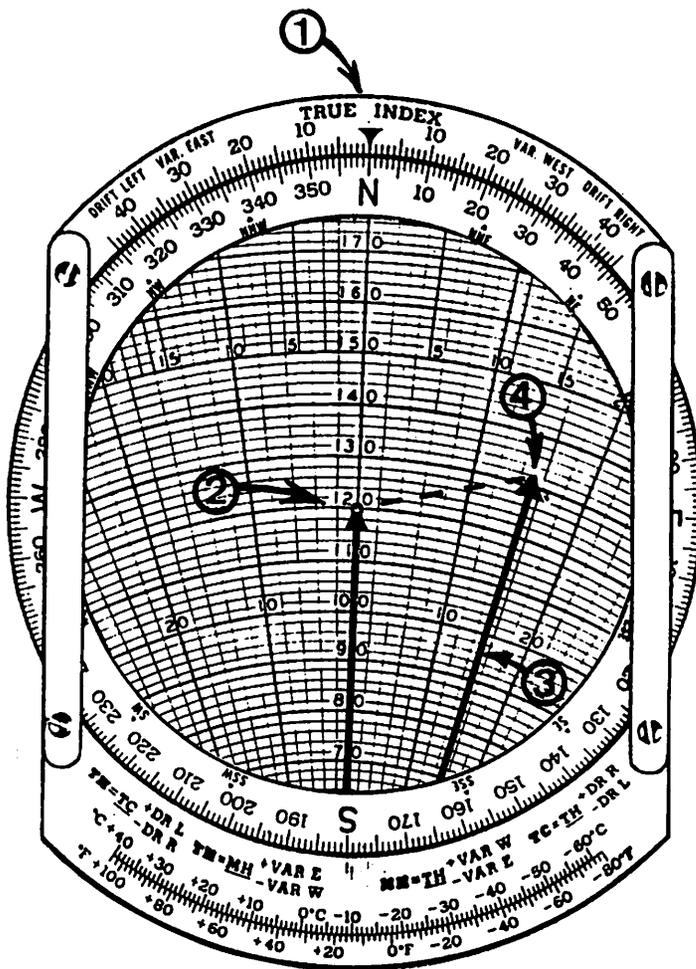
Dados: RV = 360°
 VS = 120 kt
 PV = 015°
 VA = 132 kt

Pede-se: DV e VV

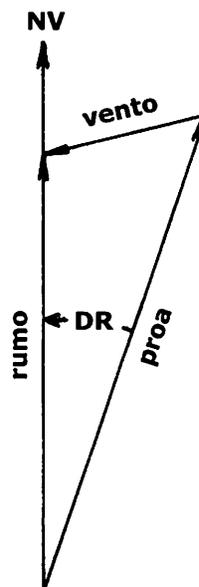
Importante: o RV (Rumo Verdadeiro) acima é o rumo voado.

Solução:

1. Coloque o RV (360°) abaixo do True Index.
2. Mova a régua ajustando abaixo do gromet o valor da VS (120 kt).
3. Com a diferença angular entre o Rumo e a Proa (no caso = 15°), marque a linha da Proa. Como a Proa é maior do que o Rumo, a linha da Proa será marcada para a direita em 15°.
4. Sobre a linha da Proa marque o valor da VA (132 kt). Este ponto representa a posição que a aeronave estaria, se não tivesse vento.



5. Mova o ponto marcado para cima até coincidir com a linha central da régua. Leia a DV (Direção do Vento) abaixo do True Index (no caso = 080°).
 6. Leia a VV (Velocidade do Vento) pelo valor existente entre o gromet e o ponto marcado (no exemplo = 35 kt).
- Resposta: 080°/35 kt**



Exemplo 2

Dados: RV = 120°

VS = 100 kt

PV = 110°

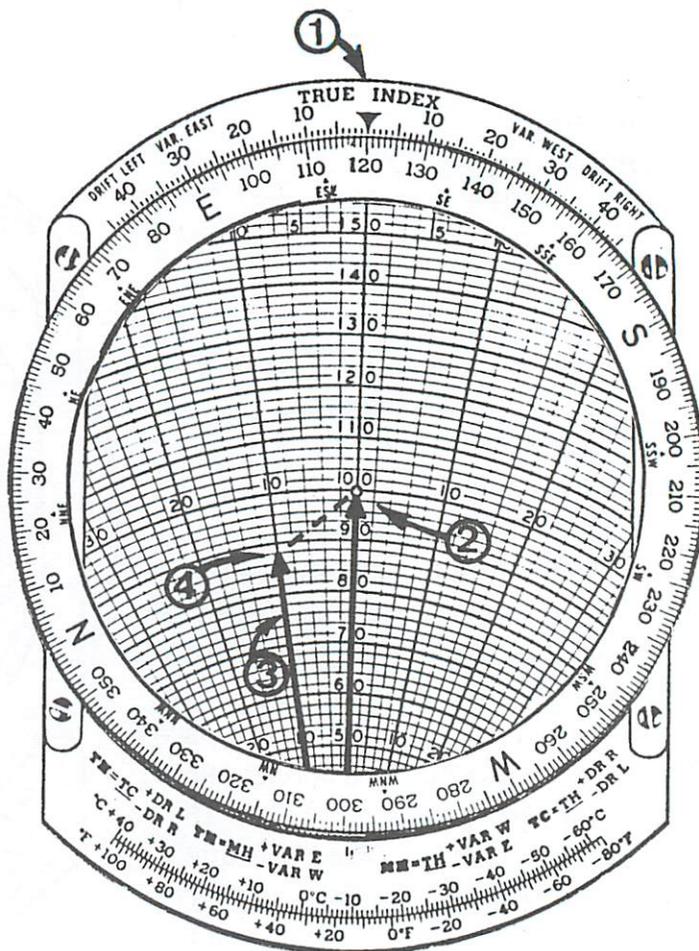
VA = 88 kt

Pede-se: DV e VV

Importante: o RV (Rumo Verdadeiro) acima é o Rumo voado.

Solução:

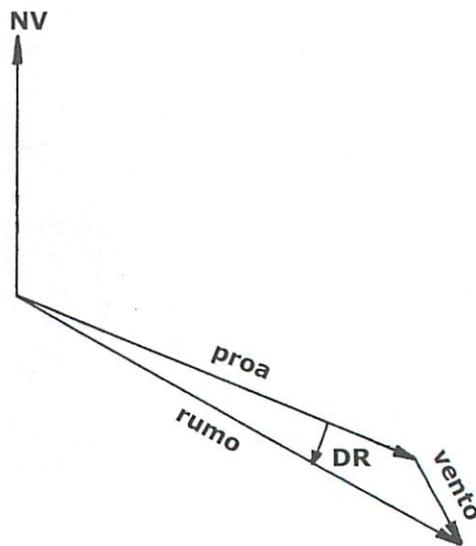
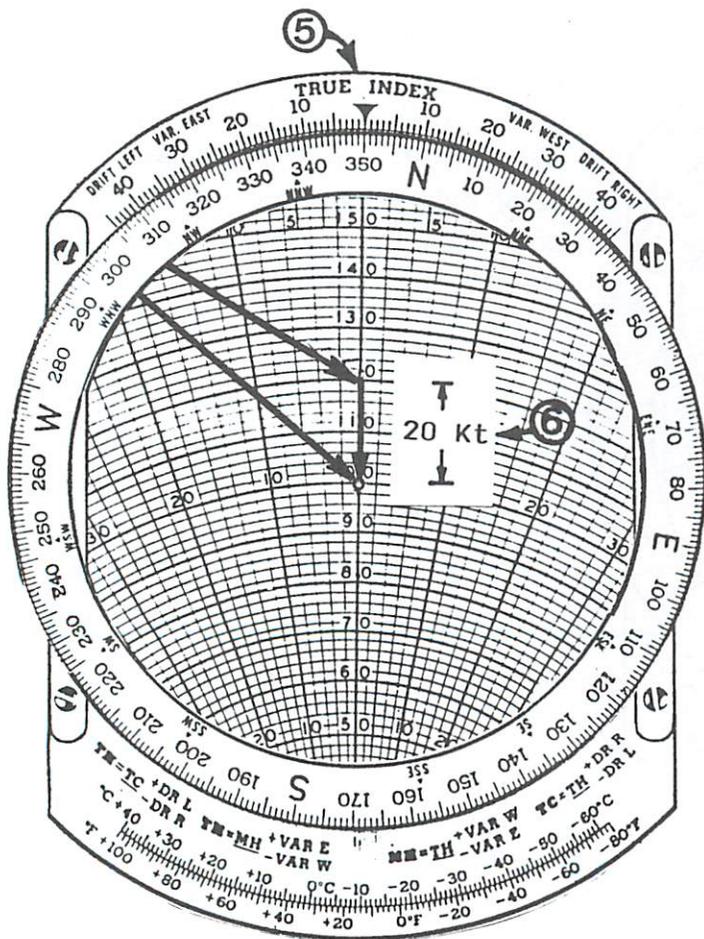
1. Coloque RV (120°) abaixo do True Index.
2. Mova a régua ajustando abaixo do gromet o valor da VS (100 kt).
3. Com a diferença angular entre a Proa e o Rumo (no caso = 10°), marque a linha da Proa. Como a Proa é menor do que o Rumo, a linha da Proa será marcada para a esquerda em 10°.
4. Marque um ponto sobre a linha da Proa equivalente a VA (88 kt).



5. Mova o ponto marcado para cima até coincidir com a linha central da régua. Leia DV (Direção do Vento) abaixo do True Index (no caso = 350°).

6. Leia a VV (Velocidade do Vento) pelo valor existente entre o ponto marcado e o gromet (no caso = 20 kt).

Resposta: 350°/20 kt



b) Cálculo da PV (Proa Verdadeira) e VS (Velocidade no Solo)

1. Computador de Régua

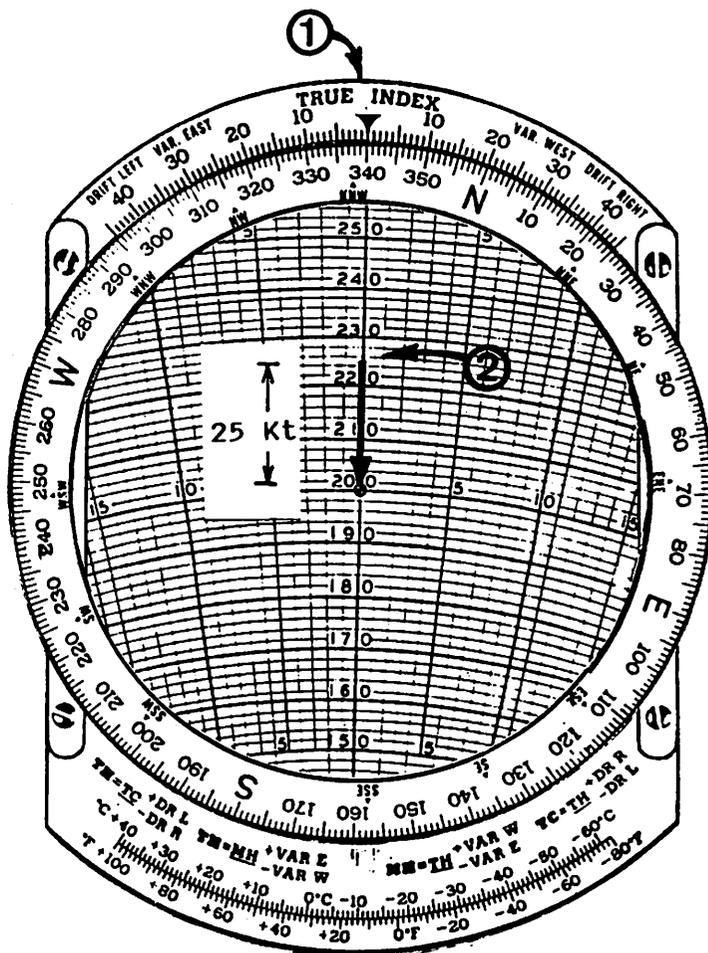
Exemplo 1

Dados: RV = 200°
 VA = 222 kt
 DV = 340°
 VV = 25 kt

Pede-se: PV e VS

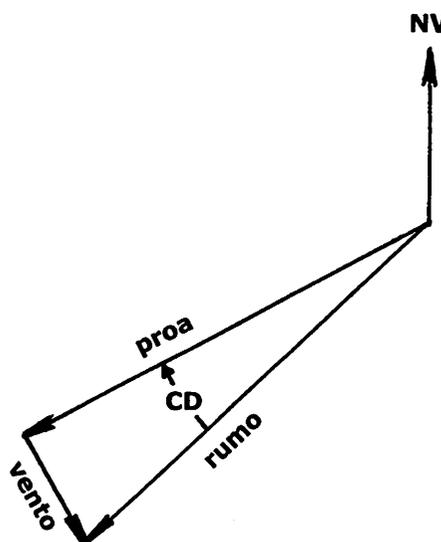
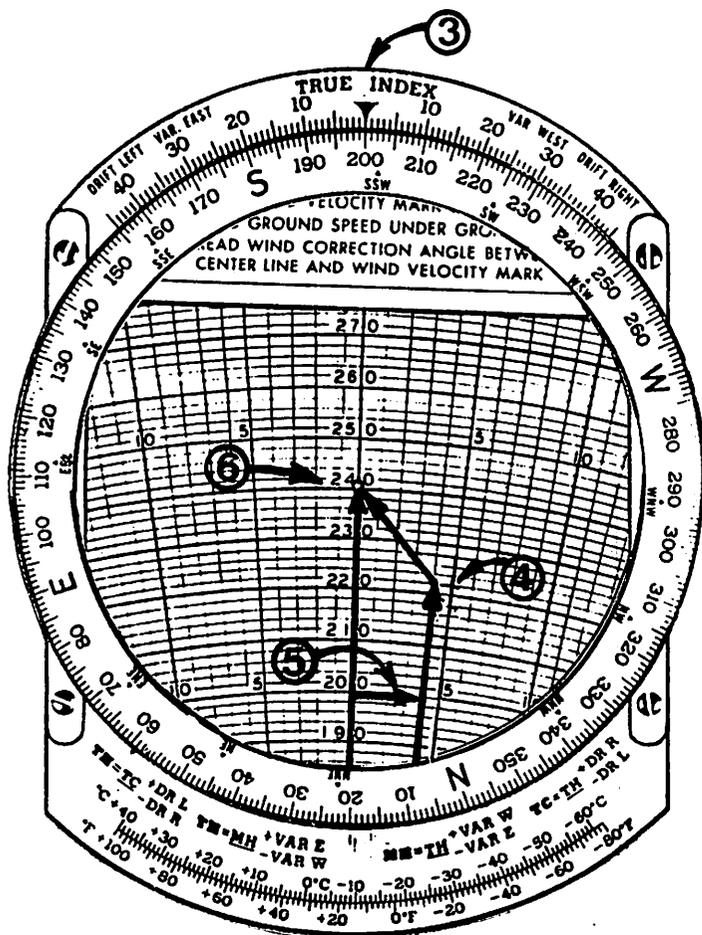
Importante: o RV (Rumo Verdadeiro) acima é o Rumo pretendido. Solução:

1. Coloque DV (Direção do Vento) 340° abaixo do True Index.
2. Ajuste o gromet sobre uma linha de velocidade qualquer (no caso foi escolhida a linha de valor 200 kt) e marque a VV (Velocidade do Vento) = 25 kt para cima do gromet, sobre a linha central da régua.
3. Coloque o RV (200°) abaixo do True Index.
4. Movendo a régua, leve o ponto marcado até coincidir com a linha que corresponde a VA (no caso, 222 kt).



5. Leia a CD (Correção de Deriva) através do ângulo formado entre a linha central (Rumo) à linha que passa pelo ponto marcado. No caso, 4° a direita. Portanto, a PV será o RV + 4° = 204°.
6. Leia a VS pelo valor da linha que passa abaixo do gromet (no caso, = 241 kt).

Resposta: PV = 204° e VS = 241 kt



Exemplo 2

Dados: $RV = 275^\circ$

$VA = 130 \text{ kt}$

$DV = 200^\circ$

$VV = 35 \text{ kt}$

Pede-se: PV e VS

Importante: o RV (Rumo Verdadeiro) acima é o Rumo pretendido.

Solução:

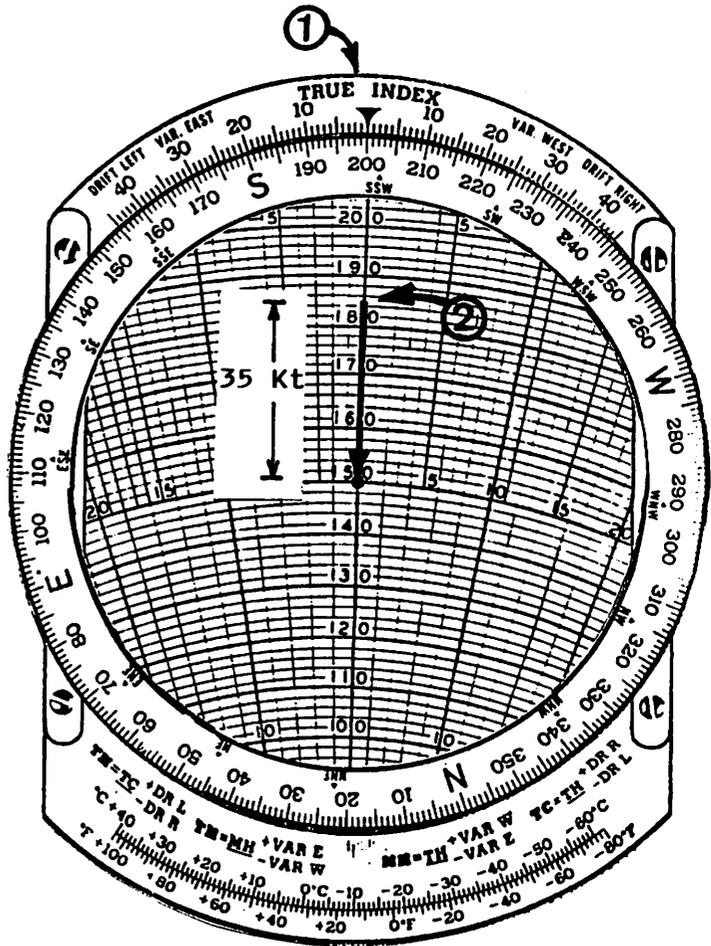
1. Coloque a DV (Direção do Vento) = 200° abaixo do True Index.

2. Ajuste o gromet sobre uma linha de velocidade qualquer (no caso foi escolhida a linha de valor 150 kt) e marque a VV (Velocidade do Vento) de 35 kt para cima do gromet, sobre a linha central da régua.

3. Coloque o RV (275°) abaixo do True Index.

4. Movendo a régua, leve o ponto marcado até coincidir com a linha que corresponde a VA (no caso, 130 kt).

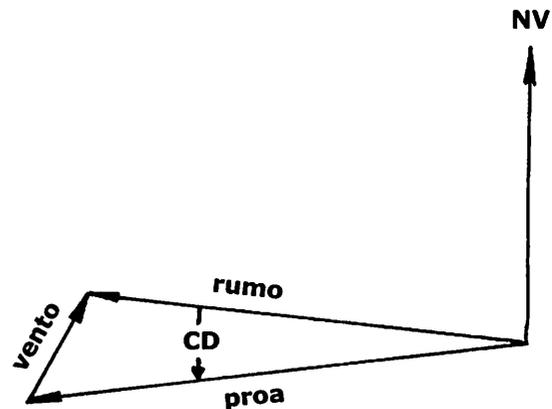
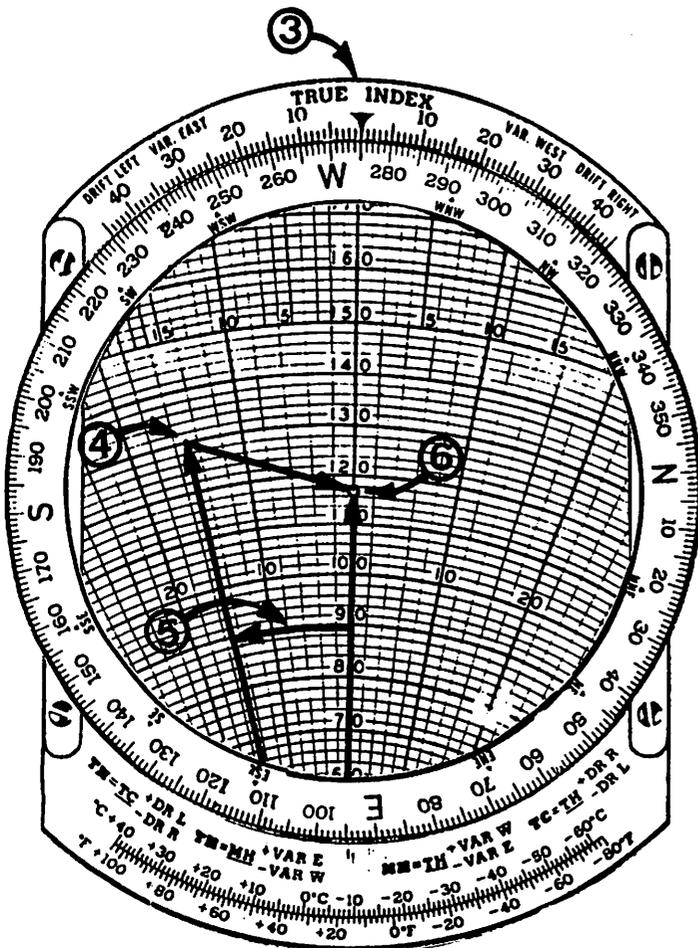
5. Leia a CD (Correção de Deriva) através do ângulo formado entre a linha central (Rumo) à linha que



passa pelo ponto marcado (Proa). No caso, 15° a esquerda. Portanto, a PV será o $RV - 15^\circ = 260^\circ$.

6. Leia a VS pelo valor da linha que passa abaixo do gromet (no caso, 117 kt).

Resposta: PV = 260° e VS = 117 kt



c) Cálculo do RV (Rumo Verdadeiro) e VS (Velocidade no Solo)

1. Computador de régua

Exemplo

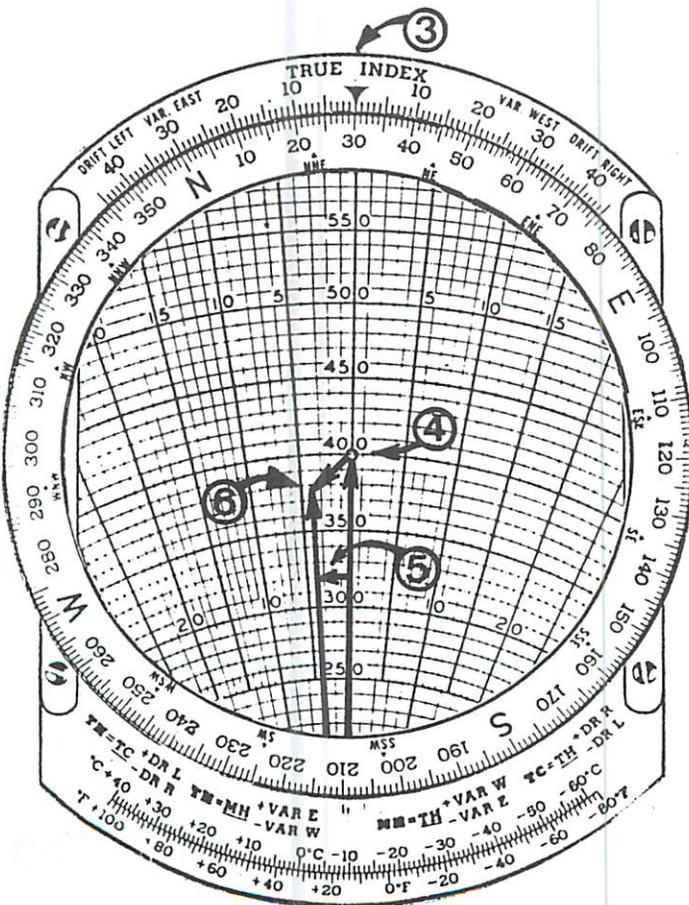
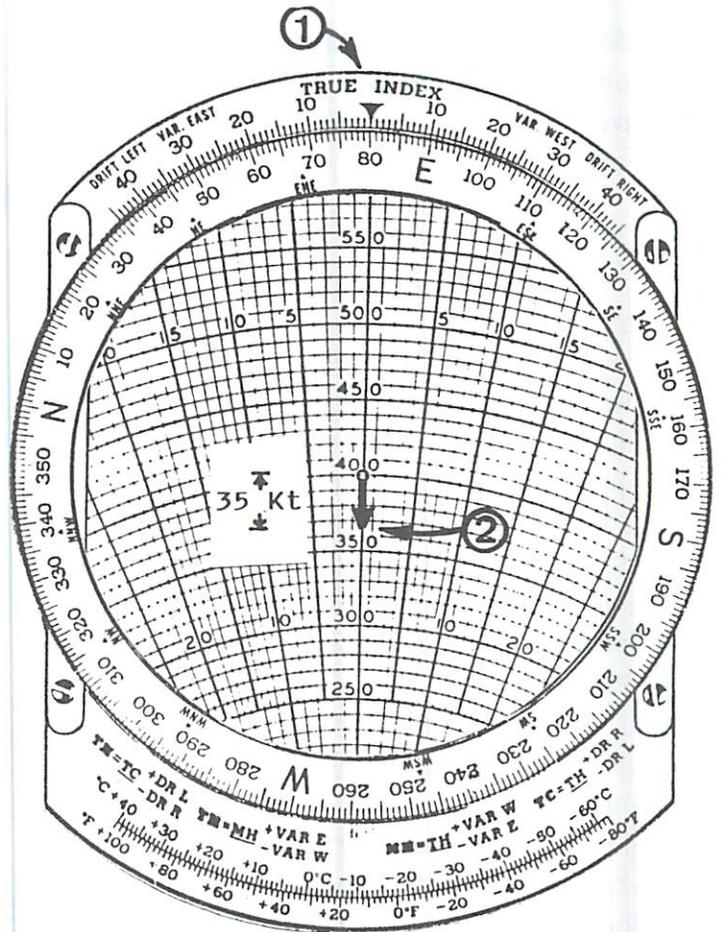
Dados: PV = 030°
 VA = 400 kt
 DV = 080°
 VV = 35 kt

Pede-se: RV e VS

Importante: O RV (Rumo Verdadeiro) acima é o Rumo que a aeronave irá voar sob ação do vento, se mantiver a Proa informada.

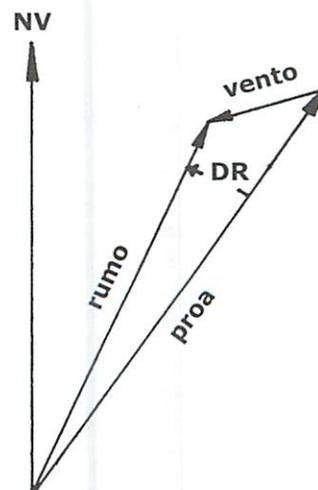
Solução:

1. Coloque a DV (Direção do Vento) 080° abaixo do True Index.
2. Ajuste o gromet sobre uma linha grossa qualquer (a escolhida foi a linha de valor 400) e marque a VV (Velocidade do Vento) para baixo do gromet, sobre a linha central da régua.
3. Coloque a PV (Proa Verdadeira = 030°) abaixo do True Index.
4. Movendo a régua, leve o gromet até coincidir com a linha que corresponde a VA = 400 kt.



5. Leia o ângulo de Deriva (DR) através do ângulo formado entre a linha central (Proa) e a linha que passa pelo ponto marcado (Rumo). No caso, 4° a esquerda. Portanto, o RV será a PV - 4° = 026°.
6. Leia a VS pelo valor da linha que passa pelo ponto marcado (no caso, 378 kt).

Resposta: RV = 026° e VS = 378 kt



a) Cálculo do Vento atuante em vôo

2. Computador Circular

Exemplo 1

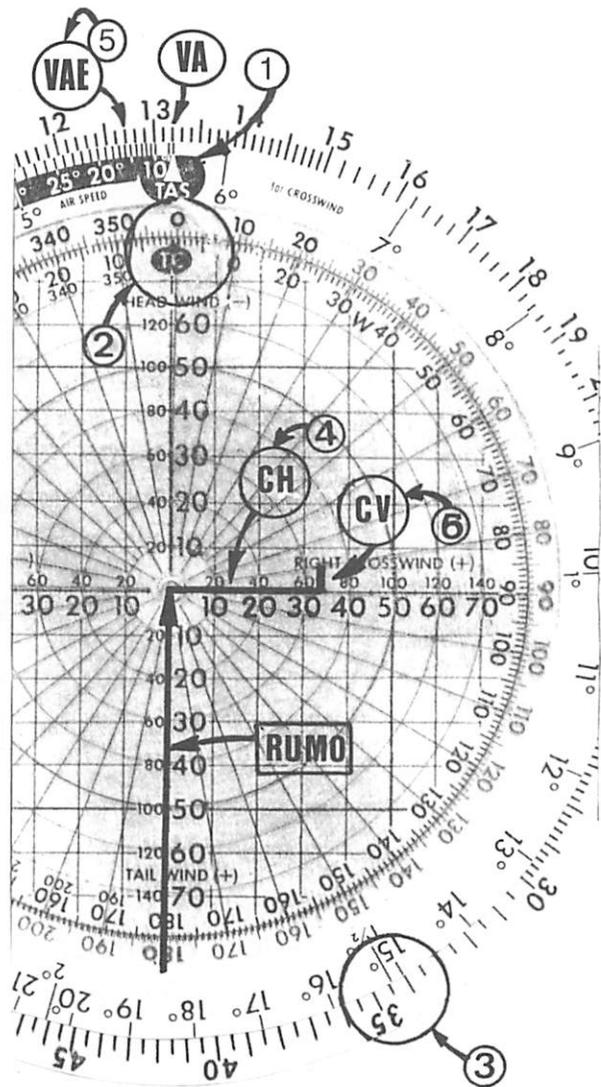
Dados: RV = 360°
 VS = 120 kt
 PV = 015°
 VA = 132 kt

Pede-se: DV e VV

Importante: o RV (Rumo Verdadeiro) acima é o Rumo voado.

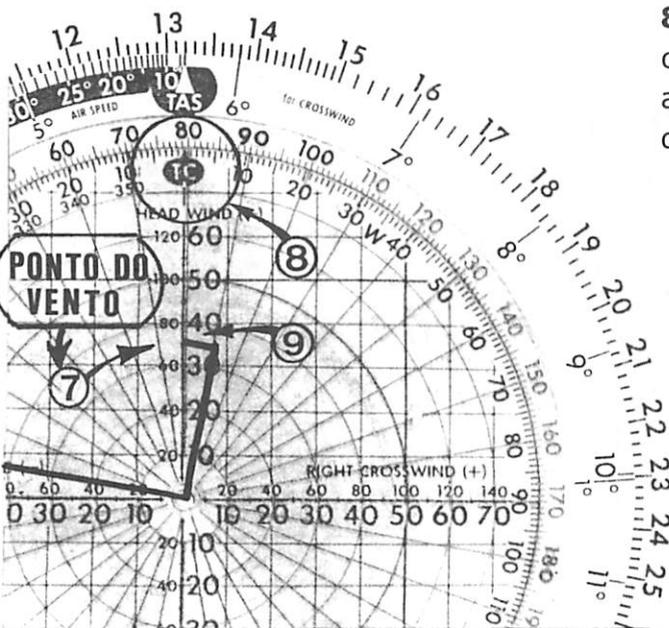
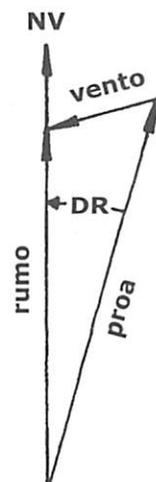
Solução:

1. Ajuste índice TAS com o valor da VA (132 kt) na escala externa.
2. Ajuste o RV (Rumo Verdadeiro) 360° da escala verde com o índice TC.
3. Com a diferença angular entre o Rumo e a Proa (no caso = 15°) na escala angular, ache acima de 15° o valor do Componente Horizontal (CH) de 34 kt na escala externa.
4. Marque este Componente sobre a linha horizontal central (para a direita pois a Proa é maior que o Rumo).
5. Ache a VAE (VA Efetiva) se o ângulo entre a Proa e o Rumo for igual ou maior do que 10°, na escala preta. No caso, acima de 15° (escala preta) leia a VAE de 127 kt (escala externa).
6. Ache o Componente Vertical (CV) com a diferença entre VA ou VAE e a VS (127 - 120 = 7 kt). Marque este Componente com uma linha vertical a partir da extre-



7. A extremidade do Componente Vertical determina o ponto do Vento.
8. Leve o ponto marcado para cima até coincidir com a linha central vertical. Leia a DV (Direção do Vento) de 080° no índice TC.
9. Leia a VV (Velocidade do Vento) pelo valor na escala vertical. No caso = 35 kt.

Resposta:
 080°/35 kt



Exemplo 2

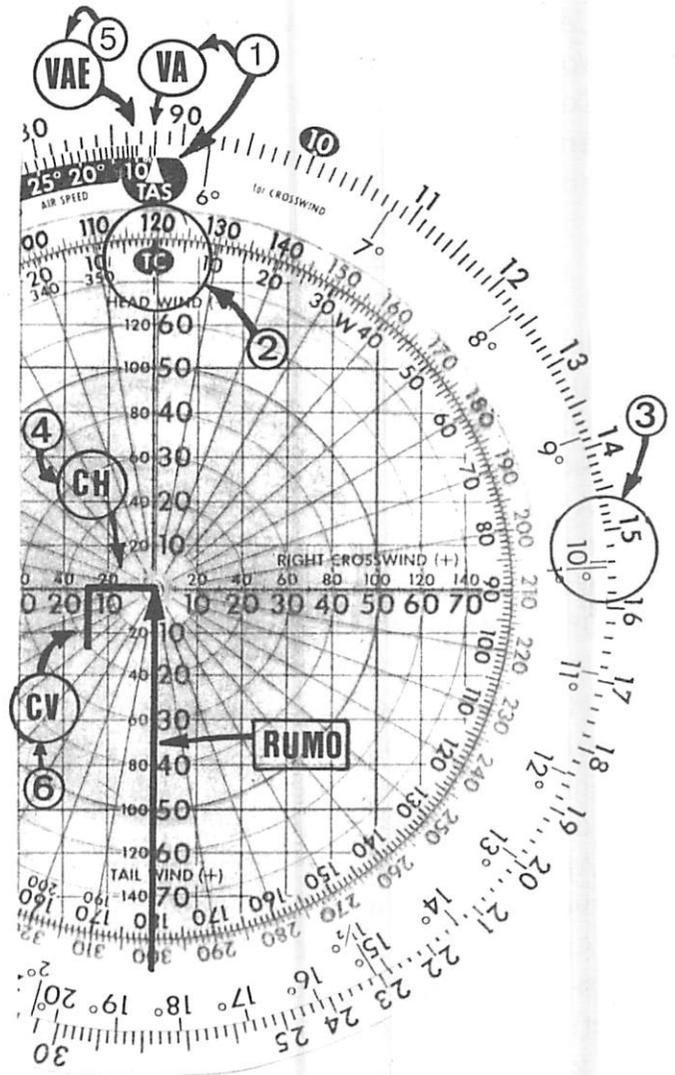
Dados: RV = 120°
VS = 100 kt
PV = 110°
VA = 88 kt

Pede-se: DV e VV

Importante: o RV (Rumo Verdadeiro) acima é o Rumo voado.

Solução:

1. Ajuste o índice TAS com o valor da VA (88 kt) na escala externa.
2. Ajuste o RV = 120° da escala verde com o índice TC.
3. Com a diferença angular entre o Rumo e a Proa (no caso = 10°) na escala angular, ache acima de 10° o valor do Componente Horizontal (CH) de 15 kt (escala externa).
4. Marque este Componente sobre a linha horizontal central (para a esquerda pois a Proa é menor que o Rumo).
5. Ache a VAE oposto a 10° da escala preta (no caso - 87 kt [escala externa]).
6. Ache o Componente Vertical com a diferença entre a VAE e a VS (no caso: 100 - 87 = 13 kt) e marque este Componente com uma linha vertical a partir da extremidade do Componente Horizontal. No caso, para baixo pois a VAE é menor que a VS.
7. A extremidade do Componente Ver-

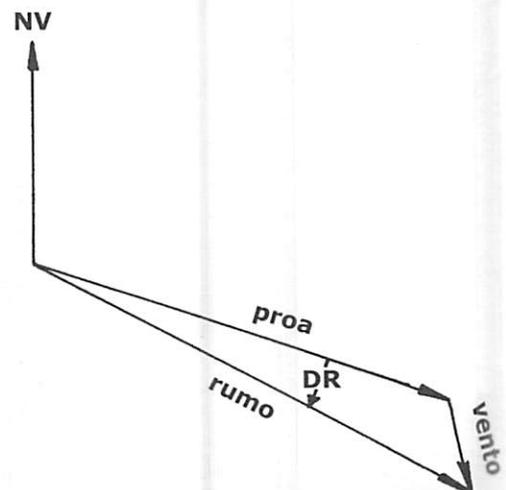
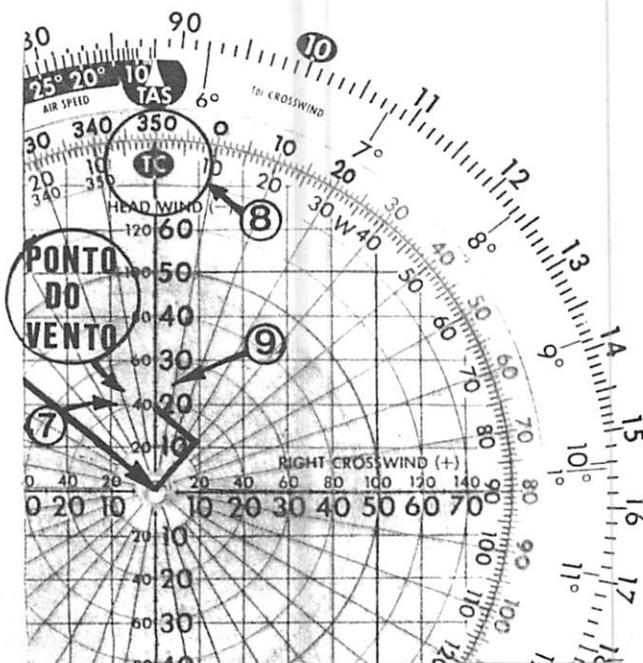


tical determina o ponto do Vento.

8. Leve o ponto marcado para cima até coincidir com a linha central vertical. Leia a DV (Direção do Vento) de 350° no índice TC.

9. Leia a VV (Velocidade do Vento) pelo valor da escala vertical. No caso = 20 kt.

Resposta: 350°/20 kt



b) Cálculo da PV (Proa Verdadeira) e VS (Velocidade no Solo)

2. Computador Circular

Exemplo 1

Dados: RV = 200°

VA = 222 kt

DV = 340°

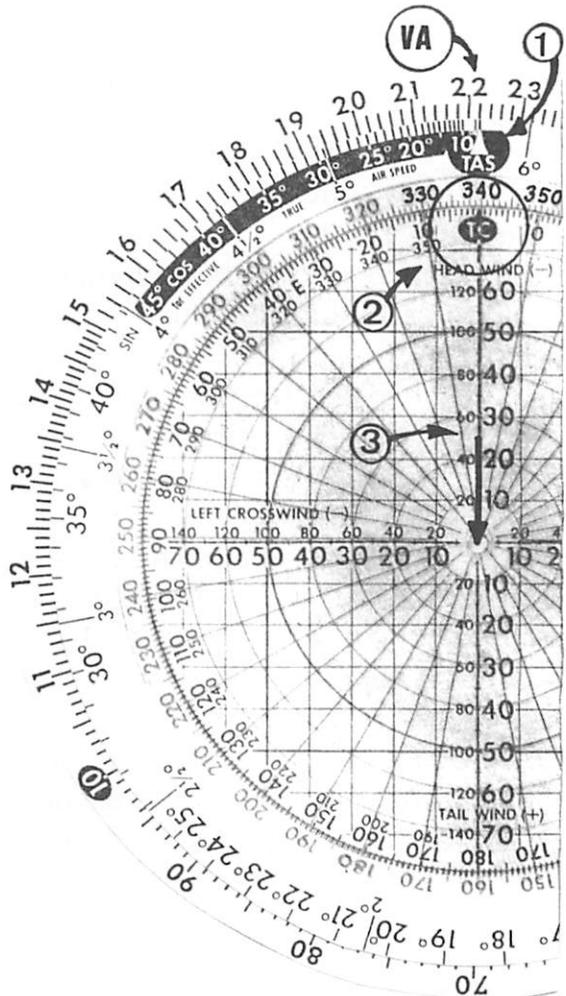
VV = 25 kt

Pede-se: PV e VS

Importante: o RV (Rumo Verdadeiro) acima é o Rumo pretendido.

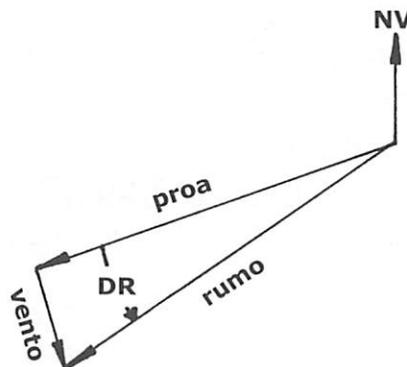
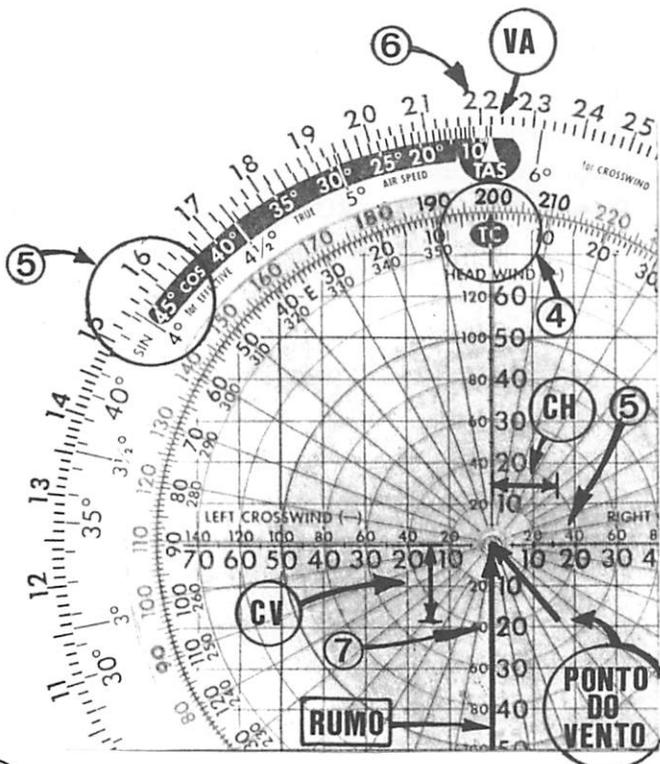
Solução:

1. Ajuste a VA de 222 kt na escala externa oposto ao índice TAS.
2. Coloque a DV (Direção do Vento) de 340° da escala angular verde oposto ao índice TC.
3. Marque um ponto (ponto do Vento) sobre a linha central vertical, para cima do gromet, equivalente a VV (Velocidade do Vento), no caso, 25 kt.
4. Ajuste o RV de 200° da escala angular verde oposto ao índice TC.
5. Ache o Componente Horizontal (CH) com a diferença entre a linha central vertical e o ponto do Vento. No caso = 16 kt. Leia abaixo de 16 kt (escala externa) o valor angular correspondente (escala angular interna) de 4°. Esta é a Correção de Deriva (CD). No caso para



- a direita pois o ponto do Vento está a direita. Portanto a PV será o RV somado com 4°, donde PV = 204°.
6. Como a Correção de Deriva é menor que 10° (no caso = 4°), não é necessário achar a VAE (VA efetiva).
7. Ache o Componente Vertical (CV) com a diferença entre a linha central horizontal e ponto do Vento, no caso = 19 kt. Como no gromet temos a VS e o ponto do Vento determina a VA e este está abaixo, a VS será a VA somada ao CV, donde 222 + 19 = 241 kt = VS.

Resposta: PV = 204° e VS = 241 kt



Exemplo 2

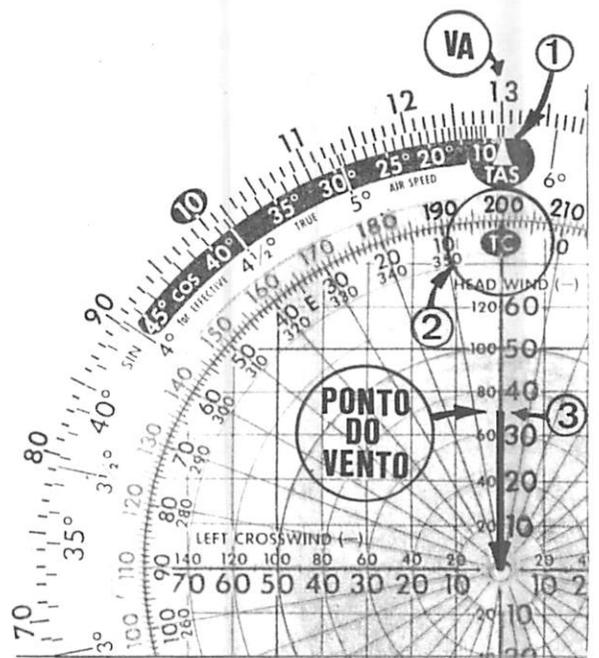
Dados: RV = 275°
 VS = 130 kt
 DV = 200°
 VV = 35 kt

Pede-se: PV e VS

Importante: o RV (Rumo Verdadeiro) acima é o Rumo pretendido.

Solução:

1. Ajuste a VA de 130 kt oposto ao índice TAS.
2. Coloque a DV (Direção do Vento) de 200° oposto ao índice TC.
3. Marque um ponto (ponto do Vento) sobre a linha central vertical, para cima do gromet, equivalente a VV (Velocidade do Vento), no caso, 35 kt.
4. Ajuste o RV de 275° (escala angular verde) oposto ao índice TC.
5. Ache o CH (Componente Horizontal), no caso = 34 kt. Leia abaixo de 34 kt

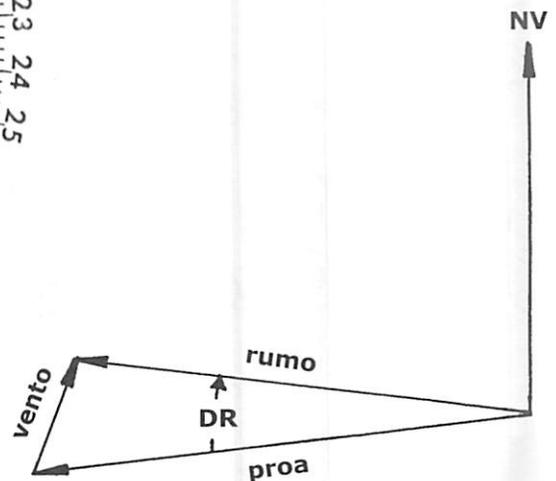
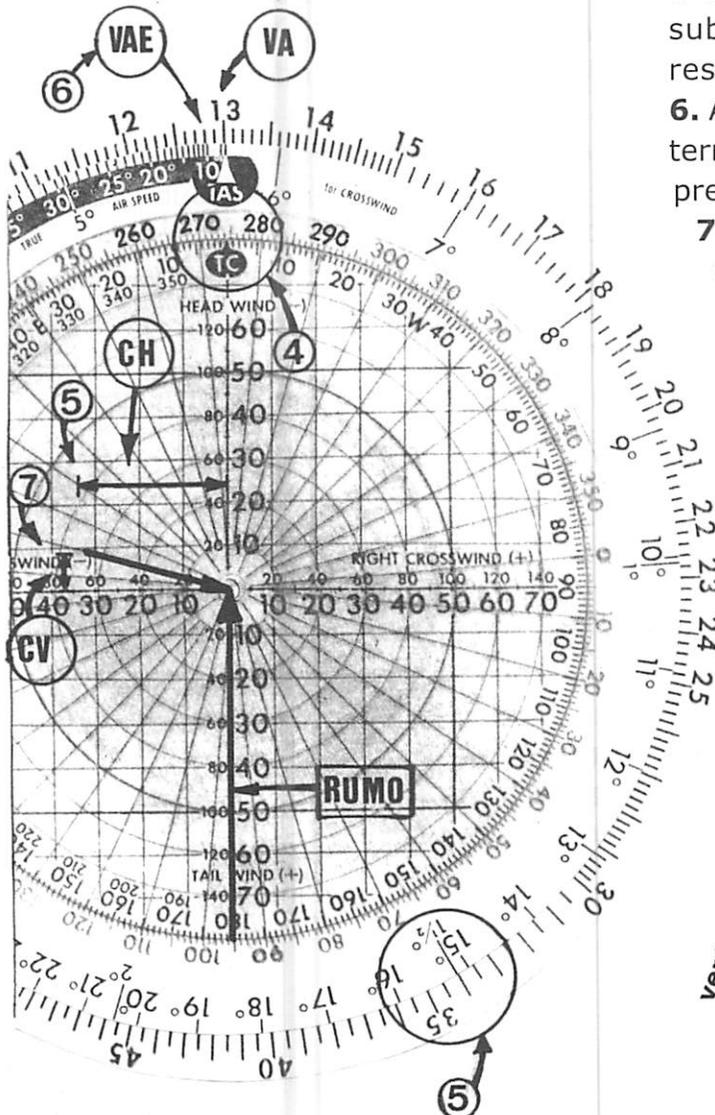


(escala externa) o valor angular de 15° da CD (Correção de Deriva). Assim, como o ponto do Vento está a esquerda da linha central vertical, a CD é para a esquerda. Portanto, a PV será o RV subtraído da CD, donde $275^\circ - 15^\circ$ resulta $PV = 260^\circ$.

6. Ache a VAE (VA Efetiva) na escala externa oposto ao valor de 15° da escala preta. No caso, $VAE = 125$ kt.

7. Ache o CV (Componente Vertical) de 8 kt. Como o ponto do Vento está acima da linha central horizontal, a VA é maior que a VS (gromet). Portanto, subtraindo o CV da VAE se obtém VS, donde $125 - 8 = 117$ kt = VS.

**Resposta: PV = 260°
 e VS = 117 kt.**



c) Cálculo do RV (Rumo Verdadeiro) e VS (Velocidade no Solo)

2. Computador Circular

Exemplo

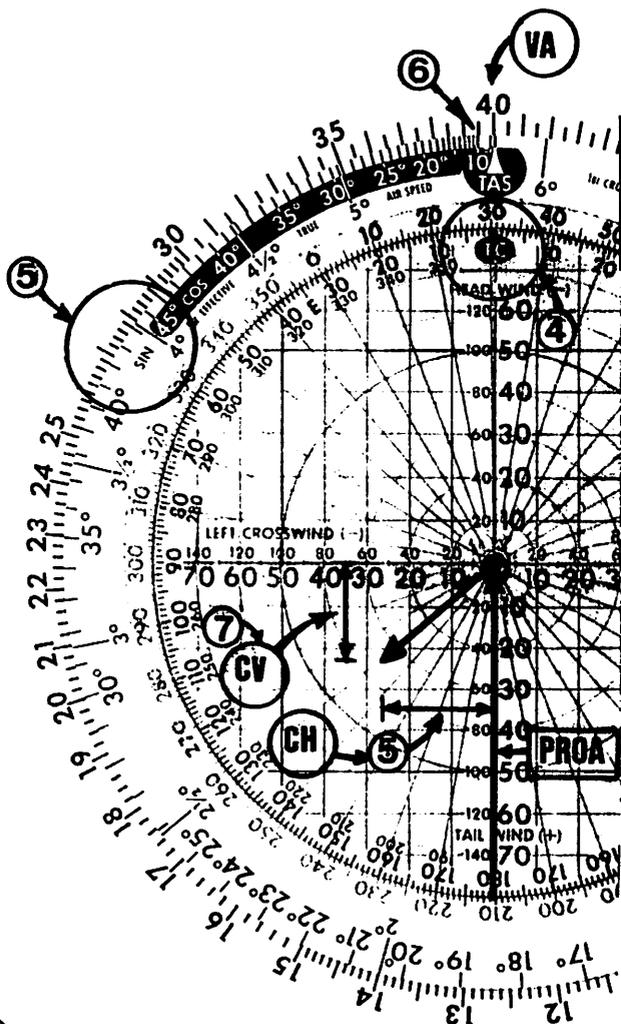
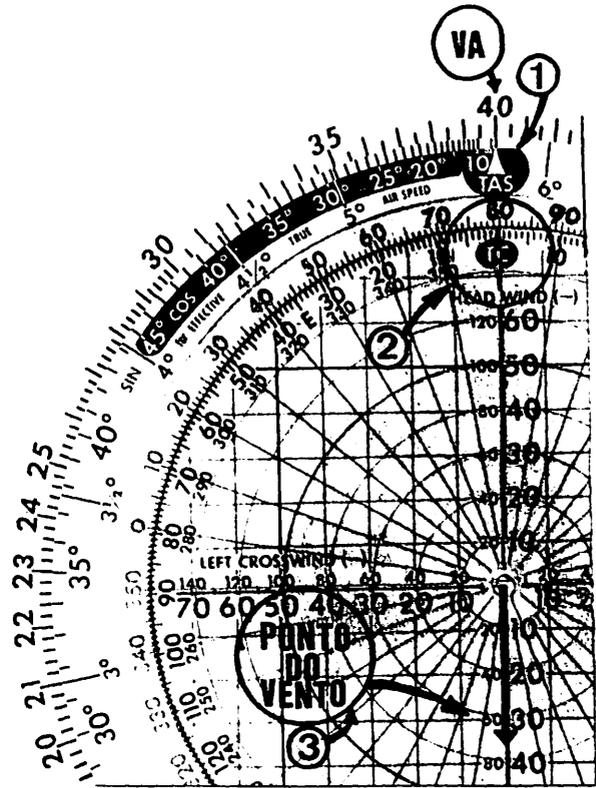
Dados: PV = 030°
 VA = 400 kt
 DV = 080°
 VV = 35 kt

Pede-se: RV e VS

Importante: o RV (Rumo Verdadeiro) acima é o Rumo que a aeronave irá voar, sob influência do Vento atuante.

Solução:

1. Ajuste VA de 400 kt oposto ao índice TAS.
2. Coloque a DV (Direção do Vento) de 080° (escala angular verde) acima do índice TC.
3. Marque um ponto (ponto do Vento), sobre a linha central vertical, para baixo do gromet, equivalente a VV (Velocidade do Vento), no caso, 35 kt.
4. Ajuste a PV (Proa Verdadeira) de 030° oposto ao índice TC.

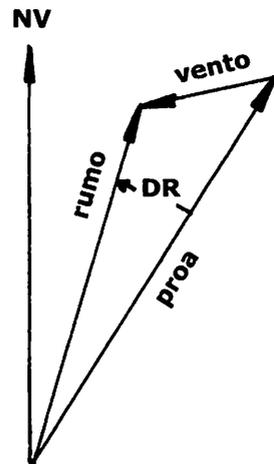


5. Ache o CH (Componente Horizontal), no caso = 27 kt. Leia abaixo de 27 kt (escala externa) o valor angular de 4° da DR (Deriva). Sendo assim, como o ponto do vento está a esquerda da linha central vertical, a DR é para a esquerda. Portanto, o RV será a PV subtraída da DR, donde $030^\circ - 4^\circ = 026^\circ = RV$.

6. Como a deriva é menor que 10°, não é necessário achar a VAE.

7. Ache o CV (Componente Vertical) com a diferença entre a linha central horizontal e o ponto do Vento, no caso = 22 kt. Como no caso o gromet apresenta a VA (isto porque no índice TC está ajustado a PV) e o ponto do Vento está abaixo, a VS será a VA subtraída do CV, então $400 - 22 = 378 \text{ kt} = VS$.

Resposta:
 RV = 026° e
 VS = 378 kt.



Exercícios no Computador de Vôo

Aplicação do Cálculo da PV e VS

Exemplo - Na carta da página seguinte supõe-se um vôo de Teresina para Caxias com sobrevôo de Fortuna, considerando os seguintes dados:

Trecho Teresina/Fortuna

Velocidade Indicada 100 kt
 Nível de Vôo (FL)..... FL 085
 Temperatura no FL..... 14°C
 Vento atuante 210°/20 kt
 Consumo Horário..... 40 litros/h
 Desvio Bússola 5° E

Trecho Fortuna/Caxias

Velocidade Indicada 90 kt
 Nível de Vôo (FL)..... FL 055
 Temperatura no FL..... 20°C
 Vento atuante 250°/15 kt
 Consumo Horário..... 35 litros/h
 Desvio Bússola 3° W

Pede-se:

a) Trecho Teresina/Fortuna

1. RV (Rumo Verdadeiro) e distância:

RV = 243° (medido com o transferidor sobre a carta)

Distância = 90 NM (medida no arco do meridiano da carta)

2. Velocidade Aerodinâmica (VA):

$$\begin{cases} VI = 100 \text{ kt} \\ FL = 85 \\ TFL = 14^\circ\text{C} \end{cases} \quad \mathbf{VA = 117 \text{ kt}}$$

(cálculo realizado na face A do computador)

3. Cálculo da CD (Correção de Deriva) e VS (Velocidade no Solo):

$$\begin{cases} RV = 243^\circ \text{ (item 1)} \\ VA = 117 \text{ kt (item 2)} \\ DV = 210^\circ \quad \mathbf{CD = -05^\circ} \\ VV = 20 \text{ kt} \quad \mathbf{VS = 100 \text{ kt}} \end{cases}$$

(cálculo realizado na face B do computador)

4. Proa Bússola (PB):

$$\begin{cases} RV = 243^\circ \text{ (item 1)} \\ CD = -5^\circ \text{ (item 3)} \\ DMG = 19^\circ \text{ W (lida na linha isogônica)} \\ DB = 5^\circ \text{ E (dado)} \end{cases}$$

$$PV = RV + CD$$

$$PV = 243^\circ + (-5^\circ)$$

$$PV = 238^\circ$$

$$PM = PV \pm DMG$$

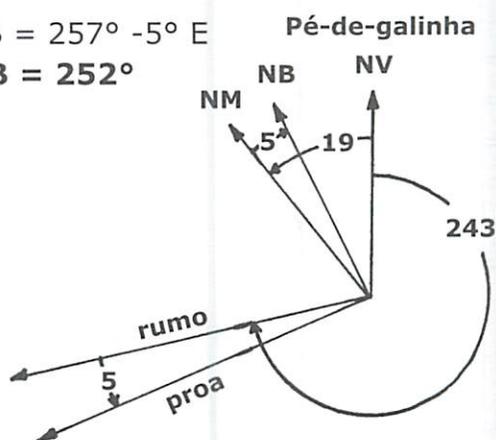
$$PM = 238^\circ + 19^\circ \text{ W}$$

$$PM = 257^\circ$$

$$PB = PM \pm DB$$

$$PB = 257^\circ - 5^\circ \text{ E}$$

$$\mathbf{PB = 252^\circ}$$



5. Tempo de vôo:

$$\begin{cases} \text{Distância} = 90 \text{ NM (item 1)} \\ VS = 100 \text{ kt (item 3)} \end{cases}$$

tempo de vôo = 00h54 (face A)

6. Combustível gasto:

$$\begin{cases} \text{Tempo de vôo} = 54 \text{ min (item 5)} \\ \text{Consumo horário} = 40 \text{ litros/h (dado)} \end{cases}$$

Combustível gasto = 36 litros (face A)

b) Trecho Fortuna/Caxias

7. RV (Rumo Verdadeiro) e distância:

RV = 041° (medido com o transferidor sobre a carta)

Distância = 72 NM (medida no arco de meridiano da carta)

8. Velocidade Aerodinâmica (VA):

$$\begin{cases} VI = 90 \text{ kt} \\ FL = 55 \\ TFL = 20^\circ\text{C} \end{cases} \quad \mathbf{VA = 100 \text{ kt}}$$

(cálculo realizado na face A do computador)

Exercícios no Computador (Face A)

a)	Velocidade no Solo desenvolvida	Tempo de Vôo Gasto ou a Gastar	Distância Percorrida ou a Percorrer
1	133 kt	00h41	?
2	245 km/h	02h54	?
3	78 kt	00h08	?
4	?	00h40	66 NM
5	?	01h29	230 km
6	?	03h32	700 NM
7	305 MPH	?	990 ST
8	475 MPH	?	95 ST
9	105 kt	?	63 NM

b)	Razão de Subida	Tempo de Subida	Quantidade de Subida
1	630 pés/min	?	12500 pés
2	1450 pés/min	?	26000 pés
3	470 pés/min	15 min	?
4	850 pés/min	16 min	?
5	?	7 min	4900 pés
6	?	19 min	15500 pés

c)	Consumo Horário	Tempo Voado ou a Voar	Combustível Gasto ou a Gastar
1	47 litros/h	?	29 litros
2	15.8 galões/h	?	34 galões
3	1150 libras/h	06h10	?
4	38.5 litros/h	00h53	?
5	?	01h35	29.8 kg
6	?	00h19	16 litros
7	Para um avião que tenha que voar com tempo de vôo DEP/DEST= 02h52, qual a Autonomia Mínima necessária?		
8	Para um helicóptero que tenha um tempo previsto de vôo entre DEP/ DEST = 02h25, qual a Autonomia Mínima necessária?		

d) Transformação de Unidades			
1	4000 pés em metros	9	210 kt em km/h
2	2500 metros em pés	10	305 kt em MPH
3	555 km em NM	11	83 litros em US gal
4	3.5 km em ST	12	3.4 litros em IMP gal
5	144 NM em km	13	102 US gal em IMP gal
6	1 NM em ST	14	1000 libras em kg
7	133 MPH em km/h	15	1,2 kg em libras
8	185 km/h em kt	16	125 libras em kg

e) Relação Longitude/Tempo		
	Arco de Longitude	Tempo em Horas e Minutos
1	020°	?
2	140°	?
3	085°	?

f)	Altitude Pressão ou FL	Temperatura na Altitude Pressão ou FL	Altitude Densidade
1	FL 100	-5°C	?
2	25000 pés	-25°C	?
3	FL 80	-10°C	?

g)	Altitude Pressão ou FL	Temperatura no Nível	Altitude QNH	Altitude Verdadeira
1	FL 100	0°C	9500 pés	?
2	FL 40	20°C	4500 pés	?
3	FL 60	-10°C	6000 pés	?
4	FL 310	-45°C	30500 pés	?
5	FL 0	40°C	200 pés	?

h)	Altitude Pressão ou FL	Temperatura no Nível	VI ou Velocidade Calibrada	VA ou Velocidade Verdadeira
1	FL 50	10°C	138 kt	?
2	7500 pés	-5°C	208 kt	?
3	FL 310	-40°C	980 MPH	?
4	15000 pés	-15°C	162 kt	?
5	3000 pés	15°C	142 kt	?
6	FL 95	0°C	180 km/h	?
7	FL 85	-20°C	?	235 kt
8	4500 pés	25°C	?	190 km/h

i)	Temperatura no FL	Nº Mach ou Porcentagem da Velocidade do Som	Velocidade Aerodinâmica ou Verdadeira
1	15°C	0.50	?
2	25°C	0.35	?
3	-30°C	0.73	?
4	-45°C	0.88	?
5	-15°C	?	295 kt
6	0°C	?	350 kt

j) Triângulo de Velocidades (Face B)

	RV	VS	PV	VA	DV	VV
1	190°	190 kt	195°	214 kt	?	?
2	275°	107 kt	262°	97 kt	?	?
3	045°	146 kt	042°	164 kt	?	?
4	215°	425 kt	221°	385 kt	?	?
5	280°	?	?	335 kt	200°	40 kt
6	005°	?	?	94 kt	045°	15 kt
7	080°	?	?	100 kt	180°	35 kt
8	360°	?	?	115 kt	240°	10 kt
9	?	?	095°	160 kt	140°	20 kt
10	?	?	293°	127 kt	180°	15 kt

Respostas dos Exercícios das Páginas 81 e 82

- a) 1. 91NM
2. 710 km
3. 10.4 NM
4. 99 kt
5. 155 km/h
6. 198 kt
7. 03h15
8. 00h12
9. 00h36

- b) 1. 20 min
2. 18 min
3. 7050 pés
4. 13600 pés
5. 700 pés/min
6. 815 pés/min

- c) 1. 00h37
2. 02h09
3. 7100 libras
4. 34 litros
5. 18.8 kg/h
6. 50.5 litros/h
7. 03h37
8. 02h45

- d) 1. 1220 metros
2. 8200 pés
3. 299 NM
4. 2.18 ST
5. 267 km
6. 1.15 ST
7. 214 km/h
8. 100 kt
9. 389 km/h
10. 351 MPH
11. 22 US gal
12. 0.75 IMP gal
13. 85 IMP gal
14. 454 kg
15. 2.64 litros
16. 56.7 kg

- e) 1. 01h20
2. 09h20
3. 05h40

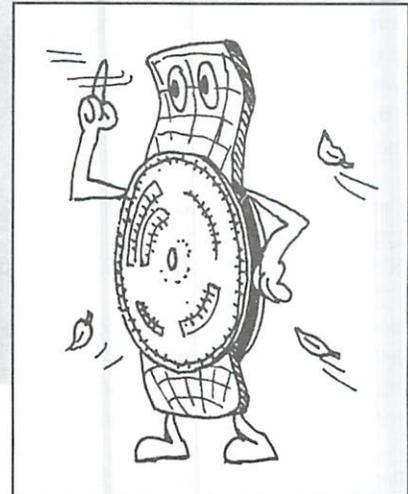
- f) 1. 10000 pés
2. 26000 pés
3. 7000 pés

- g) 1. 9700 pés
2. 4700 pés
3. 5700 pés
4. 30600 pés
5. 217 pés

- h) 1. 150 kt
2. 230 kt
3. 1660 MPH
4. 204 kt
5. 150 kt
6. 209 km/h
7. 214 kt
8. 172 km/h

- i) 1. 330 kt
2. 236 kt
3. 443 kt
4. 518 kt
5. 0.47
6. 0.54

- j) 1. DV=230°, VV=30 kt
2. DV=155°, VV=26 kt
3. DV=020°, VV=20 kt
4. DV=350°, VV=57 kt
5. PV=273°, VS=325 kt
6. PV=011°, VS=82 kt
7. PV=100°, VS=100 kt
8. PV=356°, VS=120 kt
9. RV=090°, VS=146 kt
10. RV= 299°, VS=133 kt



A partir da página seguinte, você tem proposto um total de 20 provas de navegação, cada uma contando com 20 questões e quatro alternativas, igual ao Exame da ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). Só há, evidente, uma alternativa considerada correta para cada questão. Da prova de número 1 até 15, as provas são no padrão atual da ANAC (sem o uso de cartas). As provas 16 a 20 se referem a um problema de navegação prático. Para a solução do problema de navegação, recomenda-se, antes de iniciá-lo, a seguinte sequência de obtenção de dados:

1. Determine os dados de temperatura nos regimes de: subida, cruzeiro e descida. Determine as altitudes nos regimes de: subida, cruzeiro e descida. Determine as quantidades de subida e descida.
2. Meça o RV (Rumo Verdadeiro) e a distância de cada trecho proposto.
3. Calcule as Velocidades Aerodinâmicas (VA's) de cada regime de vôo (subida, cruzeiro e descida).

Na página 99 você possui o gabarito das provas e a partir da página 100 a solução da parte prática dos problemas de navegação, executada passo a passo. As pro-

vas possuem uma sequência crescente de dificuldades, por isso recomendamos seguir na ordem a solução.

Lembretes Importantes

- Toda vez que pedir a Proa (PV, PM ou PB) de um determinado trecho ou regime de vôo, ache primeiro a Correção de Deriva (CD) para combater o Vento atuante, no Triângulo de Velocidades.
- Os estimados são feitos sempre com a VS (Velocidade no Solo), também determinada no Triângulo de Velocidades.
- O cálculo da Autonomia Mínima necessária para um vôo é realizado considerando o tempo do vôo DEP/DEST, calculado através da combinação da(s) VA(s) de cruzeiro e das distâncias obtidas nos trechos, a fim de facilitar os cálculos. Este é o critério utilizado para a realização das provas da ANAC.

Teste então agora os seus conhecimentos adquiridos, lembrando-lhe que o grau mínimo exigido para aprovação na ANAC é 7 (sete), exigindo portanto um máximo de 6 erros por prova. Boa sorte!

PROVA 1

1. O processo de navegação que utiliza como referências corpos celestes chama-se:

- a) astronômico b) estimado
c) por contato d) rádio

2. O círculo máximo que divide a Terra em dois hemisférios (Norte e Sul), cujo plano passa pelo centro e é perpendicular ao seu eixo, chama-se:

- a) círculo menor b) paralelo
c) meridiano d) Equador

3. A forma da Terra, para efeito de navegação, é considerada:

- a) um elipsóide de revolução
b) levemente achatada nos pólos
c) de forma irregular
d) uma esfera perfeita

4. O antimeridiano do meridiano de longitude 120°E é o de longitude:

- a) 060°E b) 060°W c) 150°E d) 150°W

5. O arco de meridiano compreendido entre o Equador e o paralelo de um lugar chama-se:

- a) latitude b) longitude
c) diferença de latitude d) diferença de longitude

6. Para cálculos de navegação, as distâncias nas cartas e velocidades deverão estar, preferencialmente, respectivamente, em:

- a) km e KT b) NM e MPH c) km e km/h d) NM e KT

7. O ajuste altimétrico utilizado normalmente nas operações de pouso e decolagem de uma aeronave é o:

- a) QNH b) QFE c) QNE d) QFF

8. Qual o instrumento que indica ao piloto a razão de subida ou descida de uma aeronave:

- a) DME b) RMI c) climb d) altímetro

9. A trajetória percorrida ou a percorrer por uma aeronave, sobre a superfície terrestre, chama-se:

- a) rota b) proa c) caminho d) rumo

10. Ângulo de correção de deriva é formado entre a proa da aeronave e o(a):

- a) Norte verdadeiro b) Norte magnético
c) rumo a seguir d) linha Norte-Sul da bússola

11. Linhas traçadas nas cartas que unem pontos de mesma declinação magnética chamam-se:

- a) isoclínicas b) isóbaras c) isotérmicas d) isogônicas

12. O ângulo formado entre o meridiano magnético e a linha Norte-Sul da bússola chama-se:

- a) proa bússola b) proa magnética
c) desvio de bússola d) declinação magnética

13. Um fuso horário abrange uma faixa de:

- a) 15° de latitude b) 15° de longitude
c) 7°30' de latitude d) 7°30' de longitude

14. Numa cidade de longitude 135°E são 15h30Z. Qual a hora UTC:

- a) 00h30 b) 05h30 c) 06h30 d) 15h30

15. A diferença horária entre a longitude 120°W e a longitude 135°E é de:

- a) 7 h b) 8 h c) 15 h d) 17 h

16. Uma aeronave voando com proa verdadeira 140 corta linhas isogônicas de 20°W a 28°W. Qual a proa magnética média que deverá voar:

- a) 142 b) 148 c) 164 d) 188

17. O ângulo formado entre o meridiano verdadeiro e o eixo longitudinal de uma aeronave chama-se:

- a) proa magnética b) proa bússola
c) proa verdadeira d) declinação magnética

18. À representação gráfica da superfície terrestre desenvolvida num plano, sem grandes detalhes de projeção, chama-se de:

- a) mapa b) visão c) projeção d) carta

19. Numa projeção gnômônica, as linhas de projeção tem origem no:

- a) infinito b) ponto oposto
c) centro da Terra d) ponto tangente

20. Convertendo-se 85 km em milhas terrestres e milhas náuticas, teremos respectivamente, os valores:

- a) 46 e 53 b) 53 e 46 c) 136 e 157 d) 157 e 136

PROVA 2

1. Um semi-círculo máximo limitado pelos pólos, oposto ao meridiano de um observador, chama-se:

- a) antimeridiano b) co-latitude
c) meridiano 180° d) círculo menor

2. A abreviatura ENE pertence ao grupo de pontos:

- a) laterais b) colaterais c) direcionais d) sub-colaterais

3. O método de conduzir uma aeronave sobre a superfície terrestre, procurando elementos de destaque para se orientar na rota, denomina-se navegação:

- a) rádio b) por estima c) eletrônica d) por contato

4. O arco de meridiano compreendido entre um paralelo de latitude e o pólo chama-se:

- a) latitude média b) diferença de longitude
c) latitude d) co-latitude

5. A diferença de longitude entre os pontos "A"(22°00'S-044°50'W) e "B"(42°20'S-034°30'W) será de:

- a) 05°10' b) 10°20' c) 39°40' d) 78°20'

6. A VA(velocidade aerodinâmica) de uma aeronave aumenta de 2% da VI(velocidade indicada) para cada:

- a) 1000 m de altitude b) 100 m de altitude
c) 100 pés de altitude d) 1000 pés de altitude

7. A distância vertical que separa uma aeronave do nível de pressão padrão (1013.2 hPa) chama-se altitude:

- a) pressão b) absoluta c) densidade d) verdadeira

8. O climb é um instrumento que funciona ligado a(s) linha(s) de pressão:

- a) estática b) impacto
c) estática e impacto d) impacto e dinâmica

9. O ângulo formado entre o eixo longitudinal de uma aeronave e a rota percorrida pela mesma chama-se:

- a) deriva b) correção de deriva
c) ângulo de interceptação d) de erro do piloto

10. A aeronave terá a proa igual a rota voada quando o vento for:

- a) de proa b) de cauda c) nulo d) todas as citadas

11. As linhas traçadas nas cartas, unindo pontos de declinação magnética nula, chamam-se:

- a) agônicas b) isogônicas c) isóbaras d) isoclínicas

12. Na teoria dos fusos horários, o meridiano 180° é conhecido como:

- a) co-latitude
b) antimeridiano
c) linha internacional de mudança de data
d) referência inicial para contagem das longitudes

13. Qual a diferença de horas (HLO) existente entre uma cidade de longitude 105°W e outra de longitude 045°E:

- a) 2 h b) 4 h c) 5 h d) 10 h

14. O ângulo formado entre um meridiano verdadeiro e uma linha de rota tem a sigla:

- a) RV b) RM c) PV d) PM

15. Uma aeronave mantém proa verdadeira 250 e sua linha de rota cruza as isogônicas de 10°W até 18°W. A proa magnética que deverá manter será de:

- a) 252 b) 254 c) 262 d) 264

16. Em que se baseia a projeção Mercator:

- a) cone b) vários cones
c) cilindro d) infinito

17. A projeção em que o ponto de origem se encontra no infinito chama-se:

- a) azimutal b) estereográfica
c) gnomônica d) ortográfica

18. 3500 pés equivalem a:

- a) 1070 m b) 1160 m c) 1250 m d) 1340 m

19. 1 NM (nautical mile) equivale a:

- a) 1906 m b) 1609 m c) 1582 m d) 1852 m

20. O ADF é um receptor que serve para sintonizar estações:

- a) VOR b) NDB c) DME d) ILS

PROVA 3

1. Círculo máximo, cujo plano é perpendicular ao eixo da Terra, é o:

- a) Equador b) meridiano c) paralelo d) antimeridiano

2. O método de navegação no qual a posição de uma aeronave é obtida por ondas de rádio é chamado de navegação:

- a) estimada b) celestial
c) eletrônica d) radiogoniométrica

3. A abreviatura WSW significa:

- a) estesudeste b) oestesudeste
c) oestesudoeste d) estesudoeste

4. O arco de meridiano compreendido entre os paralelos dos lugares considerados chama-se:

- a) longitude b) latitude média
c) diferença de latitude d) diferença de longitude

5. Considerando a latitude 23°39'S, a co-latitude será de:

- a) 56°21'S b) 66°39'S c) 66°21'S d) 55°49'S

6. Dados: ponto "A"(22°00'S-040°20'W) e "B"(38°43'S-080°30'W), qual a latitude média:

- a) 08°21'30"S b) 16°21'30"S
c) 24°21'30"S d) 30°21'30"S

7. De uma maneira geral, o altímetro está ligado a(s) linha(s) de pressão:

- a) dinâmica b) estática
c) de impacto d) estática e dinâmica

8. A velocidade lida no velocímetro é conhecida pela sigla inglesa:

- a) IAS b) TAS c) GS d) IS

9. A VA (velocidade aerodinâmica) sofrendo a influência de um componente de vento positivo ou negativo passará a ser:

- a) VS (velocidade no solo) b) VC (velocidade calibrada)
c) VI (velocidade indicada) d) VE (velocidade equivalente)

10. Uma aeronave, para se manter sobre a rota desejada, com um vento de cauda e pela direita, deverá ter ângulo de correção de deriva:

- a) nulo b) positivo
c) negativo d) variável com a latitude

11. O ângulo formado entre um meridiano e a direção a ser seguida chama-se:

- a) rota b) rumo c) proa d) desvio

12. O ângulo medido a partir do NV até o NM recebe o nome de:

- a) desvio magnético b) inclinação magnética
c) declinação magnética d) desvio bússola

13. As milhas náuticas de um fuso horário, no Equador, correspondem a:

- a) 15 b) 60 c) 600 d) 900

14. A diferença de horas existente entre uma cidade de longitude 135°W e outra de longitude 075°E será de:

- a) 4 h b) 7 h c) 14 h d) 18 h

15. Com relação a hora legal (HLE), para locais que estejam do lado Oeste, a hora UTC será:

- a) mais cedo b) mais tarde
c) a mesma d) no Brasil é mais cedo

16. O ângulo formado entre um meridiano magnético e o eixo longitudinal de uma aeronave tem a sigla:

- a) PV b) PB c) PM d) RV

17. Uma aeronave mantém PV 200 e sua linha de rota corta as isogônicas de 10°E até 14°E. A PM média que deverá manter será:

- a) 176 b) 186 c) 188 d) 190

18. A maneira pela qual se representa num plano a superfície terrestre ou parte dela, aparecendo com perfeição seus paralelos e meridianos, denomina-se:

- a) carta b) escala c) mapa d) projeção

19. Rota loxodrômica é aquela que corta os meridianos em ângulos:

- a) retos b) agudos c) iguais d) diferentes

20. Uma aeronave que percorre 105 NM em 45 min, em 1 hora percorrerá:

- a) 140 km b) 135 NM c) 259 km d) 150 NM

PROVA 4

1. Círculo máximo é um círculo:

- a) paralelo ao Equador
b) cujo plano passa pelo centro da Terra
c) que não divide a Terra em duas partes iguais
d) cujo centro e raio não são os mesmos da própria esfera

2. O método de conduzir uma aeronave de um ponto a outro sobre a superfície da Terra, determinando sua posição pela aplicação do vento, a partir de um ponto conhecido, chama-se navegação:

- a) estimada b) eletrônica
c) por contato d) radiogoniométrica

3. Qual das abreviaturas abaixo não corresponde a um ponto sub-colateral:

- a) NWW b) ENE c) SSW d) SSE

4. O semi-círculo máximo cujo plano coincide com o eixo da Terra chama-se:

- a) Equador b) meridiano c) paralelo d) longitude

5. A latitude média entre os pontos "A"(20°30'N) e "B"(20°33'S) será de:

- a) 00°01'30"S b) 00°01'30"N
c) 01°30'30"S d) 01°30'30"N

6. Em uma carta Lambert, 3°25' de latitude, correspondem a:

- a) 325 NM b) 205 m c) 205 NM d) 325 km

7. O arco de paralelo ou Equador compreendido entre o meridiano de Greenwich e um meridiano qualquer é chamado de:

- a) latitude b) longitude
c) diferença de latitude d) diferença de longitude

8. A velocidade indicada corrigida para os erros do instrumento e instalação chama-se:

- a) indicada b) aerodinâmica
c) calibrada d) no solo

9. Ao nível do mar a temperatura é 17°C. Nas mesmas condições, qual será a temperatura no FL110:

- a) 22°C b) 7°C c) -39°C d) -5°C

10. A unidade de velocidade nó(KT) é a relação entre:

- a) milha náutica e hora b) milha terrestre e hora
c) quilômetro e hora d) pé e hora

11. Para se manter sobre a rota o piloto necessitou usar proa maior que o rumo e uma VA menor que a VS. O vento vem de:

- a) direita e proa b) esquerda e proa
c) direita e cauda d) esquerda e cauda

12. Voando para o Sul entre as linhas isogônicas 4°W e 2°E, qual a DMG(declinação magnética) média aplicável:

- a) 6°W b) 2°W c) 1°W d) 0°

13. Numa cidade de longitude 120°W são 10h00 (HLO). Pede-se a hora UTC:

- a) 18h00Z b) 13h00Z c) 07h00Z d) 02h00Z

14. Em quanto tempo o Sol percorrerá, em seu movimento aparente, um arco de longitude correspondente a 78°30':

- a) 5h12min b) 5h13min c) 5h14min d) 5h15min

15. Qual a diferença de horas (HLE) existente entre uma cidade de longitude 113°W e outra de longitude 053°E:

- a) 10 h b) 11 h c) 12 h d) 13 h

16. O ângulo formado entre um meridiano magnético e um verdadeiro chama-se de:

- a) ângulo de deriva b) desvio de bússola
c) inclinação magnética d) declinação magnética

17. Uma aeronave mantém PV 350 e sua linha de rota cruza as isogônicas de 12°W a 18°W. Qual a PM média que deverá manter:

- a) 365 b) 335 c) 008 d) 005

18. Dados: RV 090 e CD -5°, então a PV será:

- a) 085 b) 090 c) 095 d) 270

19. Em uma projeção ortográfica, as linhas de projeção tem origem no:

- a) infinito b) ponto oposto
c) ponto de tangência d) centro da Terra

20. Numa projeção Lambert, um círculo máximo é representado por uma linha:

- a) reta b) curva c) ondulada d) conformal

PROVA 5

1. Qual o nome dado ao círculo na superfície da esfera cujo centro e raio são os mesmos da própria esfera:

- a) círculo máximo b) círculo menor
c) paralelo de latitude d) co-latitude

2. O movimento de rotação que a Terra realiza em torno do eixo polar é no sentido:

- a) Norte-Sul b) Leste-Oeste
c) Oeste-Leste d) dos pólos

3. Partindo-se da direção Leste, no sentido horário, os pontos colaterais serão:

- a) NE, SE, SW, NW b) SW, SE, NW, NE
c) SE, SW, NW, NE d) NW, NE, SE, SW

4. A longitude de um ponto é medida sobre um arco de:

- a) paralelo b) meridiano
c) círculo máximo d) milha náutica

5. A diferença de latitude entre os pontos "A"(24°10'S-045°20'W) e "B"(38°44'S-070°20'W) será de:

- a) 07°17' b) 14°34' c) 31°27' d) 62°54'

6. O arco de meridiano compreendido entre o ponto de coordenadas (35°S-100°W) e o pólo Sul, determina um ângulo denominado:

- a) latitude b) co-latitude c) longitude d) co-longitude

7. A que distância do Equador está uma cidade localizada nas coordenadas (20°05'S-040°00'W):

- a) 12150 NM b) 1205 NM c) 1125 NM d) 2400 NM

8. A velocidade calibrada, corrigida para a altitude e temperatura, é a:

- a) VA b) VI c) VS d) VC

9. Uma aeronave encontra-se pousada em um aeródromo situado a 2500 pés de altitude e tem seu altímetro ajustado em QFE. A altitude indicada no instrumento será:

- a) zero
- b) 2500 pés acima do nível do mar
- c) 2500 pés acima do nível de pressão padrão
- d) 2500 pés acima do nível de pressão da estação

10. Os fatores capazes de modificar a TAS serão:

- a) altitude pressão, temperatura e FL
- b) altitude pressão, vento e temperatura
- c) umidade, vento e densidade do ar
- d) FL, umidade e altitude densidade

11. Quando o vento for de proa, cauda ou nulo, a PV em relação ao RV, será:

- a) maior
- b) menor
- c) igual
- d) diferente

12. Dizemos que o vento sopra da proa para o rumo e com isso determina um ângulo denominado:

- a) deriva
- b) desvio
- c) correção
- d) declinação

13. Os compensadores magnéticos de uma bússola se destinam a:

- a) corrigir a PM
- b) amortecer as oscilações do cartão
- c) manter lubrificado o pivot de sustentação
- d) compensar as influências magnéticas próximas da bússola

14. As linhas que unem pontos de mesma inclinação magnética chamam-se:

- a) isóbaras
- b) isogônicas
- c) isoclínicas
- d) isotérmicas

15. Na longitude 120°W são 18h00 UTC. No mesmo instante, a hora UTC, na longitude 135°E, será de:

- a) 06h00
- b) 09h00
- c) 18h00
- d) 22h00

16. Num ponto de longitude 152°W são 12h02 (HLO). A hora UTC será de:

- a) 10h08
- b) 11h00
- c) 22h02
- d) 22h10

17. Considere-se que em Greenwich são 12h00. Portanto, em um lugar de longitude 127°W, a HLO e a HLE serão, respectivamente:

- a) 03h32 e 04h00
- b) 04h00 e 03h32
- c) 03h32 e 08h26
- d) 04h00 e 08h28

18. Conhecendo o RV, para se obter o RM, a DMG será:

- a) subtraída se for W
- b) subtraída se for S
- c) somada se for W
- d) somada se for E

19. O ângulo formado entre um meridiano magnético e uma linha de rota chama-se:

- a) RV
- b) RM
- c) PV
- d) PM

20. Em uma projeção estereográfica as linhas de projeção tem origem no:

- a) infinito
- b) centro da Terra
- c) ponto de tangência
- d) ponto oposto ao de tangência

PROVA 6

1. O ângulo formado no centro da Terra, entre os planos do meridiano de Greenwich e do meridiano do lugar considerado, chama-se:

- a) latitude
- b) longitude
- c) diferença de latitude
- d) diferença de longitude

2. Ao efetuar uma navegação estimada o piloto deve conhecer:

- a) sua PV e VA
- b) sua DV e VV
- c) seu RV e VS
- d) todas as citadas

3. Quanto a paralelos pode-se afirmar que:

- a) todos são círculos menores
- b) são semi-círculos
- c) somente um é círculo máximo
- d) todos são círculos máximos

4. A latitude média é o paralelo equidistante(distância angular) dos:

- a) pólos
- b) trópicos
- c) paralelos de dois pontos
- d) meridianos de dois pontos

5. Calcular a longitude média entre os pontos "A"(20°43'S-045°15'W) e "B"(16°27'N-025°10'E):

- a) 020°05'W
- b) 010°02'30"W
- c) 015°17'26"W
- d) 035°12'30"W

6. A altitude pressão, corrigida para as variações de temperatura num determinado nível, chama-se altitude:

- a) absoluta
- b) densidade
- c) calibrada
- d) verdadeira

7. Uma aeronave decola de um aeródromo com elevação de 3000 pés com VI de 90 KT. A VA aproximada é de:

- a) 95 km/h
- b) 117 km/h
- c) 144 km/h
- d) 177 km/h

8. Considerando PV menor que RV e VA menor que VS, o vento sopra do setor de:

- a) cauda e pela direita
- b) proa e pela direita
- c) proa e pela esquerda
- d) cauda e pela esquerda

9. A correção que se faz na proa da aeronave para compensar o efeito do vento, com relação a deriva, chama-se:

- a) ajuste de deriva
- b) ajuste de desvio
- c) correção de desvio
- d) correção de deriva

10. Uma aeronave voando com PM 300 corta linhas isogônicas de 5°W a 7°E. A declinação magnética aplicável será de:

- a) 1°E
- b) 2°E
- c) 6°E
- d) 12°E

11. A hora local (HLO) na cidade de longitude 077°30'W são 13h00. Qual a hora local (HLO) na cidade de longitude 022°30'E:

- a) 6h40
- b) 19h40
- c) 6h20
- d) a mesma

12. Dados: PB 150, DMG 16°W, desvio bússola 1°E, correção de deriva 5°, o RV será:

- a) 130
- b) 140
- c) 160
- d) 170

13. Proa bússola é um ângulo formado entre o eixo longitudinal da aeronave e o(a):

- a) meridiano magnético
- b) meridiano verdadeiro
- c) linha Norte-Sul da bússola
- d) estação rádio

14. Numa projeção Lambert, a escala de distância é considerada:

- a) variável com a latitude
- b) constante
- c) igual a Mercator
- d) utilizável só na latitude média

15. Em princípio, a rota ortodrômica (também conhecida como rota de círculo máximo) corta os meridianos em ângulos:

- a) iguais
- b) agudos
- c) diferentes
- d) retos

16. Fazendo-se a conversão de 51 litros em US galões, tem-se:

- a) 1,35 b) 13,5 c) 135 d) 1350

17. Que velocidade deverá ter uma aeronave para percorrer 425 NM em 2h e 30min:

- a) 170 km/h b) 160 KT c) 315 km/h d) 320 KT

18. Uma aeronave no FL090 encontra temperatura do ar de 10°C e mantém VI de 140 KT. Qual a VA:

- a) 164 km/h b) 282 km/h c) 294 km/h d) 304 km/h

19. Dados: PV 240, TAS 100 KT, DV/VV 080°/20 KT, o RV e a VS serão, respectivamente, de:

- a) 236 e 81 KT b) 244 e 119 KT
c) 236 e 119 KT d) 244 e 81 KT

20. Sendo dados: RV 200, VS 240 KT, PV 210 e VA 280 KT, o vento será de:

- a) 228°/45 KT b) 235°/50 KT
c) 242°/54 KT d) 254°/60 KT

PROVA 7

1. A base de toda navegação consiste em determinar "localização" e "orientação". O primeiro destes elementos é obtido com a determinação do(a):

- a) distância percorrida após a decolagem
b) direção seguida após a decolagem
c) latitude e longitude do local sobrevoado
d) tempo de vôo gasto após a decolagem

2. Para formar um círculo máximo no globo terrestre é necessário que o plano que o formou:

- a) passe pelo centro da Terra
b) cruze a linha do Equador
c) passe pelos pólos
d) todas as citadas

3. Ponto geográfico é um ponto na superfície terrestre formado pelo cruzamento de um:

- a) paralelo e uma latitude
b) paralelo e um meridiano
c) meridiano e uma longitude
d) meridiano e uma latitude

4. O menor arco de paralelo ou de Equador compreendido entre os meridianos dos pontos dados chama-se:

- a) latitude b) longitude
c) diferença de latitude d) diferença de longitude

5. A direção e distância, voando de um ponto "A"(20°40'S-045°00'W) a "B"(22°50'S-045°00'W), serão de, respectivamente:

- a) Norte e 120 NM b) Norte e 130 NM
c) Sul e 120 NM d) Sul e 130 NM

6. A latitude média entre as latitudes 34°20'S e 35°40'N será de:

- a) 35°00'N b) 00°40'N c) 01°20'N d) 17°10'S

7. A leitura não corrigida de um altímetro barométrico é chamada altitude:

- a) calibrada b) verdadeira c) pressão d) indicada

8. Durante uma subida mantendo a VA constante, a VI:

- a) aumenta com o aumento da altitude
b) diminui com o aumento da altitude
c) não se altera com a variação da altitude
d) aumenta com vento de cauda

9. Uma aeronave, para se manter sobre a rota desejada, com um vento do setor de proa e pela direita, deverá ter:

- a) ACD positivo b) ACD negativo
c) ACD nulo d) deriva nula

10. A força do campo magnético da Terra que faz uma agulha alinhar-se na direção Norte-Sul chama-se:

- a) inclinação magnética b) isoclínica
c) componente vertical d) componente horizontal

11. Numa cidade de longitude 160°W são 10h40 (hora local). A hora UTC será:

- a) 10h40 b) 21h00 c) 21h20 d) 21h40

12. A descrição da zona horária na longitude 158°E será:

- a) +10 b) -10 c) +11 d) -11

13. Dados: PB 120, DMG 20°E, DB 5°W e correção de deriva +10°, o RV será:

- a) 135 b) 125 c) 115 d) 105

14. Dados: PV 360 e DMG 5°W, a PM será:

- a) 005 b) 350 c) 355 d) 365

15. A rota ortodrômica numa projeção Mercator é representada por uma linha:

- a) curva b) reta c) cônica d) loxodrômica

16. Uma projeção Lambert tem sua superfície gerada num:

- a) cone b) plano
c) cilindro d) grupo de cones

17. 200 metros equivalem a:

- a) 65 pés b) 600 pés c) 655 pés d) 700 pés

18. Para percorrer 330 NM com uma velocidade de 150 KT são necessários:

- a) 01h32min b) 01h59min c) 02h12min d) 02h29min

19. Dados: PV 200, VA 140 KT, DV/VV 150°/20 KT, qual o RV e a VS, respectivamente:

- a) 206 e 128 KT b) 194 e 153 KT
c) 188 e 140 KT d) 185 e 128 KT

20. Dados: RV 135, VA 140 KT, DV/VV 315°/15 KT, a PV e a VS serão, respectivamente:

- a) 135 e 125 KT b) 135 e 155 KT
c) 315 e 125 KT d) 315 e 155 KT

PROVA 8

1. Quais das coordenadas estão expressas corretamente:

- a) 10°10'N-120°20'S b) 39°59'58"S-185°49'10"E
c) 03°N-00°30'45"E d) 00°01'S- 000°01'W

2. Cortando-se o globo terrestre com um plano paralelo ao eixo polar e que não passe pelo centro da Terra, forma-se um:

- a) paralelo b) meridiano
c) círculo máximo d) círculo menor

3. O arco de paralelo compreendido entre o meridiano zero e um ponto considerado chama-se:

- a) latitude b) longitude
c) diferença de latitude d) diferença de longitude

4. Dados: "A"(24°00'S-040°20'W) e "B"(10°35'S-070°30'W), calcule a longitude média:

- a) 015°05'W b) 030°10'W c) 055°25'W d) 085°35'W

5. A diferença de latitude e diferença de longitude podem assumir valores de 0° até, respectivamente:

- a) 90° e 90° b) 90° e 180°
c) 180° e 180° d) 180° e 360°

6. Dados: "A"($10^\circ 30' N$ - $005^\circ 45' W$) e "B"($05^\circ 40' N$ - $005^\circ 45' W$), a distância entre os pontos A e B, em milhas náuticas, será:

- a) 0 b) 290 c) 330 d) 970

7. A altitude indicada corrigida para os erros de instrumento e de instalação do mesmo chama-se altitude:

- a) calibrada b) pressão c) verdadeira d) absoluta

8. No FL115 tem-se temperatura do ar externo de $-3^\circ C$. A condição é:

- a) ISA + $5^\circ C$ b) ISA - $5^\circ C$
c) ISA - $8^\circ C$ d) ISA - $23^\circ C$

9. Com um vento exatamente de cauda tem-se a seguinte condição:

- a) RV igual a PV e VS igual a VA
b) RV igual a PV e VS maior que a VA
c) RV maior que PV e VS menor que a VA
d) RV menor que PV e VS menor que a VA

10. Sabendo-se que um vôo será realizado do ponto A (DMG de $2^\circ W$) para um ponto B (DMG de $2^\circ E$), o piloto sabe que para calcular a proa magnética a manter, utilizará a DMG:

- a) 0° b) $2^\circ W$ c) $2^\circ E$ d) $4^\circ W$

11. A UTC num lugar de longitude $147^\circ W$ é 09h00 do dia 24. Pede-se: HLO, HLE, data e número do fuso do lugar, respectivamente:

- a) 19h00, 23h00, dia 23, fuso +9
b) 18h48, 23h12, dia 23, fuso +10
c) 23h12, 23h00, dia 24, fuso +9
d) 23h12, 23h00, dia 23, fuso +10

12. Dados: PV 200, DMG $15^\circ W$ e DB $5^\circ E$, qual a PB e a PM, respectivamente:

- a) 210 e 215 b) 215 e 210
c) 205 e 195 d) 195 e 205

13. O ângulo de correção de deriva (ACD) é formado entre o(a):

- a) rumo pretendido e proa a seguir
b) rota voada e rumo pretendido
c) proa pretendida e rota voada
d) proa voada e rota voada

14. Uma linha de rota traçada em uma carta Lambert conformal será uma rota:

- a) de círculo menor b) ortodrômica
c) loxodrômica d) cônica dupla

15. Considerando uma carta cuja escala é 1 por 3500000, 40 cm correspondem a:

- a) 14 km b) 140 km c) 140 NM d) 1400 km

16. A projeção que apresenta os meridianos como linhas retas, paralelas e equidistantes, e os paralelos como linhas retas, paralelas e não equidistantes, é chamada de:

- a) Mercator b) Lambert
c) azimutal d) gnomônica polar

17. É considerada como uma desvantagem da projeção Lambert:

- a) loxodrômica ser uma linha curva
b) escala de distância constante
c) paralelos e meridianos cortam-se a 90°
d) um círculo máximo é representado por uma linha reta

18. Uma aeronave percorreu 200 NM durante 1 hora e 10 minutos. A velocidade desenvolvida foi de:

- a) 171 km/h b) 194 km/h c) 280 km/h d) 317 km/h

19. Dados: altitude pressão de 10000 pés, altitude QNH de 11000 pés e temperatura do ar de $-10^\circ C$, a altitude verdadeira, em pés, será:

- a) 10000 b) 10350 c) 10500 d) 10750

20. Dados: RV 302, VA 160 KT, DV/VV $180^\circ/20$ KT, qual a PV e VS, respectivamente:

- a) 296 e 170 KT b) 296 e 150 KT
c) 308 e 170 KT d) 308 e 150 KT

PROVA 9

1. A escala dos paralelos permite determinar:

- a) latitude b) longitude
c) posição d) distância Norte-Sul

2. A milha náutica ou marítima (nautical mile) está impressa numa carta aeronáutica sobre um arco de:

- a) paralelo ou Equador b) meridiano ou Equador
c) círculo máximo ou menor d) círculo menor ou Equador

3. A latitude média entre os pontos "A"($27^\circ 47' S$ - $035^\circ 15' W$) e "B"($54^\circ 35' N$ - $040^\circ 20' W$) será de:

- a) $26^\circ 48' N$ b) $40^\circ 41' N$ c) $26^\circ 48' S$ d) $13^\circ 24' N$

4. A direção e distância, voando de um ponto "A"($23^\circ 40' S$ - $044^\circ 10' W$) para um ponto "B"($22^\circ 20' S$ - $044^\circ 10' W$) é de, respectivamente:

- a) 180 e 40 NM b) 180 e 80 NM
c) 360 e 40 NM d) 360 e 80 NM

5. Uma aeronave voa com ajuste QNE a 10000 pés e sobrevoa um lugar onde o QNH naquele momento era de 1015.2 hPa. Pede-se informar a sua altitude pressão no momento do sobrevôo:

- a) 10600 pés b) 10060 pés
c) 10000 pés d) 9940 pés

6. Considerando PV menor que RV, deduz-se que o vento sopra da:

- a) direita e a deriva é negativa
b) direita e a deriva é positiva
c) esquerda e a deriva é negativa
d) esquerda e a correção de deriva é negativa

7. O componente de força do campo magnético da Terra que causa o ângulo de inclinação é o:

- a) vertical b) horizontal
c) do Equador d) do círculo máximo

8. Uma aeronave pousou às 06:30Z do dia 23 numa localidade nas coordenadas ($13^\circ 46' S$ - $098^\circ W$). A HLO será de:

- a) 06h32 do dia 22 b) 23h58 do dia 22
c) 13h02 do dia 23 d) 12h30 do dia 23

9. Dados: DMG 14°W, DB 3°E, RV 270 e DR -5°, deduz-se que a PB será:

- a) 276 b) 281 c) 286 d) 291

10. Para voar no rumo 120 a aeronave mantém proa 125. Qual a proa de regresso, sabendo-se que o vento permanece o mesmo:

- a) 125 b) 295 c) 300 d) 305

11. Dados: DMG 4°E, DB 8°W, PB 004 e DR +4°, deduz-se que o RV será:

- a) 356 b) 360 c) 004 d) 008

12. Numa projeção Lambert, uma linha reta representa um(a):

- a) círculo máximo ou rota ortodrômica
b) loxodrômica
c) diferença de latitude
d) segmento de meridiano

13. Na carta Mercator, todas as distâncias devem ser medidas na:

- a) longitude média b) latitude média
c) co-longitude média d) co-latitude média

14. A distância entre dois pontos numa rota loxodrômica é:

- a) maior que na ortodrômica
b) igual a ortodrômica
c) menor que na ortodrômica
d) qualquer das citadas

15. Durante 1 hora e 35 minutos uma aeronave percorreu 214 NM. A sua velocidade é:

- a) 125 km/h b) 135 km/h c) 220 km/h d) 250 km/h

16. O número Mach de uma aeronave com VA de 270 KT e temperatura verdadeira do ar de 10°C, é:

- a) 0.22 b) 0.32 c) 0.41 d) 0.48

17. Dados: altitude pressão de 10500 pés, temperatura do ar de 0°C e altitude indicada de 11000 pés, a altitude verdadeira, em pés, será:

- a) 10900 b) 11200 c) 11500 d) 11800

18. Dados: DV/VV 030°/20 KT, PV 300 e VS 120 KT, qual o RV e a VA, respectivamente:

- a) 290 e 118 KT b) 290 e 122 KT
c) 310 e 118 KT d) 310 e 122 KT

19. Dados: PV 080, VA 130 KT e DV/VV 360°/20 KT, qual a PV de regresso:

- a) 255 b) 260 c) 269 d) 278

20. Uma aeronave que mantém PM 030 e VA 250 KT, num lugar onde a DMG é de 10°W, encontra num determinado momento um vento de 080°/30 KT. O RV e a VS serão, respectivamente:

- a) 014 e 234 KT b) 024 e 262 KT
c) 026 e 238 KT d) 036 e 262 KT

PROVA 10

1. Assinale a afirmativa incorreta:

- a) os meridianos são semi-círculos
b) os paralelos são perpendiculares ao meridiano zero
c) a linha do Equador é um semi-círculo máximo
d) "a" e "b" estão corretas

2. Latitudes crescentes de cima para baixo e longitudes crescentes da direita para a esquerda; esta carta representa os hemisférios:

- a) N e E b) N e W c) S e E d) S e W

3. Quais das coordenadas não estão expressas corretamente:

- a) 40°N-030°55'E b) 10°51'10"S-179°45'W
c) 00°12'32"S-145°61'E d) 90°N

4. Dados: ponto "A"(30°40'N-025°30'E) e "B"(30°40'S-025°30'E), a longitude média entre os pontos será:

- a) 000° b) 180°
c) 025°30'E d) impossível determinar

5. A diferença de longitude que separa o meridiano de longitude 045°E ao seu antimeridiano é de:

- a) 045°W b) 135°W c) 225°E d) 180°

6. A distância real vertical, em relação ao terreno sobrevoado, é chamada de altitude:

- a) verdadeira b) absoluta c) pressão d) indicada

7. Uma aeronave em vô mantém PV menor do que RV e observa VS menor do que a VA. Com relação ao vento, pode-se afirmar que este sopra da:

- a) direita e do setor de proa
b) direita e do setor de cauda
c) esquerda e do setor de proa
d) esquerda e do setor de cauda

8. Uma aeronave faz uma correção perfeita para a direita e mantém uma PM de 200. A aeronave está:

- a) sem deriva e com ACD positivo
b) sem deriva e voando sobre a linha de proa
c) derivando para a direita e voando sobre a rota
d) derivando para a esquerda e voando sobre a rota

9. O componente vertical da bússola é máximo:

- a) em qualquer ponto da superfície terrestre
b) na latitude de 45° Norte ou Sul
c) sobre a linha do Equador magnético
d) nos pólos

10. Para que o Sol, no seu movimento aparente, percorra um arco de longitude de 133°45', são necessários:

- a) 8h52min b) 8h53min c) 8h54min d) 8h55min

11. Na longitude 125°45'W a HLO é 14h22. Qual a longitude em que a HLO será de 24h00:

- a) 005°30'E b) 018°45'E c) 018°45'W d) 161°15'W

12. Dados: DMG 10°W, RV 350, PM 005 e PB 360, deduz-se que a CD será:

- a) +5° b) -5° c) +10° d) -10°

13. Na carta Mercator as latitudes são:

- a) crescentes do Equador para os pólos
b) iguais do Equador aos pólos
c) crescentes só até a latitude 60°N
d) crescentes só até a latitude 60°S

14. A projeção cuja escala de distância é constante e pode ser medida em qualquer latitude chama-se:

- a) Lambert conformal b) Lambert equatorial
c) cilíndrica equatorial d) cilíndrica conformal

15. Dados: velocidade calibrada de 150 KT, FL135 e temperatura no FL de -20°C, a VA será:

- a) 150 KT b) 181 KT c) 191 KT d) 196 KT

16. Dados: altitude pressão de 8500 pés, temperatura do ar externo -12°C e altitude indicada de 8300 pés, a altitude verdadeira será:

- a) 8000 pés b) 8350 pés c) 8700 pés d) 9050 pés

17. Se uma aeronave percorre 8 NM em 4 min, em 2h e 30min percorrerá:

- a) 120 NM b) 200 NM c) 250 NM d) 300 NM

18. Dados: RV 150, VA 130 KT e DV/VV 360°/20 KT, A PV e VS serão, respectivamente:

- a) 146 e 112 KT b) 146 e 148 KT
c) 154 e 112 KT d) 154 e 148 KT

19. Dados: PB 220, DMG 15°W, DB 5°E, VA 150 KT e DV/VV 250°/20 KT, qual a PB de regresso:

- a) 020 b) 025 c) 030 d) 035

20. Radiogoniometria significa:

- a) procurador de ondas de rádio
b) medição de ângulos pelo rádio
c) indicador métrico do rádio
d) rádio transmissor métrico

PROVA 11

1. A escala de latitudes está impressa sobre um arco de:

- a) meridiano b) paralelo
c) círculo menor d) Equador

2. Se um aeródromo se encontra a Oeste de uma aeronave que mantém proa Leste, pode-se afirmar que a aeronave:

- a) aproxima-se deste aeródromo
b) afasta-se deste aeródromo
c) tem este aeródromo a direita
d) tem este aeródromo a esquerda

3. Sabe-se que dois meridianos distintos mantêm entre si:

- a) mesmo ângulo e distância
b) mesmo ângulo e distâncias diferentes
c) diferentes ângulos e distâncias iguais
d) diferentes ângulos e distâncias

4. Tendo abandonado o ponto de coordenadas (33°N-040°W) na direção Sul e percorrido 330 NM, atinge-se o ponto de latitude:

- a) 00°00' b) 27°30'S c) 27°30'N d) 38°30'N

5. A altitude pressão corrigida para os erros de pressão é chamada altitude:

- a) densidade b) verdadeira c) indicada d) calibrada

6. Uma aeronave com VI de 150 KT, voando no FL085, terá VA aproximada de:

- a) 163 KT b) 175 KT c) 194 KT d) 277 KT

7. Uma aeronave faz uma correção perfeita para a esquerda e mantém uma PM de 100. A aeronave está:

- a) com um ACD positivo
b) sem deriva e voando sobre a linha de proa
c) derivando para a esquerda e voando sobre a rota
d) derivando para a direita e voando sobre a rota

8. Para voar no RV 090 uma aeronave mantém PV 085. Para regressar, sabendo-se que o vento permanece, manterá PV:

- a) 085 b) 265 c) 270 d) 275

9. O componente, cuja força direcional é mínima nos pólos magnéticos, chama-se:

- a) agônica b) vertical c) inclinada d) horizontal

10. Com DMG Leste, o NV está em relação ao NM:

- a) a esquerda b) a direita
c) coincidem d) depende do sentido do vôo

11. Se na longitude 135°E são 17:30Z, qual a hora UTC na longitude 060°W:

- a) 4h30 b) 14h30 c) 17h30 d) 23h30

12. Cruzando o meridiano 180° na direção Oeste, para efeito de hora legal (HLE), deve-se:

- a) adiantar o relógio em 12 horas
b) atrasar o relógio em 12 horas
c) adiantar o relógio em 24 horas
d) atrasar o relógio em 24 horas

13. A DR(deriva) pode ser calculada pela fórmula:

- a) PV + RV b) RM - PM c) PM - RM d) PB - DB

14. Se de "A" para "B" uma aeronave manteve RV 300, DMG 20°W, DB 5°E e DR -5°, qual a PB de "B" para "A":

- a) 120 b) 125 c) 130 d) 135

15. Numa carta de escala de 1 por 2500000, 3 cm representam:

- a) 7500 km b) 750 km c) 75 km d) 7,5 km

16. Dados: FL050 e temperatura do ar externo 22°C, a altitude densidade será:

- a) 5000 pés b) 6000 pés c) 7000 pés d) 8000 pés

17. Dados: IAS 250 KT, FL310 e temperatura do ar externo -45°C, o número Mach será:

- a) 0.63 b) 0.67 c) 0.71 d) 0.74

18. Dados: PV 200, VA 150 KT e DV/VV 120°/25 KT, o ângulo de correção de deriva será de:

- a) 10° positivos b) 10° negativos
c) 25° positivos d) 25° negativos

19. Uma aeronave percorre 120 NM em 45 min, mantendo PB 060 e VA 150 KT. Sendo o RM 070, DMG 10°W e desvio bússola 5°E, o vento encontrado será:

- a) 292°/16 KT b) 300°/20 KT
c) 310°/24 KT d) 318°/30 KT

20. A estação que emite ondas de rádio em todas as direções (radiais) tem a sigla:

- a) ADF b) VOR c) NDB d) DME

PROVA 12

1. A escala angular impressa sobre um paralelo é chamada "escala de:

- a) longitudes b) latitudes
c) milhas náuticas d) meridianos

2. O piloto de uma aeronave com proa SW observa um aeródromo a SE. Pode-se afirmar que a aeronave estará passando, em relação ao aeródromo, a:

- a) direita e Noroeste b) esquerda e Sudeste
c) esquerda e Nordeste d) direita e Sudeste

3. Se a latitude média entre dois pontos for $15^{\circ}10'S$ e a diferença de latitude for de $44^{\circ}30'$, qual a latitude dos pontos:

- a) $07^{\circ}05'N$ e $37^{\circ}25'S$ b) $07^{\circ}05'S$ e $37^{\circ}25'S$
c) $36^{\circ}55'S$ e $52^{\circ}05'S$ d) $36^{\circ}55'N$ e $52^{\circ}05'N$

4. Complete a frase: "entre dois pontos quaisquer a máxima DLO (diferença de longitude) será de graus quando estes pontos se localizarem"

- a) 180° – um no meridiano de Greenwich e outro no meridiano 180°
b) 180° – em meridianos opostos
c) 360° – um no meridiano de Greenwich e outro no meridiano 180°
d) 360° – em meridianos opostos

5. O ajuste altimétrico que quando usado indica zero ao pousar em um aeródromo, é o ajuste:

- a) QNE b) QFE c) QNH d) QFF

6. Uma aeronave no FL075 encontra temperatura do ar externo de $0^{\circ}C$. Mantendo o FL e a VI, encontra agora uma temperatura de $-5^{\circ}C$. Agora terá:

- a) VA maior b) VA menor
c) VI igual a VA d) a mesma VA

7. O rumo é menor que a proa e o vento vem mais de cauda que de proa; sendo assim, o vento sopra, em relação a aeronave, de:

- a) direita e a VS é maior que a VA
b) direita e a VS é menor que a VA
c) esquerda e a VS é maior que a VA
d) esquerda e a VS é menor que a VA

8. Duas aeronaves no mesmo FL recebem o mesmo vento lateral. Terá menor deriva aquela que:

- a) for mais pesada b) tiver maior VA
c) tiver menor VI d) tiver VS igual a VA

9. A linha de força do campo magnético da Terra que une os pólos magnéticos é:

- a) linha de rota b) desvio de bússola
c) meridiano magnético d) meridiano verdadeiro

10. O desvio bússola (DB) é:

- a) constante, num mesmo local de terreno, para todas as proas
b) variável, para cada proa da aeronave, num mesmo local
c) variável, para cada local de terreno, para a mesma proa
d) constante, para cada local de terreno, para todas as proas

11. Dados: HLE de 06h30 na longitude $078^{\circ}30'E$. Qual a HLO na longitude $013^{\circ}15'W$:

- a) 00h23 b) 00h30 c) 00h37 d) 02h09

12. Para que o Sol, em seu movimento aparente, percorra um arco de longitude de $2^{\circ}40'$, é necessário um tempo de:

- a) 2min e 40seg b) 8min e 40seg
c) 10min e 20seg d) 10min e 40seg

13. Dados: DMG $2^{\circ}E$, DB $4^{\circ}W$, PB 002 e ACD $+2^{\circ}$, qual o RV:

- a) 002 b) 004 c) 358 d) 360

14. Dados: PV 005, PB 360 e DMG $5^{\circ}E$, então a PM e o DB serão, respectivamente:

- a) 010 e $5^{\circ}W$ b) 010 e 0°
c) 360 e $5^{\circ}W$ d) 360 e 0°

15. A projeção que tem como característica a perfeição das áreas projetadas chama-se:

- a) Lambert b) Mercator
c) ortodrômica d) loxodrômica

16. Se traçarmos uma reta ligando dois pontos em latitudes diferentes, a menor distância seria obtida se utilizássemos uma carta do tipo:

- a) Lambert conformal b) Mercator
c) azimutal d) Mercator polar

17. Dados: Mach 0.75 e temperatura do ar externo $-20^{\circ}C$, qual a VA:

- a) 463 km/h b) 479 km/h c) 857 km/h d) 924 km/h

18. Para que a altitude densidade tenha valor igual a altitude pressão no FL075, é necessário que a temperatura neste FL seja:

- a) $-15^{\circ}C$ b) $0^{\circ}C$ c) $15^{\circ}C$ d) $25^{\circ}C$

19. Dados de "A" para "B": PB 040, DMG $13^{\circ}E$, DB $5^{\circ}W$, VA 150 KT e DV/VV $080^{\circ}/25$ KT, qual a PB de "B" para "A":

- a) 195 b) 200 c) 205 d) 210

20. Uma aeronave percorreu 100 NM em 45 min; manteve VA 120 KT e PB 350; encontrou DMG $10^{\circ}W$ e o DB era $5^{\circ}E$; o ACD foi -10° . Qual o vento encontrado:

- a) $050^{\circ}/25$ KT b) $100^{\circ}/25$ KT
c) $230^{\circ}/25$ KT d) $280^{\circ}/25$ KT

PROVA 13

1. A direção verdadeira para abandonar o pólo Norte verdadeiro é:

- a) 090 b) 180 c) 270 d) todas as citadas

2. Latitudes crescentes de baixo para cima e longitudes decrescentes da direita para a esquerda; a carta representa os hemisférios:

- a) N e E b) N e W c) S e E d) S e W

3. Dados: ponto "A" ($04^{\circ}23'N-075^{\circ}50'W$), qual a latitude de um ponto "B" situado ao Sul de "A" e distante em 437 NM:

- a) $00^{\circ}14'S$ b) $02^{\circ}54'N$ c) $02^{\circ}54'S$ d) $11^{\circ}40'N$

4. Durante uma descida com VI constante, a VA:

- a) aumenta b) diminui
c) não se altera d) diminui com vento de proa

5. A altitude indicada, corrigida para os erros do instrumento e de instalação do mesmo, chama-se altitude:

- a) calibrada b) pressão c) verdadeira d) absoluta

6. Se para pousar na pista 10 o vento informado pela torre for $010^{\circ}/10$ KT, conclui-se que durante o pouso, o vento será de:

- a) proa b) cauda
c) través esquerdo d) través direito

7. Os compensadores magnéticos de uma bússola servem para compensar:

- a) a falta do componente vertical
b) a falta do componente horizontal
c) os efeitos dos sistemas elétricos da aeronave
d) a declinação magnética

8. A DMG pode assumir valores de 0° a:

- a) 45° b) 90° c) 180° d) 360°

9. Para que o Sol, em seu movimento aparente, percorra 1 NM sobre o Equador, são necessários:

- a) 2 seg b) 3 seg c) 4 seg d) 5 seg

10. Uma aeronave pousará às 23:20Z do dia 10, em um lugar de longitude 160°E. A hora local (HLO), hora legal (HLE), data e o fuso deste lugar serão, respectivamente:

- a) 10h00, 10h20, dia 11 e -11
b) 10h40, 10h20, dia 11 e -11
c) 10h20, 10h00, dia 11 e -10
d) 10h00, 10h40, dia 10 e -11

11. Além do meridiano 180°, em qual longitude haverá a mudança de data, sabendo-se que a hora UTC é 20:30Z:

- a) 052°30'E b) 127°30'E c) 052°30'W d) 127°30'W

12. Dados: DMG 180°, DB 5°W, PB 005 e RM 355, qual a DR:

- a) -5° b) +5° c) -10° d) +10°

13. Se de "A" para "B" uma aeronave manteve PV 330, DMG 3°W, DB 5°E e CD +10°, qual a PB de "B" para "A":

- a) 119 b) 122 c) 125 d) 128

14. Qual dos itens abaixo é considerado como uma vantagem da projeção Mercator:

- a) fácil plotagem de coordenadas
b) escala de distância constante
c) um círculo máximo é representado por uma linha curva
d) limitações do uso em torno de 60° de latitude

15. Numa carta de escala de 1 por 3500000, 3 cm representam:

- a) 10500 km b) 1050 km c) 105 km d) 56,5 NM

16. Dados: TAS 150 KT, FL075 e temperatura do ar externo -10°C, a IAS será:

- a) 137 KT b) 159 KT c) 165 KT d) 170 KT

17. Se uma aeronave desenvolve uma velocidade de 156 KT, em 2 min percorrerá:

- a) 5,2 km b) 9,6 NM c) 9,6 km d) 16,1 NM

18. Dados: PB 120, DMG 10°W, DB 5°E, VA 150 KT e DV/VV 100°/20 KT, qual o RM:

- a) 115 b) 122 c) 127 d) 131

19. Dados: DMG 10°E, RM 155, VS 350 KT, PV 155 e VA 350 KT, a DV/VV será:

- a) 070°/60 KT b) 085°/60 KT
c) 265°/60 KT d) 250°/60 KT

20. A distância exibida no mostrador do DME equivale a distância entre a estação e a:

- a) projeção da aeronave na superfície terrestre
b) posição da aeronave no espaço
c) altura que a aeronave se encontra
d) altitude que a aeronave se encontra

PROVA 14

1. Assinale as coordenadas geográficas expressas incorretamente:

- a) 00°00'00"S-000°45'45"W
b) 90°00'01"N
c) 13°42'33"N-185°51'25"E
d) todas as anteriores

2. Tendo a linha do Equador a frente, meridiano de Greenwich a esquerda e o Sol se pondo no horizonte a direita, conclui-se que a aeronave voa com direção..... e está nos hemisférios....., respectivamente:

- a) S, S e W b) S, N e W c) N, S e E d) N, N e E

3. Dois pontos estão separados por uma diferença de longitude de 90° e a longitude média é de 140°W. Qual a longitude dos pontos:

- a) 095°W e 185°W b) 140°W e 050°W
c) 095°W e 005°W d) 095°W e 175°E

4. Dados: ponto "A"(85°30'50"N-030°00'00"W) e "B"(82°42'40"N-150°00'00"E), a distância entre os pontos "A" e "B" em NM será de:

- a) 168,1 b) 706,3
c) 706,5 d) impossível determinar

5. Uma aeronave no FL150 tem como temperatura verdadeira do ar -30°C. O ponto mais alto da rota tem elevação de 14800 pés. Se a aeronave mantiver o nível, em relação ao pico, estará:

- a) mais alto em 200 pés b) mais alto em 300 pés
c) mais alto em 400 pés d) mais baixo

6. Uma aeronave decola de Brasília (3500 pés) e sobe até o FL115 mantendo VI de 130 KT. A VA média aproximada na subida foi de:

- a) 130 KT b) 149 KT c) 169 KT d) 178 KT

7. A VS será maior que a VA quando o vento soprar, em relação a proa, num ângulo de:

- a) 90° b) 180° c) 270° d) todas acima

8. Duas aeronaves com mesma proa e VA's diferentes recebendo o mesmo vento lateral, terão:

- a) mesmos rumos e velocidades no solo
b) mesmos rumos e diferentes velocidades no solo
c) diferentes rumos e velocidades no solo
d) diferentes rumos e velocidades no solo iguais

9. No Equador magnético os componentes horizontal e vertical do campo magnético terão valores de, respectivamente:

- a) máximo - máximo b) máximo - mínimo
c) mínimo - máximo d) mínimo - mínimo

10. Na linha de fé da bússola o piloto lê "W" (equivalente a 270). No visor, o valor "24" (equivalente a 240) está a:

- a) direita b) esquerda
c) esquerda ou direita d) coincidente com "W"

11. Em quanto tempo o Sol, em seu movimento aparente, percorrerá um arco de longitude de 50°45':

- a) 3h20min b) 3h23min c) 3h45min d) 5h45min

12. Se a HLO(hora local) na longitude 038°E são 17h16, qual a HLO na longitude 055°E:

- a) 15h32 b) 16h08 c) 18h24 d) 19h51

13. Se de "A" para "B" uma aeronave manteve RM 020, DMG 10°E, DB 5°E e CD -5°, qual a PB de "B" para "A":

- a) 185 b) 190 c) 195 d) 200

14. Quando a origem de uma projeção é o ponto de coordenadas (00°-000°) e a superfície tangente está no ponto de coordenadas (00°-180°), ela é classificada como:

- a) gnomônica b) estereográfica
c) ortográfica d) infinita

15. É considerado vantagem da projeção Lambert:

- a) loxodrômica ser uma linha curva
- b) ortodrômica ser uma linha reta
- c) escala de distância ser variável com a latitude
- d) difícil construção

16. Dados: VS 237 KT, distância percorrida 330 km e consumo de 68 litros, tem-se tempo de voo e consumo horário de, respectivamente:

- a) 45min e 91 US galões
- b) 45min e 24 US galões
- c) 1h23min e 39 US galões
- d) 1h23min e 103 US galões

17. Para percorrer 5 NM com uma velocidade de 250 KT são necessários:

- a) 1min 12seg
- b) 1min 20seg
- c) 1min 30seg
- d) 2min

18. Dados de "A" para "B": DMG 15°W, DB 5°E, PM 150, VA 160 KT e DV/VV 270°/15 KT, qual a PB de "B" para "A":

- a) 312
- b) 317
- c) 322
- d) 327

19. Dados: DV/VV 080°/15 KT, PV 210 e VS 130 KT, qual o RV e a VA, respectivamente:

- a) 205 e 120 KT
- b) 205 e 140 KT
- c) 215 e 120 KT
- d) 215 e 140 KT

20. O rumo magnético que uma aeronave toma para afastar de uma estação NDB é conhecido pela sigla:

- a) QDR
- b) QDM
- c) ADF
- d) RDL

PROVA 15

1. Na perna base de um circuito de tráfego com curvas pela direita, uma aeronave mantém proa magnética 010. A cabeceira da pista em uso tem numeração:

- a) 01
- b) 10
- c) 19
- d) 28

2. Após cruzar o meridiano 180° com direção Oeste e com o Equador a sua direita, a aeronave se encontra nos hemisférios:

- a) N e E
- b) N e W
- c) S e E
- d) S e W

3. Dados ponto "A"(00°00'-178°30'W) e "B"(00°00'-165°15'E), qual a direção e distância de "A" para "B", respectivamente:

- a) 090 e 780 NM
- b) 090 e 975 NM
- c) 270 e 780 NM
- d) 270 e 975 NM

4. Mantendo o número Mach constante numa descida, observa-se que a VA:

- a) aumenta
- b) diminui
- c) não se altera
- d) se altera com o vento

5. Uma aeronave no FL060 e VA de 120 KT encontra temperatura do ar em 10°C. 15 minutos depois, considerando a VI constante, observa no mesmo FL a temperatura de 15°C. Ela agora está com:

- a) a mesma VA inicial
- b) uma VA menor
- c) uma VA maior
- d) altitude de voo menor

6. Uma aeronave que mantém PV 045 com vento de 135°, terá:

- a) rumo menor que proa e VS igual a VA
- b) proa menor que rumo e VS menor que VA
- c) rumo menor que proa e VS menor que VA
- d) proa maior que rumo e VS maior que VA

7. Uma aeronave irá voar no RV 180 e receberá vento 090°/30 KT. A proa será:

- a) menor que o rumo e a VS igual a VA
- b) maior que o rumo e a VS maior que a VA
- c) menor que o rumo e a VS menor que a VA
- d) igual ao rumo e a VS maior que a VA

8. Qual o componente de força do campo magnético responsável pela inutilização da bússola nos pólos magnéticos:

- a) horizontal
- b) vertical
- c) de proa ou cauda
- d) negativo

9. Uma aeronave decolando cruza a cabeceira 01. O valor indicado na bússola poderá ser:

- a) 001
- b) 010
- c) 100
- d) 190

10. Dados: ponto "A" (00°00'-077°30'W) com hora local (HLO) de 16h48. Qual a direção e distância de um ponto "B", sobre o Equador, onde neste instante a HLO é de 18h12:

- a) E e 924 NM
- b) E e 1260 NM
- c) W e 924 NM
- d) W e 1260 NM

11. Nas coordenadas (00°-093°W) são 22h05 (HLE). Qual a HLO e a longitude de um ponto situado a Leste e distante em 435 NM:

- a) 22h34 e 082°45'W
- b) 22h22 e 085°45'W
- c) 22h46 e 085°45'W
- d) 21h36 e 100°15'W

12. Dados: DMG 13°W, DB 0°, PB 013 e RV 360, qual a CD:

- a) 0°
- b) -5°
- c) +5°
- d) -10°

13. Se de "A" para "B" uma aeronave manteve PB 155, DMG 25°E, DB 5°W e DR +5°, qual a PV de regresso:

- a) 360
- b) 005
- c) 010
- d) 015

14. Numa projeção Mercator, para medir a distância entre o ponto "A"(50°N) e o ponto "B"(30°S), a região de latitude conveniente usada seria:

- a) 10°N
- b) 40°N
- c) em qualquer latitude já que a escala da carta é constante
- d) 25°N entre o Equador e o ponto "A" e 15°S entre o Equador e o ponto "B"

15. "A rota ortodrômica cruza os meridianos em ângulos diferentes". A afirmativa está:

- a) certa
- b) errada
- c) incompleta
- d) sem lógica

16. Dados: IAS 225 KT, FL280 e temperatura do ar -30°C, o número Mach será:

- a) 0.52
- b) 0.56
- c) 0.60
- d) 0.64

17. Dados: VS 186 KT, distância a percorrer de 310 NM e consumo horário de 47 litros/h; tem-se tempo de voo e consumo de, respectivamente:

- a) 01h00 e 47 litros
- b) 01h00 e 78 litros
- c) 01h40 e 47 litros
- d) 01h40 e 78 litros

18. Uma aeronave percorre 30 NM em 8 minutos mantendo PB 180 e VA de 210 KT. Sendo o RM 180, DMG 3°E e desvio bússola 5°E, o vento encontrado será de:

- a) 295°/28 KT
- b) 315°/24 KT
- c) 335°/32 KT
- d) 355°/22 KT

19. Dados de "A" para "B": PB 270, DMG 10°W, DB 5°E, VA 110 KT e DV/VV 180°/10 KT; qual a PB de "B" para "A":

- a) 085
- b) 090
- c) 095
- d) 100

consumo horário nas descidas..... 80 litros/h
abastecimento da aeronave 250 litros
desvio de bússola.....3°W
carta a utilizar.....WAC 3018

1. Considerando um tempo de vôo calculado com as VA's de cruzeiro e o consumo horário também de cruzeiro, o combustível para ir até o destino será de:
a) 163 litros b) 196 litros c) 210 litros d) 238 litros

2. O tempo de vôo na subida foi de:
a) 11 min b) 13 min c) 15 min d) 17 min

3. A PV mantida na subida foi de:
a) 297 b) 301 c) 314 d) 319

4. Quais as coordenadas geográficas do TOC:
a) 06°48'S-035°06'W b) 06°52'S-035°03'W
c) 06°55'S-035°00'W d) 07°00'S-036°56'W

5. A partir do TOC manteve PM de:
a) 283 b) 297 c) 306 d) 319

6. Estimou o sobrevôo de CURRAIS NOVOS para:
a) 2101Z b) 2106Z c) 2111Z d) 2116Z

7. O combustível gasto até CURRAIS NOVOS foi:
a) 84,5 litros b) 91 litros c) 97,5 litros d) 111 litros

8. Sobrevoa CURRAIS NOVOS no estimado e prossegue para PATOS mantendo o FL125 até o sobrevôo. Qual a PB mantida:
a) 242 b) 251 c) 262 d) 266

9. O ETO(estimated time over) em PATOS será:
a) 2124Z b) 2129Z c) 2134Z d) 2139Z

10. Sobrevoa PATOS no estimado e prossegue para o destino descendo para o FL75. A PM mantida durante a descida será:
a) 111 b) 116 c) 121 d) 126

11. A que distância de JOÃO SUASSUANA atingirá o FL75:
a) 23 NM b) 31 NM c) 45 NM d) 60 NM

12. Ao atingir o FL75 verificou que confirmava a distância até o aeródromo de JOÃO SUASSUANA. Manteve então PB de:
a) 120 b) 125 c) 130 d) 135

13. O estimado no través da cidade de JUAZEIRINHO (07°04'S-036°35'W) será:
a) 2139Z b) 2145Z c) 2150Z d) 2155Z

14. Confirmou o través de JUAZEIRINHO no estimado, porém às 2155Z, ainda mantendo o FL75, verificou estar a 15 NM de JOÃO SUASSUANA e sobre a rota. Qual a VS no FL75, após o través de JUAZEIRINHO:
a) 139 KT b) 149 KT c) 162 KT d) 173 KT

15. O vento encontrado no FL75, após o través de JUAZEIRINHO, foi de:
a) 280°/23 KT b) 280°/30 KT
c) 280°/39 KT d) 100°/30 KT

16. O combustível remanescente no ponto das 2155Z foi de:
a) 71 litros b) 83 litros c) 94 litros d) 105 litros

17. No ponto das 2155Z, resolve iniciar a descida para pouso em JOÃO SUASSUANA. Qual a razão de descida a utilizar, se prevê atingir JOÃO SUASSUANA a zero de altura e considerando o vento de descida o encontrado na questão "15":

a) 500 pés/min b) 680 pés/min
c) 860 pés/min d) 990 pés/min

18. A PM mantida durante a descida foi:
a) 088 b) 100 c) 111 d) 122

19. O estimado de pouso foi aos:
a) 2202Z b) 2207Z c) 2213Z d) 2218Z

20. Durante a descida para pouso, o combustível consumido foi de:
a) 8 litros b) 12 litros c) 15 litros d) 18 litros

PROVA 18

Vôo simulado de JEQUITINHONHA (16°26'S-041°02'W) para GOVERNADOR VALADARES (18°54'S-041°59'W) com sobrevôo de TEÓFILO OTONI (17°52'S-041°30'W) e ITAMARANDIBA (17°51'S-042°51'W), considerando os seguintes dados:

aeronaveRBHA-91
decolagem..... 1550Z
temperatura em JEQUITINHONHA.....23°C
VI na subida 99 KT
razão de subida.....900 pés/min
consumo horário na subida 100 litros/h
vento na subida 020°/15 KT
VI de cruzeiro até ITAMARANDIBA120 KT
FL de cruzeiro até ITAMARANDIBA FL125
consumo horário no FL125..... 75 litros/h
vento no FL125 090°/30 KT
VI de cruzeiro após ITAMARANDIBA110 KT
FL de cruzeiro após ITAMARANDIBA FL75
consumo horário no FL75 85 litros/h
vento no FL75..... 050°/20 KT
VI nas descidas..... 90 KT
consumo horário nas descidas..... 60 litros/h
desvio de bússola.....5°E
abastecimento da aeronave 205 litros/h
carta a utilizarWAC 3189

1. Considerando as distâncias da carta e as VA de cruzeiro, calculou a autonomia mínima regulamentar de:
a) 02h16 b) 02h22 c) 02h30 d) 02h37

2. O tempo de subida previsto é de:
a) 8 min b) 13 min c) 15 min d) 18 min

3. A distância a ser percorrida durante a subida será de:
a) 19 NM b) 23 NM c) 27 NM d) 31 NM

4. Nivelou na hora prevista sobre a rota verificando ter percorrido 24 NM após a decolagem. Qual o vento atuante na subida:
a) 020°/08 KT b) 020°/15 KT
c) 020°/22 KT d) calmo

5. A partir do TOC manteve PM de:
a) 197 b) 208 c) 213 d) 219

6. O estimado em TEÓFILO OTONI será aos:
a) 1624Z b) 1629Z c) 1634Z d) 1639Z

7. Chegou sobre TEÓFILO OTONI às 1634Z, tendo VS real em cruzeiro de:

- a) 128 KT b) 134 KT c) 141 KT d) 148 KT

8. O vento encontrado em cruzeiro foi de:

- a) 090°/30 KT b) 140°/33 KT
c) 185°/26 KT d) calmo

9. O consumo verificado até TEÓFILO OTONI foi de:

- a) 61 litros b) 69 litros c) 77 litros d) 85 litros

10. De TEÓFILO OTONI prosseguirá para ITAMARANDIBA. Qual o RM a voar:

- a) 250 b) 271 c) 287 d) 292

11. A PB mantida será de:

- a) 261 b) 277 c) 282 d) 287

12. A VS estimada é de:

- a) 142 KT b) 151 KT c) 159 KT d) 168 KT

13. Resolve manter o FL125 até a vertical de ITAMARANDIBA. Qual é a hora estimada no través de CAPELINHA (17°41'S-042°32'W):

- a) 1645Z b) 1650Z c) 1655Z d) 1700Z

14. Atinge a vertical de ITAMARANDIBA no estimado verificando combustível remanescente de:

- a) 84 litros b) 96 litros c) 109 litros d) 121 litros

15. A partir de ITAMARANDIBA prossegue para GOVERNADOR VALADARES, inicialmente descendo para o nível previsto. Considerando uma razão de descida de 625 pés/min e vento na descida o mesmo encontrado no item "8", qual a hora que atingirá o FL previsto:

- a) 1702Z b) 1710Z c) 1716Z d) 1722Z

16. A quantas NM de ITAMARANDIBA atingirá o FL previsto:

- a) 10 NM b) 14 NM c) 18 NM d) 22 NM

17. Atinge o FL previsto e mantém. Qual a PB a voar, considerando o vento previsto no FL de cruzeiro:

- a) 132 b) 148 c) 153 d) 157

18. A que distância do destino deverá iniciar a descida, sendo considerado os dados da questão "15":

- a) 12 NM b) 16 NM c) 20 NM d) 24 NM

19. Qual a hora prevista para abandonar o nível de cruzeiro:

- a) 1731Z b) 1738Z c) 1744Z d) 1749Z

20. Qual o combustível remanescente ao pousar:

- a) 33 litros b) 41 litros c) 50 litros d) 62 litros

PROVA 19

Vôo simulado de APARECIDA DO TABOADO (20°05'S-050°05'W) para TUPI PAULISTA (21°24'S-051°36'W) com sobrevôo de PENÁPOLIS (21°24'S-050°05'W) e PARAGUAÇU PAULISTA (22°24'S-051°35'W), considerando os seguintes dados:

aeronaveRBHA-91
decolagem1620Z
temperatura do AD de DEPISA - 10°C

elevação dos aeródromosvide carta
procedimento de subidaem rota
razão de subida600 pés/min
VI na subida90 KT
consumo horário na subida150 litros/h
vento na subida090°/10 KT
FL de cruzeiroFL125
VI no FL125 até PARAGUAÇU130 KT
VI no FL125 após PARAGUAÇU110 KT
consumo horário em cruzeiro100 litros/h
vento no FL de cruzeiro120°/25 KT
VI na descida100 KT
razão de descida500 pés/min
consumo horário na descida70 litros/h
vento na descida150°/20 KT
abastecimento da aeronave200 litros
desvio de bússola4°E
carta a utilizarWAC 3261

1. Considerando as VA's de cruzeiro e as distâncias a carta, calculou a autonomia mínima regulamentar de:

- a) 01h35 b) 01h55 c) 02h05 d) 02h20

2. O tempo de subida foi de:

- a) 16 min b) 19 min c) 22 min d) 25 min

3. A PM na subida foi de:

- a) 160 b) 174 c) 180 d) 188

4. As coordenadas geográficas do TOC serão:

- a) 20°36'S-050°05'W b) 20°35'S-050°15'W
c) 20°33'S-050°05'W d) 20°36'S-051°55'W

5. A PB mantida em cruzeiro para PENÁPOLIS foi:

- a) 172 b) 178 c) 182 d) 186

6. O estimado em PENÁPOLIS foi:

- a) 1700Z b) 1704Z c) 1708Z d) 1712Z

7. De PENÁPOLIS prosseguiu para PARAGUAÇU PAULISTA mantendo PV de:

- a) 196 b) 200 c) 205 d) 214

8. Na rota para PARAGUAÇU PAULISTA, qual a hora estimada no través de TUPÃ (21°53'S-050°30'W):

- a) 1714Z b) 1718Z c) 1722Z d) 1726Z

9. O consumo até o través de TUPÃ foi de:

- a) 88 litros b) 97 litros c) 106 litros d) 115 litros

10. Do través de TUPÃ resolve prosseguir direto para o destino. Qual será o RV que manterá e que distância terá que percorrer até o destino, respectivamente:

- a) 296 e 77 km b) 296 e 143 km
c) 317 e 83 km d) 317 e 154 km

11. Supondo já mantendo a VI de 110 KT a partir do ponto da questão "8", a CD (correção de deriva) e a VS estimada neste trecho serão, respectivamente:

- a) -1° e 155 KT b) -10° e 179 KT
c) + 1° e 179 KT d) + 10° e 155 KT

12. Às 1739Z, ainda mantendo o FL125, observou sobrevôo do aeródromo FAZENDA SÃO JOÃO (21°27'S-051°14'W). Qual o RV e a distância voada, respectivamente:

- a) 296 e 57 NM b) 296 e 77 NM
c) 302 e 57 NM d) 302 e 77 NM

13. A VS obtida no trecho foi de:
a) 115 KT b) 137 KT c) 155 KT d) 160 KT

14. O vento encontrado foi de:
a) 185°/18 KT b) 235°/22 KT
c) 285°/26 KT d) 335°/30 KT

15. O combustível remanescente no ponto das 1739Z é de:
a) 43 litros b) 52 litros c) 61 litros d) 68 litros

16. Da FAZ SÃO JOÃO prosseguirá para o destino e iniciará a descida neste ponto. Qual o RM e a distância que irá voar, respectivamente:
a) 280 e 21 km b) 280 e 39 km
c) 293 e 21 km d) 293 e 39 km

17. Qual a PB que manterá na descida, considerando o vento da questão "14":
a) 264 b) 269 c) 271 d) 279

18. Para alcançar o aeródromo de TUPI PAULISTA na altitude deste, qual a razão de descida empregada:
a) 510 pés/min b) 660 pés/min
c) 810 pés/min d) 960 pés/min

19. A hora do ARR foi:
a) 1745Z b) 1751Z c) 1757Z d) 1803Z

20. O consumo total ao pousar foi de:
a) 148 litros b) 162 litros c) 174 litros d) 188 litros

PROVA 20

Vôo simulado de FURNAS (20°42'S-046°20'W) com destino a PLANURA (20°05'S-048°45'W) com sobrevôo de RIBEIRÃO PRETO (21°08'S-047°46'W) e CATANDUVA (21°09'S-048°59'W), considerando os seguintes dados:
aeronaveRBHA-91
decolagem1505Z
procedimento de subidaem rota
VI na subida90 KT
vento na subida330°/15 KT
razão de subida670 pés/min
consumo horário na subida100 litros/h
FL até CATANDUVAFL85
VI de cruzeiro até CATANDUVA110 KT
consumo horário no FL 8585 litros/h
FL após CATANDUVAFL75
VI de cruzeiro após CATANDUVA105 KT
consumo horário no FL7595 litros/h
vento de cruzeiro e descidas290°/15 KT
VI nas descidas100 KT
consumo horário nas descidas60 litros/h
razão de descida500 pés/min
desvio de bússola5°W
abastecimento220 litros
carta a utilizarWAC 3262
METAR SBFU (FURNAS) 201500Z 00000KT 9999 BKN020
OVC100 06/03 Q1010

1. Considerando as VA's e o consumo horário de cruzeiro, qual será o consumo de combustível até o final do vôo:
a) 148 litros b) 159 litros c) 192 litros d) 208 litros

2. O tempo de subida foi de:
a) 7 min b) 9 min c) 11 min d) 13 min

3. Confirmou o vento de subida ao atingir o TOC nas coordenadas geográficas de:

a) 20°46'S-046°34'W b) 20°48'S-046°40'W
c) 20°51'S-046°47'W d) 21°24'S-047°26'W

4. Após o TOC manteve PV de:
a) 248 b) 252 c) 256 d) 260

5. Estimou o través de BATATAIS (20°52'S-047°35'W) para:
a) 1544Z b) 1548Z c) 1552Z d) 1556Z

6. Ao sobrevoar RIBEIRÃO PRETO verificou consumo de:
a) 52 litros b) 61 litros c) 69 litros d) 78 litros

7. A partir de RIBEIRÃO PRETO manteve PM de:
a) 274 b) 284 c) 287 d) 292

8. Às 1619Z, ainda mantendo o FL85, observou sobrevôo do povoado de SANTA ADÉLIA (21°15'S-048°48'W). Qual o RV voado e a VS obtida, respectivamente:
a) 269 e 96 KT b) 269 e 110 KT
c) 263 e 121 KT d) 263 e 129 KT

9. Qual o vento encontrado:
a) 010°/18 KT b) 290°/15 KT
c) 335°/25 KT d) calmo

10. Do ponto das 1619Z, prosseguirá para CATANDUVA. Qual o RV a voar e distância a percorrer, respectivamente:
a) 300 e 7 NM b) 300 e 12 NM
c) 316 e 7 NM d) 316 e 12 NM

11. Do ponto das 1619Z manteve PB de:
a) 308 b) 319 c) 324 d) 329

12. O combustível remanescente ao sobrevoar CATANDUVA foi de:
a) 104 litros b) 116 litros c) 128 litros d) 139 litros

13. Sobre CATANDUVA, já no rumo de PLANURA, inicia descida para o FL75. Qual o estimado para atingir este FL, considerando o novo vento encontrado para todos os cálculos:
a) 1622Z b) 1627Z c) 1632Z d) 1637Z

14. A distância percorrida na descida foi de:
a) 1 NM b) 2 NM c) 3 NM d) 4 NM

15. Após atingir o FL75 manteve PB de:
a) 012 b) 017 c) 028 d) 033

16. Sobre a rota, no través de FAZ POSSES DO RIO GRANDE (20°19'S-048°58'W), resolve iniciar a descida neste ponto. Qual a hora do TOD:
a) 1651Z b) 1656Z c) 1701Z d) 1706Z

17. Qual a PM mantida na descida:
a) 012 b) 017 c) 023 d) 028

18. Qual a razão de descida utilizada se gastou 10 minutos durante a descida:
a) 300 pés/min b) 450 pés/min
c) 600 pés/min d) 750 pés/min

19. O pouso ocorreu às:
a) 1706Z b) 1711Z c) 1716Z d) 1721Z

20. O combustível consumido ao pousar foi de:
a) 118 litros b) 137 litros c) 155 litros d) 174 litros

Gabarito das Provas

	QUESTÕES																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	A	D	D	B	A	D	A	C	A	C	D	C	B	D	D	C	C	A	C	B
2	A	D	D	D	B	D	A	A	A	D	A	C	D	A	D	C	D	A	D	B
3	A	D	C	C	C	D	B	A	A	B	B	C	D	C	B	C	C	D	C	C
4	B	A	A	B	A	C	B	C	D	A	C	C	A	C	C	D	D	A	A	A
5	A	C	C	A	B	B	B	A	A	A	C	A	D	C	C	D	A	C	B	D
6	B	D	C	C	B	B	D	D	D	A	B	A	C	B	C	B	C	D	B	D
7	C	A	B	D	D	B	C	B	A	D	C	D	B	A	A	A	C	C	A	B
8	D	D	B	C	C	B	A	A	B	A	D	A	A	B	D	A	A	D	D	A
9	B	B	D	D	C	D	A	B	C	B	C	A	B	A	D	C	B	A	D	A
10	C	D	C	C	D	B	C	D	D	D	B	A	A	A	B	A	D	B	C	B
11	A	B	B	C	C	B	D	D	D	A	C	C	B	C	C	C	C	B	A	B
12	A	A	A	B	B	B	A	B	C	B	C	D	C	D	A	A	C	B	D	C
13	B	A	C	B	A	C	C	C	C	A	A	A	D	A	D	A	C	C	A	B
14	D	B	D	C	D	B	D	C	B	A	B	C	D	B	B	B	A	B	C	A
15	B	C	D	A	C	D	C	A	D	B	B	A	B	D	C	C	D	B	D	C
16	B	C	A	B	A	C	A	C	D	B	C	C	A	B	D	D	B	A	B	C
17	A	C	D	A	D	C	C	D	B	A	D	B	B	C	A	B	C	D	A	A
18	A	B	C	D	B	B	A	B	A	D	B	D	C	C	B	A	B	A	B	C
19	C	B	D	A	C	A	A	A	C	B	A	C	B	A	B	D	D	D	B	B
20	B	B	A	C	A	C	C	D	A	B	D	A	B	C	D	B	D	C	A	D

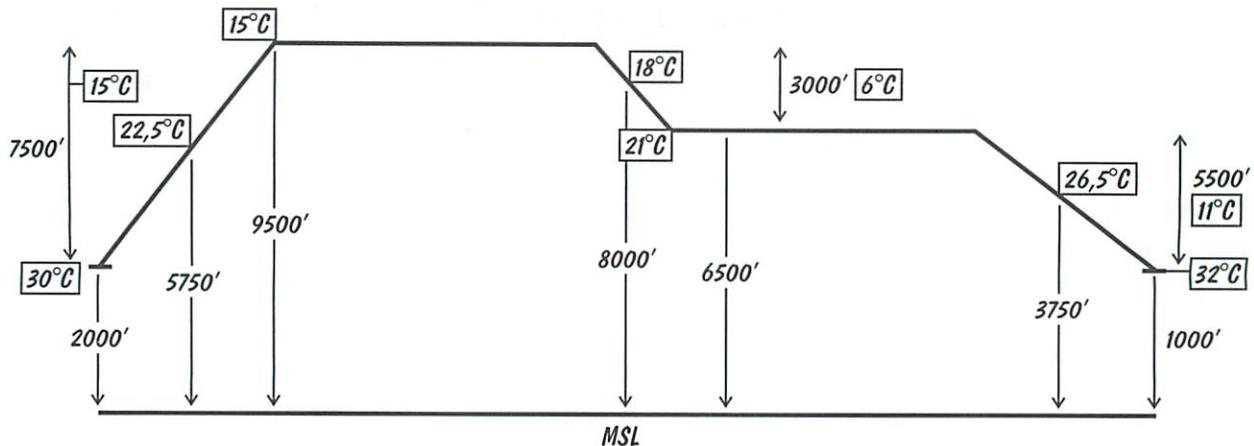
OBSERVAÇÕES IMPORTANTES

1. Perceba que, no cálculo do perfil de subida ou descida (das provas 16 a 20), a elevação do aeródromo tem o seu valor (para efeito de cálculo) arredondado para o múltiplo de 500 pés mais próximo. Além de facilitar os cálculos, este arredondamento não irá alterar significativamente o resultado.

2. Pequenas diferenças entre as respostas aqui encontradas justificam-se pelo erro normal existente entre um computador manual e outro. É aceitável, num cálculo direto, erro nunca maior que 1% (1 por cento), ou seja, se determinada resposta é 100 kt, poderia ser encontrada no seu computador manual valor 99 kt ou 101 kt (1% de defasagem). É claro que, num cálculo acumulativo, os erros vão se somando e, por isso, recomendamos assumir os valores de respostas encontradas como corretos.

Solução da Parte Prática das Provas 16 a 20

PROVA 16

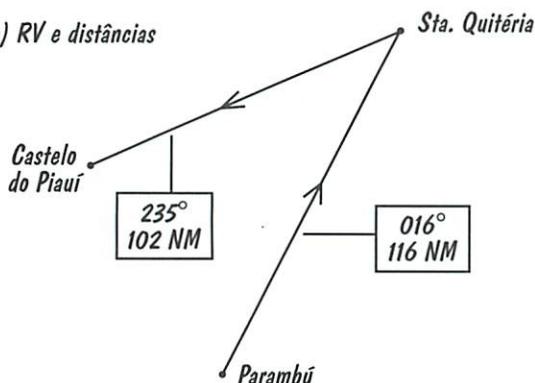


a) perfil de subida e descidas

Elev. Parambú = 545m = 1790 pés \approx 2000'

Elev. Castelo do Piauí = 250m = 820 pés \approx 1000'

b) RV e distâncias



c) cálculo das VA's (subida, cruzeiro e descidas)

SUB	F95	Des F95 ↓ F65
{ VI = 80 kt	{ VI = 100 kt	{ VI = 90 kt
{ AMS = 5750'	{ FL = 9500	{ AMD = 8000'
{ TMS = 22,5°C	{ TFL = 15°C	{ TMD = 18°C
VA _{SUB} = 90 kt	VA ₉₅ = 119 kt	VA _{DESC} = 105 kt
F65	Des F65 ↓ 1000'	
{ VI = 100 kt	{ VI = 90 kt	
{ FL = 6500'	{ AMD = 3750'	
{ TFL = 21°C	{ TMD = 26,5°C	
VA ₆₅ = 114 kt	VA _{DESC} = 98 kt	

1. Autonomia para avião (RBHA -91)

Parambú { VA = 119 kt
Sta. Quitéria { Dist = 116 NM TV = 00 58

Sta. Quitéria { VA = 114 kt
Castelo Piauí { Dist = 102 NM TV = 00 54
Reserva = 00 30 +
Autonomia = 02h22

Obs: No caso da aeronave ser helicóptero, a autonomia seria calculada com uma reserva de 00h20.

2. Subida { a subir = 7500 pés
RS = 500 pés/min T_{SUB} = 15 min

3. Subida { RV = 016° { PV = 006°
VA = 90 kt { VS = 90 kt
DV = 280°
VV = 15 kt PV = 006

4. Subida { VS = 90 kt
TS = 15 min Dist._{SUB} = 22,5 NM

5. TOC = 05°50'S - 040°35'W

6. TOC / Sta. Quitéria
{ RV = 016° { PV = 002° { PV = 002°
VA = 119 kt { VS = 108 kt { Dmg = 20°W
DV = 300° { PM = 022
W = 30 kt

7. TOC / Sta. Quitéria
{ VS = 108 kt TOC/Sta. Quitéria = 00 52
{ Dist = 116 - 22,5 = SUB = 00 15
93,5 NM DEP = 09 30 +
Sta. Quitéria = 10 37Z

8. Consumo DEP/Sta. Quitéria
Subida { TS = 15 min SUB = 11 lbs
{ CH = 45 l/h CRUZ = 30 lbs +
Cruzeiro { TV = 52 min TOTAL = 41 lbs
{ CH = 35 l/h

9. Desc F95 ↓ F65

$\left\{ \begin{array}{l} RV = 235^\circ \\ VA = 105 \text{ kt} \\ DV = 280^\circ \\ VV = 25 \text{ kt} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} PV = 245^\circ \\ VS = 86 \text{ kt} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} RV = 245^\circ \\ Dmg = 20^\circ W \\ PM = 265^\circ \\ DB = 5^\circ E \\ PB = 260^\circ \end{array} \right.$
--	---	---

10. Desc F95 ↓ F65

$\left\{ \begin{array}{l} A \text{ desc} = 3000 \text{ p\u00e9s} \\ RD = 600 \text{ p\u00e9s/min} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} TD = 5 \text{ min} \\ VS = 86 \text{ kt} \end{array} \right.$
Dist = 7 NM	

11. Consumo

Desc F95 ↓ F65

$\left\{ \begin{array}{l} TD = 5 \text{ min} \\ CH = 25 \text{ l/h} \end{array} \right.$
--

desc → 2 lts
at\u00e9 Sta. Quit\u00e9ria → 41 lts +
gastou = 43 lts

abast. = 110 lts
gastou = 43 lts -
Restou = 67 lts

12. F65/Castelo Piau\u00ed

$\left\{ \begin{array}{l} RV = 235^\circ \\ VA = 114 \text{ kt} \\ DV = 230^\circ \\ VV = 20 \text{ kt} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} PV = 234^\circ \\ VS = 94 \text{ kt} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} PV = 234^\circ \\ Dmg = 20^\circ W \\ PM = 254^\circ \end{array} \right.$
--	---	---

13. F65/Nova Russas

RV = 225°

14. F65/Nova Russas

$\left\{ \begin{array}{l} \text{Dist} = 26 \text{ NM} \\ TV = 15 \text{ min} \end{array} \right.$	VS = 104 kt
---	-------------

15. F65/Nova Russas

$\left\{ \begin{array}{l} RV = 225^\circ \\ VS = 104 \text{ kt} \\ PV = 234^\circ \\ VA = 114 \text{ kt} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} DV = 290^\circ \\ VV = 20 \text{ kt} \end{array} \right.$
---	---

16. Nova Russas / Castelo Piau\u00ed

$\left\{ \begin{array}{l} RV = 239^\circ \\ VA = 114 \text{ kt} \\ DV = 290^\circ \\ VV = 20 \text{ kt} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} PV = 247^\circ \\ VS = 101 \text{ kt} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} PV = 247^\circ \\ Dmg = 20^\circ W \\ PM = 267^\circ \\ DB = 5^\circ E \\ PB = 262 \end{array} \right.$
--	--	---

17. Desc F95 ↓ 1000' (ARR)

$\left\{ \begin{array}{l} A \text{ desc} = 5500 \text{ p\u00e9s} \\ RD = 600 \text{ p\u00e9s/min} \end{array} \right.$	$T_{\text{desc}} = 9 \text{ min}$
--	-----------------------------------

$\left\{ \begin{array}{l} RV = 239^\circ \\ VA = 98 \text{ kt} \\ DV = 290^\circ \\ VV = 20 \text{ kt} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} PV = 248^\circ \\ VS = 85 \text{ kt} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} VS = 85 \text{ kt} \\ TD = 9 \text{ min} \end{array} \right.$
Dist = 13 NM		

18. TOD = 05°12'S - 041°21'W

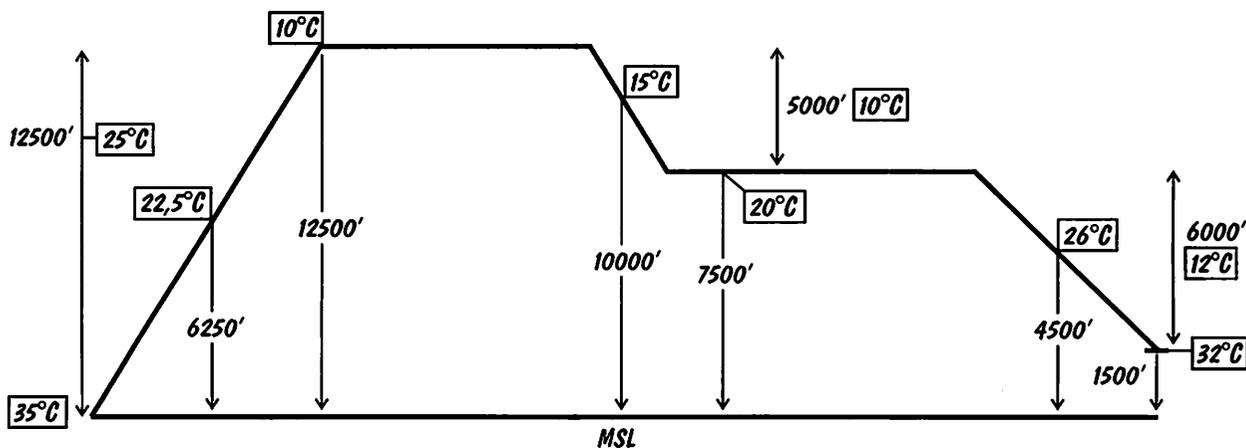
19. Nova Russas/TOD

$\left\{ \begin{array}{l} \text{Dist} = 69 - 13 = 56 \text{ NM} \\ VS = 101 \text{ kt} \end{array} \right.$	TV = 00 33
Nova Russas = 10 57 +	
TOD = 11 30Z	

20. Consumo

F65/TOD	$\left\{ \begin{array}{l} TV = 48 \text{ min} \\ CH = 40 \text{ l/h} \end{array} \right.$	F65/TOD = 32 lts
TOD/ARR	$\left\{ \begin{array}{l} TD = 9 \text{ min} \\ CH = 25 \text{ l/h} \end{array} \right.$	TOD/ARR = 4 lts + Gastou = 36 lts
Restou \u00e0s 1042Z (F65) = 67 lts		
Gastou = 36 lts -		
Restou = 31 lts		

PROVA 17

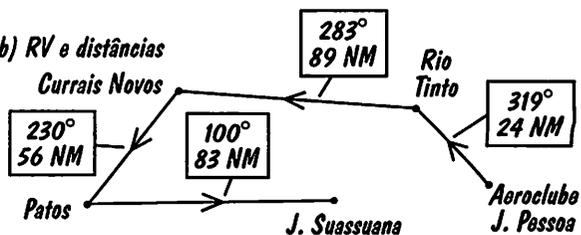


a) perfil de subida e descidas

Elev. J. Passoa = 16 p\u00e9s \u2248 0 p\u00e9s

Elev. J. Suassuana = 1642 p\u00e9s \u2248 1500 p\u00e9s

b) RV e dist\u00e2ncias



e) cálculo das VA's (subida, cruzeiro e descidas)

SUB	F125	Desc F125 ↓ F75	F75	Desc F75 ↓ 1500'
$\left\{ \begin{array}{l} VI = 80 \text{ kt} \\ AMS = 6250' \\ TMS = 22,5^\circ C \\ VA_{SUB} = 125 \text{ kt} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} VI = 130 \text{ kt} \\ FL = 12500' \\ TFL = 10^\circ C \\ VA_{125} = 163 \text{ kt} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} VI = 100 \text{ kt} \\ AMD = 10000' \\ TMD = 15^\circ C \\ VA_{DESC} = 120 \text{ kt} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} VI = 120 \text{ kt} \\ FL = 7500' \\ TFL = 20^\circ C \\ VA_{75} = 139 \text{ kt} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} VI = 100 \text{ kt} \\ AMD = 4500' \\ TMD = 26^\circ C \\ VA_{DESC} = 110 \text{ kt} \end{array} \right.$

1. Combustível

João Pessoa / Patos $\left\{ \begin{array}{l} VA = 163 \text{ kt} \\ Dist = 24 + 89 + 56 = 169 \text{ NM} \end{array} \right.$

Patos / J. Suassuana $\left\{ \begin{array}{l} VA = 139 \text{ kt} \\ Dist = 83 \text{ NM} \end{array} \right.$

$\left\{ \begin{array}{l} TV_{TOTAL} = 01\ 02 + 00\ 36 = 01\ 38 \\ CH = 100 \text{ V/h} \end{array} \right.$ Consumo = 163 litros

2. Subida

$\left\{ \begin{array}{l} A \text{ subir} = 12500' \\ RS = 830'/\text{min} \end{array} \right.$ $T_{SUB} = 15 \text{ min}$

3. Subida

$\left\{ \begin{array}{l} RV = 319^\circ \\ VA = 125 \text{ kt} \\ DV = 320^\circ \\ VV = 30 \text{ kt} \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} PV = 319^\circ \\ VS = 95 \text{ kt} \end{array} \right.$ $PV = 319^\circ$

4. Subida

$\left\{ \begin{array}{l} TS = 15 \text{ min} \\ VS = 95 \text{ kt} \end{array} \right.$ $Dist_{SUB} = 24 \text{ NM}$
TOC = 06°48'5" - 035°06'W
Sobre Rio Tinto

5. TOC(Rio Tinto) / Currais Novos

$\left\{ \begin{array}{l} RV = 283^\circ \\ VA = 163 \text{ kt} \\ DV = 360^\circ \\ VV = 40 \text{ kt} \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} PV = 297^\circ \\ VS = 149 \text{ kt} \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} PV = 297^\circ \\ Dmg = 22^\circ W \\ PM = 319^\circ \end{array} \right.$

6. Rio Tinto / Currais Novos

$\left\{ \begin{array}{l} VS = 149 \text{ kt} \\ Dist = 89 \text{ NM} \end{array} \right.$ $TV = 00\ 36$
TOC = 20 35 +
Currais Novos = 21 11 Z

7. Consumo

Sub $\left\{ \begin{array}{l} TS = 15 \text{ min} \\ CH = 150 \text{ V/h} \end{array} \right.$ → 37,5 lts

TOC/CURRAIS NOVOS $\left\{ \begin{array}{l} TV = 36 \text{ min} \\ CH = 100 \text{ V/h} \end{array} \right.$ **TOC/CURRAIS NOVOS** 60 lts +
Comb = 97,5 lts

8. Currais Novos / Patos

$\left\{ \begin{array}{l} RV = 230^\circ \\ VA = 163 \text{ kt} \\ DV = 360^\circ \\ VV = 40 \text{ kt} \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} PV = 241^\circ \\ VS = 186 \text{ kt} \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} PV = 241^\circ \\ Dmg = 22^\circ W \\ PM = 263^\circ \\ DB = 3^\circ W \\ PB = 265^\circ \end{array} \right.$

9. Currais Novos / Patos

$\left\{ \begin{array}{l} Dist = 56 \text{ NM} \\ VS = 186 \text{ kt} \end{array} \right.$ $TV = 00\ 18$
Currais Novos = 21 11 +
Patos = 21 29 Z

10. Desc F125 ↓ F75 (após Patos)

$\left\{ \begin{array}{l} RV = 100^\circ \\ VA = 120 \text{ kt} \\ DV = 330^\circ \\ VV = 30 \text{ kt} \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} PV = 089^\circ \\ VS = 138 \text{ kt} \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} PV = 089^\circ \\ Dmg = 22^\circ W \\ PM = 111^\circ \end{array} \right.$

11. Desc F125 ↓ F75

$\left\{ \begin{array}{l} A \text{ descer} = 5000 \text{ pés} \\ RD = 500 \text{ pés/min} \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} TD = 10 \text{ min} \\ VS_{DESC} = 138 \text{ kt} \end{array} \right.$
Dist Patos / J. Suassuana = 83 NM
Dist_{DESC} = 23 NM -
Dist de J. Suassuana = 60 NM

12. F75 / J. Suassuana

$\left\{ \begin{array}{l} RV = 100^\circ \\ VA = 139 \text{ kt} \\ DV = 280^\circ \\ VV = 30 \text{ kt} \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} PV = 100^\circ \\ VS = 169 \text{ kt} \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} PV = 100^\circ \\ Dmg = 22^\circ W \\ PM = 122^\circ \\ DB = 3^\circ W \\ PB = 125^\circ \end{array} \right.$

13. F75 / través Juazeirinho

$\left\{ \begin{array}{l} Dist = 17 \text{ NM} \\ VS = 169 \text{ kt} \end{array} \right.$ $TV = 00\ 06$
Desc F125 ↓ F75 = 00 10
Patos = 21 29 +
Través Juazeirinho = 21 45 Z

14. Través Juazeirinho / 15 NM de J. Suassuana

$\left\{ \begin{array}{l} Dist = 27 \text{ NM} \\ TV = 10 \text{ min} \end{array} \right.$ $VS = 162 \text{ kt}$

15. Vento través Juazeirinho / 15 NM J. Suassuana

$\left\{ \begin{array}{l} RV = 100^\circ \\ VS = 162 \text{ kt} \\ PV = 100^\circ \\ VA = 139 \text{ kt} \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} DV = 280^\circ \\ VV = 23 \text{ kt} \end{array} \right.$

16. Combustível

Currais Novos / Patos { TV = 18 min
CH = 100 l/h } → 30 lts

Desc F125 ↓ F75 { TD = 10 min
CH = 80 l/h } → 13 lts

F75 / ponto 2155 Z { TV = 16 min
CH = 100 l/h } → 26,5 lts
Gasto até Currais Novos = 97,5 lts +
Total gasto = 167 lts

Abastecido = 250 lts
Gasto = 167 lts - Restou = 83 litros

17. Desc F75 ↓ 1500'

{ RV = 100° { PV = 100°
VA = 110 kt { VS = 133 kt
DV = 280° { VS = 133 kt
VV = 23 kt { Dist = 15 NM
T_{DESC} = 7 min RD = 860 pés/min
A descer = 6000 pés

18. 17. Desc F75 ↓ 1500'

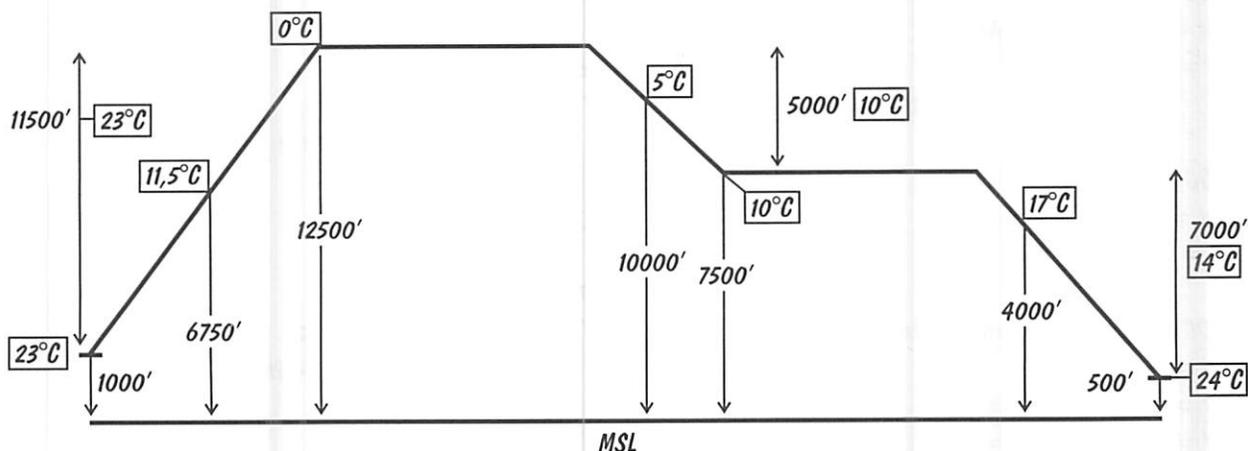
{ PV = 100° PM = 122
Dmg = 22°W

19. ARR TOD = 21 55
T_{DESC} = 00 07 +
ARR = 22 02 Z

20. Consumo na descida

{ TD = 7 min
CH = 80 l/h } Consumo = 8 litros

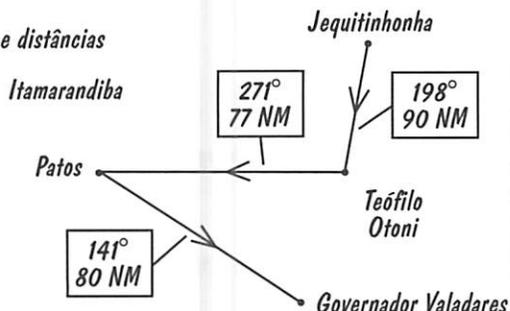
PROVA 18



a) Perfil de subida e descidas

Elev. Jequitinhonha = 853 pés ≅ 1000'
Elev. Governador Valadares = 561 pés ≅ 500'

b) RV e distâncias



c) cálculo das VA's (subida, cruzeiro e descidas)

SUB	F125	Des F125 ↓ F75
VI = 99 kt	VI = 120 kt	VI = 90 kt
AMS = 6750'	FL = 12500	AMD = 10000'
TMS = 11,5°C	TFL = 0°C	TMD = 5°C
VA _{SUB} = 111 kt	VA _{F125} = 148 kt	VA _{DESC} = 106 kt
F75	Des F75 ↓ 500'	
VI = 110 kt	VI = 90 kt	
FL = 7500'	AMD = 4000'	
TFL = 10°C	TMD = 17°C	
VA _{F75} = 125 kt	VA _{DESC} = 97 kt	

1. Autonomia para avião (RBHA - 91)

Jequitinhonha / Itamarandiba { Dist = 90 + 77 = 167 NM
VA = 148 kt
Itamarandiba / Gov. Valadares { Dist = 80 NM
VA = 125 kt

Jequitinhonha / Itamarandiba = 01 08
Itamarandiba / Gov. Valadares = 00 38
Reserva = 00 30 +
Autonomia = 02 16

Obs.: Se a acft fosse um helicóptero, a reserva seria de 20 min.

2. Subida $\left\{ \begin{array}{l} \text{a subir} = 11500' \\ RS = 900 \text{ p\u00e9s/min} \\ T_{\text{sub}} = 13 \text{ min} \end{array} \right.$

3. Subida $\left\{ \begin{array}{l} RV = 198^\circ \\ VA = 111 \text{ kt} \\ DV = 020^\circ \\ VV = 15 \text{ kt} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} PV = 198^\circ \\ VS = 126 \text{ kt} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} VS = 126 \text{ kt} \\ TS = 13 \text{ min} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} Dist_{\text{sub}} = 27 \text{ NM} \end{array} \right.$

4. Subida $\left\{ \begin{array}{l} TS = 13 \text{ min} \\ Dist = 24 \text{ NM} \end{array} \right. \quad VS_{\text{REAL}} = 111 \text{ kt}$
 Como a $PV = RV$ e a $VA = VS$, o vento da subida \u00e9 calmo.

5. TOC / Te\u00f3filo Otoni $\left\{ \begin{array}{l} RV = 198^\circ \\ VA = 148 \text{ kt} \\ DV = 090^\circ \\ VV = 30 \text{ kt} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} PV = 187^\circ \\ VS = 154 \text{ kt} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} PV = 187^\circ \\ Dmg = 21^\circ W \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} PM = 208^\circ \end{array} \right.$

6. TOC / Te\u00f3filo Otoni $\left\{ \begin{array}{l} Dist = 90 - 24 = 66 \text{ NM} \\ VS = 154 \text{ kt} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} TV = 00 26 \\ TOC = 16 03 + \\ \text{Te\u00f3filo Otoni} = 16 29 Z \end{array} \right.$

7. TOC / Te\u00f3filo Otoni $\left\{ \begin{array}{l} Dist = 66 \text{ NM} \\ TV = 31 \text{ min} \end{array} \right. \quad VS_{\text{REAL}} = 128 \text{ kt}$

8. TOC / Te\u00f3filo Otoni (vento atuante) $\left\{ \begin{array}{l} RV = 198^\circ \\ VS = 128 \text{ kt} \\ PV = 187^\circ \\ VA = 148 \text{ kt} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} DV = 140^\circ \\ VV = 33 \text{ kt} \end{array} \right.$

9. Combust\u00edvel $\left\{ \begin{array}{l} \text{Subida} \\ Cruz \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} TS = 13 \text{ min} \\ CH = 100 \text{ l/h} \\ TV = 31 \text{ min} \\ CH = 75 \text{ l/h} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Sub} = 22 \text{ lts} \\ \text{Cruz} = 39 \text{ lts} + \\ \text{Total} = 61 \text{ litros} \end{array} \right.$

10. Te\u00f3filo Otoni / Itamarandiba $\left\{ \begin{array}{l} RV = 271^\circ \\ Dmg = 21^\circ W \end{array} \right. \quad RM = 292^\circ$

11. Te\u00f3filo Otoni / Itamarandiba $\left\{ \begin{array}{l} RV = 271^\circ \\ VA = 148 \text{ kt} \\ DV = 140^\circ \\ VV = 33 \text{ kt} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} PV = 261^\circ \\ VS = 168 \text{ kt} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} PV = 261^\circ \\ Dmg = 21^\circ W \\ PM = 282^\circ \\ DB = 5 E \\ PB = 277^\circ \end{array} \right.$

12. Te\u00f3filo Otoni / Itamarandiba $VS = 168 \text{ kt}$

13. Te\u00f3filo Otoni / Trav\u00eas Capelinha $\left\{ \begin{array}{l} Dist = 58 \text{ NM} \\ VS = 168 \text{ kt} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} TV = 00 21 \\ \text{Te\u00f3filo Otoni} = 16 34 + \\ \text{Trav\u00eas Capelinha} = 16 55 Z \end{array} \right.$

14. Combust\u00edvel $\left\{ \begin{array}{l} \text{at\u00e9 Te\u00f3filo Otoni} \\ \text{Trav\u00eas Capelinha /} \\ \text{Itamarandiba} \end{array} \right. \rightarrow 61 \text{ litros}$
 $\left\{ \begin{array}{l} Dist = 77 - 58 = 19 \text{ NM} \\ VS = 168 \text{ kt} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} TV = 7 \text{ min} \\ \text{Te\u00f3filo Otoni / Itamarandiba} = 21 + \\ \text{Te\u00f3filo Otoni / trav\u00eas Capelinha} = 28 \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} TV = 28 \text{ min} \\ \text{CHor} = 75 \text{ l/h} \\ \text{Gasto} = 35 \text{ litros} \end{array} \right.$

$\left\{ \begin{array}{l} \text{Subida} = 61 \text{ lts} \\ \text{Cruzeiro} = 35 \text{ lts} + \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Abasteceu} = 205 \text{ lts} \\ \text{Gastou} = 96 \text{ lts} - \\ \text{Restou} = 109 \text{ litros} \end{array} \right.$

15. Desc F125 \u2193 F75 $\left\{ \begin{array}{l} \text{a descer} = 5000' \\ RD = 625 \text{ p\u00e9s/min} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} T_{\text{DESC}} = 00 08 \\ \text{Itamarandiba} = 17 02 + \\ \text{F75} = 17 10 Z \end{array} \right.$

16. Desc F125 \u2193 F75 $\left\{ \begin{array}{l} RV = 141^\circ \\ VA = 106 \text{ kt} \\ DV = 140^\circ \\ VV = 33 \text{ kt} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} PV = 141^\circ \\ VS = 73 \text{ kt} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} VS = 73 \text{ kt} \\ TD = 8 \text{ min} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} Dist_{\text{DESC}} = 10 \text{ NM} \end{array} \right.$

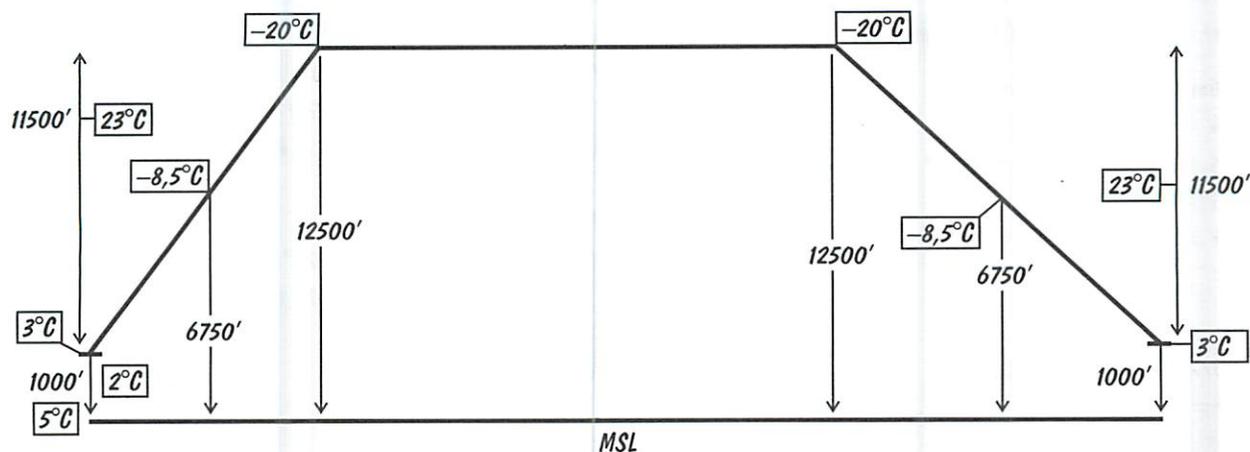
17. F75 / Governador Valadares $\left\{ \begin{array}{l} RV = 141^\circ \\ VA = 125 \text{ kt} \\ DV = 050^\circ \\ VV = 20 \text{ kt} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} PV = 132^\circ \\ VS = 124 \text{ kt} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} PV = 132^\circ \\ Dmg = 21^\circ W \\ PM = 153 \\ DB = 5 E \\ PB = 148^\circ \end{array} \right.$

18. Desc F75 \u2193 500' (ARR) $\left\{ \begin{array}{l} RV = 141^\circ \\ VS = 97 \text{ kt} \\ DV = 140^\circ \\ VV = 33 \text{ kt} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} PV = 141^\circ \\ VS = 64 \text{ kt} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{a descer} = 7000' \\ RD = 625 \text{ p\u00e9s/min} \\ T_{\text{DESC}} = 11 \text{ min} \\ VS = 64 \text{ kt} \\ Dist_{\text{DESC}} = 12 \text{ NM} \end{array} \right.$

19. Hora do TOD (Top of Descending) FL75 / in\u00edcio da descida $\left\{ \begin{array}{l} VS = 124 \text{ kt} \\ Dist = 80 - (12 + 10) = 58 \text{ NM} \\ TV = 28 \text{ min} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Itamarandiba} = 17 02 \\ \text{FL125} \u2193 \text{F75} = 00 08 \\ \text{F75 / TOD} = 00 28 + \\ \text{TOD} = 17 38 Z \end{array} \right.$

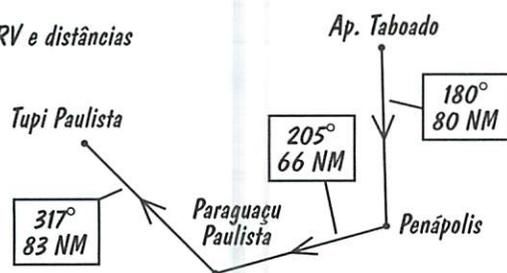
20. Combust\u00edvel $\left\{ \begin{array}{l} \text{Descida} \\ \text{Cruzeiro} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} TV = 8 + 11 = 19 \text{ min} \\ CH = 60 \text{ l/h} \\ TV = 28 \text{ min} \\ CH = 85 \text{ l/h} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Desc} = 19 \text{ lts} \\ \text{Cruz} = 40 \text{ lts} \\ \text{Gasto} = 59 \text{ lts} \\ \text{Restou} = 50 \text{ litros} \end{array} \right.$
 Rest Itamarandiba = 109 Gasto = 59

PROVA 19



a) Condição ISA $-10^{\circ}\text{C} = 15^{\circ} - 10^{\circ} = 5^{\circ}\text{C}$ no MSL
 Perfil de subida e descida
 Elev. Ap. Taboado = 342 m = 1120 pés \cong 1000'
 Elev. Tupi Paulista = 365 m = 1200 pés \cong 1000'

b) RV e distâncias



c) cálculo das VA's (subida, cruzeiro e descidas)

SUB	F125 até Paraguaçu
$\left\{ \begin{array}{l} VI = 90 \text{ kt} \\ AMS = 6750' \\ TMS = -8,5^{\circ}\text{C} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} VI = 130 \text{ kt} \\ FL = 12500' \\ TFL = -20^{\circ}\text{C} \end{array} \right.$
$VA_{SUB} = 98 \text{ kt}$	$VA_{125} = 154 \text{ kt}$
F125 após Paraguaçu	Des F75 \downarrow 500'
$\left\{ \begin{array}{l} VI = 110 \text{ kt} \\ FL = 12500' \\ TFL = -20^{\circ}\text{C} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} VI = 100 \text{ kt} \\ AMD = 6750' \\ TMD = -8,5^{\circ}\text{C} \end{array} \right.$
$VA_{75} = 130 \text{ kt}$	$VA_{DESC} = 109 \text{ kt}$

1. Autonomia para avião

Ap. Taboado / Paraguaçu Paulista	$\left\{ \begin{array}{l} Dist = 80 + 66 = 146 \text{ NM} \\ VA = 154 \text{ kt} \end{array} \right.$
Paraguaçu Paulista / Tupi Paulista	$\left\{ \begin{array}{l} Dist = 83 \text{ NM} \\ VA = 130 \text{ kt} \end{array} \right.$
Ap. Taboado / Paraguaçu	$\rightarrow 00 57$
Paraguaçu / Tupi Paulista	$\rightarrow 00 38$
Reserva	$\rightarrow 00 30 +$
	Autonomia = 02h05

Obs.: Para um helicóptero, a reserva seria de 20 min.

2. Subida

$\left\{ \begin{array}{l} \text{a subir} = 11500 \text{ pés} \\ RS = 600 \text{ pés/min} \end{array} \right.$	$T_{SUB} = 19 \text{ min}$
---	----------------------------

3. Subida

$\left\{ \begin{array}{l} RV = 180^{\circ} \\ VA = 98 \text{ kt} \\ DV = 090^{\circ} \\ VV = 10 \text{ kt} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} PV = 174^{\circ} \\ VS = 97 \text{ kt} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} PV = 174^{\circ} \\ Dmg = 14^{\circ}\text{W} \end{array} \right.$	$PM = 188^{\circ}$
---	---	---	--------------------

4. Subida

$\left\{ \begin{array}{l} VS = 97 \text{ kt} \\ TS = 19 \text{ min} \end{array} \right.$	$Dist_{SUB} = 31 \text{ NM}$	$TOC = 20^{\circ}36'S - 050^{\circ}05'W$
--	------------------------------	--

5. TOC / Penápolis

$\left\{ \begin{array}{l} RV = 180^{\circ} \\ VA = 154 \text{ kt} \\ DV = 120^{\circ} \\ VV = 25 \text{ kt} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} PV = 172^{\circ} \\ VS = 140 \text{ kt} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} PV = 172^{\circ} \\ Dmg = 14 \text{ W} \\ PM = 186^{\circ} \\ DB = 4 \text{ E} \\ PB = 182^{\circ} \end{array} \right.$
--	--	---

6. TOC / Penápolis

$VS = 140 \text{ kt}$	$TVTOC/Parápolis \rightarrow 00 21$
$Dist = 80 - 31 = 49 \text{ NM}$	$TSUBIDA \rightarrow 00 19$
	$H DEP \rightarrow 16 20 +$
	Parápolis = 17 00 Z

7. Parápolis / Paraguaçu

$\left\{ \begin{array}{l} RV = 205^{\circ} \\ VA = 154 \text{ kt} \\ DV = 120^{\circ} \\ VV = 25 \text{ kt} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} PV = 196^{\circ} \\ VS = 150 \text{ kt} \end{array} \right.$	$PV = 196^{\circ}$
--	--	--------------------

8. Parápolis / través Tupã

$\left\{ \begin{array}{l} Dist = 36 \text{ NM} \\ VS = 150 \text{ kt} \end{array} \right.$	$TV = 00 14$	$Parápolis = 17 00 +$	$Través Tupã = 17 14 Z$
--	--------------	-----------------------	-------------------------

9. Combustível

Subida	$\left\{ \begin{array}{l} TS = 19 \text{ min} \rightarrow 47,5 \text{ lts} \\ CH = 150 \text{ l/h} \end{array} \right.$	Total = 106 litros
Cruzeiro	$\left\{ \begin{array}{l} TV = 14 + 21 = 35 \text{ min} \\ CH = 100 \text{ l/h} \rightarrow 58,5 \text{ lts} \end{array} \right.$	

10. Través Tupã / Tupi Paulista

$$\begin{cases} RV = 296^\circ \\ Dist = 77 \text{ NM} \end{cases} \quad \begin{cases} RV = 296^\circ \\ Dist = 143 \text{ km} \end{cases}$$

11. Través Tupã / Tupi Paulista

$$\begin{cases} RV = 296^\circ \\ VA = 130 \text{ kt} \\ DV = 120^\circ \\ VV = 25 \text{ kt} \end{cases} \quad \begin{cases} PV = 295^\circ \\ VS = 155 \text{ kt} \end{cases}$$

$$\begin{matrix} RV = 296^\circ \\ PV = 295^\circ \\ CD = -1^\circ \\ VS = 155 \text{ kt} \end{matrix}$$

12. Través Tupã / Ad Faz São João

$$\begin{cases} RV = 302^\circ \\ Dist = 57 \text{ NM} \end{cases}$$

13. Través Tupã / Ad Faz São João

$$\begin{cases} TV = 25 \text{ min} \\ Dist = 57 \text{ NM} \end{cases} \quad VS_{REAL} = 137 \text{ kt}$$

14. Través Tupã / Ad Faz São João

$$\begin{cases} RV = 302^\circ \\ VS = 137 \text{ kt} \\ PV = 295^\circ \\ VA = 130 \text{ kt} \end{cases} \quad \begin{cases} DV = 185^\circ \\ VV = 18 \text{ kt} \end{cases}$$

$$\begin{cases} TV = 25 \text{ min} \\ CH = 100 \text{ l/h} \rightarrow 42 \text{ lts} \end{cases}$$

15. Combustível

Gasto até través Tupã \rightarrow 106 litros
 Tupã / Faz São João \rightarrow 42 litros +
 Total Gasto \rightarrow 148 litros

Abastecido = 200 lts

Gastou = 148 lts -

Restou = 52 litros

16. Faz São João / Tupi Paulista

$$\begin{cases} RV = 280^\circ \\ Dist = 21 \text{ NM} \end{cases} \quad \begin{cases} RV = 280^\circ \\ Dmg = 13 \text{ W} \end{cases} \quad \begin{cases} RM = 293^\circ \\ Dist = 39 \text{ km} \end{cases}$$

17. Desc F125 \downarrow 1000'

$$\begin{cases} RV = 280^\circ \\ VA = 109 \text{ kt} \\ DV = 185^\circ \\ VV = 18 \text{ kt} \end{cases} \quad \begin{cases} PV = 270^\circ \\ VS = 109 \text{ kt} \end{cases} \quad \begin{cases} PV = 270^\circ \\ Dmg = 13 \text{ W} \\ PM = 283^\circ \\ DB = 4 \text{ E} \\ PB = 279^\circ \end{cases}$$

18. Desc F125 \downarrow 1000'

$$\begin{cases} VS = 109 \text{ kt} \\ Dist = 21 \text{ NM} \end{cases} \quad \begin{cases} TD = 12 \text{ min} \\ a \text{ descer} = 11500 \text{ pés} \\ RD = 960 \text{ pés/min} \end{cases}$$

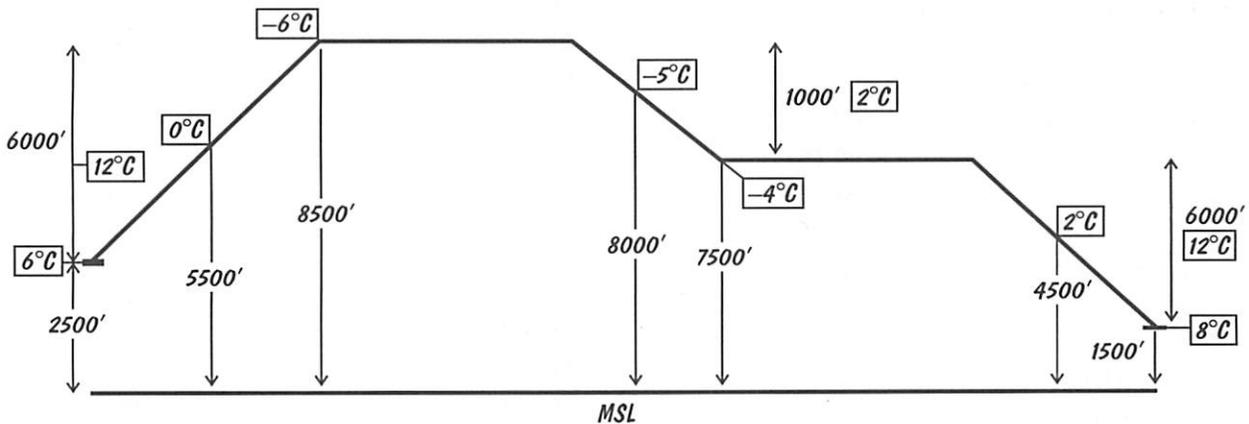
19. Estimado ARR

Fazenda São João (TOD) \rightarrow 17 39Z
 $T_{DESC} \rightarrow$ 00 12
ARR = 17 51 Z

20. Combustível

Descida F125 \downarrow 1000' $\begin{cases} TD = 12 \text{ min} \\ CH = 70 \text{ l/h} \rightarrow 14 \text{ lts} \end{cases}$
 Gasto até 17 39 Z \rightarrow 148 litros
Total Gasto = 162 litros

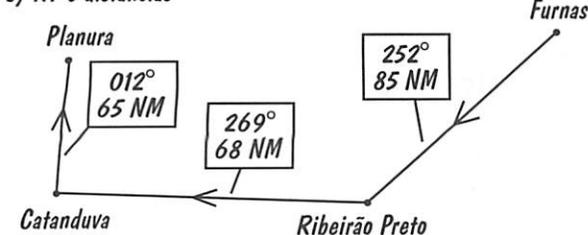
PROVA 20



a) perfil de subida e descidas

Elev. Furnas = 2412 pés \approx 2500 pés
 Elev. Planura = 1719 pés \approx 1500 pés

b) RV e distâncias



c) cálculo das VA's (subida, cruzeiro e descidas)

SUB	F85	Des F85 \downarrow F75
$\begin{cases} VI = 90 \text{ kt} \\ AMS = 5500' \\ TMS = 0^\circ C \\ VA_{SUB} = 97 \text{ kt} \end{cases}$	$\begin{cases} VI = 110 \text{ kt} \\ FL = 8500' \\ TFL = -6^\circ C \\ VA_{85} = 124 \text{ kt} \end{cases}$	$\begin{cases} VI = 100 \text{ kt} \\ AMD = 8000' \\ TMD = -5^\circ C \\ VA_{DESC} = 112 \text{ kt} \end{cases}$
F75	Des F75 \downarrow 1500'	
$\begin{cases} VI = 105 \text{ kt} \\ FL = 7500' \\ TFL = -4^\circ C \\ VA_{75} = 116 \text{ kt} \end{cases}$	$\begin{cases} VI = 100 \text{ kt} \\ AMD = 4500' \\ TMD = 2^\circ C \\ VA_{DESC} = 106 \text{ kt} \end{cases}$	

1. Combustível

$$\text{Furnas/Catanduva} \begin{cases} \text{Dist} = 85 + 68 = 153 \text{ NM} \\ \text{VA} = 124 \text{ kt} \end{cases}$$

$$\text{Catanduva / Planura} \begin{cases} \text{Dist} = 65 \text{ NM} \\ \text{VA} = 116 \text{ kt} \end{cases}$$

$$\text{Furnas / Catanduva} \begin{cases} \text{TV} = 01\text{h}14 \\ \text{CH} = 85 \text{ l/h} \end{cases} \longrightarrow 105 \text{ litros}$$

$$\text{Catanduva / Planura} \begin{cases} \text{TV} = 34 \text{ min} \\ \text{CH} = 95 \text{ l/h} \end{cases} \longrightarrow 54 \text{ litros} +$$

$$\text{Total} = 159 \text{ litros}$$

2. Subida

$$\begin{cases} \text{a subir} = 6000 \text{ pés} \\ \text{RS} = 670 \text{ pés/min} \end{cases} \quad \text{TS} = 9 \text{ min}$$

3. Subida

$$\begin{cases} \text{RV} = 252^\circ \\ \text{VA} = 97 \text{ kt} \\ \text{DV} = 330^\circ \\ \text{VV} = 15 \text{ kt} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{PV} = 261^\circ \\ \text{VS} = 93 \text{ kt} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{VS} = 93 \text{ kt} \\ \text{TS} = 9 \text{ min} \\ \text{DistSUB} = 14 \text{ NM} \end{cases} \\ \text{TOC} = 20^\circ 46' \text{S} - 046^\circ 34' \text{W}$$

4. TOC / Ribeirão Preto

$$\begin{cases} \text{RV} = 252^\circ \\ \text{VA} = 124 \text{ kt} \\ \text{DV} = 290^\circ \\ \text{VV} = 15 \text{ kt} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{PV} = 256^\circ \\ \text{VS} = 112 \text{ kt} \end{cases} \quad \text{PV} = 256^\circ$$

5. TOC / través Batatais

$$\begin{cases} \text{Dist} = 56 \text{ NM} \\ \text{VS} = 112 \text{ kt} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{TV} = 00 30 \\ \text{T}_{\text{SUB}} = 00 09 \\ \text{DEP} = 15 05 + \\ \text{TravésBATATAIS} = 15 44 \text{ Z} \end{cases}$$

6. Través Batatais / Ribeirão Preto

$$\begin{cases} \text{Dist} = 15 \text{ NM} \\ \text{VS} = 112 \text{ kt} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{TV} = 8 \text{ min} \\ \text{T}_{\text{SUBIDA}} = 9 \text{ min} \\ \text{CH}_{\text{OR}} = 100 \text{ l/h} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{Subida} = 15 \text{ lts} \\ \text{Cruzeiro} = 54 \text{ lts} \\ \text{Total} = 69 \text{ litros} \end{cases}$$

7. Ribeirão Preto / Catanduva

$$\begin{cases} \text{RV} = 269^\circ \\ \text{VA} = 124 \text{ kt} \\ \text{DV} = 290^\circ \\ \text{VV} = 15 \text{ kt} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{PV} = 271^\circ \\ \text{VS} = 110 \text{ kt} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{PV} = 271^\circ \\ \text{Dmg} = 16 \text{ W} \\ \text{PM} = 287^\circ \end{cases}$$

8. Ribeirão Preto / Povoado Sta. Adélia

$$\text{RV} = 263^\circ$$

$$\begin{cases} \text{Dist} = 58 \text{ NM} \\ \text{TV} = 27 \text{ min} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{VS} = 129 \text{ kt} \\ \text{RV} = 263^\circ \\ \text{VS} = 129 \text{ kt} \end{cases}$$

9. Ribeirão Preto / Povoado Sta. Adélia

$$\begin{cases} \text{RV} = 263^\circ \\ \text{VS} = 129 \text{ kt} \\ \text{PV} = 271^\circ \\ \text{VA} = 124 \text{ kt} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{DV} = 010^\circ \\ \text{VV} = 18 \text{ kt} \end{cases}$$

10. Povoado Sta. Adélia / Catanduva

$$\text{RV} = 300^\circ / \text{Dist} = 12 \text{ NM}$$

11. Povoado Sta. Adélia / Catanduva

$$\begin{cases} \text{RV} = 300^\circ \\ \text{VA} = 124 \text{ kt} \\ \text{DV} = 010^\circ \\ \text{VV} = 18 \text{ kt} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{PV} = 308^\circ \\ \text{VS} = 117 \text{ kt} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{PV} = 308^\circ \\ \text{Dmg} = 16 \text{ W} \\ \text{PM} = 324^\circ \\ \text{DB} = 5 \text{ W} \\ \text{PB} = 329^\circ \end{cases}$$

12. Sta. Adélia / Catanduva

$$\begin{cases} \text{Dist} = 12 \text{ NM} \\ \text{VS} = 117 \text{ kt} \end{cases} \quad \text{TV} = 6 \text{ min}$$

$$\text{Gasto até Ribeirão Preto} \longrightarrow 69 \text{ litros}$$

$$\text{Ribeirão Preto / Catanduva} \longrightarrow 47 \text{ litros} +$$

$$\begin{cases} \text{TV} = 33 \text{ min} \\ \text{CH} = 85 \text{ l/h} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{Gastou} = 116 \text{ litros} \\ \text{Abasteceu} = 220 \text{ litros} - \\ \text{Restou} = 104 \text{ litros} \end{cases}$$

13. Desc F85 ↓ F75

$$\begin{cases} \text{a descer} = 1000 \text{ pés} \\ \text{RD} = 500 \text{ pés/min} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{TDESC} = 00 02 \\ \text{Catanduva} = 16 25 \\ \text{F75} = 16 27 \text{ Z} \end{cases}$$

14. Desc F55 ↓ Planura

$$\begin{cases} \text{RV} = 012^\circ \\ \text{VA} = 112 \text{ kt} \\ \text{DV} = 010^\circ \\ \text{VV} = 18 \text{ kt} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{PV} = 012^\circ \\ \text{VS} = 94 \text{ kt} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{VS} = 94 \text{ kt} \\ \text{TD} = 2 \text{ min} \\ \text{DistDESC} = 3 \text{ NM} \end{cases}$$

15. F75 / Planura

$$\begin{cases} \text{RV} = 012^\circ \\ \text{VA} = 116 \text{ kt} \\ \text{DV} = 010^\circ \\ \text{VV} = 18 \text{ kt} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{PV} = 012^\circ \\ \text{VS} = 98 \text{ kt} \\ \text{PM} = 028^\circ \\ \text{DB} = 5 \text{ W} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{PV} = 012^\circ \\ \text{Dmg} = 16^\circ \text{W} \\ \text{PB} = 033^\circ \end{cases}$$

16. TOD (Top of Descending) = Través Faz Posses do Rio Grande

$$\text{F75 / TOD} \quad \text{TV} = 00 29$$

$$\begin{cases} \text{Dist} = 47 \text{ NM} \\ \text{VS} = 98 \text{ kt} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{F75} = 16 27 + \\ \text{TOD} = 16 56 \text{ Z} \end{cases}$$

17. Desc F75 ↓ 1500'

$$\begin{cases} \text{RV} = 012^\circ \\ \text{VA} = 106 \text{ kt} \\ \text{DV} = 010^\circ \\ \text{VV} = 19 \text{ kt} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{PV} = 012^\circ \\ \text{VS} = 88 \text{ kt} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{PV} = 012^\circ \\ \text{Dmg} = 16 \text{ W} \\ \text{PM} = 028^\circ \end{cases}$$

18. Desc F75 ↓ 1500'

$$\begin{cases} \text{a descer} = 6000 \text{ pés} \\ \text{TD} = 10 \text{ min} \end{cases} \quad \text{RD} = 600 \text{ pés/min}$$

19. ARR

$$\begin{cases} \text{TOD} = 16 56 \text{ Z} \\ \text{T}_{\text{DESC}} = 00 10 + \\ \text{ARR} = 17 06 \text{ Z} \end{cases}$$

20. Combustível - até Catanduva → 116 litros

$$\text{Descida} \begin{cases} \text{TD} = 2 + 10 = 12 \text{ min} \\ \text{CH} = 60 \text{ l/h} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{Descida} = 12 \text{ litros} \\ \text{Cruzeiro} = 46 \text{ litros} + \\ \text{Total} = 174 \text{ litros} \end{cases}$$

Introdução à Navegação Rádio

O uso de ondas de rádio eletromagnéticas de estações localizadas na superfície terrestre é uma prática que facilita a localização de uma ACFT em vôo, sem necessidade de enxergar visualmente o local sobrevoado. Estas estações rádio usadas num vôo em rota são:

- **NDB** (Non Directional Beacon) ou Rádio-Farol Não Direcional.
- **VOR** (VHF [Very High Frequency] Omnidirectional Range) ou Rádio-Farol Omnidirecional;
- **DME** (Distance Measuring Equipment) ou Equipamento Medidor de Distância.

Através de indicadores de bordo apropriados, o piloto interpreta a posição da ACFT em relação a estação de rádio. Estes indicadores são:

- **ADF** (Automatic Direction Finder) ou Procurador Automático de Direções, que recebe ondas de rádio de uma estação NDB;
- **RMI** (Radio Magnetic Indicator) ou Indicador Rádio Magnético, que pode receber ondas de rádio de uma estação NDB ou VOR;
- **CI** (Course Indicator) ou Indicador de Curso, que recebe ondas de rádio de uma estação VOR;
- **DME** Indicator ou Indicador DME, que recebe ondas de rádio de uma estação DME.

Função dos Instrumentos

ADF - o ponteiro do ADF mostra a posição da estação em relação ao eixo longitudinal da ACFT, ou seja, o ponteiro do ADF aponta para a estação e sua marca de topo representa a proa de uma ACFT. O ângulo da proa (marca de topo), no sentido horário, até o ponteiro, chama-se Marcação Relativa (sigla MR). O rumo magnético que a ACFT deveria tomar para *aproximar* de uma estação NDB é chamado QDM e o rumo magnético que a afastaria é chamado QDR.

CI (Course Indicator) - neste instrumento em que se ajusta sempre na marca de topo o rumo magnético que se pretende voar, descobre-se a radial que uma ACFT está em relação a uma estação VOR. As chamadas radiais são linhas imaginárias que partem de uma estação VOR, numeradas de grau em grau a partir do Norte Magnético do VOR (radial 360), no sentido NESO. O CDI (barra vertical) mostra se a ACFT está a direita, esquerda ou sobre uma radial, e a janela de ambiguidade (TO/FROM) nos orienta, em princípio, quanto à ACFT estar se aproximando ou se afastando de uma estação VOR.

RMI - neste instrumento que poderíamos comparar com um ADF de limbo (Rosa dos Ventos) móvel automático, na marca de topo sempre está a Proa Magnética voada pela ACFT, sendo que o ponteiro mostra a posição da estação em relação ao eixo longitudinal da ACFT. No caso, fazendo leitura de QDM (seta do ponteiro) e QDR (cauda do ponteiro) se a estação é NDB ou radial (cauda do ponteiro) se a estação é um VOR.

DME - fornece a distância em NM (milhas náuticas) que a ACFT está em relação a uma antena DME. Normalmente uma estação DME vem acoplada com uma estação VOR.

Na página seguinte, temos um vôo simulado entre dois aeródromos e no vôo em rota são utilizadas referências de auxílios rádio. Nas posições "1" e "2" utilizou um ADF e um CI para receber ondas de rádio do NDB BRAVO e do VOR ALFA. Nas posições "3" e "4" utilizou-se um RMI e um CI para receber ondas de rádio do NDB CHARLIE e do VOR DELTA.

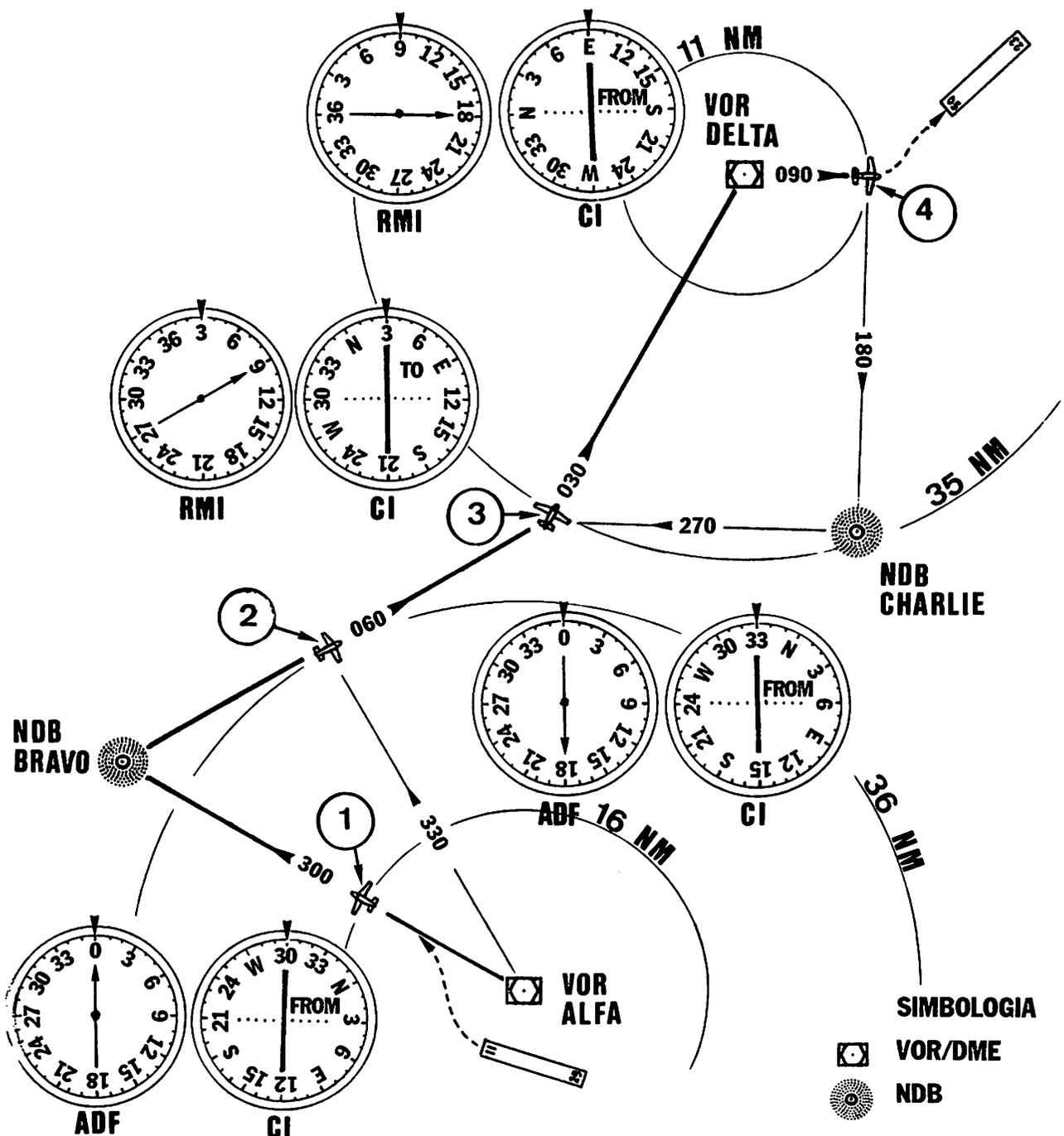
INTERPRETAÇÃO DAS MARCAÇÕES OBTIDAS

Posição 1 - radial 300 do VOR ALFA com 16 NM do DME e QDM 300 do NDB BRAVO, com Marcação Relativa 000 deste NDB.

Posição 2 - QDR 060 do NDB BRAVO, Marcação Relativa 180 deste NDB e radial 330 do VOR ALFA com 36 NM do DME.

Posição 3 - QDR 270 do NDB CHARLIE, Marcação Relativa 060 deste NDB e radial 210 do VOR DELTA com 35 NM do DME.

Posição 4 - QDM 180 do NDB CHARLIE, Marcação Relativa 090 deste NDB e radial 090 do VOR DELTA com 11 NM do DME.



Abreviaturas e siglas usadas

` = pés ou minutos angulares	m = metros
`` = segundos angulares	min = minutos
° = graus	MSL = nível médio do Mar
°C = graus Celsius	N = Norte
AD = aeródromo	NB = Norte bússola
AMD = altitude média de descida	NE = Nordeste
AMS = altitude média de subida	NM = milha náutica ou Norte magnético
ARR = pouso	NV = Norte verdadeiro
CD ou ACD = correção de deriva	NW = Noroeste
CHor = consumo horário	PB = Proa Bússola
CRUZ = cruzeiro	PM = Proa Magnética
D ou Dist = distância	PV = Proa Verdadeira
DB = desvio de bússola	QFE = ajuste a zero
DEP = decolagem	QNE = ajuste padrão
DESC = descida	QNH = ajuste do altímetro
DEST = destino	RD = razão de descida
DL ou DLA = diferença de latitude	RM = Rumo Magnético
DLO = diferença de longitude	RS = razão de subida
DMG = declinação magnética	RV = Rumo Verdadeiro
DR = deriva	S = Sul
DV = direção do vento	SE = Sudeste
E = Este ou Leste	SUB = subida
EST = estimado	ST = milha terrestres
ETO = hora estimada de sobrevôo	SW = Sudoeste
FAZ = Fazenda	TD = tempo de descida
FL = nível do vôo	TFL = temperatura no FL
FT = pés	TMD = temperatura média de descida
g, gal ou gls = galões	TMS = temperatura média de subida
HLE = hora legal	TOC = ponto de nivelamento
HLO = hora local	TOD = início da descida
h ou hs = horas	TS = tempo de subida
hPa = hectoPascal	TV = tempo de vôo
ISA = atmosfera padrão da OACI	UTC = Tempo Universal Coordenado
km = quilômetro	VA = velocidade aerodinâmica
kt = nós	VC = velocidade calibrada
LAT = latitude	VI = velocidade indicada
LM ou LAM = latitude média	VS = velocidade no solo
LOM = longitude média	VV = velocidade do vento
LONG = longitude	W = Oeste
l ou lts = litros	WAC = Carta Aeronáutica Mundial

Cartas Aeronáuticas

As cartas aeronáuticas tem por finalidade facilitar as tarefas das tripulações aéreas durante as diversas fases do voo. Algumas são empregadas durante o voo, outras são usadas quando a aeronave está no solo e há, ainda, as que não tem caráter operacional imediato, porém contribuem de alguma forma a segurança aérea.

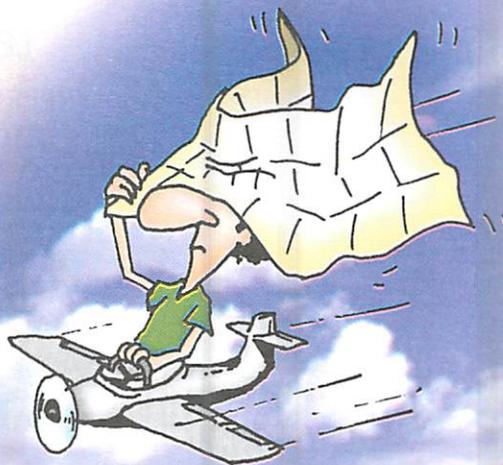
No Brasil, a Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Voo (DECEA, Departamento de Controle do Espaço Aéreo), através do Instituto de Cartografia Aeronáutica (ICA), é responsável pela produção e atualização das cartas aeronáuticas destinadas ao uso da aviação em geral. Na confecção das cartas aeronáuticas, são aplicáveis as normas e métodos recomendados, bem como os procedimentos indicados no Anexo 4 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional e o Documento 8168/611.

Carta Aeronáutica Mundial (WAC - World Aeronautical Chart)

É produzida pela DECEA, em convênio com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na escala de 1:1 000 000 (um por um milhão) e se destinam especialmente ao voo visual. Esta função é melhor atendida se todas as cartas do mundo desta série tiverem a maior similaridade de apresentação e aparência. As outras finalidades preenchidas são:

- o uso como carta aeronáutica básica;
- completa cobertura do mundo na escala constante e com apresentação uniforme dos dados planimétricos;
- o emprego na produção de outras cartas requeridas pela aviação civil nacional e internacional;
- o uso no planejamento pré-voo.

Esta carta indica claramente os principais acidentes planimétricos requeridos para referência do terreno, tais como sistemas de rios, lagos, estradas de ferro e rodagem e centros de população. Além disso, uma boa determinação de altitudes mínimas de segurança.



Para a cobertura do mundo, as projeções são as seguintes:

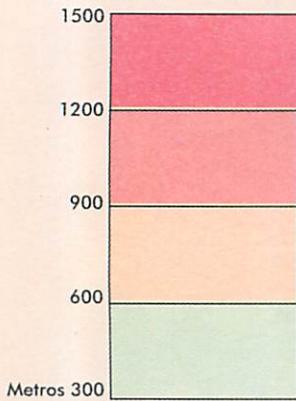
- 1) Projeção Cônica Conforme de Lambert entre o Equador e 80 graus de latitude, em zonas de 4 graus de latitude, com paralelos padrões situados 40 minutos ao Sul do paralelo ao Norte e 40 minutos ao Norte do paralelo ao Sul;
- 2) Projeção Polar Estereográfica entre 80 graus de latitude e os polos (90 graus de latitude), com a escala ajustada à da Projeção Lambert na latitude de 80 graus.

Para facilitar os trabalhos de plotagem, os paralelos e meridianos são divididos de minuto em minuto. É importante ressaltar a diferença existente entre mapa e carta, segundo antiga definição existente. Segundo a definição, a carta se diferencia do mapa pois apresenta detalhes da projeção da área apresentada.

Nas páginas a seguir, temos a simbologia das cartas WAC editadas no Brasil. Como temos duas edições em vigor desta carta, uma de 1976 e outra de 1987, mostramos as duas com suas características. A principal diferença que interessa a nós é que a edição de 1976 possui as elevações dadas em **metros**, ao passo que a edição de 1987 possui as elevações dadas em **pés**. Para identificar facilmente uma da outra, **basta** guardarmos a simbologia dos aeródromos de cada uma.

WAC 3190

CORES HIPSONÉTICAS



As formas do terreno são indicadas por curvas de nível e pelo colorido hipsométrico do terreno.

INTERVALO DAS CURVAS DE NÍVEL

300 metros com intermediária de 100 metros.

Curva de nível	300
Intermediária	100
Aproximada	

PONTOS COTADOS

Elevações e posições precisas, erro vertical máximo de 30 metros..	2257
Posição precisa, erro vertical máximo admissível de 100 metros.....	1576
As localizações duvidosas ou aproximadas são indicadas sem o ponto ou x localidades.	
Elevações críticas.....	1365
Elevações de lagos.....	1209
Elevações de rios.....	742

DADOS SOBRE AS ELEVAÇÕES MÁXIMAS DO TERRENO

O valor da elevação máxima do terreno indicada no centro da quadrícula limitada por paralelos e meridianos graduados representa a MÁXIMA ELEVAÇÃO DO TERRENO, encontrada naquela área. Este valor inclui o máximo erro vertical de elevação possível, MAS NÃO INCLUI ELEVAÇÕES DE OBSTÁCULOS VERTICAIS. Um sinal de subtração (-) seguindo um valor indica que é baseado em uma elevação estimada. EM ÁREAS NÃO LEVANTADAS, ONDE AS INFORMAÇÕES SOBRE O RELEVO SÃO INADEQUADAS, OS VALORES DAS MÁXIMAS ELEVAÇÕES DOS TERRENOS SÃO OMITIDAS.

1530 metros.....	153
950 metros.....	95-



ÁREA PERIGOSA	D-300
ÁREA PROIBIDA	P-600
ÁREA RESTRITA	R-100

VEGETAÇÃO
NÃO É INDICADA

LEGENDA

REPRESENTAÇÃO DO RELEVO

Elevações em metros.

AS MAIS ALTAS ELEVAÇÕES DO TERRENO (quatro) são: localizadas a

1348m -	19°43'15"S	46° 50'00"W
1298m -	17°35'00"S	44°15'30"W
1278m -	19°53'00"S	46°34'45"W
1270m -	19°58'50"S	47°14'45"W

CONSTRUÇÕES

Área construída de cidade	
Cidades e vilas	
Povoados	
Lugarejos ou Fazendas	
Estrada de pista dupla	
Estrada principal pavimentada	
Outras estradas	
Caminhos ou trilhas	
Estrada de ferro de várias linhas	
Estrada de ferro de linha única	
Linha de transmissão (força)	

FRONTEIRAS

Fronteira internacional	
Outras fronteiras	

SIMBOLIZAÇÃO FIGURADA

Farol marítimo	
----------------	--

INFORMAÇÕES AERONÁUTICAS

PRINCIPAIS AERÓDROMOS

Civil	
Militar	
Civil e Militar	

Formato das pistas e círculos de 1500 metros na escala de 1:500 000. Os centros dos círculos ficam nas posições verdadeiras dos aeródromos. As pistas estão posicionadas de acordo com seus rumos.

OUTROS AERÓDROMOS

Civil	
Militar	
Civil e Militar	
Aeródromos de emergência	

Obstruções verticais utilizadas como pontos de referência. (50)

O quadrado preto indica a posição. Os valores junto ao obstáculo indicam a elevação do topo acima do nível médio do mar e entre parênteses a altura acima do terreno.

FOLHAS ADJACENTES

3139	3140	
3191	BRASIL 3190	3189
3261	3262	3263

CARTA WAC - ELEVAÇÕES EM METROS - EDIÇÃO 1976

DECLINAÇÃO
MAGNÉTICA

AERÓDROMO
MILITAR

AERÓDROMO
CIVIL

CIDADE

AERÓDROMO
DE
EMERGÊNCIA

RODOVIA

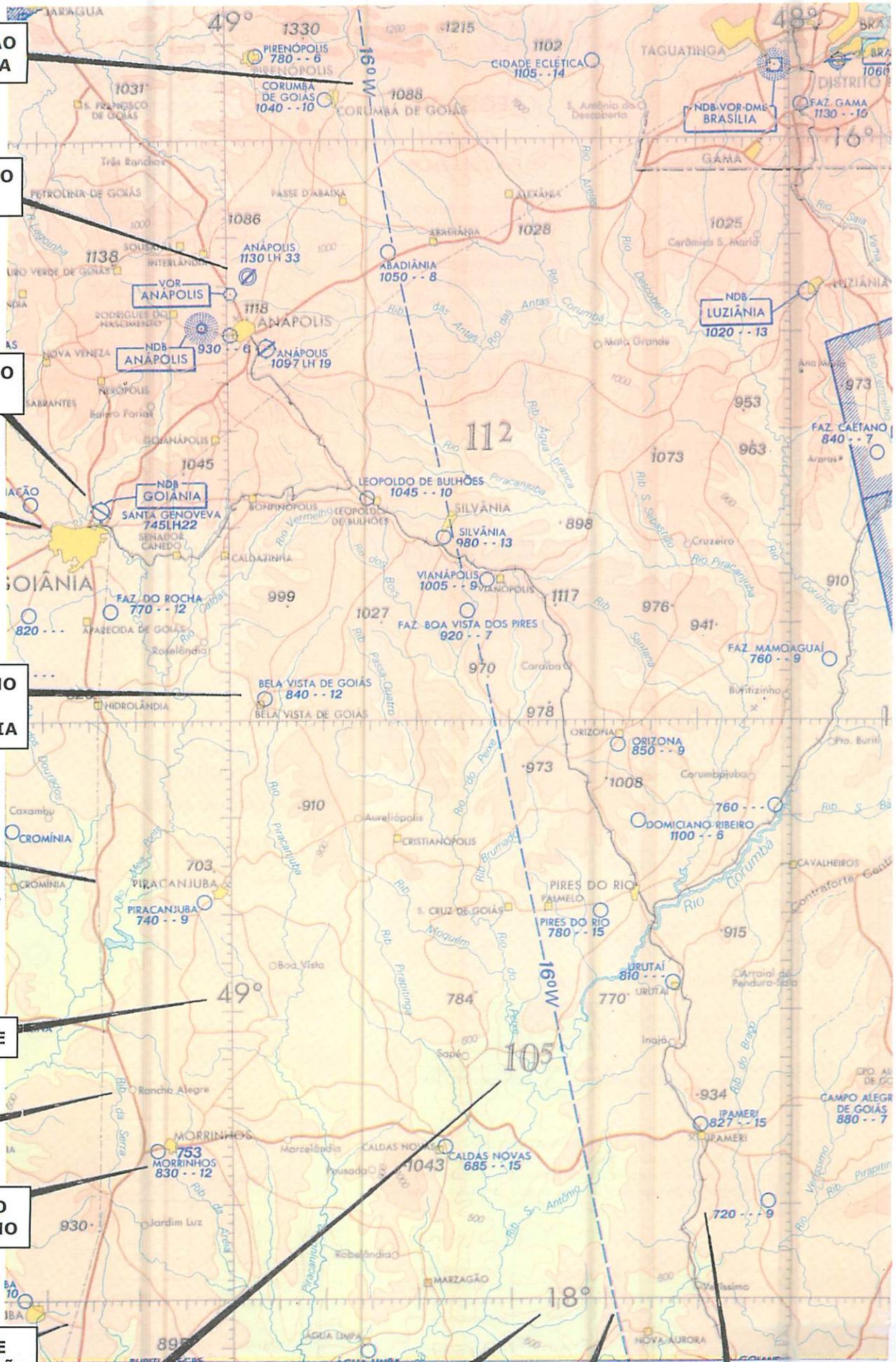
VILA

LONGITUDE

PÓVOADO

DADOS DO
AERÓDROMO

LINHA DE
TRANSMISSÃO



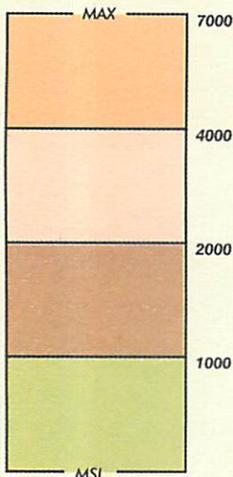
MAIOR ELEVACÃO
DA QUADRÍCULA

LATITUDE

LINHA
ISOGÔNICA

FERROVIA

CORES
HIPSOMÉTRICAS



WAC 3189

LEGENDA

RELEVO ELEVAÇÕES EM PÉS

As formas de terreno são indicadas pelo sombreado do relevo, cores hipsométricas, pontos cotados e curvas de nível a intervalos de 1000 pés, referidos ao nível médio do mar (MSL), com intermediárias de 330 pés quando necessário.

ELEVAÇÕES DO TERRENO

A maior elevação (cota) conhecida nesta carta é de **6766** pés a $18^{\circ}24'S$ $043^{\circ}21'W$

Pontos cotados:
normal, crítico e o mais alto
1286 5745 6766

As cotas indicadas com um ponto são precisas, as indicadas com um "x" são duvidosas e aquelas sem esses sinais são de localização incerta.

CONSTRUÇÕES

- Cidade com mais de 250.000 habitantes FORTALEZA
- Cidade de 25.000 a 250.000 habitantes SANTARÉM
- Cidade ou vila até 25.000 habitantes Bela Vista
- Outras localidades Palmeiras
- Edificações
- Estradas de pista dupla
- Estradas pavimentadas
- Outras estradas
- Estradas de ferro de várias linhas
- Estradas de ferro de linha única

LINHAS ISOGÔNICAS PARA 1985 VARIÇÃO ANUAL 8'W

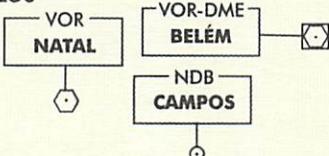
VALORES DAS ELEVAÇÕES MÁXIMAS

Os Valores das Elevações Máximas indicadas nas quadriculas limitadas pelas linhas graduadas de paralelos e meridianos são representados em MILHARES (algarismos grandes) e CENTERNAS (algarismos pequenos) de PÉS acima do nível médio do mar. O valor é baseado na informação disponível, referente ao elemento de maior elevação (cota) conhecida em cada quadricula, incluindo terreno e obstáculos.

Exemplo: 5020 pés..... **51**

AUXÍLIOS À NAVEGAÇÃO E OBSTÁCULOS

Auxílios-rádio VOR, VOR-DME e NDB



Faróis aeronáutico e marítimo

Obstáculos verticais 4659 (197)
Elevação (cota) do topo do obstáculo acima do nível médio do mar (MSL) 4659

Altura do obstáculo acima do terreno (AGL) (197)

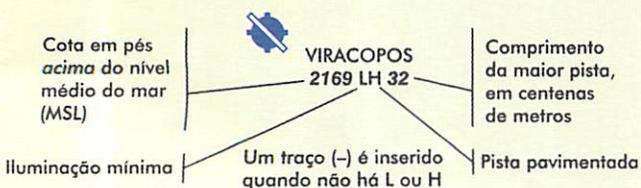
Grupo de obstáculos 3146 (260)

Linhas de transmissão de energia

Espaços aéreos de uso especial. A numeração é internacional SBR-507

Todos os espaços aéreos de uso especial estão representados no corpo desta carta, com exceção daqueles ativados por NOTAM.

Os aeródromos principais têm pista pavimentada com 1000m ou mais de comprimento. As pistas e os símbolos circulares de 2250m de diâmetro estão representados na escala de 1:500.000. As pistas de todos os aeródromos estão representadas de acordo com seus rumos.



LIMITES

- Internacional
- Outros

INFORMAÇÕES AERONÁUTICAS

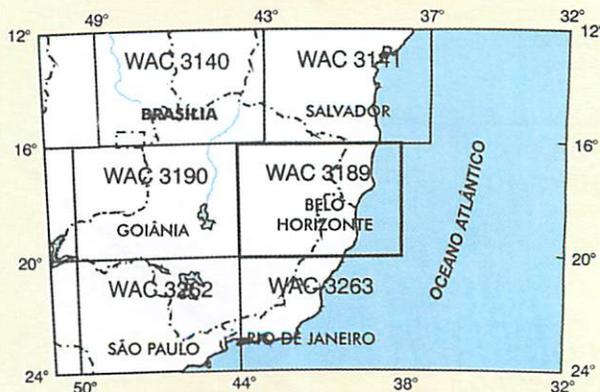
AERÓDROMOS PRINCIPAIS

- Civil ou Civil/Militar
- Militar

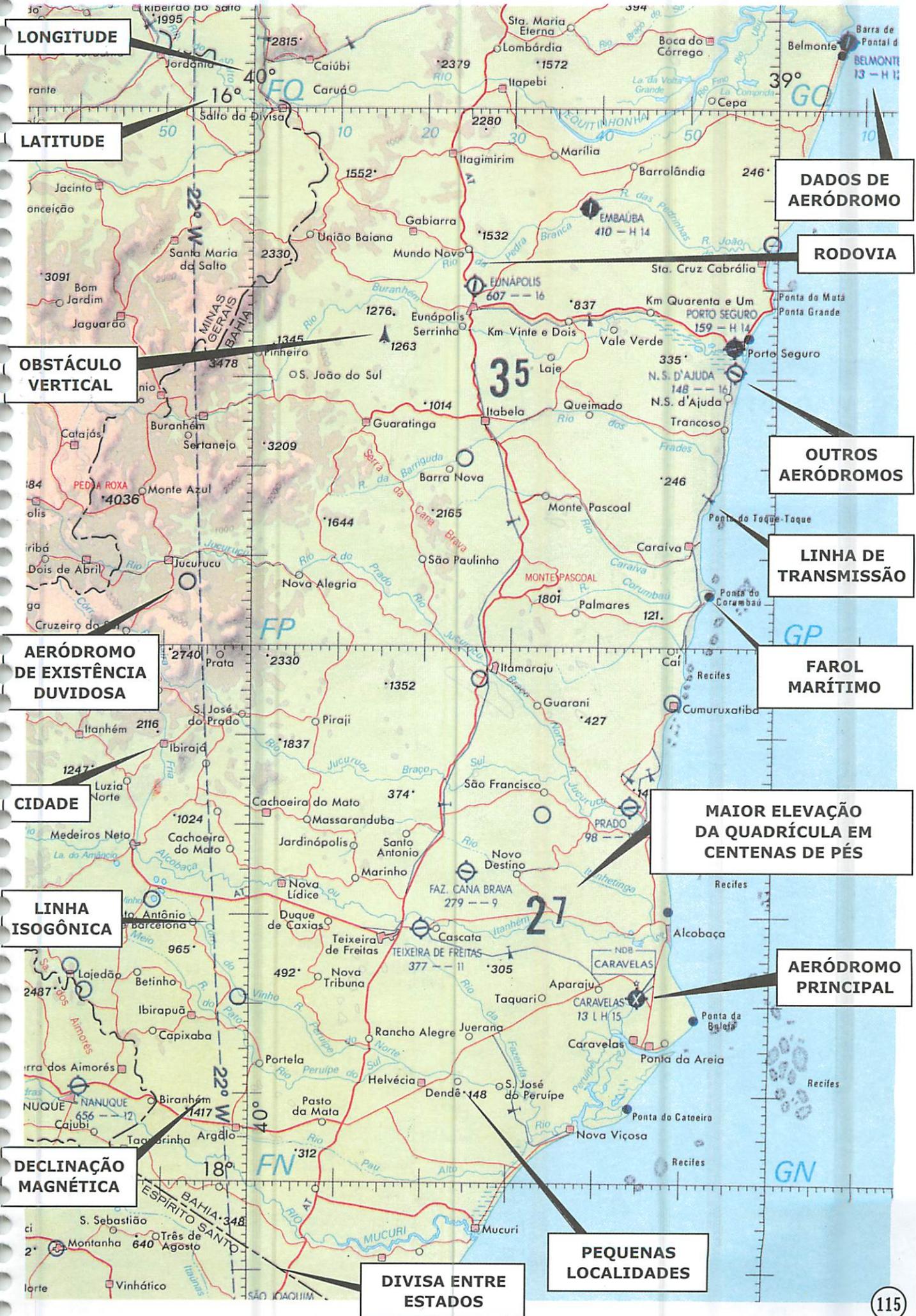
OUTROS AERÓDROMOS

- Civil ou Civil/Militar
- Militar
- Existência duvidosa

FOLHAS ADJACENTES



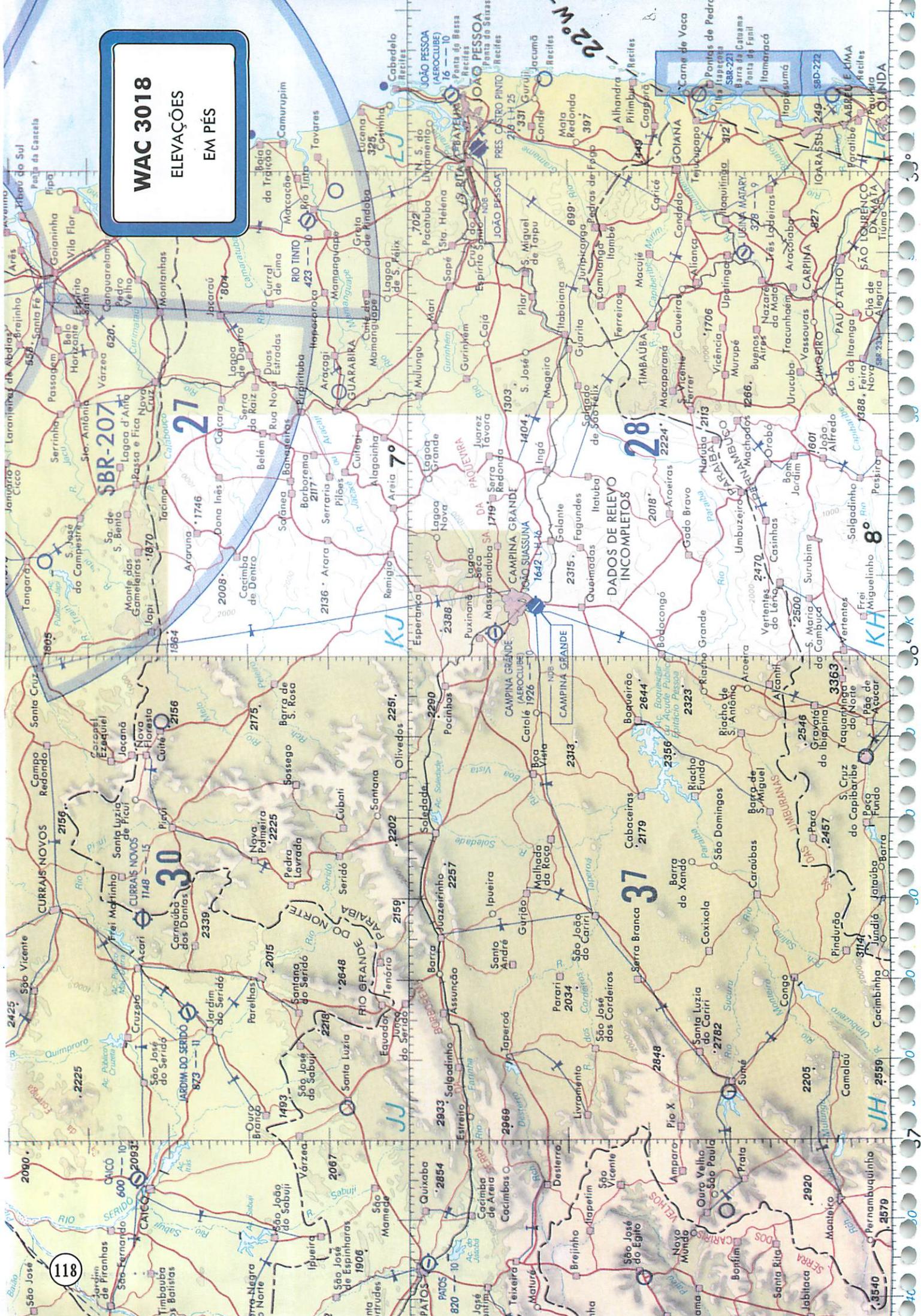
CARTA WAC - ELEVAÇÕES EM PÉS - EDIÇÃO 1987



WAC 3017
ELEVAÇÕES
EM METROS



WAC 3018
ELEVações
EM PÉS



118

37

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

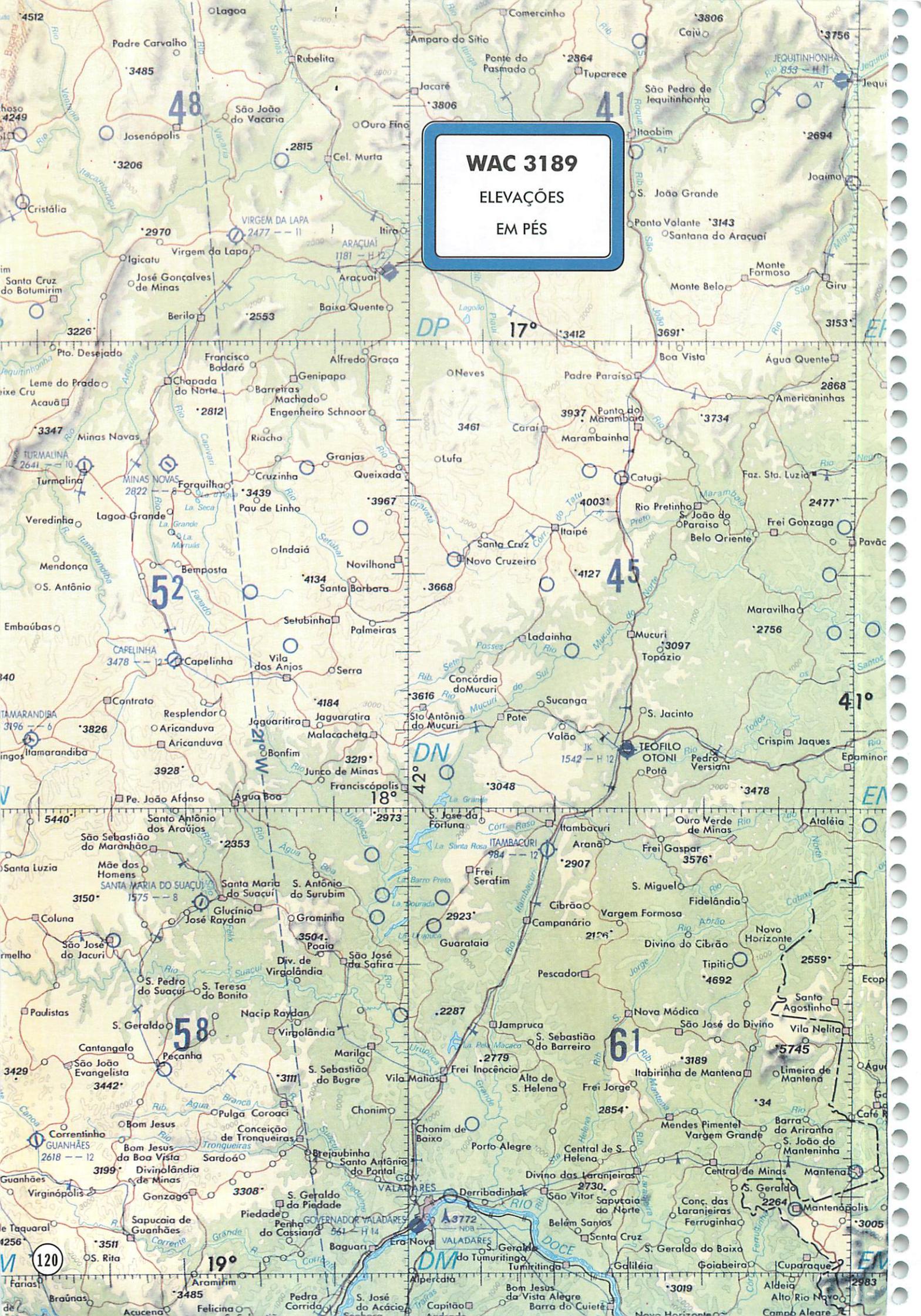
30

30

30

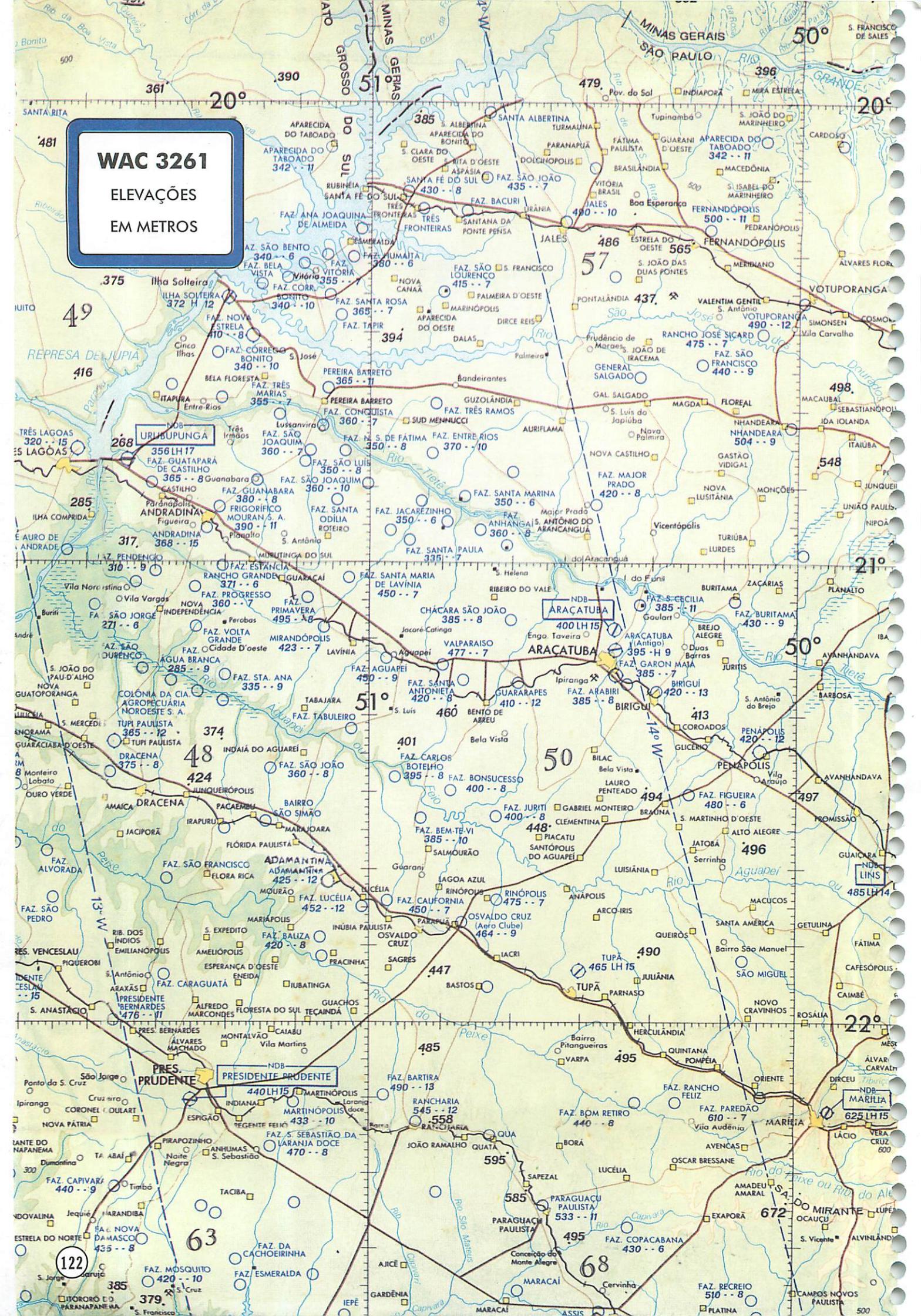
30

WAC 3189
ELEVAÇÕES
EM PÉS

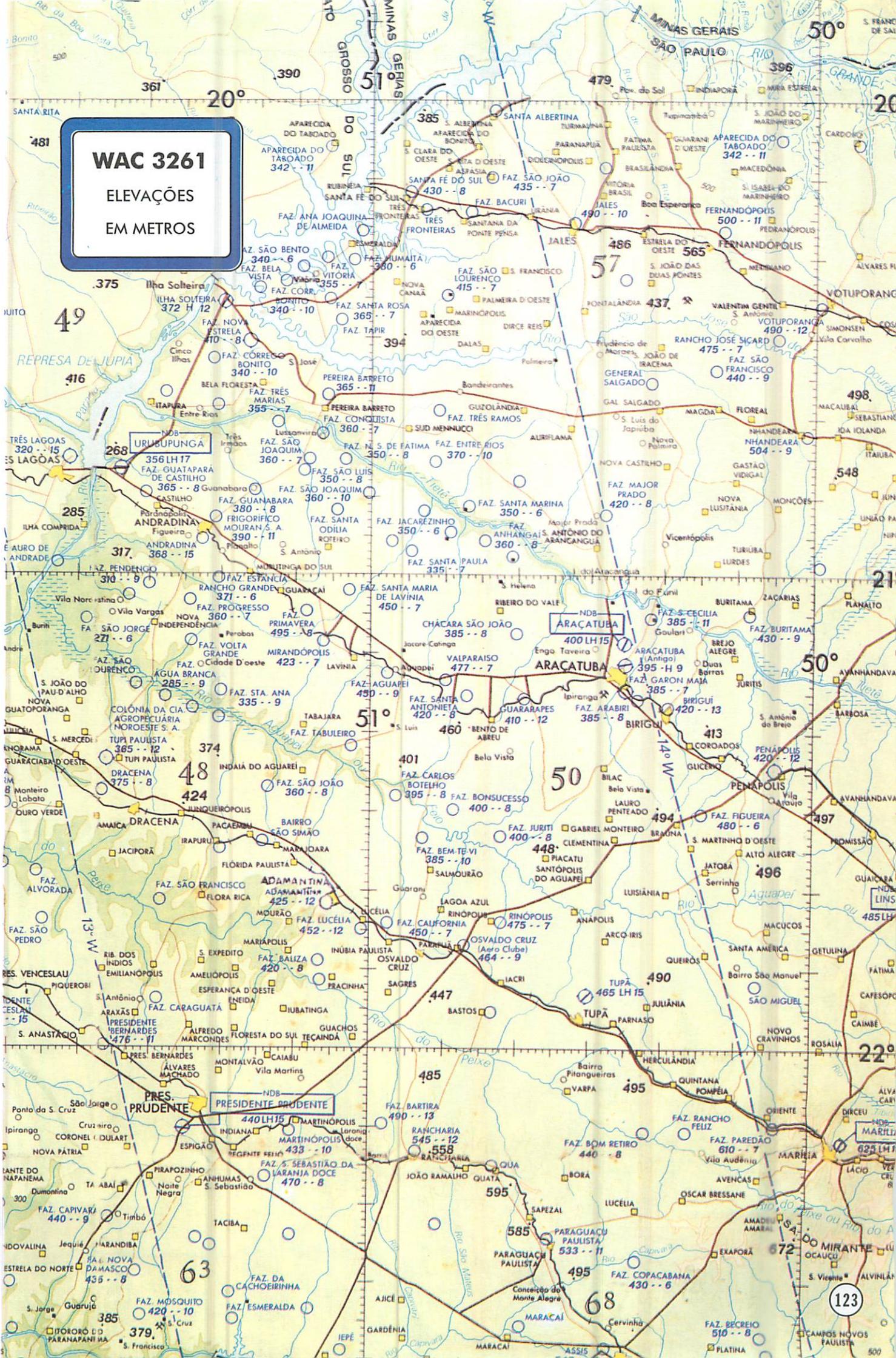


WAC 3261

ELEVAÇÕES
EM METROS



WAC 3261
ELEVAÇÕES
EM METROS



WAC 3262
ELEVACOES
EM PÉS



Caro Piloto,

Você deu o primeiro passo na aviação fazendo o curso de Piloto Privado.

O caminho a seguir para se tornar um Comandante é fazer o curso de Piloto Comercial e Vôo por Instrumentos.

Espero acompanhá-lo a bordo nessa próxima tarefa e lhe apresento o livro que muito o ajudará a conquistar uma brilhante carreira.

Sucesso!

