



Projeto Mário Travassos

Artigo de Opinião

OBSERVAÇÃO DO TEMPO EMPREGADO NA METEOROLOGIA BALÍSTICA

GUSTAVO BACKES PEREIRA - 2º SGT
(Opinião de inteira responsabilidade do autor)

2023

Indubitavelmente, a aplicação da meteorologia é de grande importância para o emprego e estudo em diversas áreas. Na área militar não é diferente, o emprego da meteorologia para fins de planejamento, adestramento e execução de qualquer atividade a ser realizada tem como fator de extrema importância as condições meteorológicas, que a maioria das vezes torna-se determinante para o sucesso de uma operação. Como melhor entendimento da importância das condições atmosféricas empregadas em operações de guerra, o americano Louis Wolfe, em seu livro “Explorando a Atmosfera: História da Meteorologia” registra alguns combates que tiveram seus resultados decididos em virtude do emprego dos conhecimentos meteorológicos, como os descritos a seguir:

“Alexandre da Macedônia conquistou a Grécia, a maior parte da Ásia, a Pérsia e o Egito. Avançou contra a Índia e alcançou o Punjab sem encontrar resistência. Alexandre, todavia, não conhecia a violência das **monções indianas**. Pois, uma monção de sudoeste destruiu o seu exército, parando com o seu avanço na Índia.”

“Por volta de 1588, a Espanha contava com uma esquadra que ficou conhecida como a “Invencível Armada”. Então, decidiu invadir a Inglaterra. Os ingleses estavam condenados à derrota, porém inesperadamente ocorreu uma terrível tempestade que obrigou os galeões espanhóis a navegarem para o norte e abandonar a luta. Pela tempestade, os espanhóis sofreram perdas irreparáveis, vários de seus barcos afundaram. Por isso, o governo inglês, quando cunhou uma medalha para comemorar a batalha, gravou-lhe a inscrição: “Deus soprou e eles foram dispersados”.

“Após a fuga da ilha de Elba, Napoleão voltou à França e montou um poderoso exército. Porém, a Inglaterra, a Prússia, a Áustria e a Rússia decidiram acabar com Napoleão. Napoleão achava que podia derrotar os inimigos. Na noite de 16 de junho de 1815 acampou seu exército ao sul da cidade de Waterloo, na Bélgica. As tropas inglesas estavam um pouco mais ao norte. Napoleão sabia que os prussianos estavam a caminho para se juntar aos ingleses, por isso decidiu atacá-los antes que chegasse o reforço. Assim destruiria os ingleses e depois cuidaria dos prussianos. Porém, uma chuva torrencial alagou as estradas e os campos. Napoleão adiou o ataque. No dia seguinte, as chuvas continuaram e mais uma vez o ataque foi adiado. Quando a chuva parou, os campos e estradas estavam encharcados. Napoleão teve que esperar mais quatro horas para se lançar ao ataque. O tempo foi suficiente para que os prussianos se juntassem aos ingleses e com isso aniquilaram os franceses.”

“Durante a Primeira Guerra Mundial a meteorologia passou a ser reconhecida pelos estrategistas militares. Ao ponto das previsões de tempo serem tidas como informações sigilosas. Foram suspensas as transmissões de previsões por rádio e a sua publicação em jornais. Para obter informações sobre o tempo, os alemães mandaram submarinos equipados com postos de observação para as costas da Irlanda e para o Atlântico. Por falta de informações meteorológicas, muitos navios alemães foram surpreendidos por violentas tempestades no Canal da Mancha e alguns zepelins dirigidos para bombardear Londres acabavam tendo suas rotas desviadas pelos ventos fortes.”

Com o prolongamento da guerra por vários anos e devido ao seu papel estratégico nasceu uma nova especialização na meteorologia: a meteorologia militar. Até o final da guerra, os comandantes militares passaram a dar especial atenção às condições de tempo, quando planejavam uma batalha.

Contudo, foi na Segunda Guerra Mundial que a meteorologia militar atingiu a sua maturidade. Muitos meteorologistas foram transferidos para os quadros do exército, da marinha e da aeronáutica. Nenhum comandante planejava a sua estratégia de ataque ou defesa sem primeiro consultar os seus meteorologistas.

O intuito deste artigo é a implementação de assuntos da meteorologia como as características peculiares dos fatores mensuráveis e a observação e estudo das nuvens na matéria da meteorologia balística, afim de colaborar com o planejamento para o lançamento das sondas meteorológicas, assessorar quanto ao emprego das mesmas em virtude da execução do tiro do sistema ASTROS, além de enriquecer o conhecimento dos fatores que influenciam diretamente no lançamentos dos foguetes.

1. GENERALIDADES

1.1 Meteorologia é a ciência ou ramo da geofísica que estuda a atmosfera e seus fenômenos. **Meteoro** significa fenômeno atmosférico; do grego “meteor” (aquilo que cai do céu) e **Logia** significa estudo.

A meteorologia se divide em:

a) **meteorologia pura** - estudo da meteorologia dirigido para o campo da pesquisa. Ex: meteorologia sinótica, dinâmica, tropical, polar, nuclear, actinometria, climatologia etc.; e

b) **meteorologia aplicada** - estudo da meteorologia dirigido para os diversos ramos da atividade humana, como o montanhismo. Ex: meteorologia marítima, agrícola, industrial, espacial, hidrológica, bioclimatologia, aeronáutica, etc.

2. PECULIARIDADES DOS FATORES MENSURÁVEIS

2.1 VENTOS

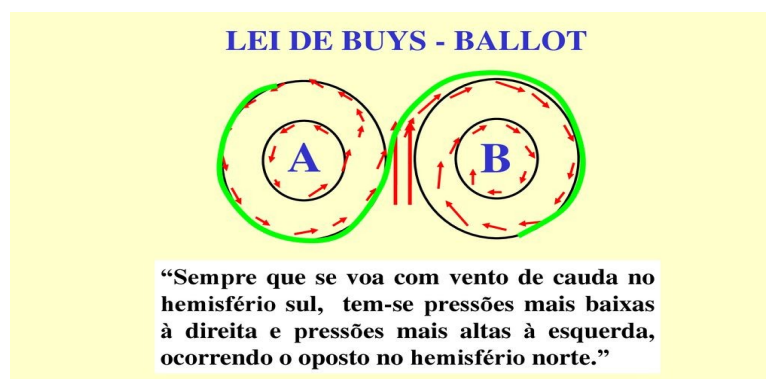
O vento é o ar em movimento. Quando este movimento é horizontal, denomina-se vento, quando o ar se movimenta verticalmente, chama-se de corrente.

Devido ao aquecimento da superfície em virtude do sol, o calor é transmitido para o ar. Este ar, por estar aquecido, perderá densidade e se elevará, como um balão. O ar, que se encontra nas proximidades, fluirá para ocupar o “vazio” formado, aquecendo-se também e, conseqüentemente, elevando-se em seguida. Desta forma, forma-se uma verdadeira coluna de ar ascendente. Verifica-se também que, juntamente com o movimento ascendente, surgirá o movimento horizontal do ar, isto é, os ventos.

Este movimento do ar é causado pelo fato de que, num mesmo nível, ocorrem pressões diferentes. Estas diferenças de pressão, sobrechegam principalmente, devido as desigualdades de temperatura. Deste modo, conclui-se que os ventos são originários das desigualdades de pressão em lugares diferentes. Os ventos tendem a soprar sempre de uma alta para baixa pressão e, conseqüentemente, quanto maior for esta diferença, maior será a força do vento.

Lei de BUIS BALLOT

No hemisfério Sul, se um indivíduo der as costas para o vento (vento de cauda), a área de baixa pressão ficará à direita e a alta à esquerda. No hemisfério Norte, ocorrerá o inverso. A aplicação prática desta lei é a determinação das áreas de alta e baixa pressão, na prática, deve-se dar as costas para o vento e girar 45° para a esquerda a fim de compensar o desvio do atrito.



2.2 PRESSÃO ATMOSFÉRICA

Sendo a atmosfera uma mistura de diversos gases, cada um exerce uma pressão parcial. A pressão total, ou seja, a soma de todas as pressões parciais dos elementos componentes é chamada pressão atmosférica.

O valor médio da pressão exercida sobre um ponto situado ao nível do mar recebe o nome de “Pressão padrão ao nível do mar” e equivale a 76 cm Hg , 760 mm Hg , 1013,2 hPa , 1013,2 mb , 29,92 pol Hg ou 14,69 PSI. No Brasil, quase todos os barômetros estão graduados em milímetros de mercúrio. Na falta de tabelas, havendo necessidade de se converter milímetro de mercúrio em milibares ou hectopascal, bastará multiplicar por 4/3 da seguinte forma: mm hg x 4/3 = mb ou hPa.

Variação da pressão atmosférica

A pressão atmosférica varia com a temperatura, densidade, altitude, umidade, período do dia, latitude e condições meteorológicas, da seguinte maneira:

a) **com a temperatura** - quanto maior a temperatura, menor a pressão, num nível considerado;

b) **com a densidade** – quanto maior a densidade do ar, maior a pressão;

c) **com a altitude** – a pressão diminui com o aumento da altitude, sendo que a cada 9m (ou 30 pés), a pressão diminui 1 hPa;

d) **com a umidade** – quanto maior a umidade do ar, menor será a pressão;

e) **com a latitude** – quanto maior a latitude, maior a pressão.

Além dos fatores acima, a pressão atmosférica varia por mais dois motivos:

a) **variação diária da pressão** – a pressão atinge dois valores máximos e dois mínimos por dia, da seguinte maneira:

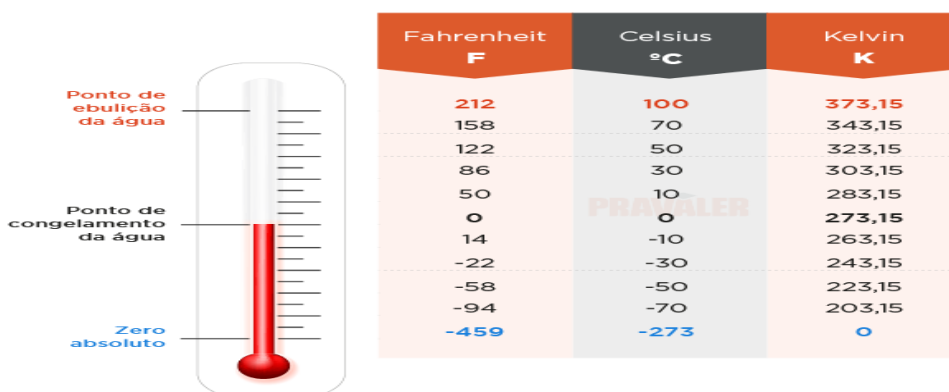
- máximos: às 10:00 e 22:00 horas (local);

- mínimos: às 04:00 e 16:00 horas (local);

b) **variação dinâmica da pressão** – provocada pelos movimentos horizontais de massas de ar de densidade diferente, frentes ou oclusões.

2.3 TEMPERATURA

Calor é a energia cinética das moléculas de um corpo. Quanto maior a agitação das moléculas, maior é o calor do corpo. Temperatura é definida como a representação da quantidade de calor de um corpo.



Escalas termométricas

Relação entre as escalas (fórmulas)

- a) Fahrenheit para Centígrados: $^{\circ}\text{C} = ^{\circ}\text{F} - 32 / 1,8$
- b) Centígrados para Fahrenheit: $^{\circ}\text{F} = (^{\circ}\text{C} \times 1,8) + 32$
- c) Centígrados para Kelvin: $^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$
- d) Kelvin para Centígrados: $^{\circ}\text{C} = ^{\circ}\text{K} - 273$

2.4 UMIDADE

A presença do vapor d'água na atmosfera, em menor ou maior quantidade, pode ser medida por intermédio da umidade do ar. Quando esta quantidade é pequena, conclui-se que o ar é seco. Quando esta quantidade aumenta, o ar se torna úmido e, por fim, saturado quando o ar atinge o máximo de sua capacidade em admitir vapor d'água. A concentração de vapor d'água na atmosfera varia de 0 a 4%.

Sua origem é diretamente proporcional à temperatura, por meio da evaporação. A evaporação é a responsável pelo equilíbrio térmico da atmosfera.

2.5 DENSIDADE DO AR

A densidade é afetada não apenas pela temperatura e pressão, mas também pela quantidade de vapor de água no ar. Assim, os valores padrão são apenas uma aproximação.

3. OBSERVAÇÃO DAS NUVENS PARA METEOROLOGIA

Originadas da evaporação da água de rios, mares, lagos, piscinas e até mesmo do corpo humano e das plantas (evapotranspiração). Para que haja a formação de nuvens é necessário que parte do vapor d'água contido na atmosfera se condense, formando pequenas gotículas de água, ou se solidifique, formando minúsculos cristais de gelo. Esta formação denomina-se nebulosidade. A elevação do ar é um processo chave na produção de nuvens que pode ser produzido por convecção, por convergência de ar, por elevação topográfica ou por levantamento frontal.

As nuvens podem ser classificadas de diversas tipos, destacam-se:

Quanto ao tipo ou aparência

- a) **Estratiformes:** quando se desenvolve horizontalmente, cobrindo grande área. Estas nuvens possuem pouca espessura e a precipitação ocorre de forma leve e contínua. Assim, o céu pode ficar encoberto por vários dias.
 - b) **Cumuliformes:** apresentam um desenvolvimento vertical em grande extensão. São nuvens que surgem isoladas, geralmente decorrente da elevada evaporação. Geram forte precipitação com pancadas localizadas.
 - c) **Cirrus:** são nuvens fibrosas, altas, brancas e fina.
- Qualquer **nuvem** reflete uma destas formas básicas ou é combinação delas

Quanto à constituição:

Sólidas - Podendo conter gelo até mesmo de tamanho elevado. São as chamadas nuvens negras ou tremulas.

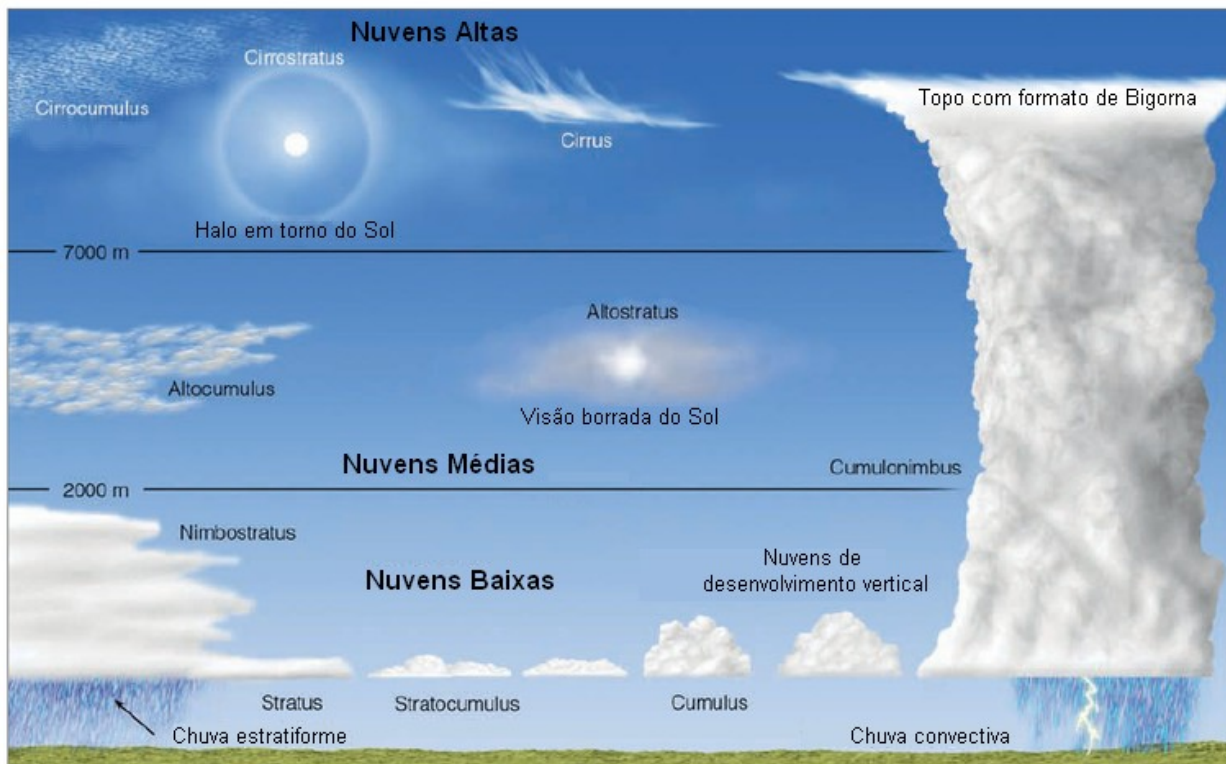
Líquidas - constituídas basicamente por gotículas de água.

Mistas - constituídas tanto por gotículas de água quanto cristais de gelo.

Quanto à altitude:

Internacionalmente, existem cinco denominações para os tipos de nuvens que se encontram no estágio baixo de 2 km da superfície. Alguns autores, porém, subdividem essa categoria em nuvens baixas propriamente ditas e nuvens com desenvolvimento vertical.

Com base na altitude, as nuvens mais comuns na troposfera são agrupadas em quatro famílias: Nuvens altas, médias, baixas e nuvens com desenvolvimento vertical. As nuvens das três primeiras famílias são produzidas por levantamento brando sobre áreas extensas. Estas nuvens se espalham lateralmente e são chamadas estratiformes. Nuvens com desenvolvimento vertical geralmente cobrem pequenas áreas e são associadas com levantamento bem mais vigoroso.



Nuvens com desenvolvimento vertical (exemplo: cúmulus) estão relacionadas com a instabilidade atmosférica. Como a convecção é controlada pelo aquecimento solar, o desenvolvimento de nuvens cumulus frequentemente segue a variação diurna da insolação.



Num dia de bom tempo as nuvens cumulus começam a formar-se do meio para o final da manhã, após o sol ter aquecido o solo. Nos períodos da tarde predomina a maior cobertura de nuvens. Se as nuvens cumulus apresentam algum crescimento vertical, estas normalmente chamadas cumulus de "bom-tempo" podem produzir leve chuva. Ao aproximar-se o pôr-do-sol a convecção se enfraquece e as nuvens cumulus começam a dissipar-se (elas evaporam).

Uma vez formados os cumulus, o perfil de estabilidade da troposfera determina o seu crescimento. Se o ar ambiente é estável mais para cima o crescimento vertical é inibido. Se é instável o movimento vertical é aumentado e os topos das nuvens cumulus sobem. Se o ar ambiente é instável




até grandes altitudes, a massa da nuvem toma a aparência de uma couve-flor, enquanto se transforma em cumulus congestus e então em cumulonimbus, que produz tempestades.

Nome	Características	Imagem
Nuvens de baixa altitude e de desenvolvimento vertical		
<i>Cumulus – Cu</i>	Nuvens isoladas que apresentam uma base sensivelmente horizontal, tem contornos bem definidos, uma cor bem branca quando iluminada pelo sol, provoca chuvas na forma de pancadas, constituídas principalmente por gotículas de água, mas podem conter cristais de gelo no topo.	
<i>Congestus</i>	Tem bordas protuberantes no topo e considerável desenvolvimento vertical, indica profunda instabilidade e favorecimento por escoamento ciclônico em altitude.	
<i>Cumulonimbus – Cb</i>	Com grande desenvolvimento vertical apresenta a forma de uma montanha e sua forma só pode ser vista de longe devido ao seu tamanho. No topo, geralmente apresenta a forma característica de uma bigorna. É uma nuvem mais escura formada por grandes gotas de água e granizo, podendo conter cristais de gelo no topo. Está associada a tempestades fortes com raios e trovões.	
<i>Stratocumulus – Sc</i>	Cinzentas ou esbranquiçadas é formada por gotículas de água e estão associadas a chuvas fracas. Variações: cumulusgenitus, vespertalis.	
<i>Stratus – St</i>	Nuvem cinzenta que provoca chuveiro. De cor cinza forte com base uniforme, costuma encobrir o sol ou a lua.	
<i>Nimbostratus – Ns</i>	Nuvens de grande extensão e base difusa formadas por gotas de chuva, cristais ou flocos de gelo com cor bastante escura.	

Nuvens de médio estágio, de 2 a 8 km em latitude tropical, 2 a 7 km em região temperada e de 2 a 4 km na região polar.

<p><i>Altostratus – As</i></p>	<p>Assemelham-se a um lençol cinzento, às vezes azulado, sempre tem umas partes finas que permitem ver o sol. É formada por gotas de chuvas e cristais de gelo.</p>	
<p><i>Alto cumulus – Ac</i></p>	<p>Nuvem cinza (às vezes branca) que apresenta sombras próprias e tem a forma de rolos ou lâminas fibrosas ou difusas. Raramente contém cristais de gelo e por entre as nuvens deste tipo é possível enxergar pedaços do céu claro. Variações: <i>lenticularis</i>, <i>radiatus</i>, <i>cumulusgenitus</i>, <i>opacus</i>, <i>plocus</i> ou <i>castellatus</i>.</p>	

Formações em estágios altos, de 6 a 18 km na região tropical, 5 a 14 km na região temperada e 3 a 8 km na região polar.

<p><i>Cirrus – Ci</i></p>	<p>Nuvens com brilho sedoso, isoladas e formadas por cristais de gelo parecendo convergir para o horizonte. Podem se formar da evolução da bigorna da cumulusnimbus. Variações: <i>filosus</i> ou <i>fibratus</i>, <i>uncinus</i>, <i>spissatus</i> ou <i>nothus</i>, ou <i>densus</i>.</p>	
<p><i>Cirrocumulus – Cc</i></p>	<p>Nuvens brancas compostas quase exclusivamente por cristais de gelo agrupados em grânulos semi-transparentes. Variações: <i>stratiformis</i>, <i>lenticularis</i>, <i>castellatus</i>.</p>	
<p><i>Cirrostratus – Cs</i></p>	<p>Nuvens parecidas com um véu transparente que dão ao céu um aspecto leitoso. Constituída por cristais de gelo. Variações: <i>fibratus</i>, <i>nebulosus</i>.</p>	

4. CONCLUSÃO

Em virtude dos aspectos mencionados, sem dúvida, o emprego da meteorologia nas operações militares é de grande importância. No que tange a uma missão de tiro do sistema ASTROS, através da Viatura Blindada Posto Meteorológico Média Sobre Rodas (VB P Meteo MSR), são obtidos diversos dados atmosféricos a fim de acurar os elementos de tiro a ser utilizados em uma determinada missão.

Esses dados atmosféricos, também conhecido no sistema como elementos mensuráveis é de enorme importância para a missão de tiro, e são abordados de maneira sucinta em diversas disciplinas inerentes a operação do sistema ASTROS.

Para operar a VB P Meteo MSR, o militar realiza o Estágio de Meteorologia Balística, onde obtém conhecimentos sucintos sobre a meteorologia propriamente dita, dando mais ênfase na meteorologia balística e operação viatura em si. Com o acréscimo dos assuntos mencionadas neste artigo, no referido estágio, como o conhecimento mais profundo sobre os elementos mensuráveis e os estudos da observação das nuvens, tende a enriquecer e aperfeiçoar o conhecimento e emprego da VB P Meteo MSR, e conseqüentemente engrandecendo a operação como um todo do sistema ASTROS, com a disseminação desses assuntos através dos cursos realizados no Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **EB70-MT-11.408 Operação da Viatura Blindada Posto Meteorológico Média Sobre Rodas.** 1ª Edição, 2021.

BRASIL. **Caderno de Instrução do Curso Avançado de Montanhismo.** 1ª Edição, 2016.

WOLFE, Louis. **Explorando a Atmosfera: História da Meteorologia.** Editora Fundo de Cultura, 1961.

CUNHA, Gilberto R. . **Meteorologia em tempo de guerra.** Embrapa. Disponível em < <http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/agromet/artigos/metguer.html> >.

Vozes do verbo. Disponível em < <https://vozesdoverbo.blogspot.com/2011/11/as-nuvens.html> >.