

Produto Educacional:  
**CONSTRUÇÃO DE UM KIT  
METEOROLÓGICO COM  
MATERIAIS DE BAIXO CUSTO  
COMO PROPOSTA PARA O  
ENSINO DE FÍSICA**

Marco César Mendes

Orientador: Everaldo Arashiro  
Coorientadora: Aline Guerra Dytz

Produto Educacional produzido para a Dissertação de Mestrado ao Programa de Pós-Graduação (Universidade Federal de Rio Grande) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física Polo 21 (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre Ensino de Física.



**MNPEF** | **IMEF**



# CONSTRUÇÃO DE UM KIT METEOROLÓGICO COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO COMO PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA

Marco César Mendes  
Everaldo Arashiro  
Aline Guerra Dytz



**MNPEF** | **IMEF**

M538c Mendes, Marco César de Oliveira  
Construção de um kit meteorológico com materiais de baixo custo como proposta para o estudo de física no ensino médio / Marco César de Oliveira Mendes. – 2021.  
87 f.

Produto Educacional da Dissertação de mestrado do Programa de Pós-graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, sob a orientação do Prof. Dr. Everaldo Arashiro e Coorientação da Prof. Dra. Aline Guerra Dytz.  
Disponível em:  
<https://www.youtube.com/channel/UCd4y5EJW2t9HV6GX2wHoTRg>

1. Física. 2. Ensino de Física. 3. Ensino Superior. I. Arashiro, Everaldo. II. Dytz, Aline Guerra. III. Título.

CDU 37:53

Catálogo na Fonte: Bibl. Esp. Roseli Senna Prestes CRB 10/1601

# Índice

## **Professor Marco César de Oliveira Mendes:**

- Graduado em Licenciatura em Física pela UFPel;
- Pós Graduado em Meteorologia (lato sensu) pela UFPel;
- Professor da rede pública Estadual de ensino há 26 anos;
- Professor da rede privada de ensino, de 1996 a 2014;
- Professor de Física do curso pré-vestibular Anglo;
- Vice Diretor do Colégio Cassiano do Nascimento de 2016 a 2019
- <http://lattes.cnpq.br/4385600271348359>

## **Professora Aline Guerra Dytz**

- Graduada em Física pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul;
- Doutorado em Ciências da Tecnologia Nuclear (Aplicações) pela Universidade de São Paulo;
- Professora da Universidade de Rio Grande (FURG);
- Professora do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – Polo 21 FURG
- Ex-Coordenadora do Curso de Física Licenciatura e Bacharelado da FURG.
- <http://lattes.cnpq.br/0626175392184224>

## **Professor Everaldo Arashiro**

- Graduado em Química pela Universidade de São Paulo
- Doutorado em Física Aplicada à Medicina e Biologia pela Universidade de São Paulo
- Professor da Universidade Federal do Rio Grande (FURG)
- Professor do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – Polo 21 FURG
- Coordenador do MNPEF-Polo 21 FURG (2017-2021)
- <http://lattes.cnpq.br/1305055548542115>

1. APRESENTAÇÃO.....	01
VÍDEO 1 - APRESENTAÇÃO.....	01
2. TERMÔMETRO.....	02
TEMPERATURA E CALOR.....	02
CONSTRUÇÃO DO TERMÔMETRO.....	03
VÍDEO 2 - AULA SOBRE TERMÔMETROS.....	04
VÍDEO 3 - AULA EXPERIMENTAL: CONSTRUÇÃO DO TERMÔMETRO..	04
3. BARÔMETRO.....	05
PRESSÃO ATMOSFÉRICA.....	05
INFLUÊNCIA DA PRESSÃO NA MUDANÇA DE ESTADO FÍSICO.....	06
CONSTRUÇÃO DO BARÔMETRO.....	06
VÍDEO 4 - UMIDADE RELATIVA DO AR.....	07
VÍDEO 5 - AULA SOBRE BARÔMETRO.....	08
VÍDEO 6 - AULA EXPERIMENTAL: CONSTRUÇÃO DO BARÔMETRO.....	08
4. PLUVIÔMETRO.....	09
VOLUME.....	09
CONSTRUÇÃO DO PLUVIÔMETRO.....	09
VÍDEO 7 - AULA SOBRE PLUVIÔMETRO.....	10
VÍDEO 8 - AULA EXPERIMENTAL: CONSTRUÇÃO DO PLUVIÔMETRO..	10
5. ANEMÔMETRO.....	11
VELOCIDADE LINEAR OU TANGENCIAL.....	11
CONSTRUÇÃO DO ANEMÔMETRO.....	11
VÍDEO 7 - AULA SOBRE ANEMÔMETRO.....	12
VÍDEO 8 - AULA EXPERIMENTAL: CONSTRUÇÃO DO ANEMÔMETRO..	12
6. CANAL NO YOUTUBE.....	13
7. LINKS PARA CURIOSIDADES E APROFUNDAMENTO.....	13
8. ATIVIDADES PROPOSTAS.....	14

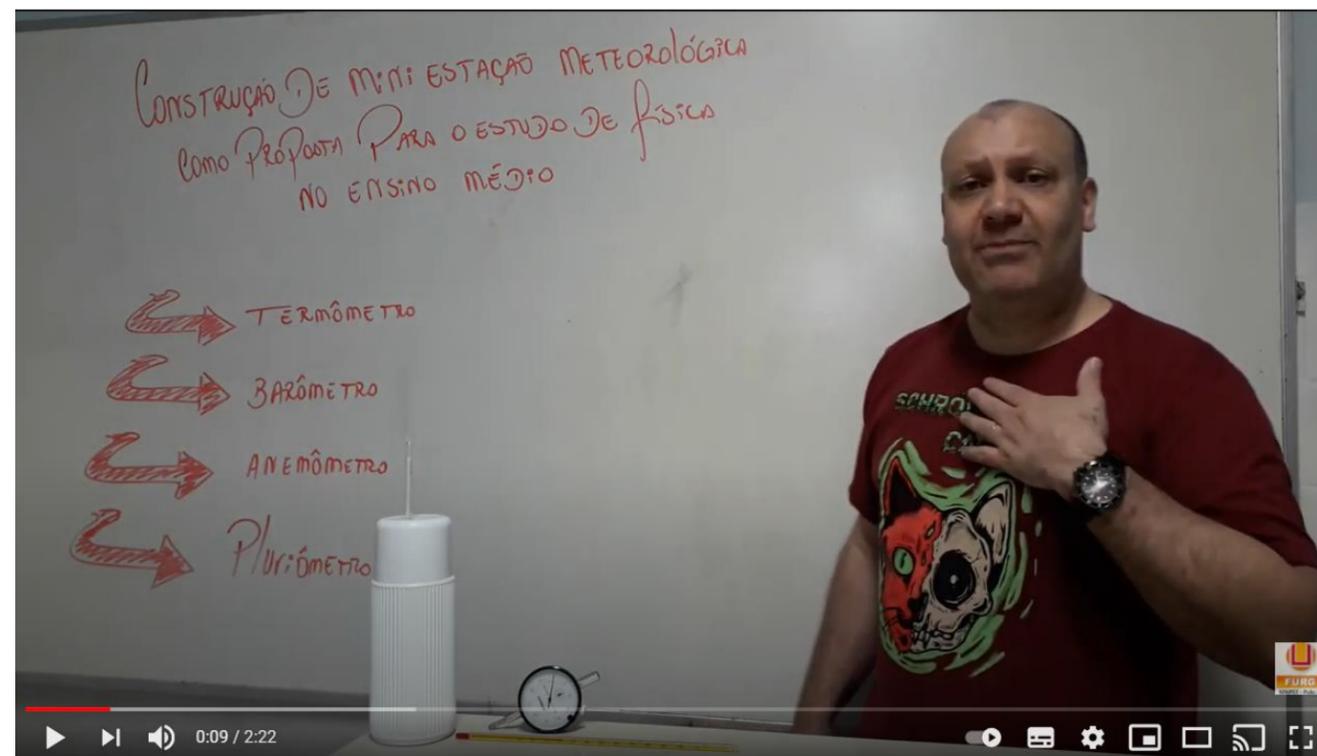
# 1 VÍDEO - APRESENTAÇÃO

Este produto educacional visa à construção de equipamentos meteorológicos como proposta para estudo de física no ensino médio, mostrando que o aparato de equipamentos laboratoriais são muito importantes para melhor compreensão de fenômenos físicos.

E estes equipamentos quando podem ser produzidos pelos alunos com materiais reciclados ou de baixo custo, além de despertar a curiosidade dos alunos proporcionam também a construção do conhecimento.

Em uma série de vídeo aulas, apresentaremos sempre na ordem, o embasamento teórico e a construção dos equipamentos.

O vídeo 1 possui a apresentação e o que se pretende abordar com este produto educacional.



<https://youtu.be/2g0J0qfxYEc>

## 2 TERMÔMETRO (termoscópio) - medição da temperatura.

### Temperatura e Calor

Os conceitos de temperatura e calor estão presentes no nosso dia a dia, porém através de conceitos intuitivos. Em sua grande maioria, associa-se o termo calor a elevadas temperaturas, e desconhece-se o conceito de temperatura. Temperatura é a grandeza física que mede o grau de agitação molecular de um corpo. Embora se restrinja este conceito a quente ou frio, a sensação térmica, que possui conceito intuitivo, nos impõe através do senso comum a escolha quando está quente ou frio.

Quando dois sistemas ou corpos, a temperaturas diferentes são colocados em contato térmico, após certo tempo ambos atingem igual temperatura ou equilíbrio térmico. Não há necessidade dos sistemas ou corpos efetivamente estarem em contato de forma isolada, a lei zero da termodinâmica diz que:

*“ Quando um corpo A está em contato com um corpo C; e um outro corpo B, também está em contato com o mesmo corpo C; os corpos A e B estão em equilíbrio térmico entre si”.*

Para medirmos a temperatura, é necessário que ocorra uma associação ou dependência funcional entre uma propriedade termométrica ou grandeza dessa substância e a temperatura T. Existem várias grandezas que variam suas características quando varia a nossa percepção fisiológica de temperatura. Entre essas grandezas estão: o volume de um líquido e o comprimento de uma barra. Relacionamos o aumento da temperatura ocorrida em um corpo com a dilatação sofrida, de modo que:

$$T(X) = a X + b$$

onde X é o comprimento de uma coluna de mercúrio em um termômetro e a e b são constantes a serem determinadas. A temperatura de um sistema é medida nas escalas em graus Celsius, graus Fahrenheit ou em Kelvin.

## Construção do Termômetro



Figura 2:1. Montagem do Termômetro

### **Materiais utilizados:**

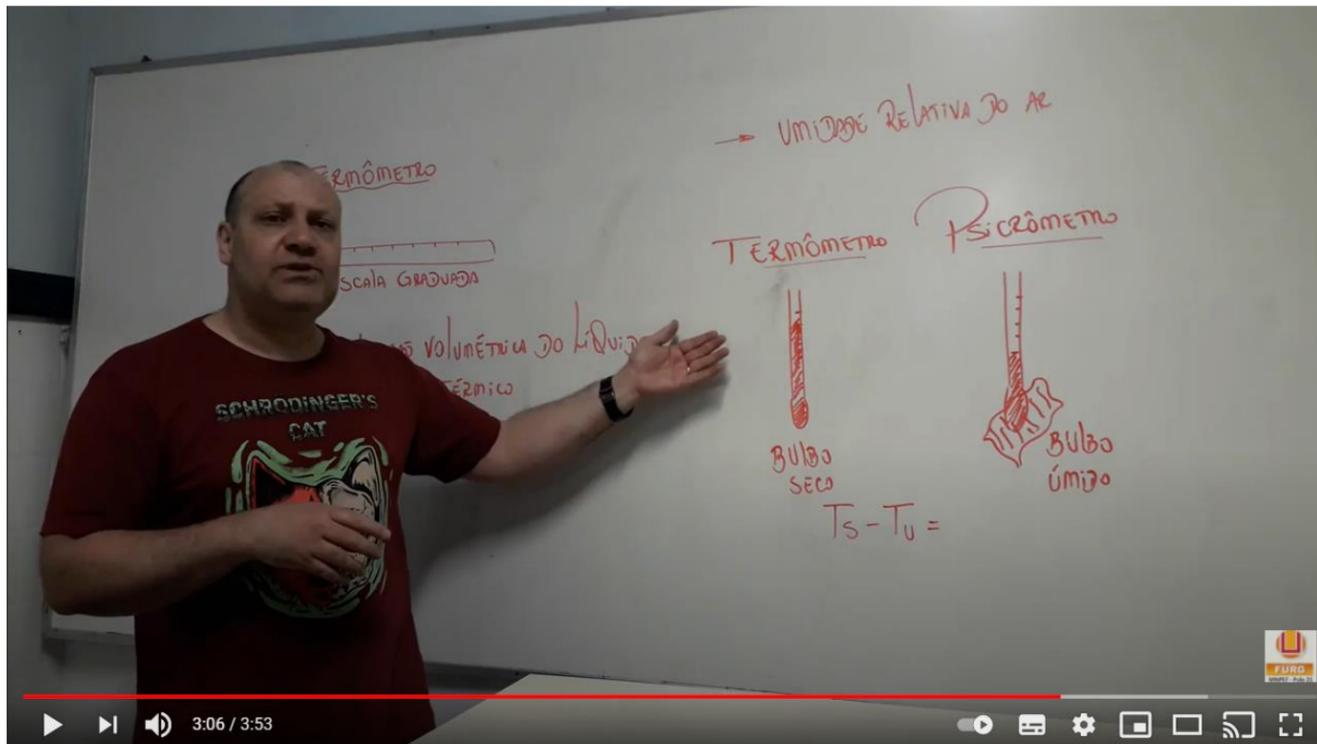
Frasco de vidro ou plástico âmbar  
Tubo ou cano transparente rígido  
Álcool com corante  
Cola quente

### **Procedimento:**

Coloca-se a mistura de álcool e corante no interior do frasco, de forma que o mesmo fique completamente cheio (para que ocorra melhor visualização do fenômeno mistura-se o corante ao álcool); se introduz o tubo na parte superior do frasco, de maneira que o tubo encaixe na tampa do frasco, a cola quente serve para vedar o tubo na tampa.

Optou-se pela utilização de água quente e fria para verificação da dilatação do álcool.

No vídeo 2, têm-se uma análise teórica do que se pretende observar nos experimentos e as propriedades físicas que irão ser exploradas



<https://youtu.be/8mffewHpc9k>

O vídeo 3 é um guia experimental de como montar o experimento e seu comportamento quando ocorre o equilíbrio térmico entre o álcool com água quente e com água fria.



<https://youtu.be/0RiQBwxbbGo>

# 3 BARÔMETRO - medição da pressão atmosférica

## Pressão Atmosférica

A pressão atmosférica equivale à pressão exercida pelo peso da coluna de ar sobre uma dada superfície, ou seja, representa o peso que a atmosfera exerce por unidade de área. Como a força gravitacional – força de atração exercida pela Terra em relação a um corpo – favorece uma maior concentração das moléculas de ar em direção à superfície terrestre, a atmosfera é mais densa perto dela.

Para o estudo da pressão atmosférica, é importante recordar o conceito de densidade, que é dada pela quantidade de massa num determinado volume.

Em 1644, Evangelista Torricelli (1608-1647), inventou o primeiro barômetro que permite realizar medições a respeito da pressão atmosférica. Usando o conceito de variação de pressão, Torricelli conseguiu verificar a pressão atmosférica exercida equivalente a uma coluna de mercúrio. Com um aparato relativamente simples, ele verifica a igualdade entre as pressões exercidas pela coluna de ar e de mercúrio.

A pressão atmosférica é medida em  $\text{N/m}^2$ ; Pa (Pascal); atm (atmosfera); mmHg; torr.

$$1 \text{ atm} = 100000 \text{ N/m}^2 = 100000 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ torr}$$

A pressão atmosférica ou pressão barométrica também exerce influência sobre a temperatura, ventos e chuva.

Com o aumento da temperatura, o ar fica menos denso e a atmosfera se expande, diminuindo a pressão atmosférica; tem-se um centro de baixa pressão. Em contrapartida, com a diminuição da temperatura, o ar fica mais denso e a atmosfera se contrai, aumentando a pressão atmosférica; tem-se um centro de alta pressão.

Em dias quentes e ensolarados, a umidade do ar movimenta-se para cima e direção as camadas mais altas da atmosfera condensando, formando nuvens e podendo provocar chuvas.

## Influência da pressão na mudança de estado físico

Já verificamos anteriormente que a mudança de estado físico da água ocorre em duas temperaturas conhecidas, ao nível do mar, a  $0^{\circ}\text{C}$  e  $100^{\circ}\text{C}$ . Porém, ao variarmos a pressão, ocorre alteração no ponto de mudança de estado físico. Ao aumentarmos a pressão, a temperatura do ponto de fusão diminui (um cubo de gelo derrete a temperaturas abaixo de  $0^{\circ}\text{C}$ ) e a temperatura do ponto de ebulição aumenta (a água entra em ebulição a temperaturas superiores a  $100^{\circ}\text{C}$ ). Ao diminuirmos a pressão, a temperatura do ponto de fusão aumenta (a água solidifica a temperaturas acima de  $0^{\circ}\text{C}$ ), e a temperatura do ponto de ebulição diminui (a água entra em ebulição a temperaturas inferiores a  $100^{\circ}\text{C}$ ).

## Construção do Barômetro

### Materiais utilizados:

Garrafa pet

Mangueira transparente flexível

Pedaço de arame e cola quente



Figura 3.1: Montagem do barômetro

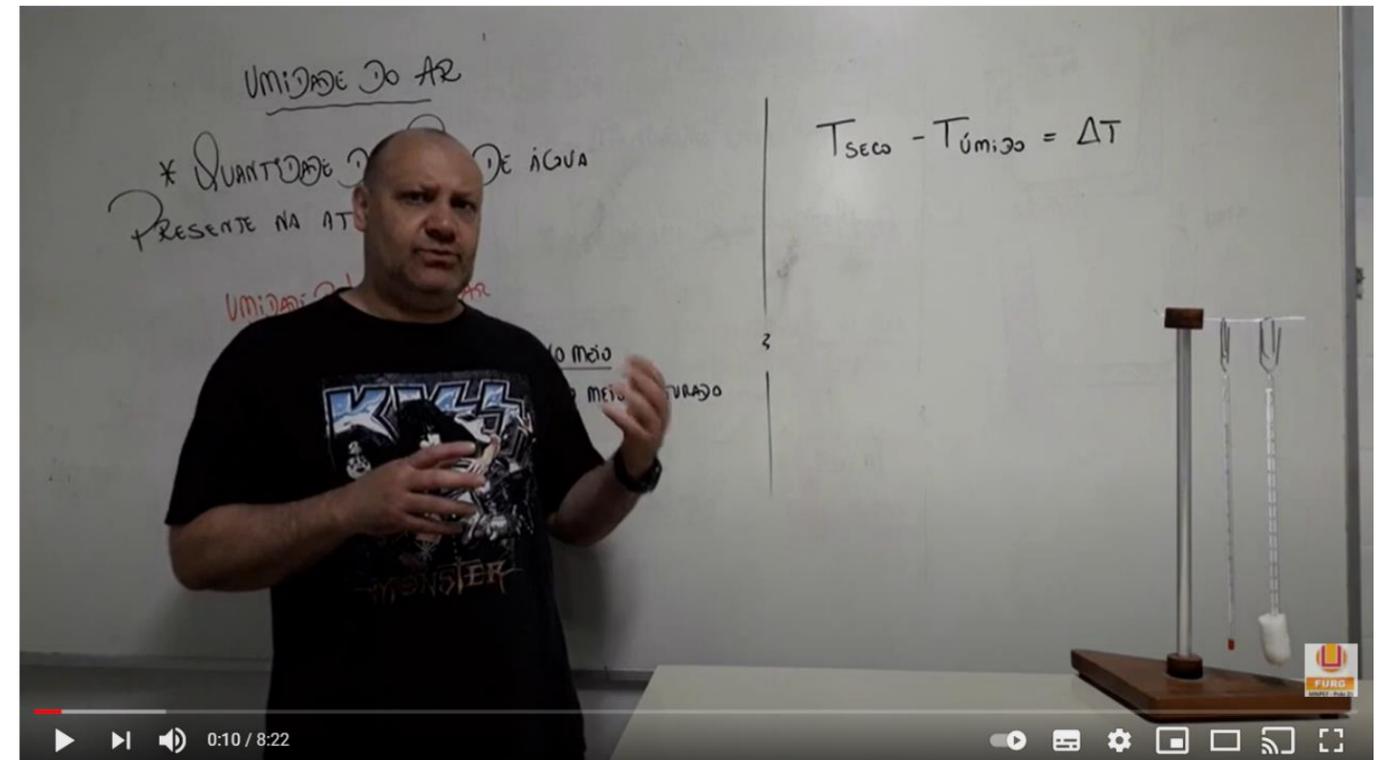
## Procedimento:

Com o auxílio de uma tesoura, fazemos um furo circular de diâmetro aproximadamente igual ao diâmetro da mangueira, a 10 cm da base da garrafa.

Introduzimos a mangueira pelo furo por uns 2 cm; vedamos o furo com cola quente. Fixamos a mangueira com o auxílio do arame de forma a ficar no mesmo nível do gargalho da garrafa.

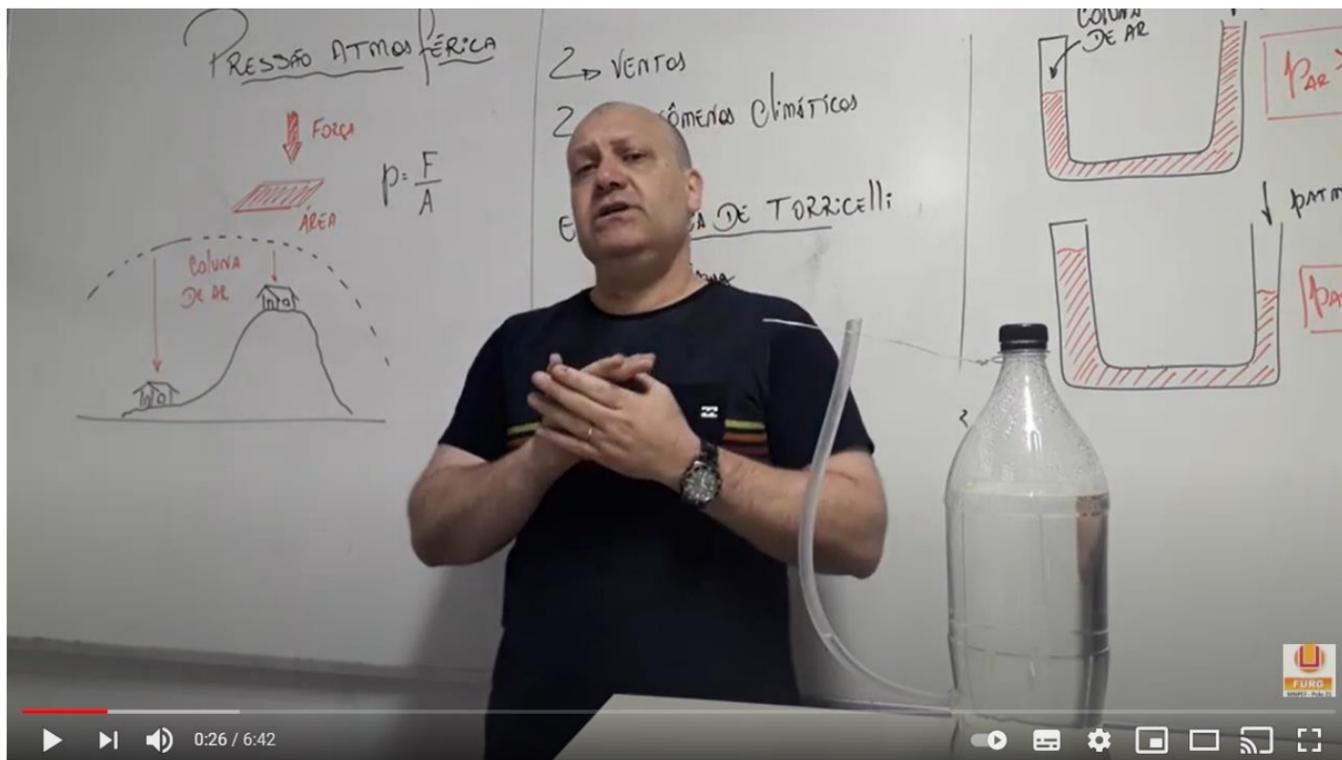
Preenchemos a garrafa com água, cuidando para não preencher totalmente, podemos observar que, quando a garrafa está destampada, o nível de água se põe em equilíbrio, ou seja, a água na garrafa e na mangueira está em equilíbrio, pelo fato da pressão atmosférica atuar em ambas aberturas (boca da garrafa e mangueira). Mas no momento que fechamos a garrafa com a tampa, podemos observar que a pressão atmosférica atua somente na mangueira, fazendo com que somente seu nível abaixe ou suba.

No vídeo 4, uma aula sobre umidade relativa do ar e suas dependências com a temperatura e a umidade.



<https://youtu.be/gdVxMafQhz0>

O vídeo 5 apresenta o embasamento teórico sobre barômetros, suas características e como mede-se a umidade relativa do ar.



[https://youtu.be/SarT0\\_xFmok](https://youtu.be/SarT0_xFmok)

O vídeo 6 é um guia experimental de como montar o barômetro.



<https://youtu.be/5oq166sUnRk>

# 4 PLUVIÔMETRO – Medida da precipitação em determinado local.

## Volume

É uma medida de capacidade, porém quando associada e determinada área padrão pode vir expressa em metros, centímetros ou milímetros.

O índice pluviométrico, refere-se a quantidade de chuva captada por metro quadrado.

Sendo assim, por exemplo, se o índice pluviométrico em determinado local foi de 10 mm (milímetros); isto significa a altura de chuva captada no interior de uma região cuja área é de 1 metro quadrado.

## Construção do Pluviômetro



### Materiais utilizados:

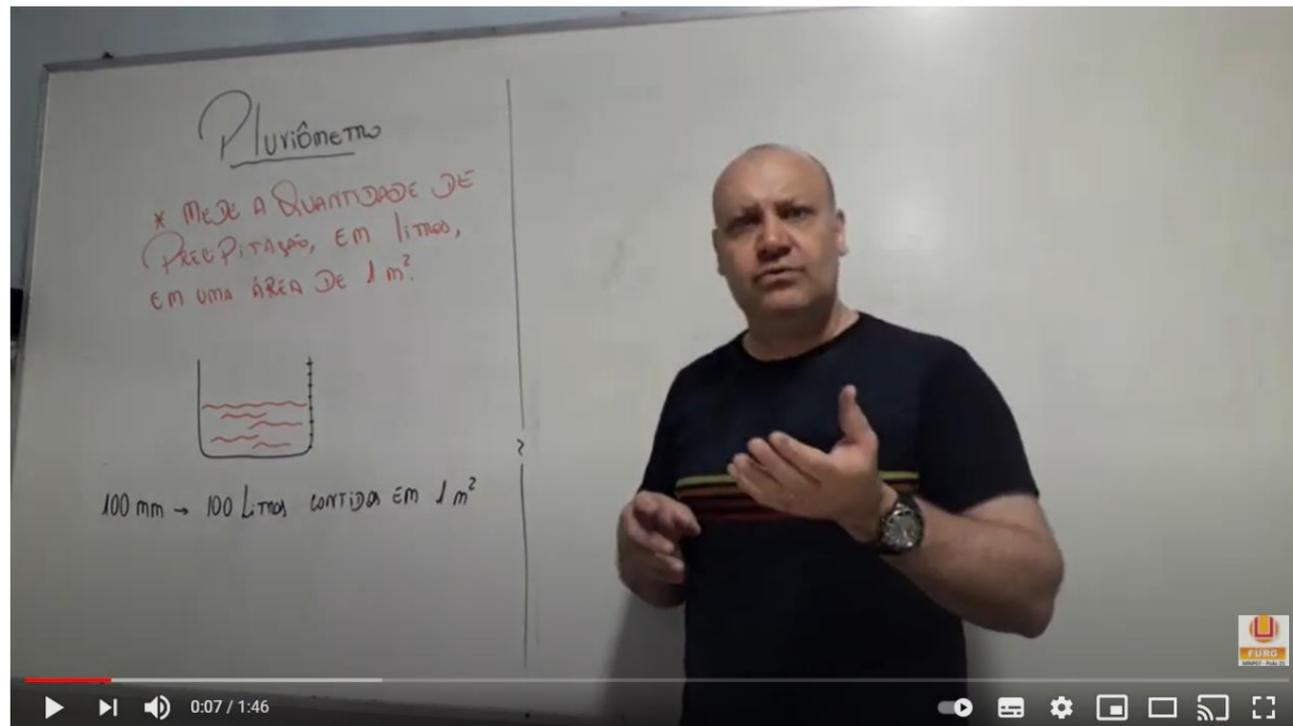
Galão plástica de 5 litros  
Régua  
Fita adesiva

Figura 4.1: Montagem do pluviômetro

### Procedimento:

Com o auxílio de uma tesoura devemos recortar o gargalo do galão; com o auxílio de uma régua fixada na lateral do galão com seu início coincidindo com a base do galão, marcaremos o nível de água captado.

O vídeo 7 apresenta o embasamento teórico sobre pluviômetro, suas propriedades e a relação com quantidade de chuva e volume.



<https://youtu.be/YvIxGOY6uwU>

O vídeo 8 é um guia experimental de como montar o experimento e fazer a leitura do pluviômetro.



<https://youtu.be/C16OAUVA7oM>

# 5

## ANEMÔMETRO – Medição da velocidade do vento.

### Velocidade Linear ou Tangencial

O conceito de velocidade ( $v$ ) relaciona o deslocamento de uma partícula ( $\Delta s$ ) pelo intervalo de tempo ( $\Delta t$ ) gasto, assim:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Unidade: m/s; km/h



Figura 5.1: Montagem do anemômetro

## Construção do anemômetro

### Materiais utilizados:

Garrafa pet  
Haste de madeira ou metal  
Suporte  
Caneta de quadro branco  
Estilete ou tesoura

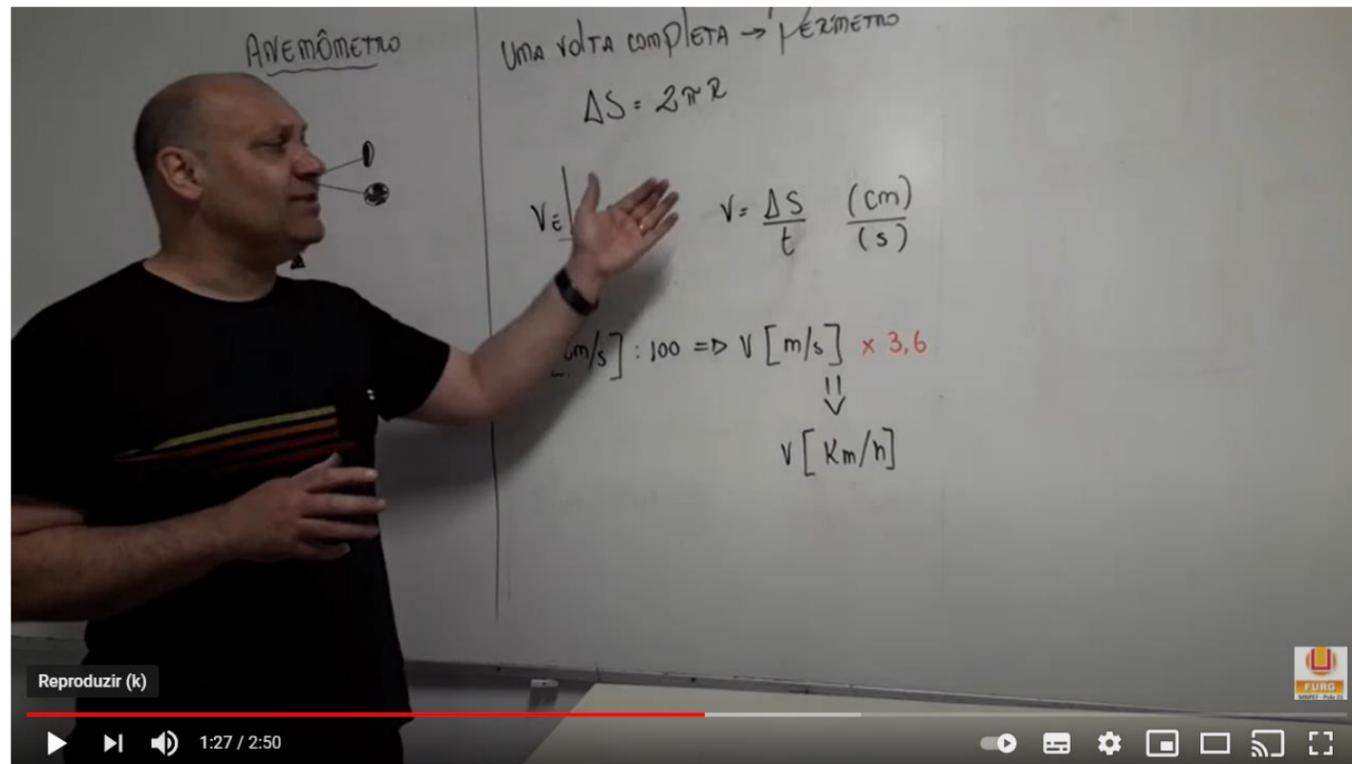
### Procedimento:

Faz-se uma marcação circular com o auxílio de uma caneta de quadro branco a aproximadamente uns 5 cm da base da garrafa e uns 15 cm de seu bocal (a garrafa pet apresenta essas regiões demarcadas pelo seu formato, na região da base ela se alarga e na região do gargalo ela começa a afinar).

Faz-se também quatro retas paralelas e equidistante uma das outras, de forma que, aos pares as retas fiquem opostas às paredes da garrafa. Com auxílio do estilete ou tesoura, recortamos toda a extensão das retas, suas bases e seus topos.

É importante observar que tanto base quanto topo devem obedecer a uma certa distância, de modo que o recorte se transforme em uma pá.

O vídeo 9 apresenta o embasamento teórico sobre o anemômetro, suas características e como calcular a velocidade do vento.



[https://youtu.be/9\\_zZ9lgfuOU](https://youtu.be/9_zZ9lgfuOU)

O vídeo 10 é um guia experimental de como montar o experimento.



<https://youtu.be/9Ybxi-jyvG4>

## 6 Canal no Youtube

Este conteúdo foi extraído canal  
INSTRUMENTOS METEOROLÓGICOS NO ENSINO  
DA FÍSICA  
de domínio do autor.

<https://www.youtube.com/channel/UCd4y5EJW2t9HV6GX2wHoTRg>

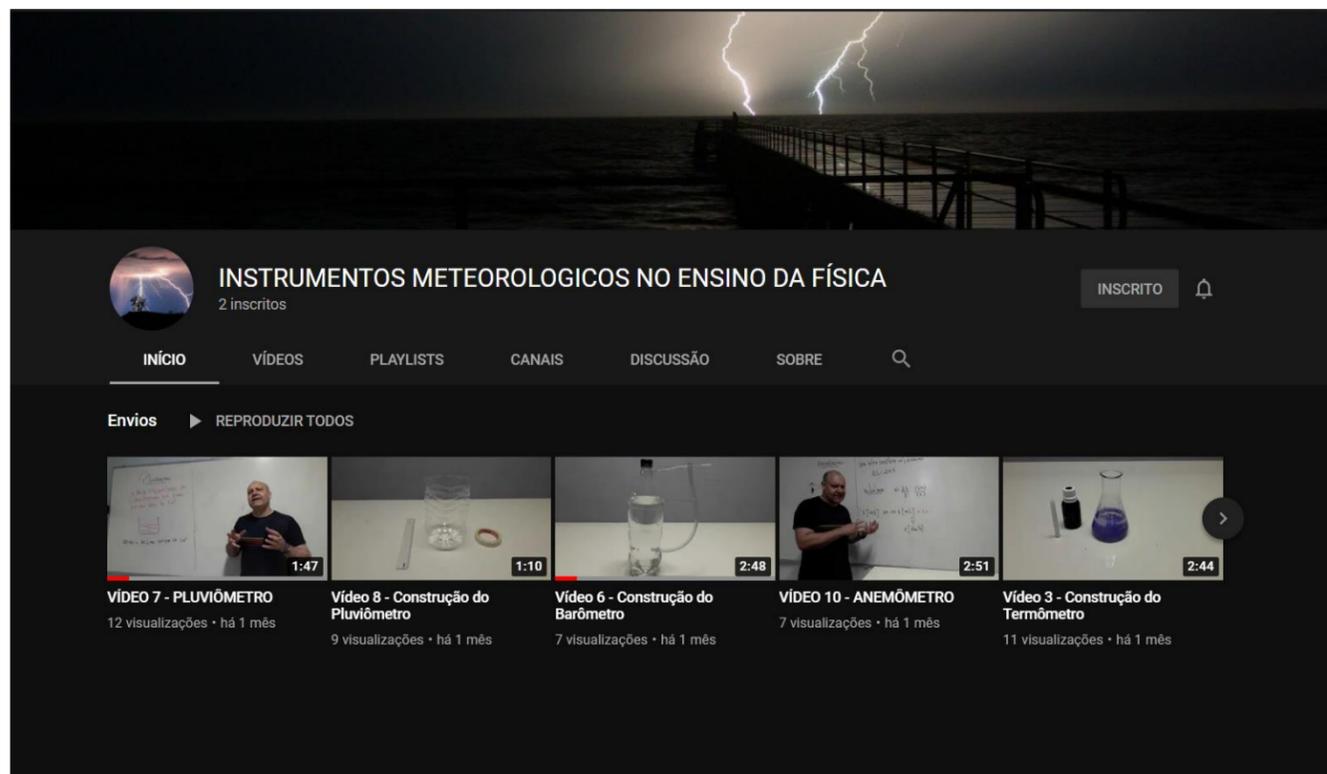


Figura 6.1: Canal do Youtube



## 7 Links para curiosidades e aprofundamento:

<https://wp.ufpel.edu.br/agrometeorologia/informacoes/instrumentos-meteorologicos/>

<https://www.ufjf.br/labcaa/equipamentos/>

<https://www.inmet.gov.br>

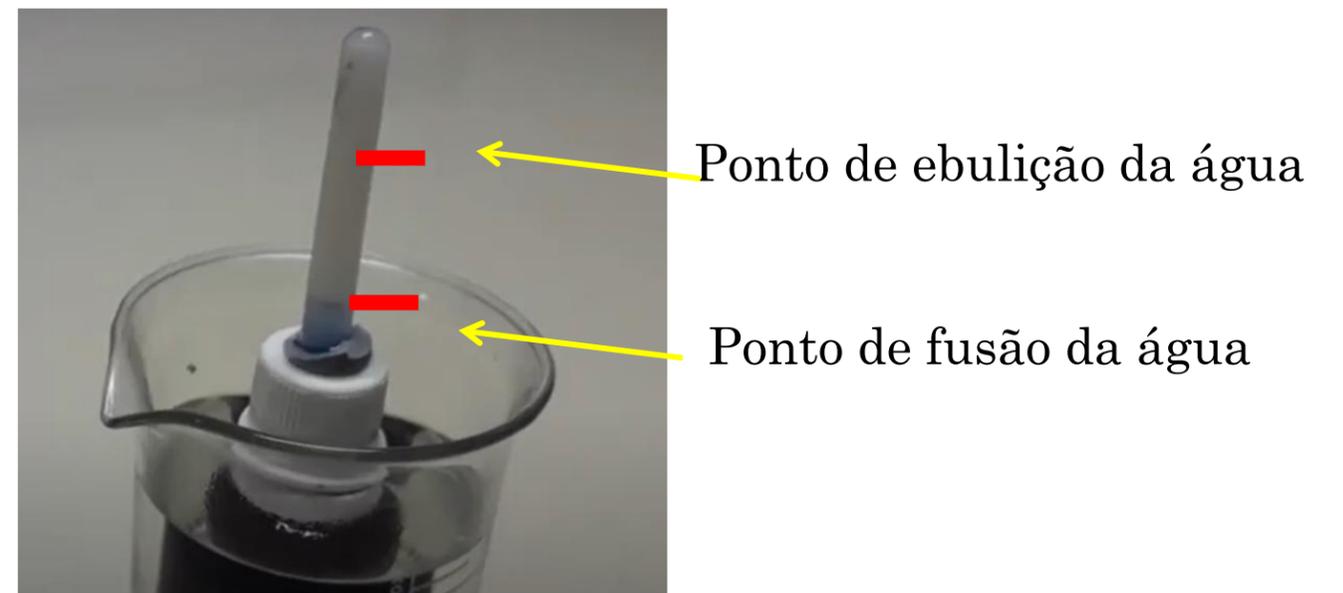
Após a aplicação do produto educacional, propõe-se ao professor trabalhar com alunos, em sala de aula.

## ATIVIDADE 1

Propor a mensuração dos equipamentos meteorológicos através de algumas medidas experimentais.

### 1. CONSTRUÇÃO DE ESCALA TERMOMÉTRICA

De posse do termômetro construído em sala de aula, repetir a experiência do termômetro em contato com água a  $100^{\circ}\text{C}$  e  $0^{\circ}\text{C}$ . Porém realizar marcações quando ocorrer o equilíbrio térmico entre o termômetro e a água.



Pedir para um aluno segurar o termômetro com sua mão, agarrando-o de forma a manter o termômetro em contato com a palma da mão.



Proceder desta forma durante alguns minutos para verificar a altura atingida e marcar na escala construída.

Comparar com a escala de um termômetro clínico ou caseiro.

## 2. ANÁLISE DA PRESSÃO ATMOSFÉRICA

De posse do barômetro construído em sala de aula, utilizá-lo em dias quentes e dias frios. Fazer a uma marcação no tubo fino ou mangueira e discutir as variações de altura sofridas pelo líquido (água) no interior do barômetro, associando com centros de alta e baixa pressão.

Pode-se especificar que, este tipo de experimento não irá medir a pressão atmosférica, mas sim suas variações, dependentes da umidade relativa do ar e temperatura.

### 3. MEDIDA DO ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO

De posse do aparelho pluviômetro construído em sala de aula, pretende-se estimar a quantidade de chuva que cai ou precipita em um determinado local.

O primeiro passo é medir as dimensões do galão que se está utilizando, relacionando a área de sua base com a altura que a chuva irá atingir.

vista lateral



vista de cima



r – raio

h - altura

O volume de líquido no interior do galão é calculado através da fórmula:

$$V = \text{área de base} \times \text{altura}$$

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

De forma experimental, coloca-se 2 litros de água no interior do galão e primeiro calcule a altura atingida através da fórmula abaixo:

$$h = 10 \cdot \frac{V}{A}$$

onde h altura de chuva (mm); V = volume de água coletado (ml) ou (c m<sup>3</sup>), sendo 1 ml = 1 c m<sup>3</sup>; A = área da seção de captação de água (c m<sup>2</sup>) que cai em uma área de 1 m<sup>2</sup>. (Note que iremos calcular a altura em centímetros, o fator 10 irá expressá-la em milímetros).

A seguir meça com uma régua a altura atingida.

A altura atingida pela água ( em mm) no interior do galão corresponde a quantidade de chuva ( em litros) .

#### 4. CÁLCULO DA VELOCIDADE DO VENTO

De posse do aparelho anemômetro construído em sala de aula, pretende-se estimar a velocidade do vento responsável por movimentar as pás do anemômetro.

Inicialmente, devemos medir o diâmetro do anemômetro (distância entre duas pás opostas).



Marcamos uma das pás e verificamos o tempo que a marcação leva para executar uma volta completa.

A velocidade será calculada por:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

onde:

$\Delta s$ : perímetro (distância percorrida pela marcação)

$\Delta t$ : tempo necessário para execução de uma volta completa.

O perímetro é calculado como:

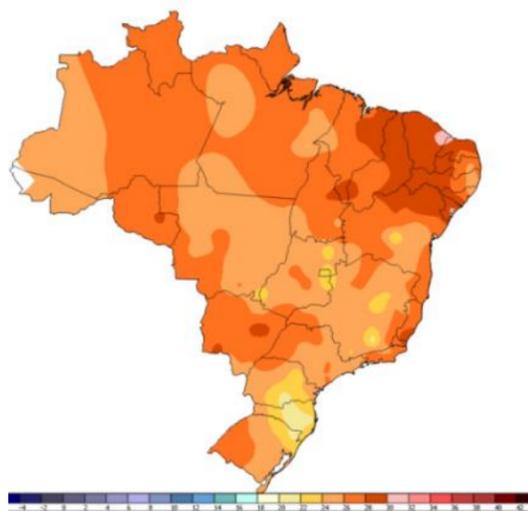
$$\Delta s = 2\pi \cdot r$$

onde  $r$  é o raio da trajetória descrita (a metade do diâmetro).

## ATIVIDADE 2

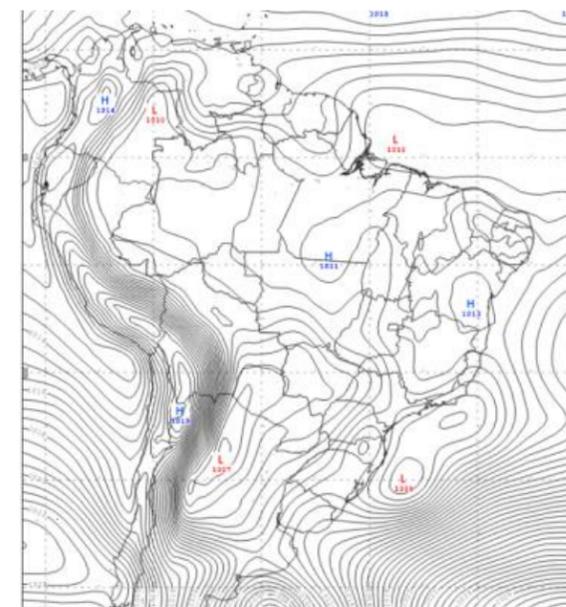
Após a aplicação do produto educacional, propõe-se ao professor trabalhar com alunos, em sala de aula, a interpretação de alguns mapas meteorológicos.

- TEMPERATURA – De forma simples e sucinta, este mapa leva em consideração a análise do mapa através de um espectro de cores, onde o branco sinaliza valor para temperatura igual a zero, à medida que nos afastamos do branco para a esquerda, a temperatura diminui e; para direita, a temperatura aumenta.



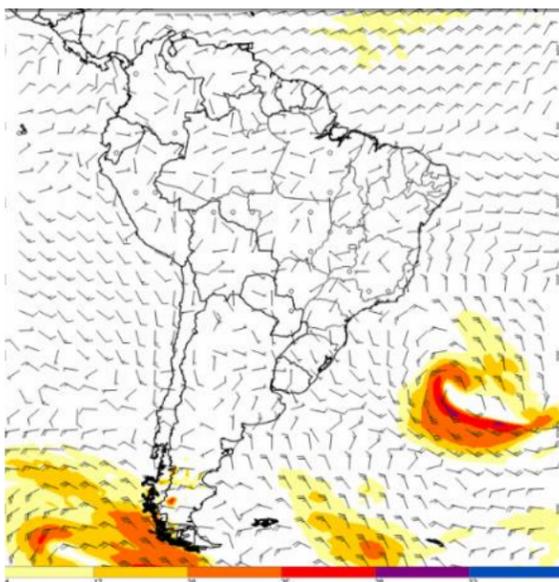
Procedimento – Sugere-se ao professor que proponha a atividade na qual os alunos pesquisem em sites especializados (links citados na página anterior) e tragam estes mapas para discussão em sala de aula, porém cada aluno deve trazer um mapa correspondente a um dia do mês. Com base na análise destes mapas pode-se verificar a movimentação do fluxo térmico e discutir que fatores influenciam variações de temperatura e amplitudes térmicas.

- PRESSÃO – Este mapa trabalha com a interpretação de linhas; quando estas linhas estão próximas, se tem uma região de alta pressão; com linhas mais afastadas, possuímos uma região de baixa pressão.

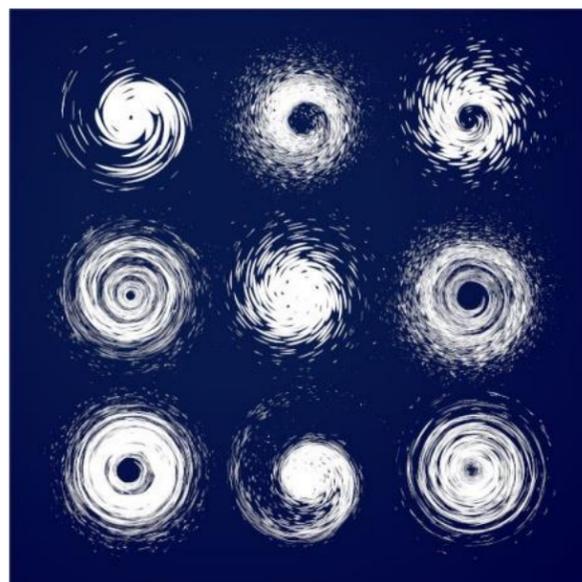


Procedimento – Sugere-se ao professor que proponha a atividade na qual os alunos pesquisem, com o auxílio do celular smartphone, determinadas regiões do mapa e sua pressão atmosférica. Com isso pode-se relacionar o distanciamento das curvas com as referidas pressões atmosféricas locais.

- VENTOS – Este mapa traz a direção dos ventos, formação de rajadas e vendaval. Pode-se associar a formação de ciclones com os centros de alta e baixa pressão.

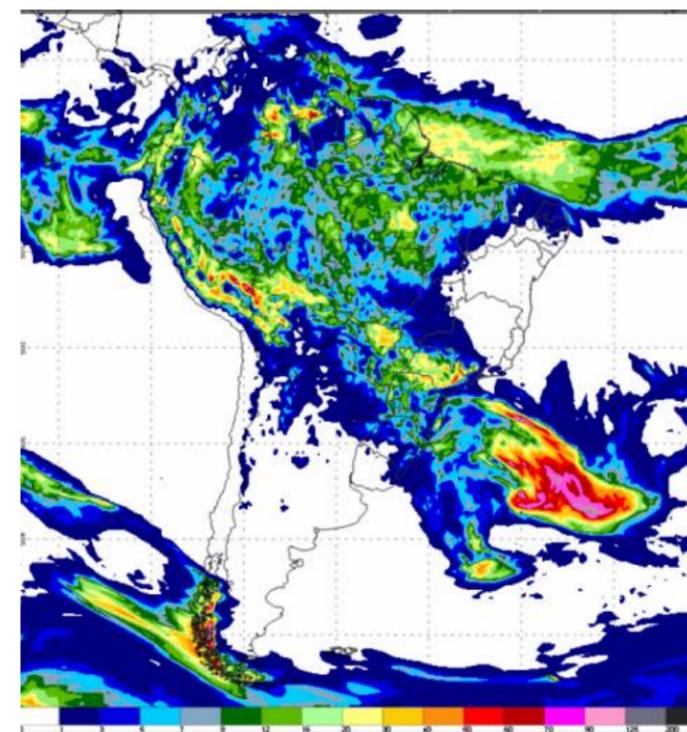


Tipos de ciclones



Procedimento – Sugere-se ao professor que proponha a atividade na qual os alunos pesquisem, com o auxílio do celular smartphone, tipos de ciclone e quais os requisitos para sua formação. Associar com a temperatura e o aparecimento de ciclones no Brasil.

- PRECIPITAÇÃO – Este mapa, de forma semelhante ao mapa da temperatura, leva em consideração sua análise através de um espectro de cores, onde cada cor representa, em mm/dia o acumulo de chuva.



Procedimento – Sugere-se ao professor que proponha a atividade de discussão em sala de aula onde aborde-se o ciclo da água, a necessidade da previsão meteorológica, a relação com a condensação e formação de nuvens e o efeito estufa.

