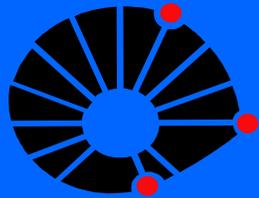


U N I C A M P

**CESET - CENTRO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA**  
**LIMEIRA - SP**  
**2006**

# HIDROLOGIA E DRENAGEM

**PROF. HIROSHI P. YOSHIZANE**



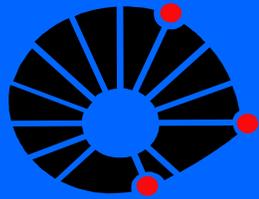
U N I C A M P

# SINOPSE DO CURSO

- 1-Introdução ( apresentação do curso ).
- 2-Precipitação ( meteorologia básica ).
- 3-Escoamento Superficial ( chuvas ).
- 4-Infiltração ( cobertura e ocupação ).
- 5-Evaporação e transpiração.
- 6-Manipulação de dados e medições de vazão.
- 7-Probabilidade e estatística aplicada.
- 8-Modelos hidrológicos.
- 9-Bacia hidrográfica ( projeto aplicativo ).

# INTRODUÇÃO

**Hidrologia**  
**Bacia Hidrográfica**  
**Ciclo Hidrológico**  
**Aplicações da Hidrologia**



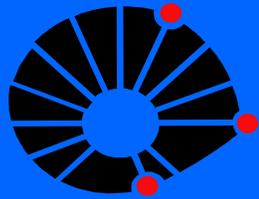
U N I C A M P

# HIDROLOGIA

## DEFINIÇÃO

Hidrologia é a ciência que estuda a água na natureza, e sua distribuição.

Faz parte da Geografia Física e abrange, em especial, propriedades, fenômenos e distribuição da água na atmosfera, na superfície da Terra e no subsolo.

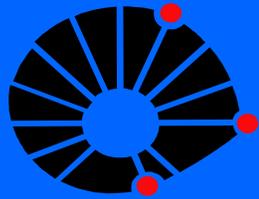


U N I C A M P

# APLICAÇÕES DA HIDROLOGIA

1-Planejamento e gerenciamento de uma bacia hidrográfica, considerando:

- EIA e RIMA
- Potencial hídrico.
- Disposição e caracterização de montante e jusante.
- Alcance do projeto sustentável.



U N I C A M P

## APLICAÇÕES DA HIDROLOGIA

2-O desenvolvimento das bacias quanto ao planejamento e controle do uso dos recursos naturais requer uma ação pública e privada coordenada, de forma sempre sustentável, primando-se no ecossistema.

-Consequências do empreendimento.

-saneamento ambiental.

- *deposição e disposição*

# ONDE ESTÃO AS ÁGUAS NO PLANETA

Sabe-se que o Planeta Terra é formado por muita água, distribuídas em percentuais conforme o quadro abaixo

-Oceanos - 97,50%

-Geleiras - 1,979%

-Águas Subterrâneas - 0,514%

-Rios e Lagos - 0,006%

-Atmosfera - 0,001%

# A SITUAÇÃO DA ÁGUA NO MUNDO

## Distribuição dos Recursos Hídricos no Mundo

-  Agricultura
-  Indústria
-  Residência

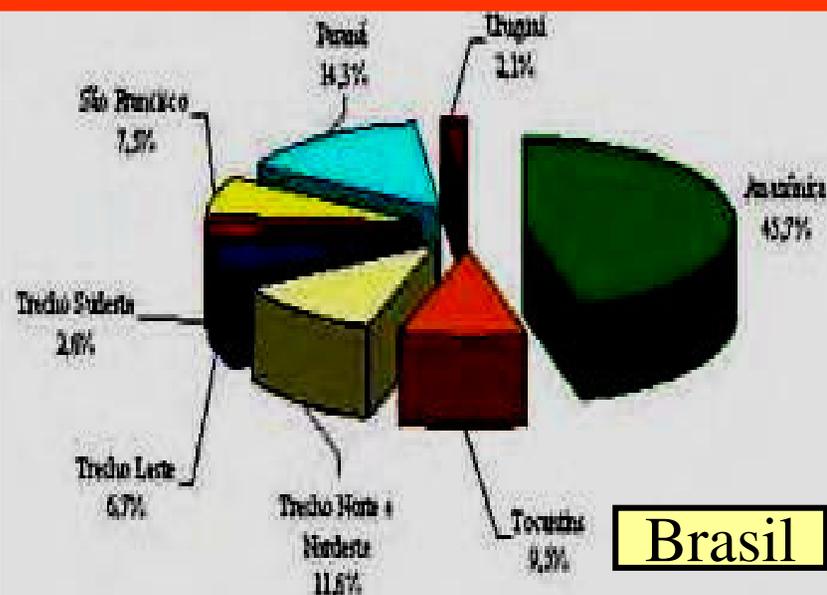


*Ano*    *Habitantes*    *Uso de Água*  
*m<sup>3</sup>/hab/ano*

1940	$2,3 \times 10^9$	400
1990	$5,3 \times 10^9$	800

*Grupo de Renda*    *Utilização anual*  
*m<sup>3</sup>/hab.*

<i>Baixa</i>	386
<i>Média</i>	453
<i>Alta</i>	1.167



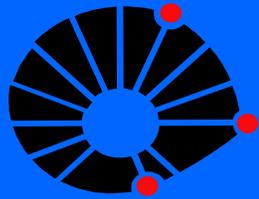
## TABELA DO CONSUMO DE ÁGUA EM 25 ESTADOS DO BRASIL

Mato Grosso e Amazonas não estão incluídos

1º - Rio de Janeiro:	231,87	14º - Sergipe:	114,10
2º - Espírito Santo:	192,83	15º - Ceará:	113,84
3º - Distrito Federal:	188,15	16º - Tocantins:	112,27
4º - Amapá:	174,93	17º - Paraíba:	112,08
5º - Roraima:	167,17	18º - Bahia:	111,53
6º - <b>São Paulo:</b>	<b>165,67</b>	19º - Piauí:	107,33
7º - Minas Gerais:	143,44	20º - Alagoas:	107,23
8º - Maranhão:	141,88	21º - Acre:	104,44
9º - Santa Catarina:	129,23	22º - Mato Grosso do Sul:	103,03
10º - Rio G. do Sul:	128,69	23º - Pará:	98,28
11º - Goiás:	127,03	24º - Rondônia:	96,45
12º - Paraná:	126,28	25º - Pernambuco:	85,14
13º - Rio G. do Norte:	115,84	<b>Mato Grosso e Amazonas sem dados</b>	

*\*Em litros por habitante por dia..*

Fonte: SNIS — Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento,  
Ministério das Cidades



U N I C A M P

# INTRODUÇÃO

## BACIA HIDROGRÁFICA

É uma superfície drenada por um talvegue, com características peculiares.

- Declividade ( morfologia topográfica ).
- Cobertura ( uso e ocupação ).
- Tipo de solo e sub-solo ( geologia - pedologia ).
- Região ( **características geográficas climatológicas** ).
- Cursos d'água ( **perenes, intermitentes e efêmeros** ).
- Objetivação do estudo ( **finalidade e viabilidade** ).



# BACIA HIDROGRÁFICA

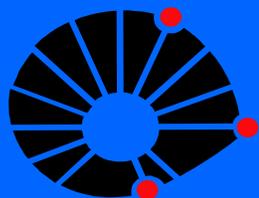
Definição:

Ou bacia de contribuição de uma seção de um curso de água (talvegue) é a superfície geográfica coletora de águas pluviais que, escoando pela superfície do solo, passam pela seção considerada, que se denomina “**ponto de projeto ou ponto de estudo**”.

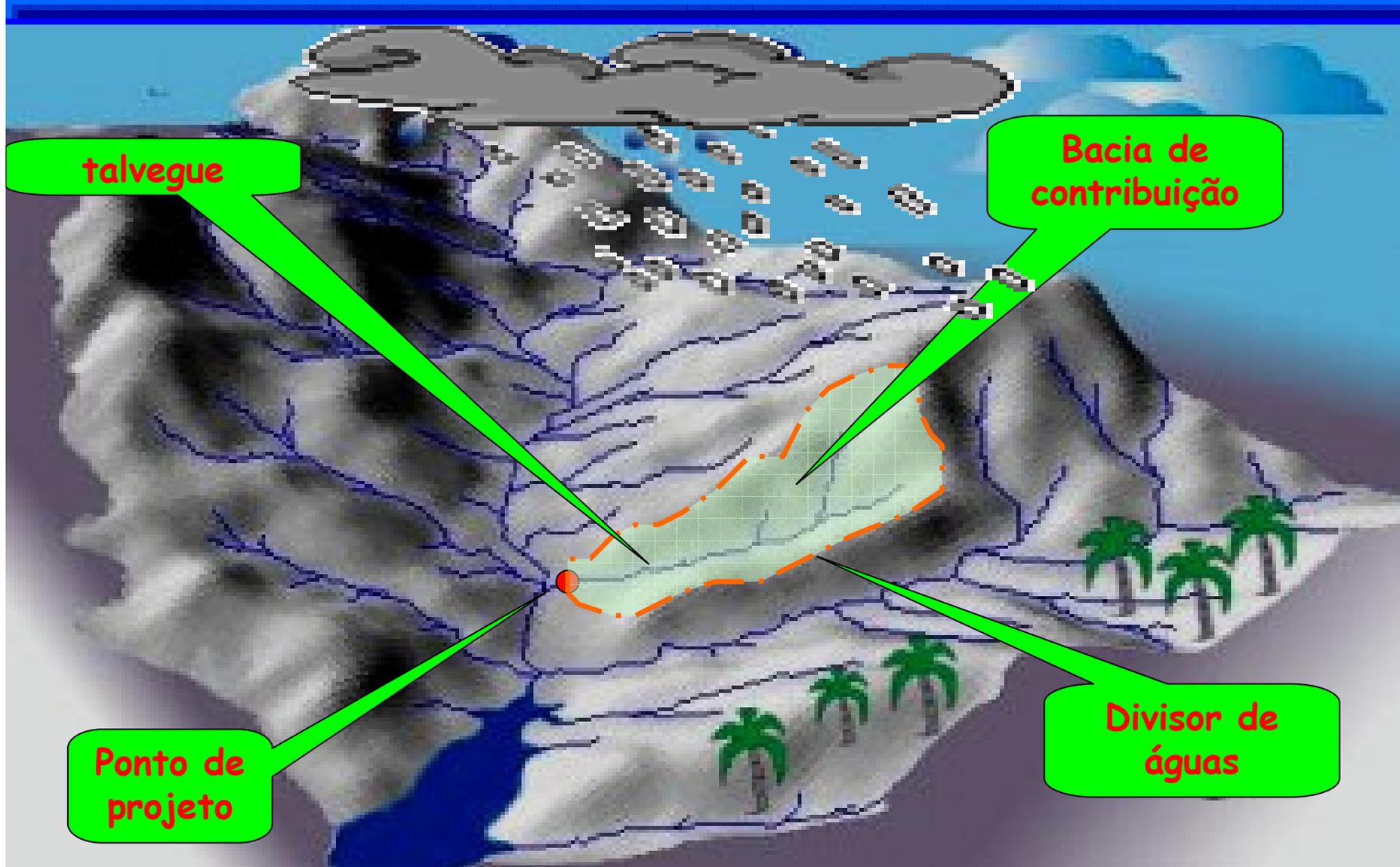
# BACIA HIDROGRÁFICA

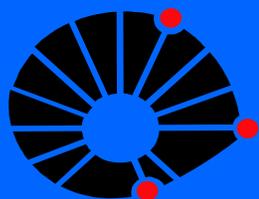
## CONSIDERAÇÕES BÁSICAS

- Definida por uma seção de rio.
- Representa a área de contribuição superficial que a água escoar por gravidade até a seção do talvegue ou curso d'água.
- Delimitação gráfica da bacia ou através de geoprocessamento.



# BACIA HIDROGRÁFICA

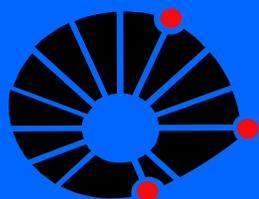




U N I C A M P

# BACIA HIDROGRÁFICA

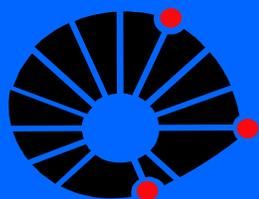




U N I C A M P



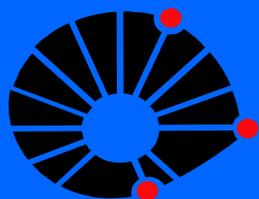
Uma bacia hidrográfica evidencia a hierarquização dos rios, ou seja, a organização natural por ordem de menor vazão para os de maior e que vai das partes mais elevadas (nascentes) para as mais baixas.



U N I C A M P

# BACIAS HIDROGRÁFICAS

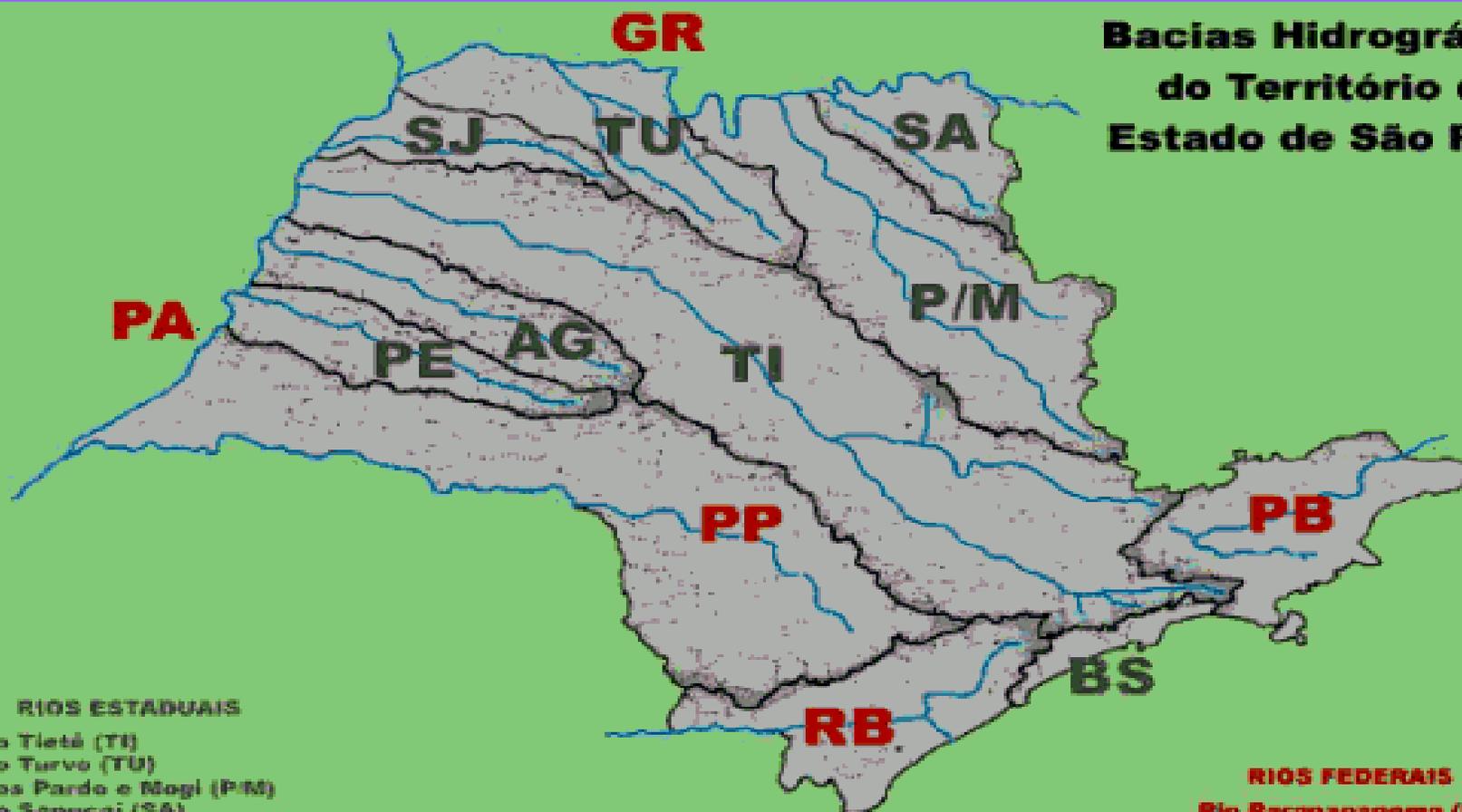




U N I C A M P

# ESTADO DE SÃO PAULO

**Bacias Hidrográficas  
do Território do  
Estado de São Paulo**



**RIOS ESTADUAIS**

- Rio Tietê (TI)
- Rio Turvo (TU)
- Rios Pardo e Mogi (P/M)
- Rio Sapucaí (SA)
- Rio Aguapeí (AG)
- Rio Peixe (PE)
- Baixada Santista (BS)
- Rio São José dos Dourados (SJ)

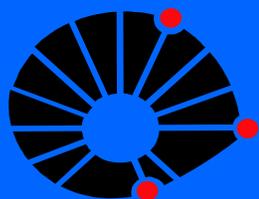
**RIOS FEDERAIS**

- Rio Paranapanema (PP)
- Rio Ribeira de Iguape (RB)
- Rio Paraíba do Sul (PB)
- Rio Paraná (PA)
- Rio Grande (GR)

# ÁGUAS URBANAS

Um grande percentual da população brasileira, vivem na área urbana.

Conseqüentemente, a geração de sedimentos e efluentes afetam a qualidade da água com sérios problemas ambientais em grande parte das cidades brasileiras, principalmente nos períodos chuvosos com muitas enchentes;



U N I C A M P

# JARDIM BEL MONTE SOUSAS



# HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA DE ENCHENTES



ENCHENTE DO RIO ATIBAIA - SOUSAS - 1905

**RIBEIRÃO DAS CABRAS EFEITO DO ROMPIMENTO DE AÇUDES.**

**16 DE FEVEREIRO DE 2002**

**JOAQUIM EGÍDIO (CENTRO)**



# RIBEIRÃO DAS CABRAS EFEITO DO ROMPIMENTO DE AÇUDES.

## SOUSAS (CENTRO)



# LIXO URBANO

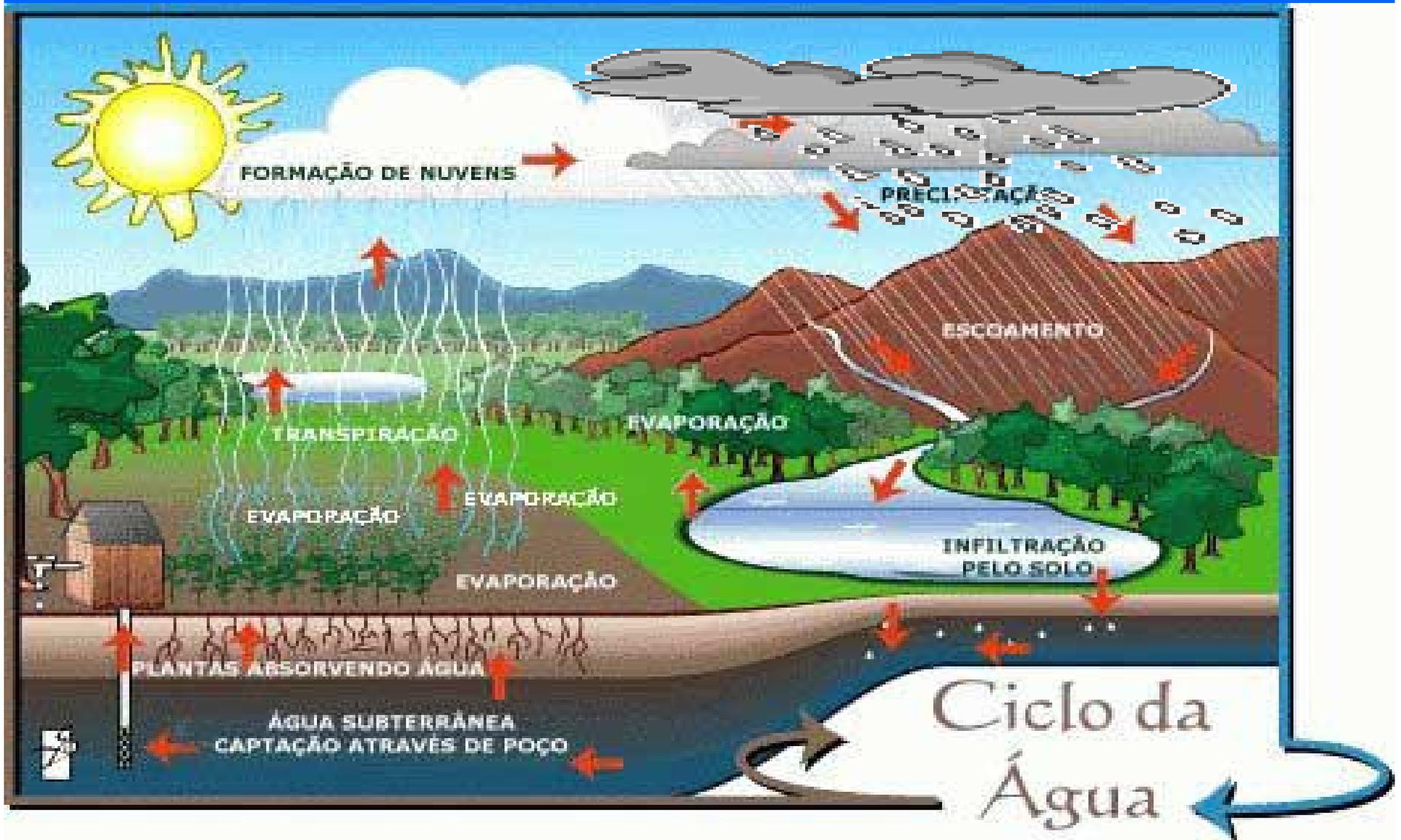


LARGO SÃO SEBASTIÃO-SOUSAS

# LIXO URBANO



# CICLO HIDROLÓGICO



# PRECIPITAÇÃO



A **precipitação** é a água proveniente do vapor de água da atmosfera que se depositam na superfície terrestre em forma, de chuva, granizo, orvalho, neblina, neve ou geada.

# PRECIPITAÇÃO

Tipos de precipitações.

Pluviometria.

Processamento de dados pluviométricos.

Precipitação média em uma bacia.

Frequência.

Chuvas Intensas.

# CHUVAS CONVECTIVAS

CHUVAS DE VERÃO



CHUVAS LOCALIZADAS

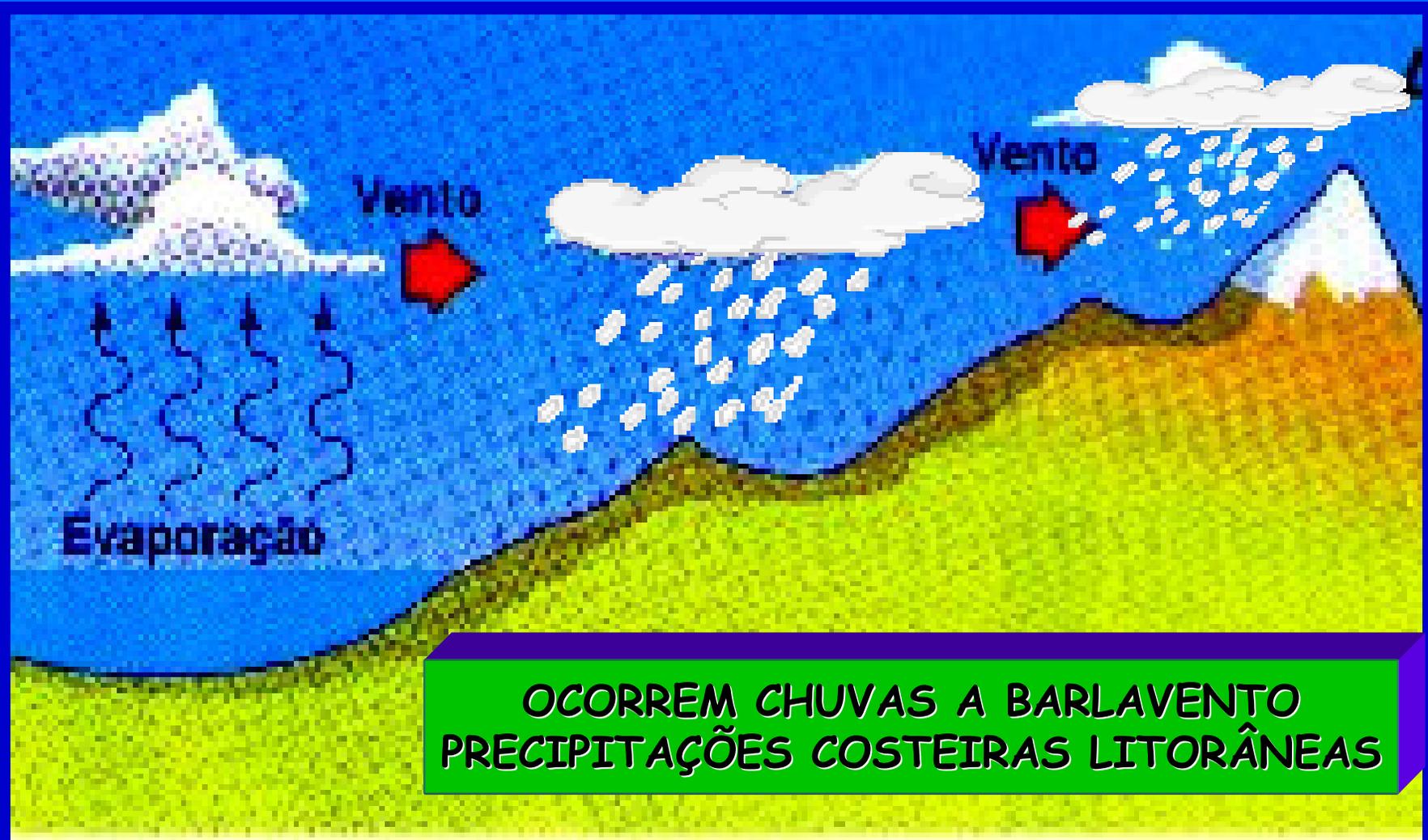
# TIPOS DE PRECIPITAÇÕES

## CONVECTIVAS

O ar é aquecido pela irradiação solar (foto período) aquecendo o solo e provocando a evaporação e a elevação pela atmosfera, até atingir o nível de condensação e se precipita em forma de chuvas.

São as conhecidas *chuvas de verão*, cuja característica é de grande intensidade e de curta duração, precedida de ventos fortes e descargas elétricas.

# CHUVAS OROGRÁFICAS



# TIPOS DE PRECIPITAÇÕES

## OROGRÁFICAS

Ventos quentes e úmidos provenientes do oceano encontram barreiras físicas (serras), sobem condensam e precipitam sobre áreas montanhosas (barlavento).

O vento que ultrapassa a barreira é seco (sotavento), retirando umidade do ambiente, podendo gerar áreas desérticas.

Atua sobre bacias pequenas com intensidade variável.

(Ubatuba- *Ubachuva* !-Bertioga- *Bertiágua* !).

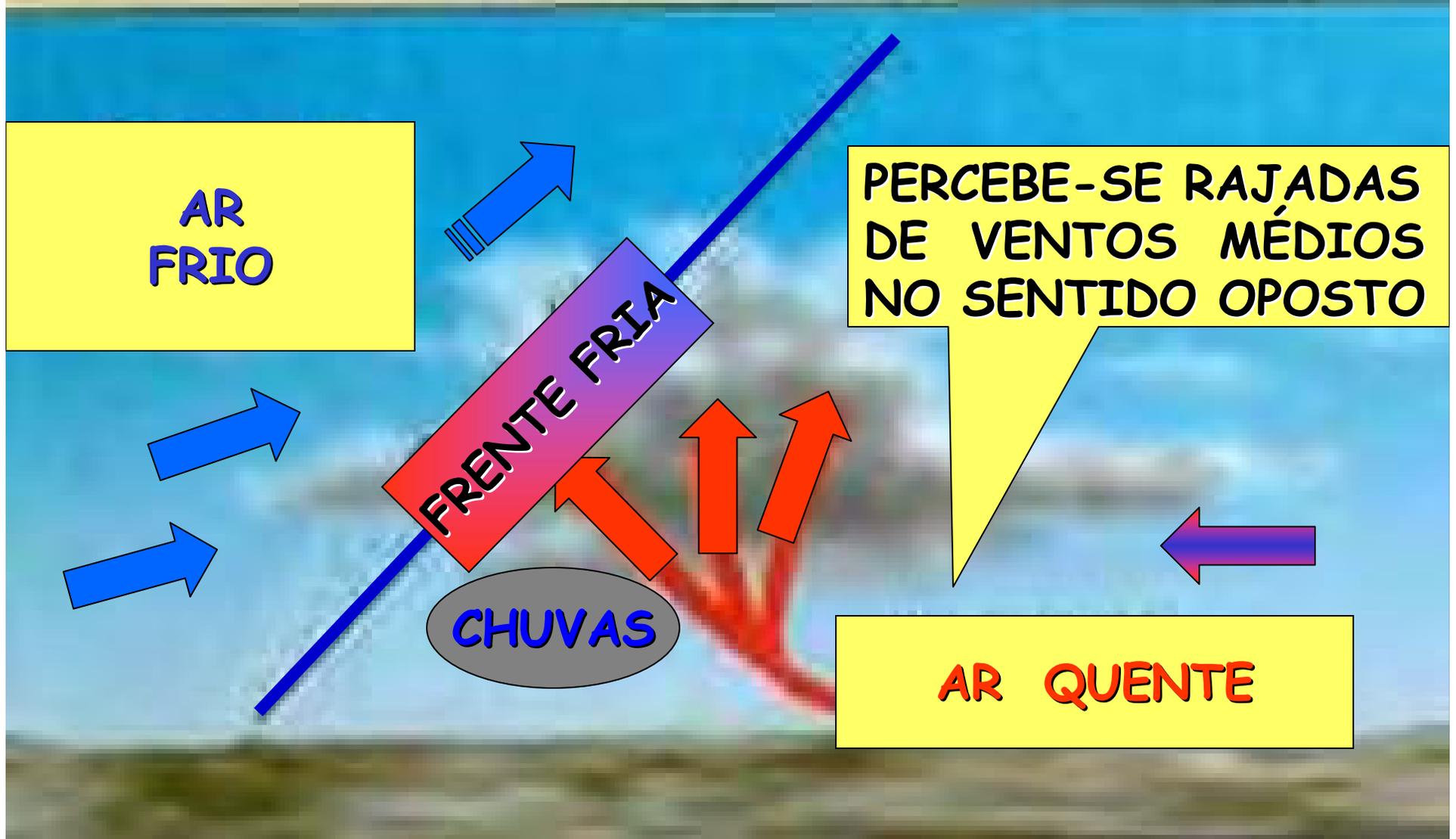
# CHUVAS FRONTAIS

Sentido do deslocamento

Chuvas de outono, *inverno* e primavera



# MASSAS DE AR



# TIPOS DE PRECIPITAÇÕES

## FRONTAIS

Interação de massas de ar quente e frias.

O ar quente, expandido se eleva no contato com o ar frio.

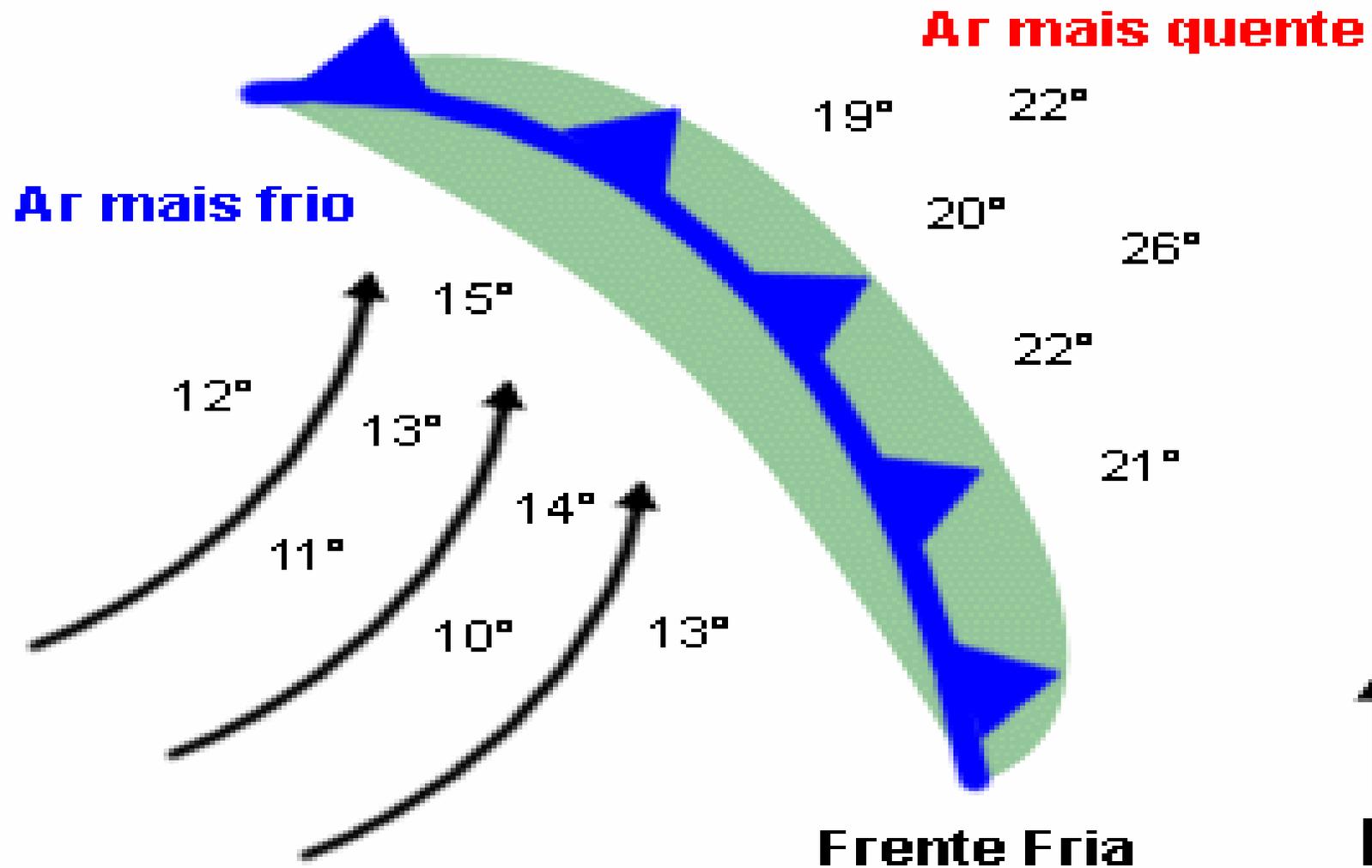
Na elevação, o ar condensa e provocam as precipitações.

A atividade é ampla e abrange grandes bacias com intensidade variável e intermitentes.

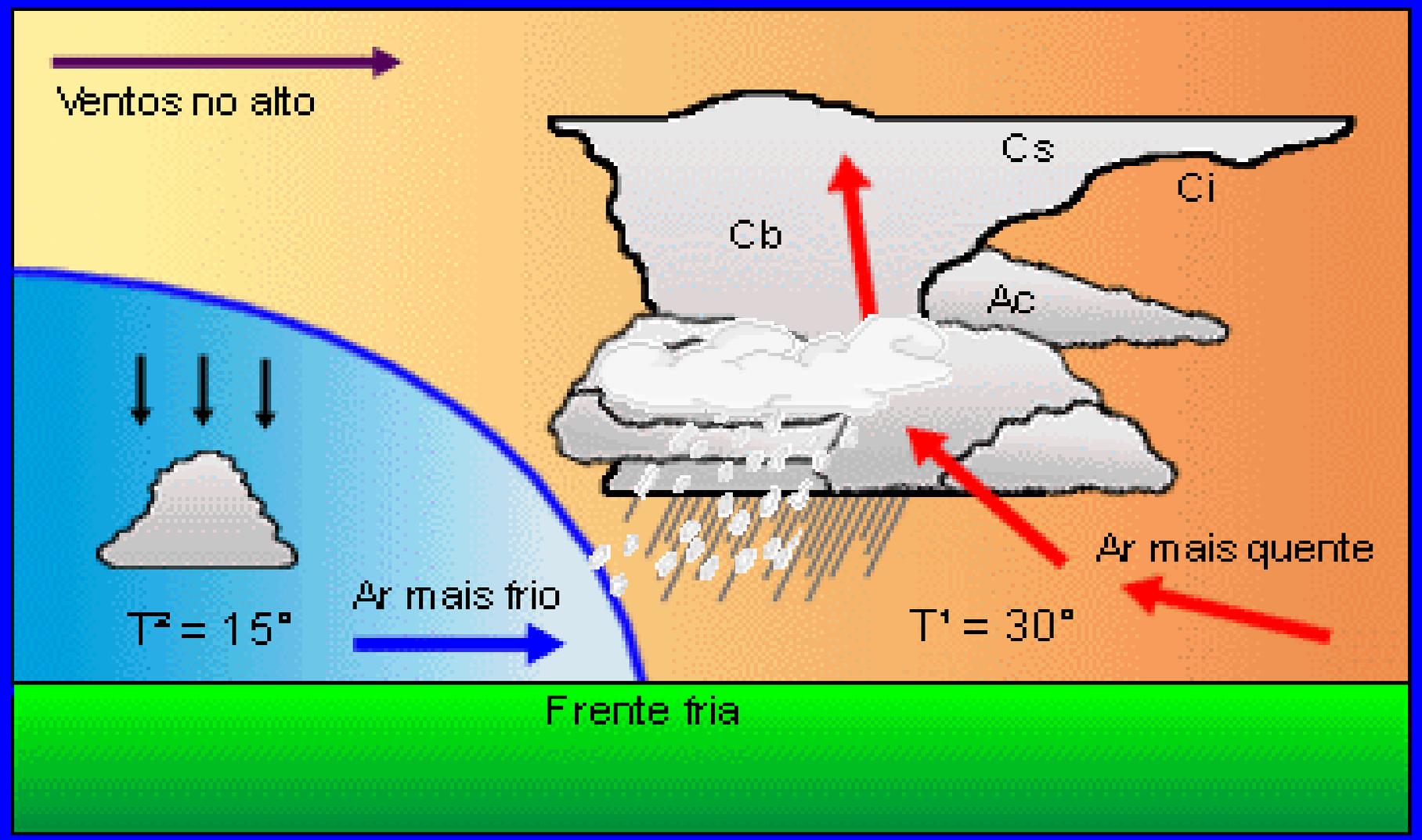
Consequentemente, com a diminuição do ponto de saturação da atmosfera, passam a ocorrer as precipitações.

As frentes frias rápidas provocam precipitação do tipo pancadas, enquanto as frentes frias lentas ( **estacionárias** ) provocam precipitação de caráter contínuo ( **chuvas intermitentes** ).

# FRENTE FRIA



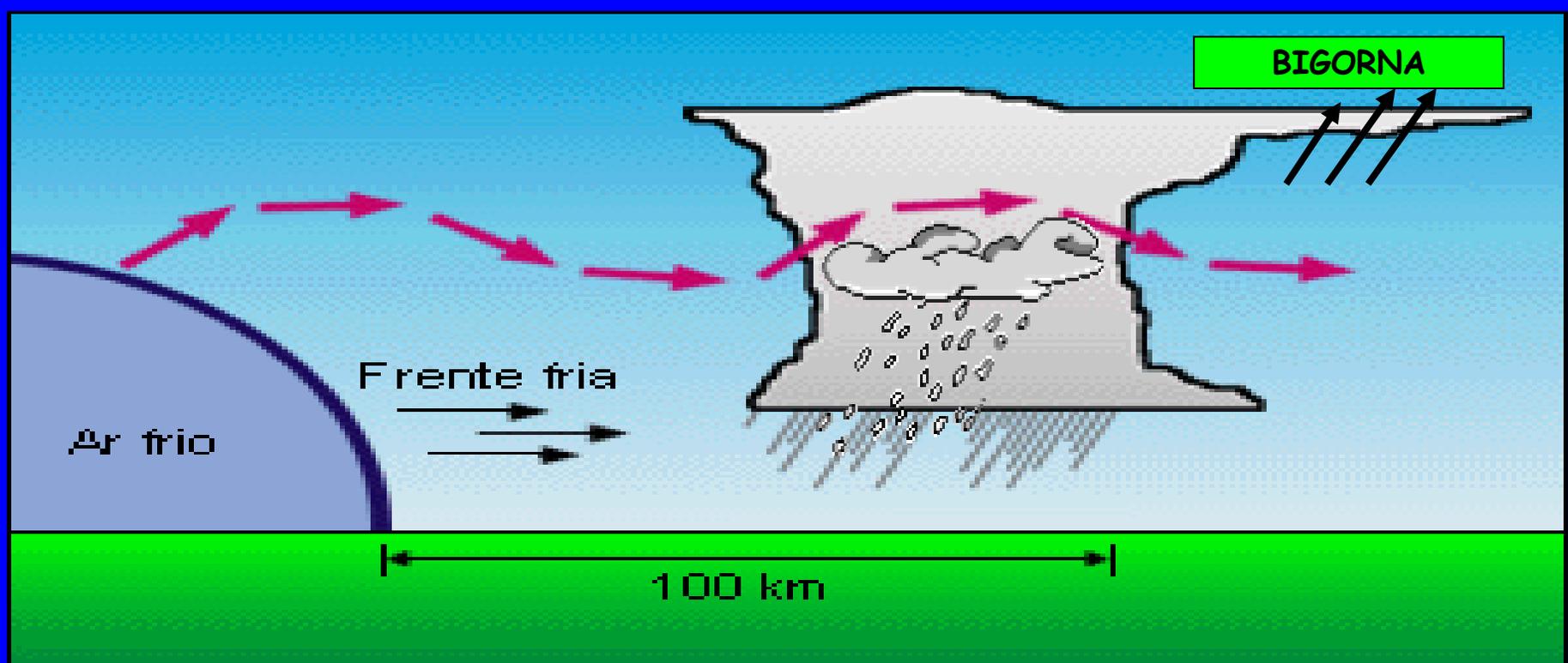
# FRENTE FRIA



# APROXIMAÇÃO DA FRENTE FRIA



Observe na figura, o cavado da onda (**setas**) que inibem a formação de nuvens, enquanto que a crista da onda, a 100 km. antes da frente fria, favorecem a elevação do ar onde as nuvens e trovoadas se formam cessando a instabilidade.



# NUVEM VERTICAL (SUPERCÉLULAS)

**BIGORNA**

Aspecto leitoso  
no ápice das nuvens



As correntes de ar descendentes das células de descargas elétricas e de trovoadas produzem um avanço em forma cunha de ar frio.

A borda principal deste avanço de ar frio é típica de uma frente de rajadas.

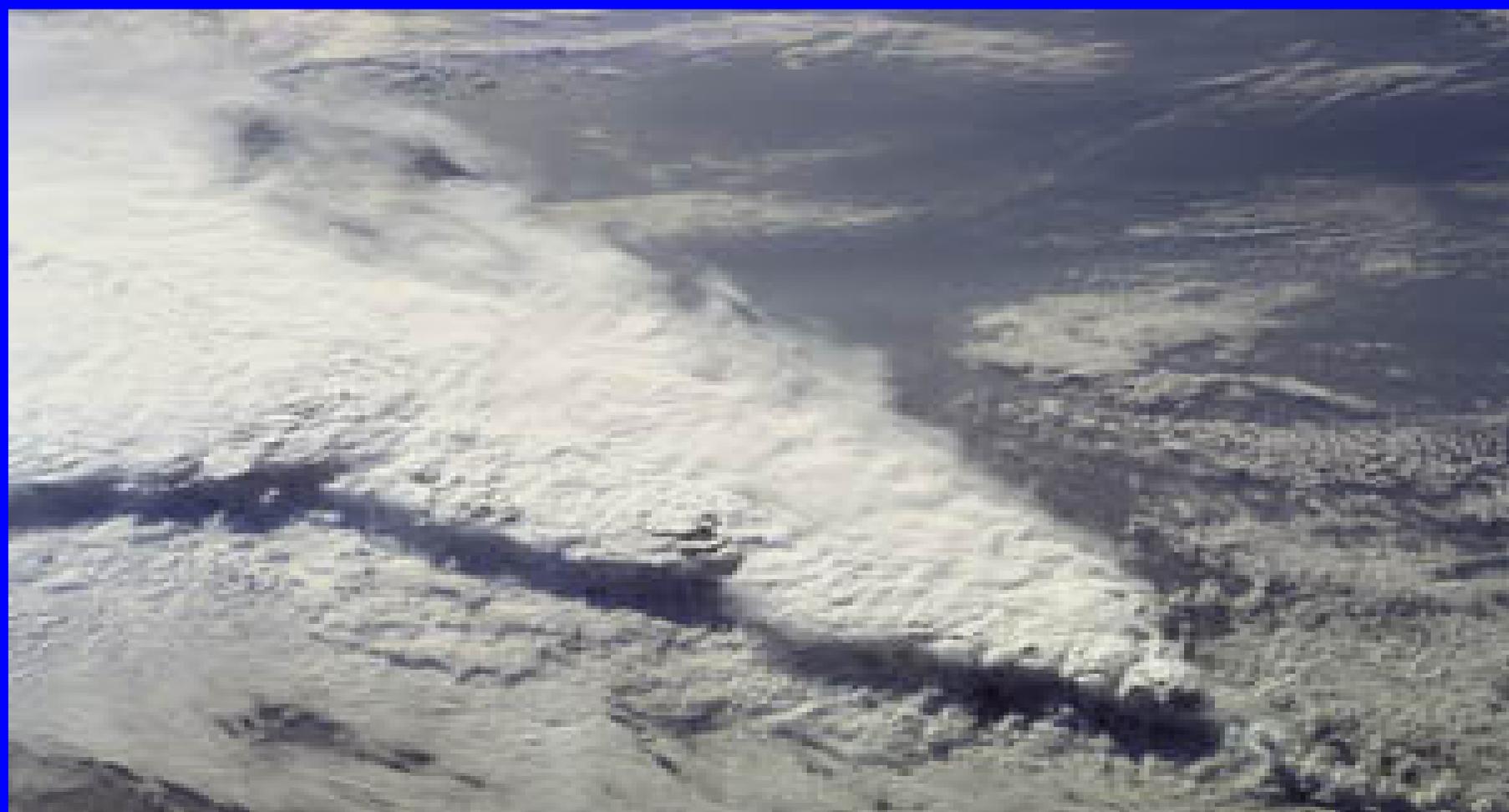
A elevação do ar quente que acompanha a frente de rajada inicia e desenvolvem novas células antes da linha efetiva de instabilidade dominar.

A linha de instabilidade geralmente atua antes ou paralelo à frente fria numa velocidade maior que a da frente fria.

As linhas de instabilidade podem ser tão severas quanto as trovoadas de supercélulas.

Linha de instabilidade, vista no espaço (**NASA**).

Uma súbita mudança de direção de vento, temperaturas mais frias, e pés de ventos podem ocasionar muitos danos, e também são comuns com **muitas instabilidades**.



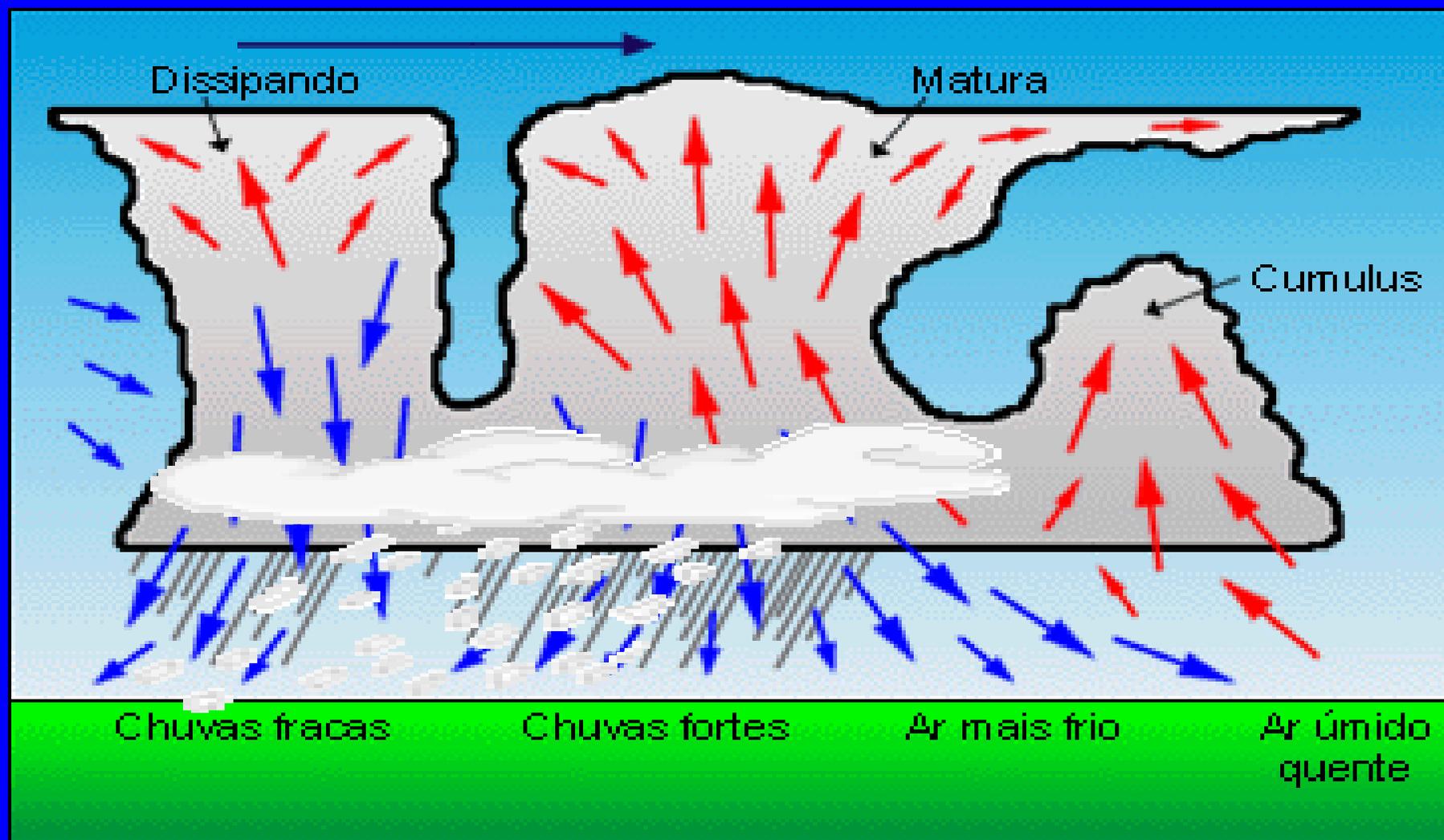
# CHUVA COM RAJADAS

São fortes e devastadoras



# SUPER CÉLULAS

“NUVENS DE DESENVOLVIMENTO VERTICAL”

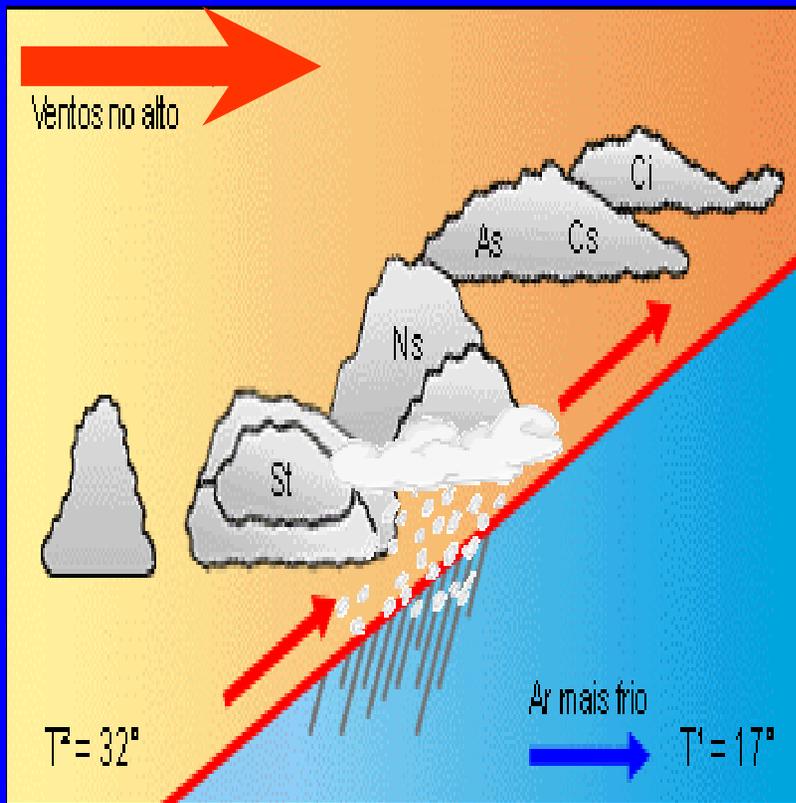


# DESCARGAS ELÉTRICAS



AS DESCARGAS ELÉTRICAS OCORREM DE NUVEM PARA NUVEM,  
DE NUVEM PARA A TERRA E DE TERRA PARA A NUVEM.

# FRENTE QUENTE

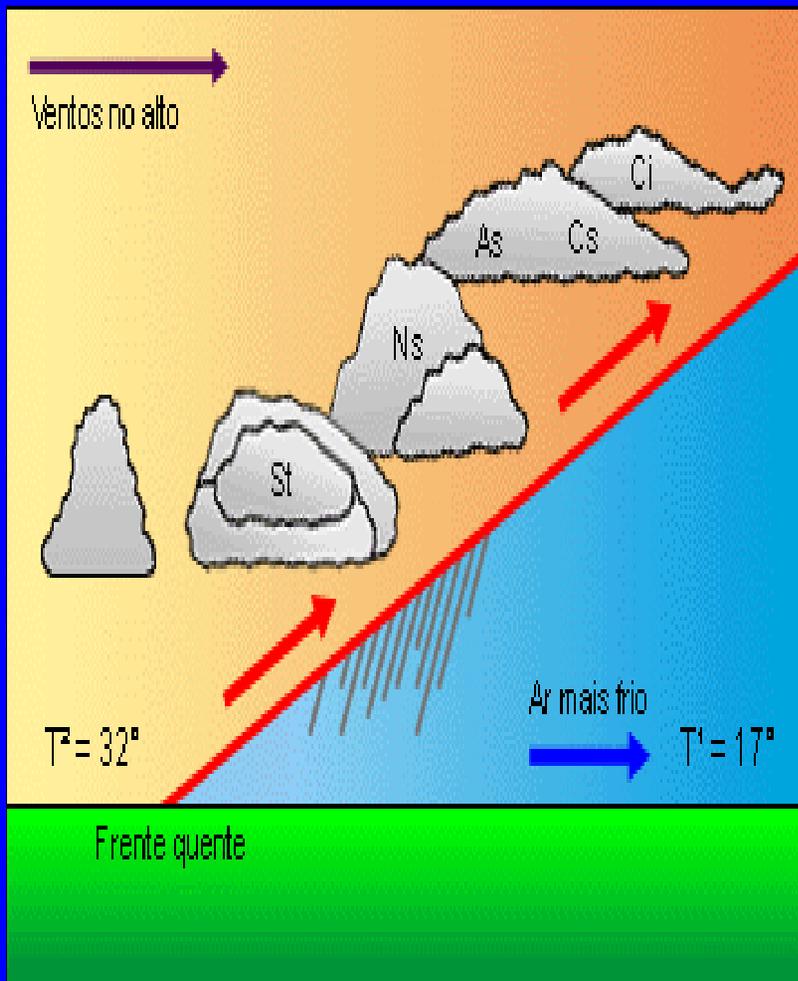


**FRENTE  
QUENTE**

Quando o ar quente avança sobre o ar frio temos uma **frente quente**.

Assim, o ar frio recua a baixa altitude, pois é mais denso, ao passo que o ar quente, sendo mais leve, toma uma forma de rampa deixada pelo ar frio.

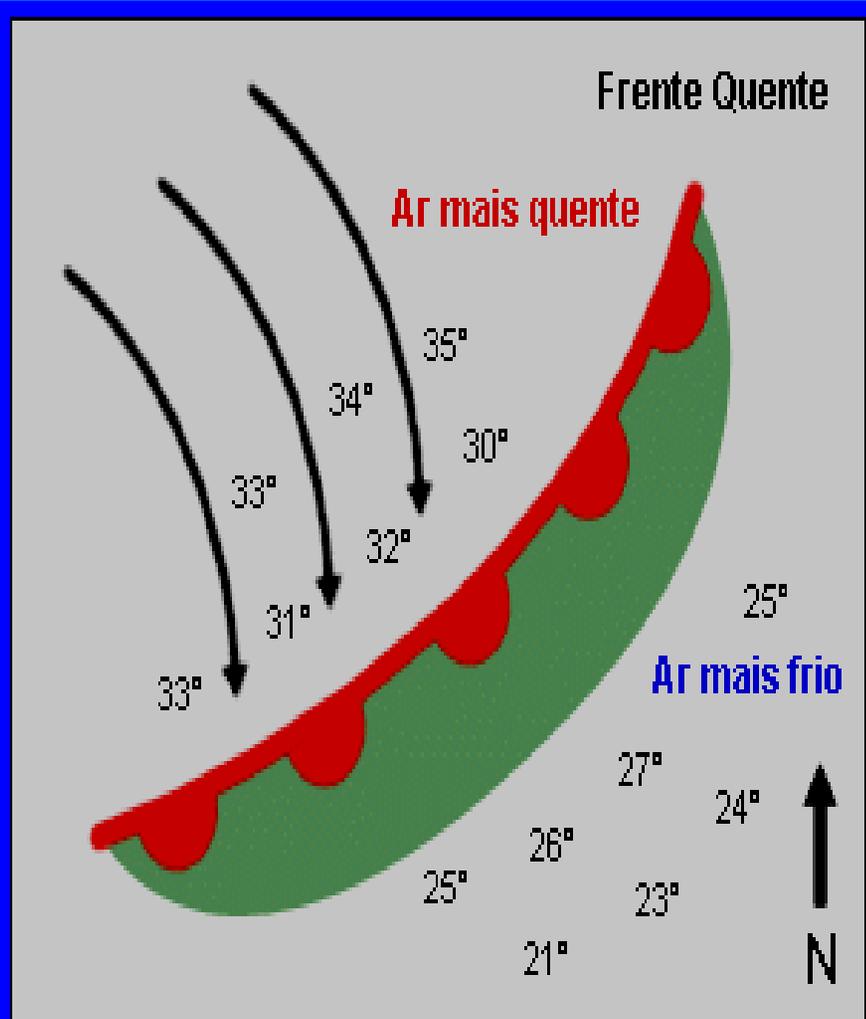
# FRENTE QUENTE



Quando o ar quente avança sobre o ar frio temos uma **frente quente**.

Assim, o ar frio recua a baixa altitude, pois é mais denso, ao passo que o ar quente, sendo mais leve, toma uma forma de rampa deixada pelo ar frio.

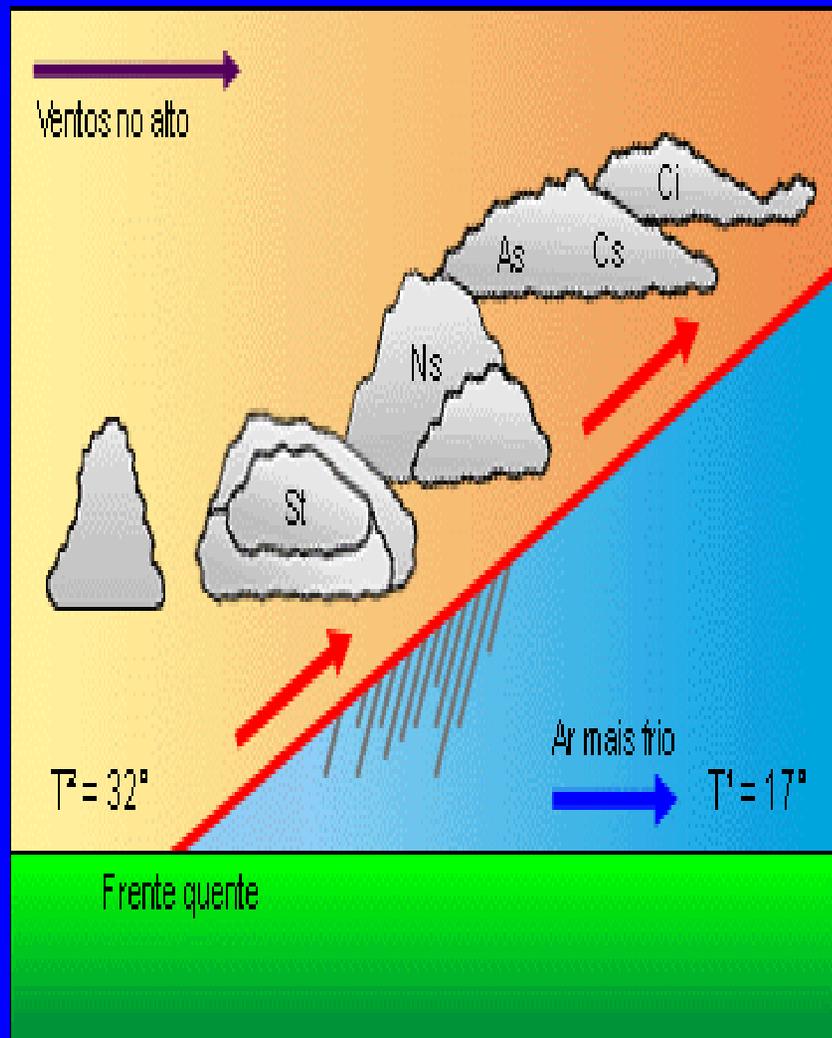
# FRENTE QUENTE



O domínio de uma frente quente abrange uma área extensa, e na vanguarda, além de provocar aumento de temperatura, deixa predominar uma intensa nebulosidade.

Nos mapas sinóticos, as frentes quentes são representadas por uma linha com semi-círculos, direcionados para o ar mais frio (**veja ao lado**).

# FRENTE QUENTE



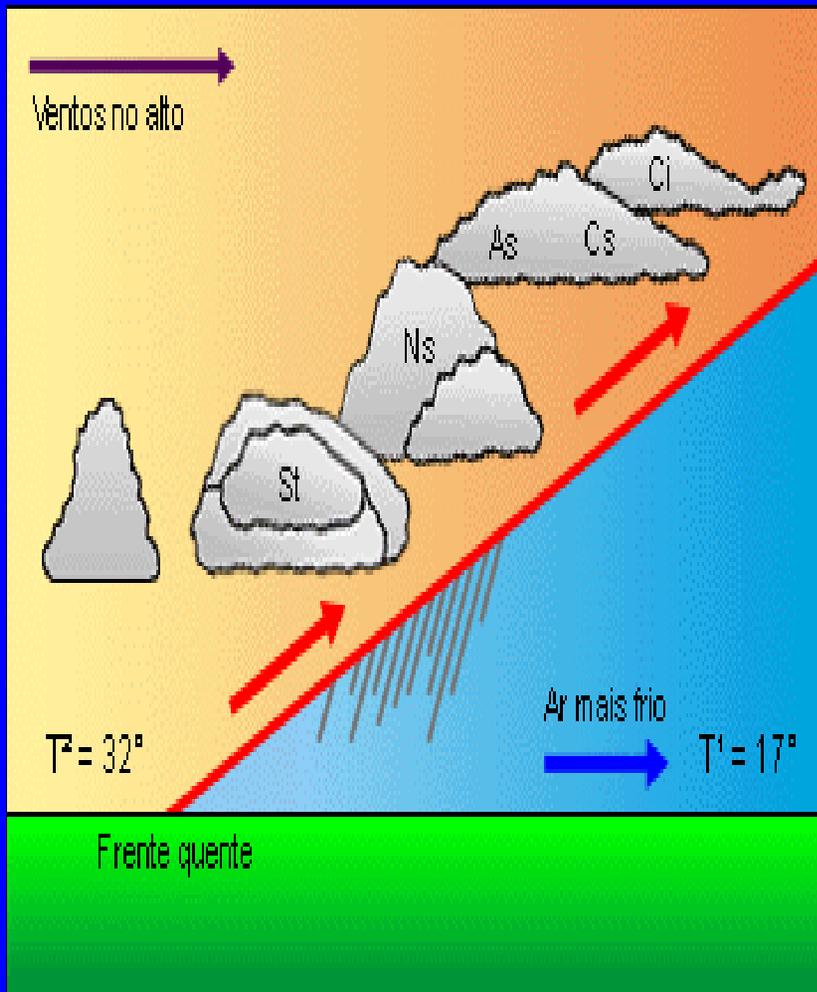
Assim que o ar frio retrocede, o atrito com a terra reduz extremamente o avanço da posição na superfície (**rugosidade da superfície**).

O limite separando as massas de ar, requer uma inclinação muito gradual.

A inclinação média de uma frente quente é somente **1 : 200**.

“200 km. na horizontal equivale a 1 km. metros na vertical”.

# FRENTE QUENTE

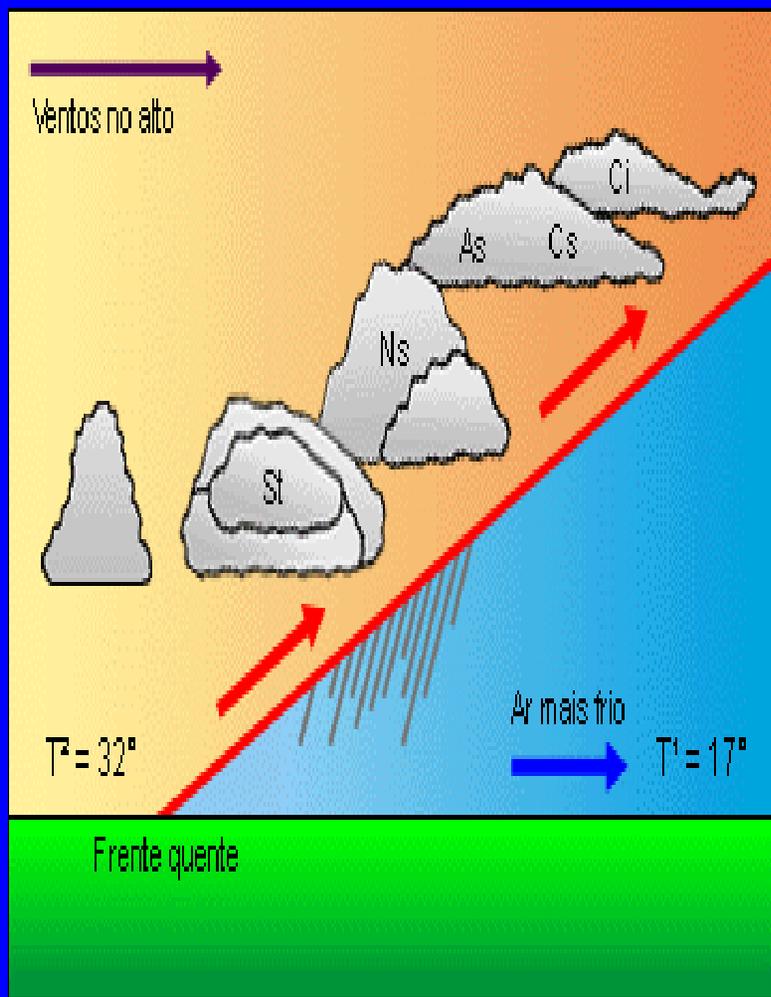


A velocidade média de deslocamento é de 25 km/h.

Durante o dia, quando a mistura ocorre nas duas faces da frente, o movimento pode ser mais rápida.

Movem em uma série de saltos rápidos, mas durante a noite, a radiação resfriada cria ar mais frio e denso na superfície atrás da frente.

# FRENTE QUENTE



Na medida em que o ar quente ascende sobre a cunha recuada de ar frio, ele se expande, resfria e condensa em nuvens com precipitações.

A evidência de uma típica frente quente em aproximação, são as nuvens cirrus (Ci). “ Rabo de égua - Rabo de galo ”