

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
 CAMPUS DE JI-PARANÁ
 DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL
 CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

UNIR


DEA
 Departamento de Engenharia Ambiental

Climatologia

Prof.^a Renata Gonçalves Aguiar

1

2.3 – Umidade do Ar Cont.



Fonte: climareambiente.wordpress

2

Umidade do Ar

A água na atmosfera e suas mudanças de fase desempenham papel importantíssimo em diversos processos naturais:

- Transporte e distribuição de calor
- Absorção da radiação
- Evaporação/Evapotranspiração

3

Umidade do Ar

Afeta vários aspectos relacionados à agricultura, silvicultura, pecuária e conservação de alimentos:

- Conforto térmico
- Incêndios florestais
- Consumo hídrico das plantas
- Relação plantas-doenças/pragas
- Secagem, armazenamento e processamento de grãos



4

Umidade do Ar

Pode ser descrita de várias maneiras. Quais conhecem?

- Umidade relativa
- Umidade específica
- Pressão de vapor

5

Umidade do Ar

Lei de Dalton

A pressão atmosférica (P_{atm}) é igual à soma das pressões parciais exercidas por todos os constituintes atmosféricos.

$$P_{atm} = P_N + P_O + \dots + P_{CO_2} + P_{O_3} + P_{H_2Ov}$$

$$P_{atm} = P_{Ar\ Seco} + P_{H_2Ov}$$

6

Umidade do Ar

Pressão de vapor do ar saturado (e_s): pressão parcial exercida pelo vapor d'água, em condições de saturação.

Pressão de vapor (e): pressão real de vapor d'água na atmosfera.

São expressos em unidade de pressão.

$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 1013,3 \text{ mb} = 1013,3 \text{ hPa} = 101,33 \text{ kPa}$

7

Umidade Específica do Ar

É a massa de vapor d'água contida na unidade de massa do ar.

$$q = \frac{0,622e}{P - 0,378e}$$

q = umidade específica do ar (g de vapor d'água/kg de ar).
 e = pressão real do vapor d'água na atmosfera (hPa).
 P = pressão atmosférica local (hPa).

8

Umidade Específica do Ar

Fórmulas

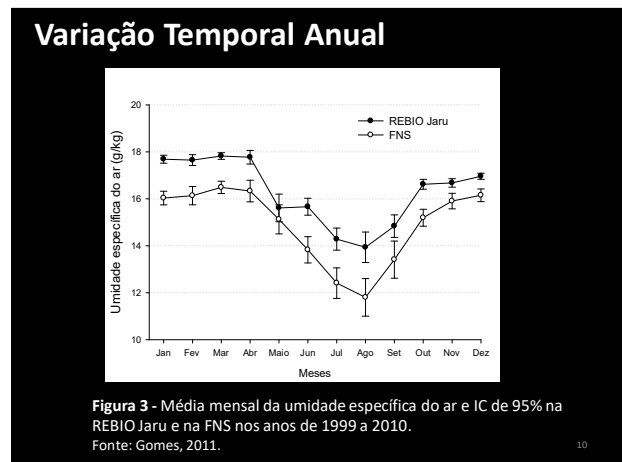
$$e = \frac{URxe_s}{100}$$

$$e_s = 6,1078 \times 10^{\left(\frac{7,5t}{237,3+t}\right)}$$

para $t \geq 0 \text{ } ^\circ\text{C}$

UR = umidade relativa do ar (%)
 e = pressão real do vapor d'água na atmosfera (hPa)
 e_s = pressão do vapor d'água do ar saturado (hPa), equação de Tetens
 t = temperatura do ar ($^\circ\text{C}$)

9



10

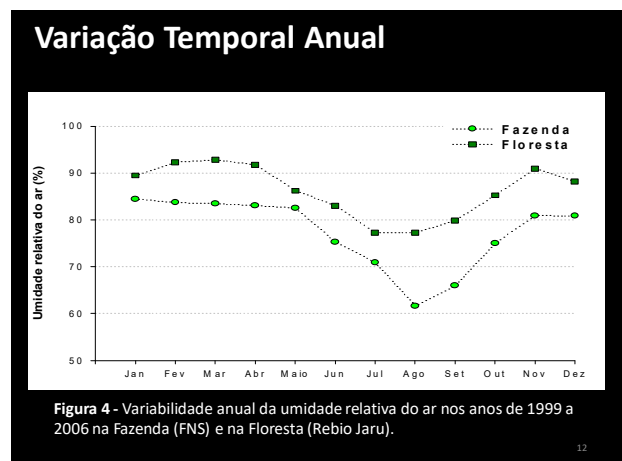
Umidade Relativa do Ar

É a relação entre a quantidade de vapor d'água presente e aquela que prevaleceria em condições saturadas, à mesma temperatura.

$$UR = \frac{e}{e_s} \times 100$$

UR = umidade relativa do ar (%)
 e = pressão real do vapor d'água na atmosfera (hPa)
 e_s = pressão do vapor d'água do ar saturado (hPa)

11



12

Variação Temporal Anual

Na escala anual, a UR média mensal acompanha basicamente o regime de chuvas, pois havendo água na superfície haverá vapor d'água no ar.

Em Manaus a UR é sempre maior que nas duas outras localidades, devido à estação seca ser mais curta e menos intensa.

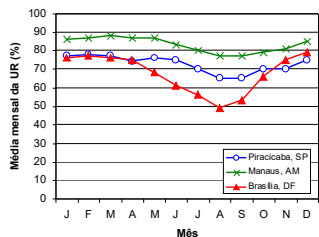


Figura 5 – Variação anual da umidade relativa do ar.

13

Variação Temporal

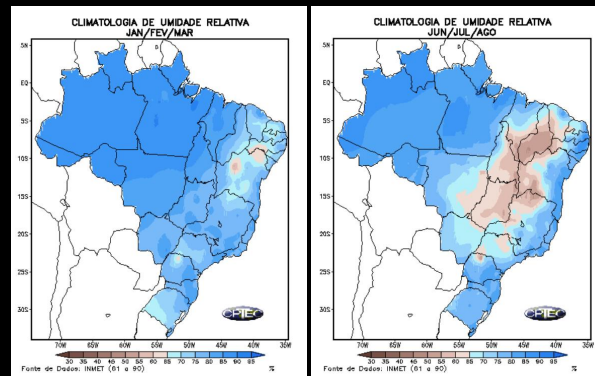
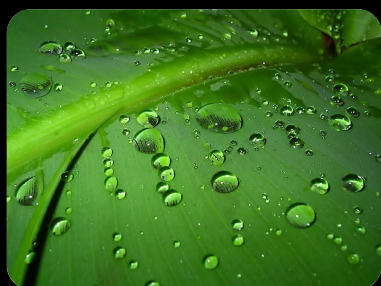


Figura 6 - Variação da umidade relativa do ar no Brasil.

14

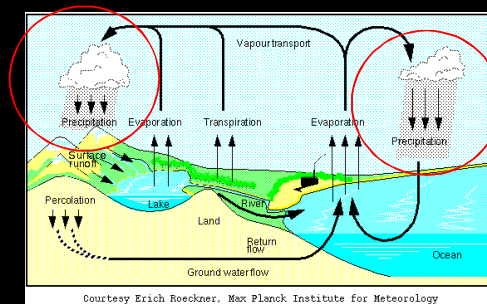
2.4 – Chuva



Fonte: nosoutdoors

15

Chuva

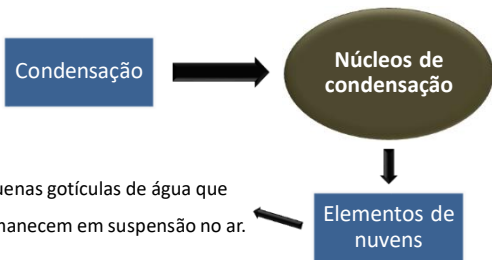


Fonte: Semelhar e Angebot, [5]

É a forma principal pela qual a água retorna da atmosfera para a superfície terrestre.

16

Formação das Chuvas



17

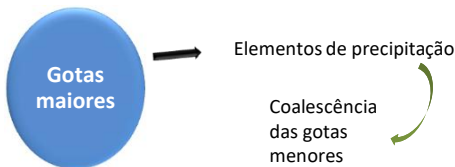
Formação das Chuvas



18

Formação das Chuvas

O processo de condensação por si só não é capaz de promover a ocorrência de precipitação, pois nesse processo são formadas gotículas muito pequenas (elementos de nuvem).



19

19

Formação das Chuvas

Coalescência das gotas

A coalescência (do latim, *coalescere*, “aderir, unir, aglutinar”) é um processo que promove uma rápida união de um grande número de elementos de nuvem até um tamanho suficiente para transformá-los em elementos de precipitação.

1 gota de chuva = colisão de até 10 milhões de gotículas de nuvens.

20

20

Formação das Chuvas

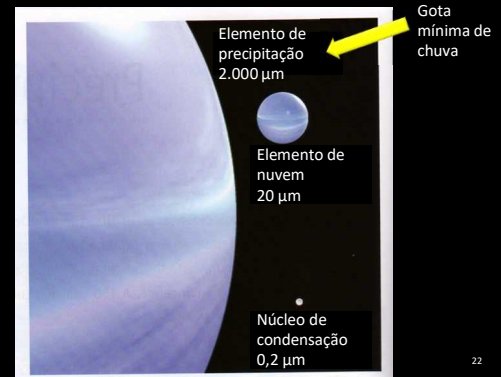
Coalescência das gotas

As gotas chegarão à superfície terrestre se a massa dos elementos de precipitação forem de tal ordem que resistam ao trajeto de queda, pois durante esse a gota diminui sua massa, reevaporando com o atrito gerado com a atmosfera.

21

21

Formação das Chuvas



22

22

Medida da Chuva

A medida da chuva é feita pontualmente em estações meteorológicas, tanto automáticas como convencionais.

23

23

Medida da Chuva


$$h = \text{Volume precipitado} / \text{Área de captação}$$

Se 1 litro de água for captado por uma área de 1 m², a lâmina de água coletada terá a altura de 1mm. Ou seja, 1mm = 1L / 1m².

24

24

Chuva Convectiva




O ar úmido aquecido na vizinhança do solo fica menos denso sobe, diminui a temperatura, condensa e precipita.

São formações locais com pequena abrangência espacial e alta intensidade. Atinge principalmente pequenas bacias.

Ocorre principalmente no verão em climas tropicais.

25

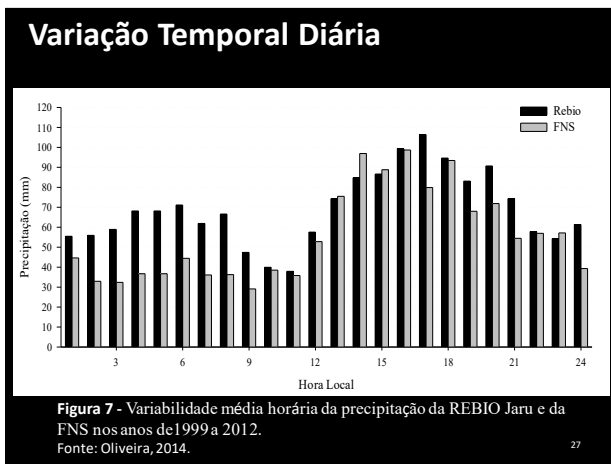
Chuva Convectiva



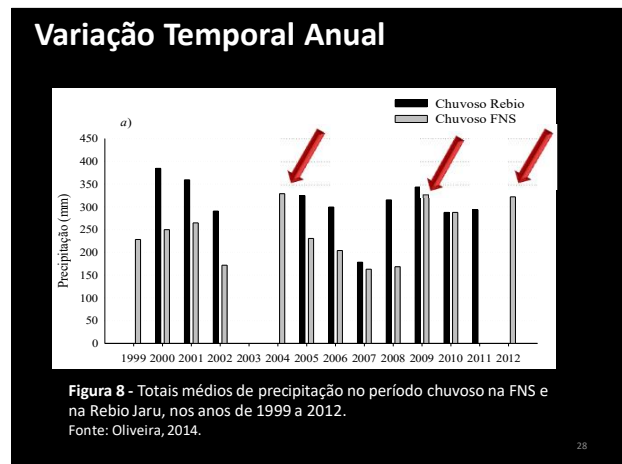
Características da chuva convectiva

- Intensidade:** moderada a forte, dependendo do desenvolvimento vertical da nuvem
- Predominância:** no período da tarde/início da noite
- Duração:** curta a média (minutos a horas)

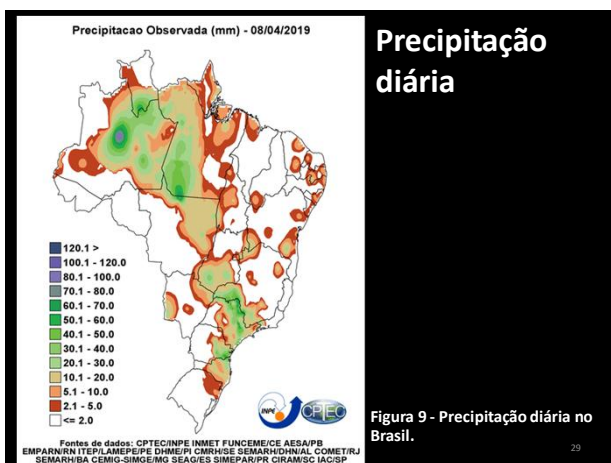
26



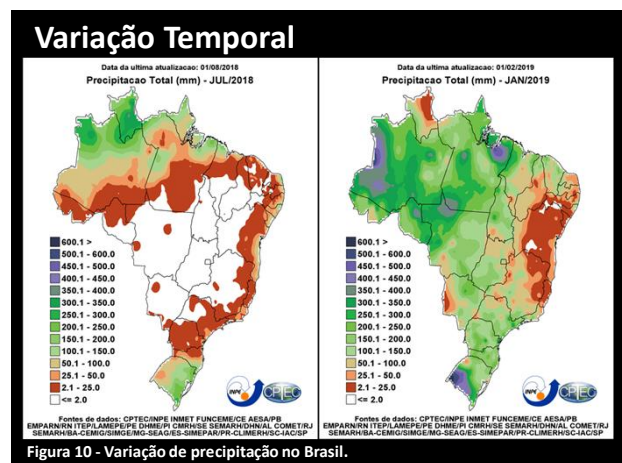
27



28



29



30

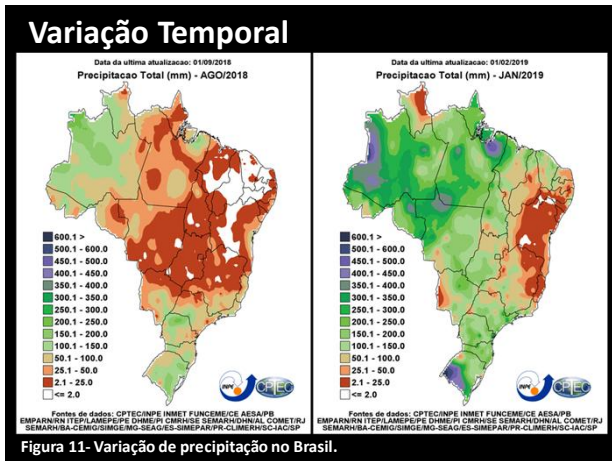


Figura 11- Variação de precipitação no Brasil.

31

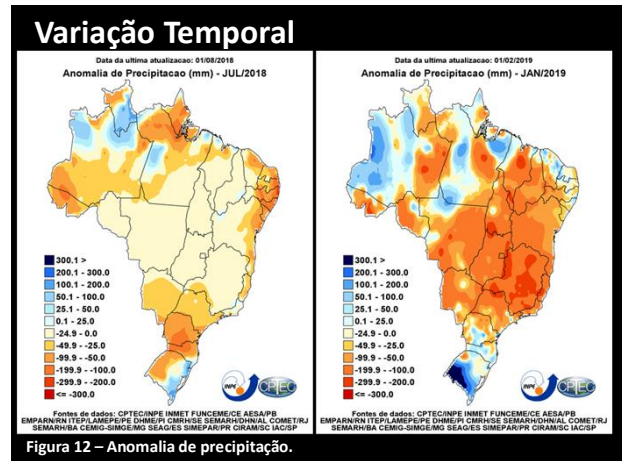


Figura 12 – Anomalia de precipitação.

32

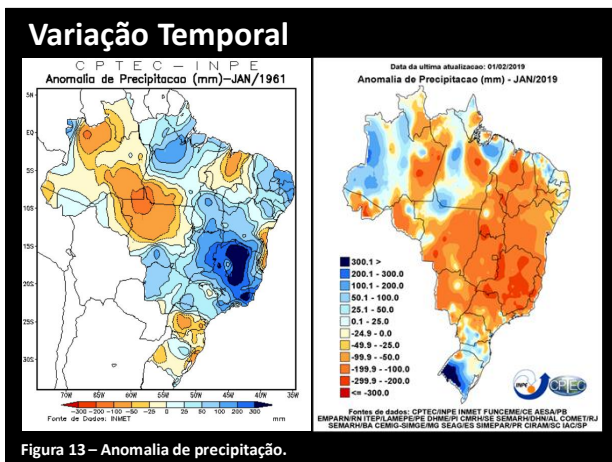


Figura 13 – Anomalia de precipitação.

33

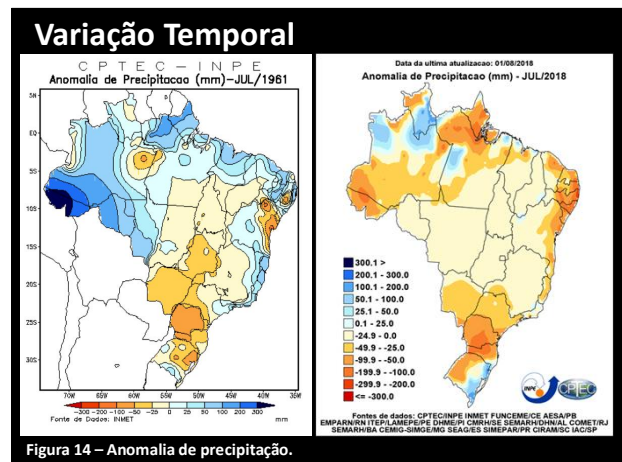



Figura 14 – Anomalia de precipitação.

34

Extremos

Quais foram as maiores cheias?

3. Ocorrência de eventos extremos no rio Negro em Manaus
Rio Negro em Manaus – 14990000



Nº de ordem	Ano	Cota máxima (cm)	Mês
1	2012	2997	Mai
2	2009	2977	Junho
3	1953	2969	Junho
4	2015	2966	Junho
5	1976	2961	Junho

Tabela III: Maiores Cheias no Porto de Manaus

Cheia máxima: 29 de maio de 2012
Cota: 29,97 m

Fonte: CPRM (2018).

35

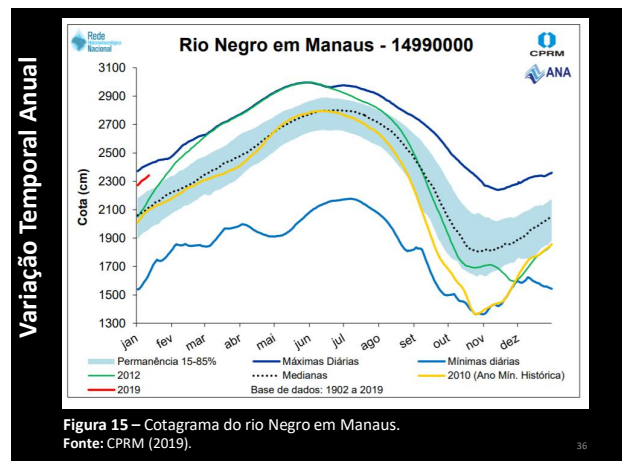


Figura 15 – Cotagrama do rio Negro em Manaus. Fonte: CPRM (2019).

36

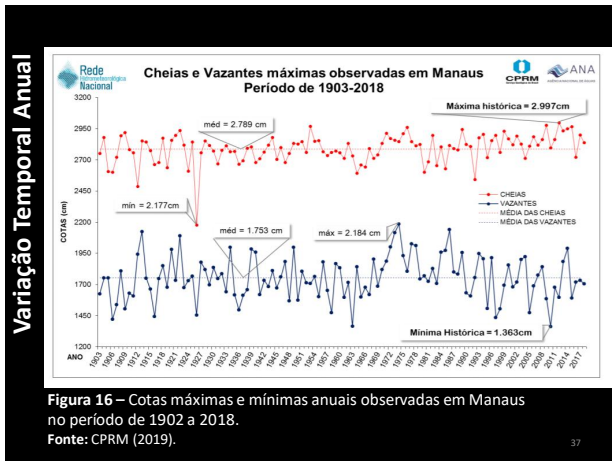


Figura 16 – Cotas máximas e mínimas anuais observadas em Manaus no período de 1902 a 2018. Fonte: CPRM (2019).

37

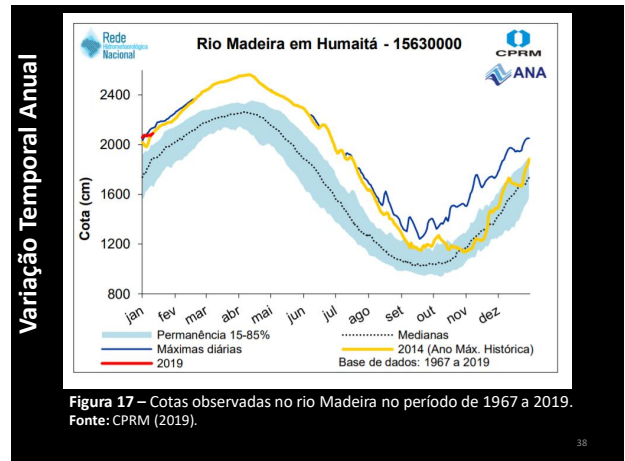


Figura 17 – Cotas observadas no rio Madeira no período de 1967 a 2019. Fonte: CPRM (2019).

38

Curiosidades

Brasil: o país dos 100 milhões de raios

Fonte: Fon e Zanchetta (2016).

39

Curiosidades

Brasil: o país dos 100 milhões de raios

60% têm carga +
Mais destrutivos

De acordo com o INPE 90% dos raios do mundo têm carga negativa.

Fonte: Super Interessante (2016).

40

Curiosidades

Brasil: o país dos 100 milhões de raios

Mortes e prejuízos

Calcula-se que mais de 100 brasileiros morram todos os anos vítimas de raios (positivos e negativos).

Fonte: Fon e Zanchetta (2016).

41

Curiosidades

Brasil: o país dos 100 milhões de raios

Mortes e prejuízos

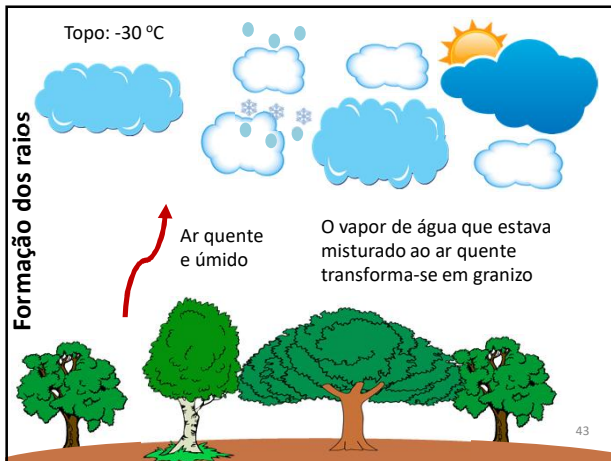
Eletropaulo relatou 974 casos de falhas ou interrupções da rede elétrica causadas pelos raios em 2015.

Um grande *blackout* em toda a região da Grande São Paulo por uma hora

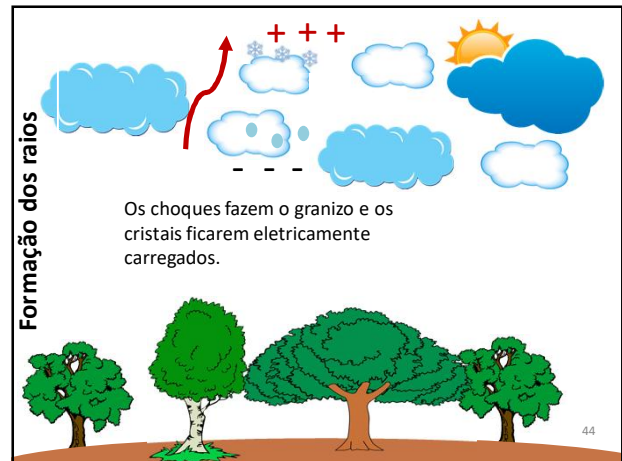
Perda de 30 milhões de dólares

Fonte: Fon e Zanchetta (2016).

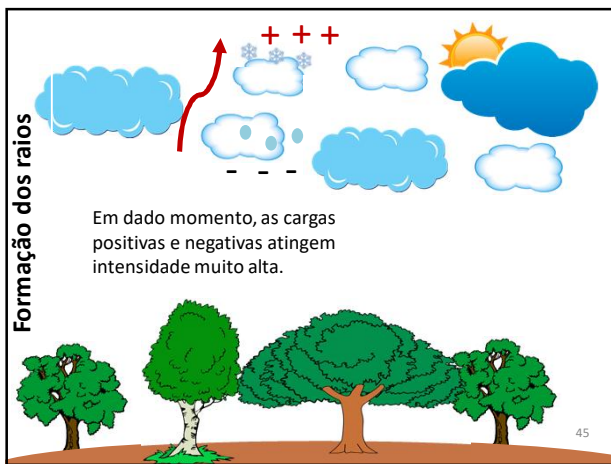
42



43



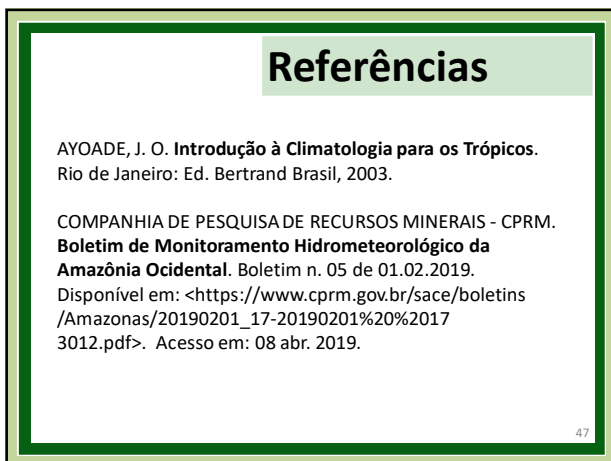
44



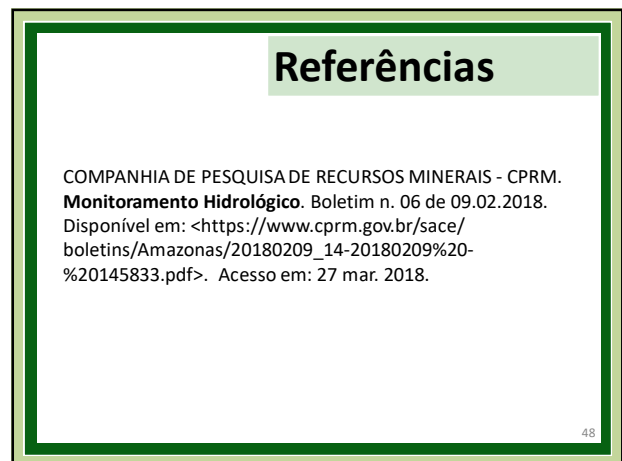
45



46



47



48

Referências

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL – DEA/UNIR.
Norma Interna para Apresentação de Trabalhos Acadêmicos: Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação, Pós-graduação e Projeto de Pesquisa do Departamento de Engenharia Ambiental. Ji-Paraná, 2011. 55 p.

FISCHER, G. R. **Notas de Aula de Climatologia**, 2011.

49

49

Referências

FON, A. C.; ZANCHETTA, M. I. Brasil: o país dos 100 milhões de raios. **Super Interessante**, São Paulo, 31 out. 2016.

GOMES, J. B. **Conversão de florestas tropicais em sistemas pecuários na Amazônia:** quais são as implicações no microclima da região? 2011. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Rondônia - *Campus* de Ji-Paraná, Ji-Paraná, 2011.

50

50

Referências

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Clima monitoramento Brasil**. Disponível em: <<http://clima1.cptec.inpe.br/monitoramentobrasil/pt>>. Acesso em: 08 abr. 2019.

MARENGO, J. A. **Mudanças Climáticas Globais e seu Efeito sobre a Biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia:** noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2007.

51

51

Referências

OLIVEIRA, M. A. **Caracterização da Precipitação em Área de Floresta e Pastagem no Sudoeste da Amazônia**. 2014. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Estatística) – Departamento de Matemática e Estatística, Universidade Federal de Rondônia - *Campus* de Ji-Paraná, Ji-Paraná, 2014.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia Vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia:** fundamentos e aplicações. Guaíba: Agropecuária, 2002.

52

52

Referências

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Versão digital 2, Recife, 2006.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia Básica e Aplicações**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2012.

53

53