



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA  
CAMPUS DE JI-PARANÁ  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL



# Climatologia

Prof.<sup>a</sup> Renata Gonçalves Aguiar

## Artigo - Radiação Solar



Fonte: buyaueinfoclimatologia.com

### Artigo para a aula de hoje

Revista Brasileira de Meteorologia, v.24, n.3, 346-355, 2009

**PARTIÇÃO DO SALDO DE RADIAÇÃO EM ÁREAS DE FLORESTA AMAZÔNICA E FLORESTA DE TRANSIÇÃO AMAZÔNIA-CERRADO**

NARA LUIZA REIS DE ANDRADE<sup>1</sup>, RENATA GONCALVES AGUIAR<sup>2</sup>, LUCIANA SANCHES<sup>3</sup>,  
ÉDINA CRISTINA RODRIGUES DE FREITAS ALVES<sup>1</sup>, JOSÉ DE SOUZA NOGUEIRA<sup>1</sup>

## 2.2 – Temperatura do Ar e do Solo



Prof. R. G. Aguiar

# Temperatura do Ar

## Registros Recentes

Década mais quente nos registros - 2000-09.

Desde 1998 foram registrados os 16 anos mais quentes.

Fonte: NASA

## Registros Recentes

### Primeiro semestre de 2015 foi o mais quente já registrado no mundo

Relatório mostra que a média de temperatura global da primeira metade do ano foi 0,85°C maior que o normal

Fonte: epoca.globo.com

7

## Registros Recentes

Climatologista da Universidade Estadual da Pensilvânia, Michael Mann calcula que, se não houvesse aquecimento global, as chances de que um ano com recorde de temperatura fosse superado pelo ano seguinte seria de apenas uma em cada 1.500.

Fonte: oglobo.globo.com

8

## Previsão para 2016

Met Office, instituto de meteorologia do Reino Unido, anunciou que há apenas 5% de chances de a temperatura média no mundo em 2016 ser inferior à de 2015.

Fonte: oglobo.globo.com

9

## Previsão para 2016

O que acham que aconteceu?

Fonte: oglobo.globo.com

10

## Previsão para 2016

### 2016 bate novo recorde de ano mais quente da história

Em 2016 a temperatura da superfície da Terra foi 0,94 °C mais alta do que a média registrada no século XX, segundo a Nasa e a Agência Oceânica e Atmosférica dos Estados Unidos (NOAA). Em 2015, o recorde foi de 0,04 °C a mais na temperatura.

Fonte: G1

11

## Previsão para 2016

### 2016 bate novo recorde de ano mais quente da história

Desde o começo do século XXI o recorde anual de temperatura global foi quebrado cinco vezes: 2005, 2010, 2014, 2015 e 2016.

É uma flutuação natural?

Fonte: G1

12

## Previsão para 2017

O que acham que ocorreu em 2017?

A média da temperatura global ficou 0,9 °C acima do registrado entre os anos de 1951 e 1980.

Fonte: Nasa

13

## Previsão para 2017

Em qual posição ficou 2017?

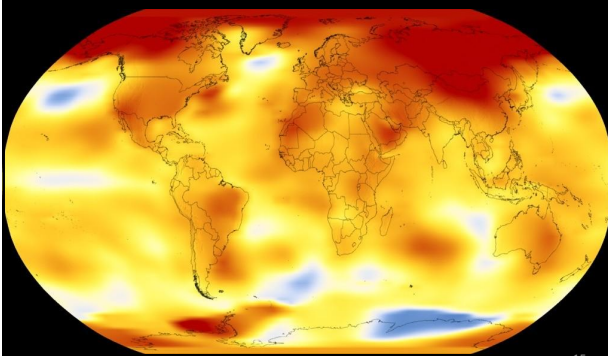
Segundo ano mais quente (NASA).

Terceiro mais quente da história (NOAA).

Fontes: Nasa e Revista Galileu

14

## Previsão para 2017



Fonte: Nasa

15

## Curiosidades

Na Terra, a temperatura mínima que um corpo poderia atingir é o chamado zero absoluto, que corresponde a -273,15 °C.

Essa temperatura super baixa nunca foi registrada.

Fonte: sitedecuriosidades

16

## Curiosidades

### Temperatura mais baixa

Foi registrada em Oymyakon, na Rússia.

Região que fica a cerca de 350 km do Círculo Polar Ártico, marcou -71,2°C em 1926.

Temperatura mais baixa registrada no Hemisfério Norte.

Fonte: sitedecuriosidades

17

## Curiosidades

### Temperatura mais baixa

A Estação Vostok, na Antártida, situada perto do Pólo Sul, chegou a marcar a temperatura de -89,2°C, no dia 21 de julho de 1983.

Temperatura mais baixa registrada no mundo contemporâneo.

Fonte: sitedecuriosidades

18

### Curiosidades

**Temperatura mais baixa**

**No Brasil**

Recorde -11,1°C  
Xanxerê, no Estado de Santa Catarina, no dia 20.07.1953.

Fonte: rankBrasil

19

### Curiosidades

**Temperatura mais alta**

Vale da Morte (deserto de Mojave), localizado no leste da Califórnia, nos Estados Unidos, chegou a 56°C.




Fonte: sitedecuriosidades

20

### Curiosidades

**Temperatura mais alta**

Dasht-e-Lut, no Irã, também tem um recorde de temperatura.



Grande deserto de sal, considerado um dos lugares mais quentes e áridos do planeta.

Fonte: sitedecuriosidades

21

### Curiosidades

**Temperatura mais alta**

Em 2005, um satélite da NASA registrou 70 °C.



Fonte: sitedecuriosidades

22

### Curiosidades

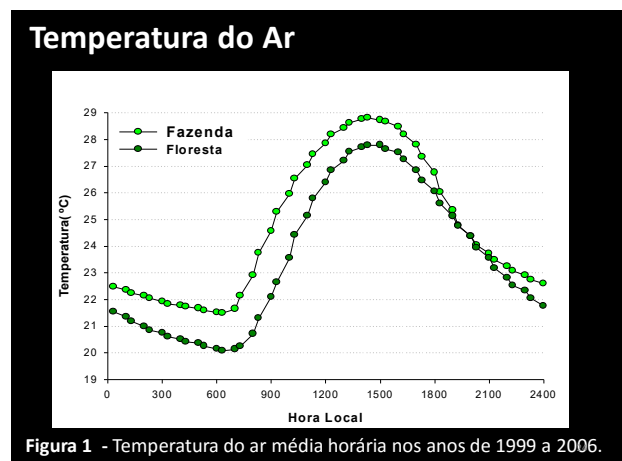
**Temperatura mais alta**

**No Brasil**

Registro oficial - 44,7 °C  
Bom Jesus, no Piauí, em 21 de novembro de 2005

Fonte: climatempo

23



## Temperatura do Ar

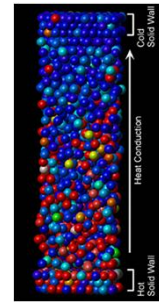
O aquecimento da atmosfera próxima à superfície terrestre ocorre principalmente por transporte de calor, a partir do aquecimento da superfície pelos raios solares. O transporte de calor sensível (H) na atmosfera se dá por dois processos:

- Condução molecular;
- Convecção (difusão turbulenta).

25

## Condução Molecular

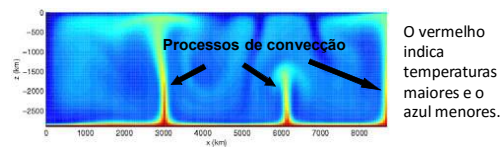
Processo lento de troca de calor, ocorrendo pelo contato entre as moléculas de ar.



26

## Convecção

Processo rápido de troca de energia, em que parcelas de ar aquecidas pela superfície entram em movimento convectivo desordenado, transportando calor, vapor, etc, para camadas superiores da atmosfera.



27

## Fatores Determinantes

Os fatores determinantes da temperatura do ar são aqueles associados às três escalas dos fenômenos atmosféricos:

### Fatores Macroclimáticos

Relacionados à latitude, altitude, correntes oceânicas, continentalidade /oceanidade, massas de ar.

28

## Fatores Determinantes

### Fatores Topoclimáticos

Relacionados ao relevo, mais especificamente à configuração e exposição do terreno.

### Fatores Microclimáticos

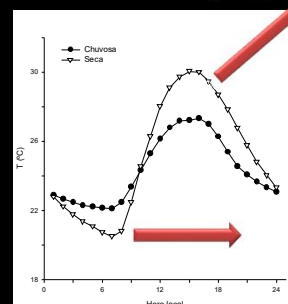
Relacionados à cobertura do terreno.

29

## Variação Temporal Diária

$$\text{Amplitude da temperatura} = T_{\text{máx}} - T_{\text{mín}}$$

2 a 3 h após o pico de radiação

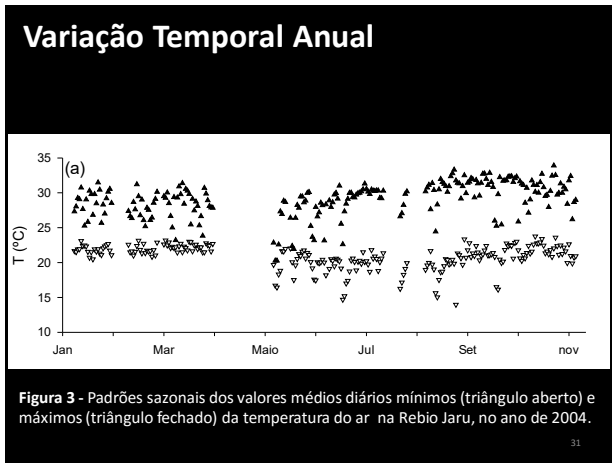


Porque a temperatura do ar costuma ser medida a cerca de 1,5 a 2,0 m.

Madrugada, pouco antes do nascer do Sol.

Figura 2 - Variação do ciclo diurno médio da temperatura do ar na Rebio Jaru, no ano de 2004.

30



### Varição Temporal Anual

Também segue a disponibilidade de energia na superfície, com valores máximos no verão e mínimos no inverno.

### Resultados

**Tabela 1** - Variação média mensal da temperatura do ar (°C) da Fazenda Nossa senhora nos anos de 1999 a 2010

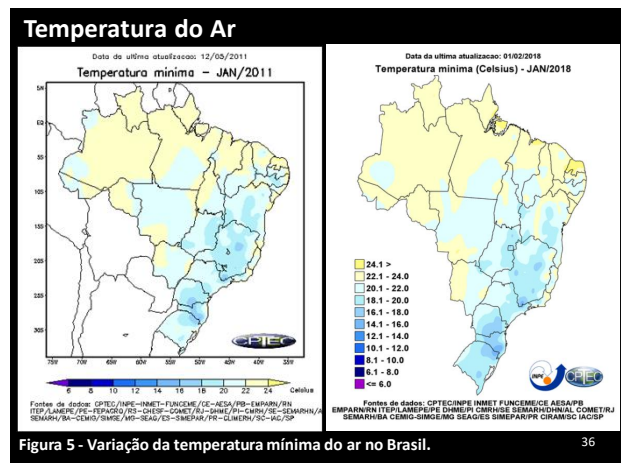
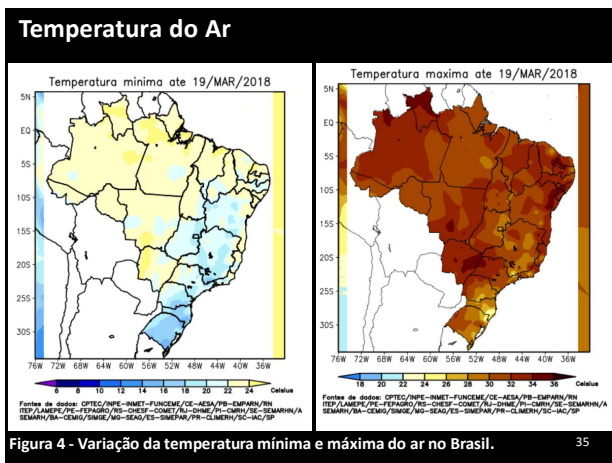
Mês	Equação	Aumento/Queda (°C)
Jan	0,0017x+24,151	0,98
Fev	0,0003x+24,408	0,17
Mar	0,0003x+24,648	0,17
Abr	-0,0003x+24,807	-0,17
Mai	-0,0006x+24,270	-0,35
Jun	0,0013x+23,410	0,75
Jul	0,0023x+23,393	1,32
Ago	0,0032x+24,639	1,84
Set	0,0026x+24,945	1,50
Out	0,0006x+25,497	0,35
Nov	0,0011x+24,879	0,63
Dez	0,0008x+24,698	0,46

**+ 0,64°C**

Fonte: Webler, 2011.

### Temperatura do Ar

Como o esperado, as temperaturas mais altas são encontradas nas regiões intertropicais onde as maiores quantidades de radiação solar são recebidas ao longo do ano.



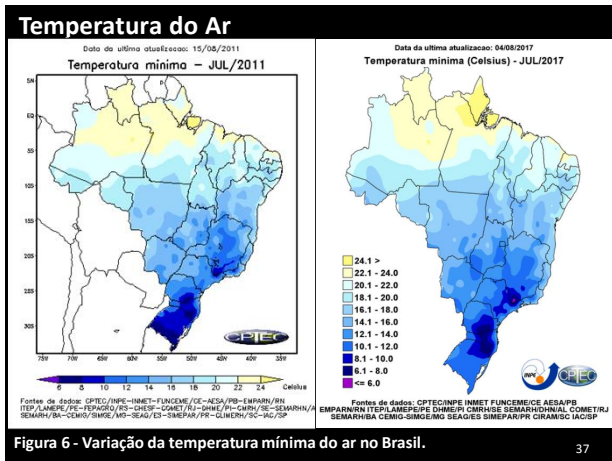


Figura 6 - Variação da temperatura mínima do ar no Brasil.

37

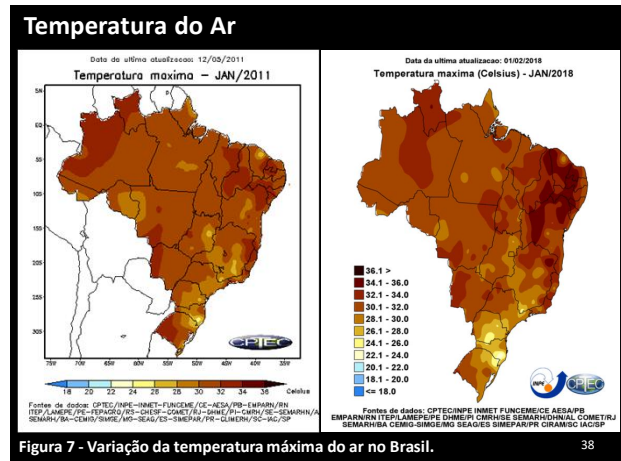


Figura 7 - Variação da temperatura máxima do ar no Brasil.

38

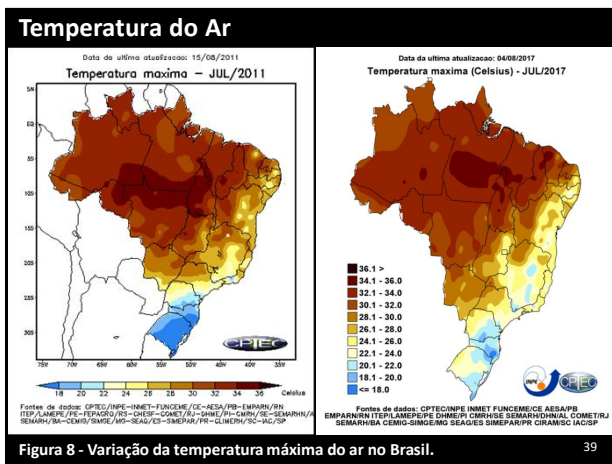


Figura 8 - Variação da temperatura máxima do ar no Brasil.

39

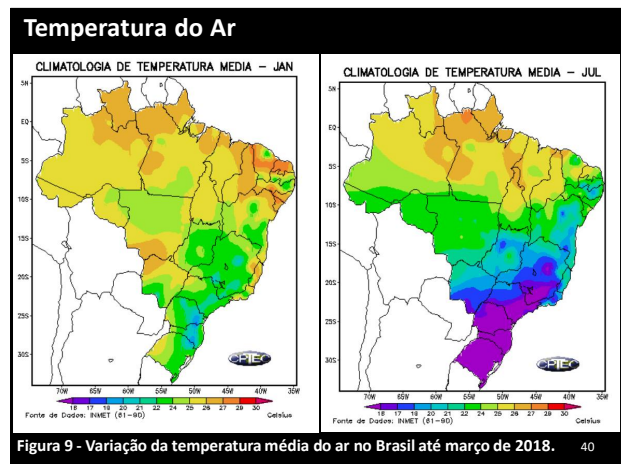


Figura 9 - Variação da temperatura média do ar no Brasil até março de 2018.

40

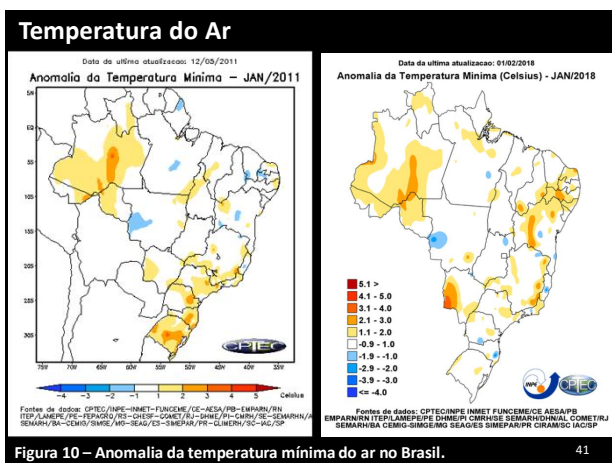


Figura 10 – Anomalia da temperatura mínima do ar no Brasil.

41

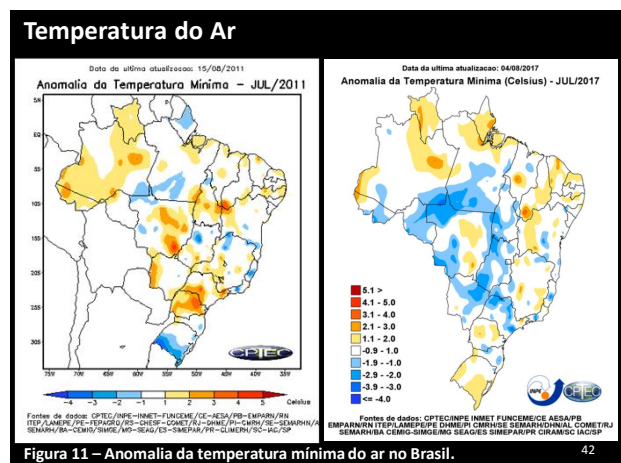


Figura 11 – Anomalia da temperatura mínima do ar no Brasil.

42

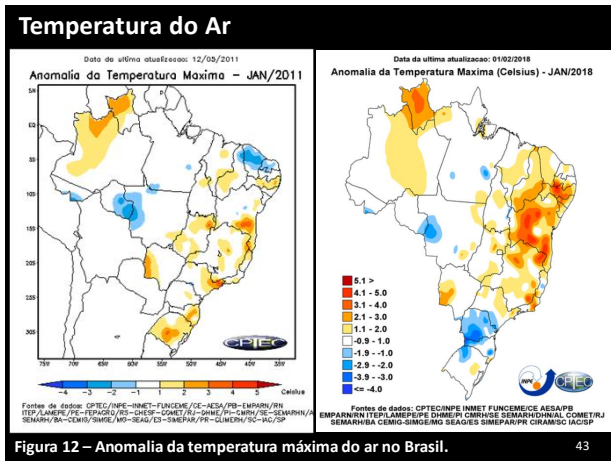


Figura 12 – Anomalia da temperatura máxima do ar no Brasil.

43

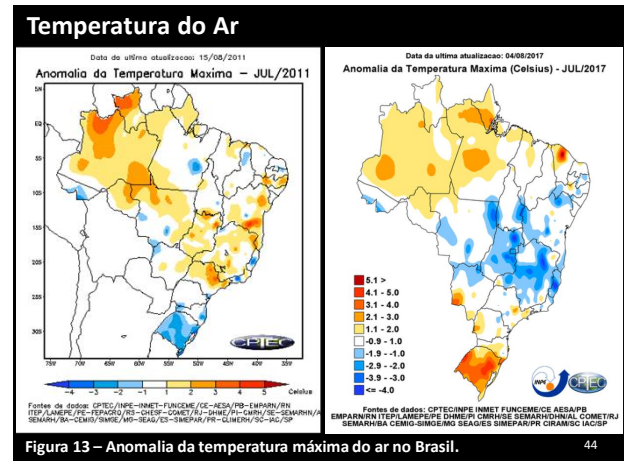


Figura 13 – Anomalia da temperatura máxima do ar no Brasil.

44

### Cálculo da Temperatura Média do Ar

**Estação Convencional**

**INMET**  $T_{méd} = (Ta_{9h} + T_{máx} + T_{mín} + 2.Ta_{21h}) / 5$

**EMBRAPA**  $T_{méd} = (Ta_{7h} + Ta_{14h} + 2.Ta_{21h}) / 4$

45

### Cálculo da Temperatura Média do Ar

46

### Planejamento - Mudança

#### 4 AVALIAÇÃO

**Tabela 1 - Datas estimadas e atividades com seus respectivos pesos para efeito da avaliação**

Data	Atividade	Peso
17.04.2018	Prova 1	0,30
20.03 a 15.05.2018	Apresentar um artigo sobre os elementos do clima	0,15
29.05.2018	Prova 2	0,30
05 a 19.06.2018	Entregar e apresentar um resumo expandido	0,20

4.1 Pergunta no início da aula terá peso 0,05.  
 4.2 Aulas práticas no dia 03.04 no laboratório e nos dias 29, 30.06 e 01.07.2018 na Reserva Biológica do Jaru.  
 4.3 A avaliação repositiva será no dia 03.07.2018 às 14 h, essa terá a função de substituir a menor nota de uma das duas provas.

47

### Artigo para a aula do dia 27.03

**LETTER**

doi:10.1038/nature12957

**Drought sensitivity of Amazonian carbon balance revealed by atmospheric measurements**

L. V. Gatti<sup>1\*</sup>, M. Ghose<sup>2\*</sup>, J. B. Miller<sup>3,4\*</sup>, C. E. Desjardis<sup>5</sup>, V. Mathy<sup>6</sup>, L. G. Domingues<sup>1</sup>, J. S. Basso<sup>7</sup>, A. Martinevski<sup>8</sup>, C. S. C. Correia<sup>1</sup>, V. F. Borges<sup>9</sup>, S. Freitas<sup>9</sup>, R. Braz<sup>9</sup>, L. O. Anderson<sup>10</sup>, H. Rocha<sup>11</sup>, J. Grace<sup>12</sup>, O. L. Phillips<sup>13</sup> & I. Lloyd<sup>14</sup>

48



## Despertando o(a) Engenheiro(a) Ambiental



49

## O que comemoramos esta semana além Dia Mundial da Água?

50

## Temperatura do Solo

51

## Temperatura do Solo

Qual o tipo de transporte de calor?

O regime térmico de um solo é determinado pelo aquecimento da superfície pela radiação solar e transporte, por condução, de calor sensível para seu interior.

52

## Temperatura do Solo

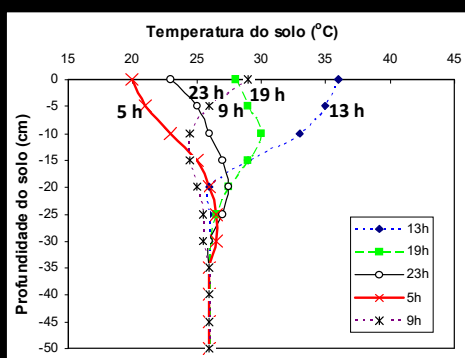


Figura 14 - Variação da temperatura de um latossolo desnudo ao longo do dia (temporal) e da profundidade (espacial).

53

## Fatores Determinantes

### Fatores Externos

Relacionados aos elementos do clima:

- irradiância solar global;
- temperatura do ar;
- chuva e vento.

54

## Fatores Determinantes

**Fatores Intrínsecos**

}

Tipo de solo

Relevo

Cobertura do terreno

55

## Tipo de solo

**Solos Arenosos**

Tendem a apresentar maiores amplitudes térmicas diárias nas camadas superficiais e menores em profundidade. Isso ocorre pelo fato dos solos arenosos terem maior porosidade, havendo um menor contato entre as partículas do solos, dificultando assim o processo de condução.

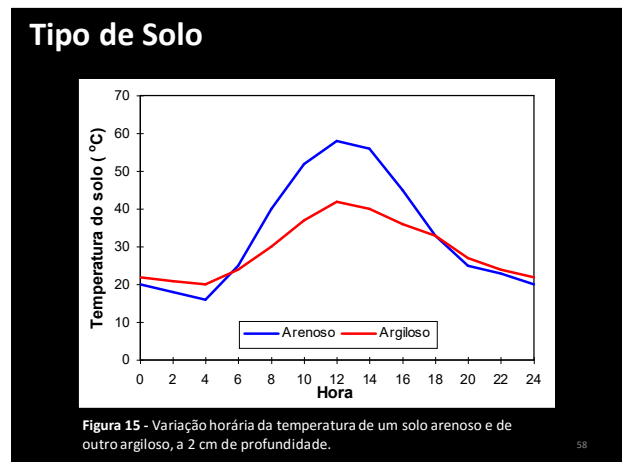
56

## Tipo de solo

**Solos Argilosos**

Os solos argilosos, por sua vez, apresentam maior eficiência na condução de calor, tendo menor amplitude térmica diária.

57



## Tipo de solo

Os solos arenosos são mais frequentes em áreas de floresta ou de cultivo?

59

## Tipo de Solo

**Tabela 2** - Valores médios com IC de 95% da análise granulométrica e classes texturais nas microbacias FNS (áreas 1 e 2) e Rebio Jaru (áreas 3 e 4).

Local	Perfil	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	Classe Textural
Área 1	A	8,80 ± 1,19	8,17 ± 0,95	83,03 ± 1,06	Areia-franca
	B	9,15 ± 1,05	9,62 ± 2,22	81,23 ± 1,61	Areia-franca
Área 2	A	15,33 ± 2,12	12,8 [11,15; 15,04]	71,86 ± 3,03	Franco-arenosa
	B	12,83 ± 2,09	21,55 ± 4,39	65,62 ± 3,88	Franco-arenosa
Área 3	A	19,1 ± 3,45	39,02 ± 4	41,88 ± 2,63	Franco
	B	19,15 ± 2,36	43,71 ± 1,66	37,14 ± 2	Franco
Área 4	A	9 ± 0,75	10,91 ± 2,46	80,09 ± 2,79	Areia-franca
	B	9,15 ± 0,63	13,66 ± 1,94	77,19 ± 2,06	Franco-arenosa

Nota: Todo valor entre [ ] corresponde a um intervalo de confiança de 95%, em que o pressuposto não foi atendido.

Fonte: Carreira, 2014.

60

## Relevo

Esse é um fator topoclimático, que condiciona o terreno a diferentes exposições à radiação solar direta e, também, ao acúmulo de ar frio durante o inverno.

61

## Relevo

Os terrenos de meia-encosta voltados para o norte (no hemisfério Sul) recebem mais energia do que os voltados para o sul.

ESCOLHA DO LOCAL

Este lado Sól e Sudeste

Não planta

Nas baixadas ocorre um maior acúmulo de ar frio durante o inverno, o que acaba condicionando redução da temperatura do solo.

62

## Cobertura do Terreno

É um fator microclimático.

Solos sem cobertura (desnudos) ficam sujeitos a grandes variações térmicas diárias nas camadas superficiais.

Solo totalmente exposto

63

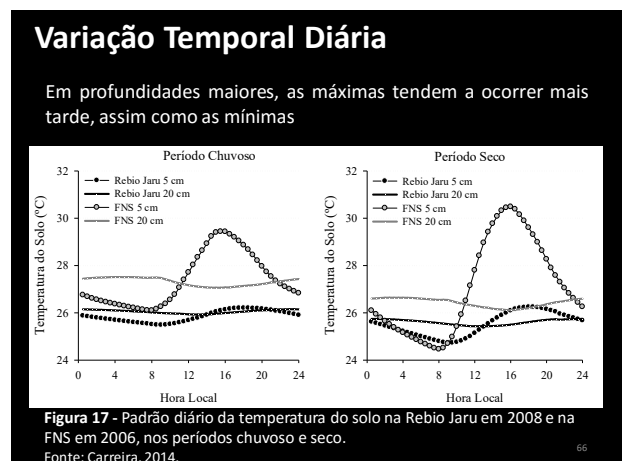
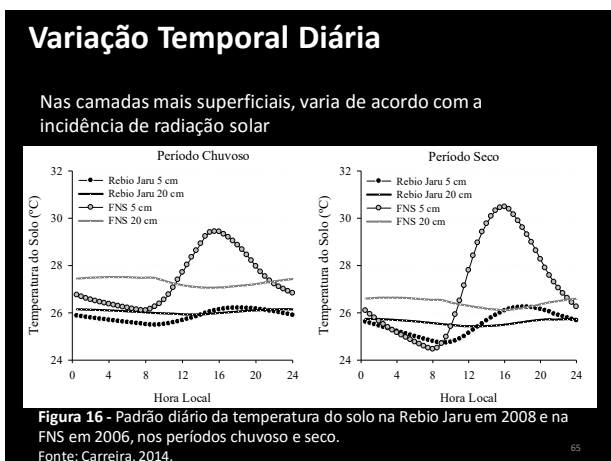
## Cobertura do Terreno

A vegetação modifica o balanço de radiação, pois a cobertura intercepta a radiação solar, impedindo que essa atinja o solo diretamente.

Cafezal

Floresta

64



### Varição Temporal Anual

Segue a disponibilidade de energia na superfície, com valores máximos no verão e mínimos no inverno.

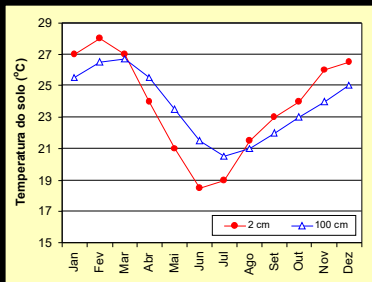


Figura 18 – Varição anual da temperatura média mensal, em duas profundidades, de um latossolo roxo. Fonte: Pereira et al. (2002).

### Cálculo da Temperatura Média do Solo

Estação Convencional

$$T_{\text{méd}} \text{ do solo} = (T_{s_{7h}} + T_{s_{14h}} + T_{s_{21h}}) / 3$$

### Estimativa da Temperatura do Solo em Função da Temperatura do Ar

2 cm

$$TS_2 = - 4,56 + 1,38 T_{\text{ar}}$$

5 cm

$$TS_5 = - 3,61 + 1,33 T_{\text{ar}}$$

10 cm

$$TS_{10} = - 2,59 + 1,28 T_{\text{ar}}$$

### Estimativa da Temperatura do Solo em Função da Temperatura do Ar

20 cm

$$TS_{20} = - 1,70 + 1,22 T_{\text{ar}}$$

40 cm

$$TS_{40} = - 0,62 + 1,12 T_{\text{ar}}$$

100 cm

$$TS_{100} = - 7,72 + 0,81 T_{\text{ar}}$$

### Estimativa da Temperatura do Solo em Função da Temperatura do Ar

Equações válidas para um latossolo roxo desnudo, não revolvido por aração e gradeação.

Devem ser usadas com cautela para outros tipos de solos.

### Referências

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 2003.

CARREIRA, J. C. **Conversão de Floresta Amazônica em Pastagem: implicações nas propriedades físicas do solo**. 2014. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Rondônia - *Campus* de Ji-Paraná, Ji-Paraná, 2014.

## 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.

G1. **2016 bate novo recorde de ano mais quente da história.** Disponível em: <<http://g1.globo.com/natureza/noticia/2016-bate-novo-recorde-de-ano-mais-quente-da-historia.ghtml>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

73

## Referências

G1. **Clima monitoramento Brasil.** Disponível em: <<http://clima1.cptec.inpe.br/monitoramentobrasil/pt>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE.  
**Clima monitoramento Brasil.** Disponível em: <<http://clima1.cptec.inpe.br/monitoramentobrasil/pt>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

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

74

## Referências

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

NASA. **2017 Takes Second Place for Hottest Year.** Disponível em: <<https://svs.gsfc.nasa.gov/12822>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

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

75

## Referências

PEGORIM, J. **Qual a maior temperatura registrada no Brasil?** Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/noticias/264931/qual-a-maior-temperatura-registrada-no-brasil-2/>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

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

76

## Referências

RANKBRASIL. **Menor temperatura registrada no Brasil por órgão oficial nacional.** Disponível em: <[http://www.rankbrasil.com.br/Recordes/Materias/06qN/Menor\\_Temperatura\\_Registrada\\_No\\_Brasil\\_Por\\_Orgao\\_Oficial\\_Nacional](http://www.rankbrasil.com.br/Recordes/Materias/06qN/Menor_Temperatura_Registrada_No_Brasil_Por_Orgao_Oficial_Nacional)>. Acesso em: 18 abr. 2017.

REVISTA GALILEU. **Os cinco anos mais quentes da história aconteceram nesta década.** Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2018/01/os-cinco-anos-mais-quentes-da-historia-aconteceram-nesta-decada.html>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

77

## Referências

SITE DE CURIOSIDADES. **Qual a temperatura mais alta e mais baixa registrada?** Disponível em: <<http://www.sitedecuvidas.com/curiosidade/qual-a-temperatura-mais-alta-e-a-mais-baixa-ja-registrada.html>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

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.

78