

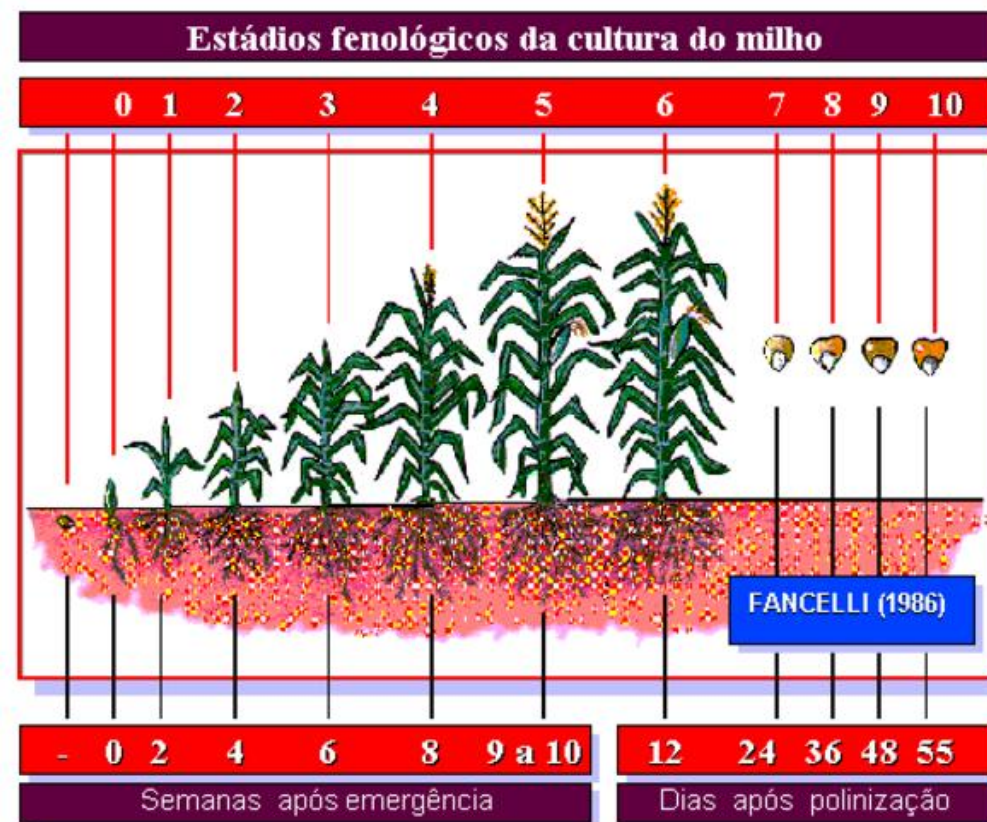
Modelagem da variação horária da temperatura do ar para o sul do Brasil

Carolina Kannenberg
Graduanda em Meteorologia
Orientador: Jônatan Dupont Tatsch

Motivação

Aplicações:

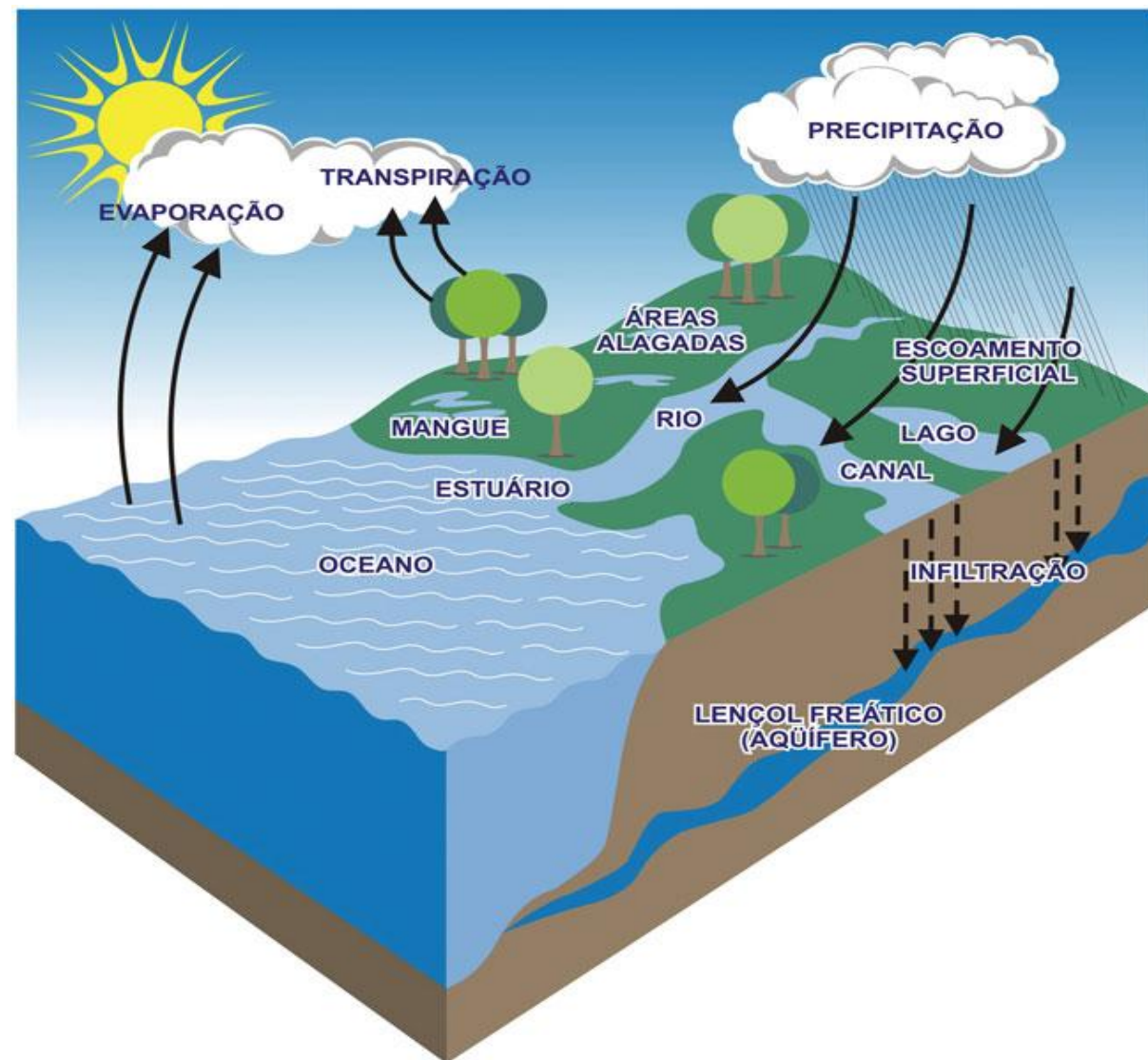
- Modelos Agrometeorológicos



Motivação

Aplicações:

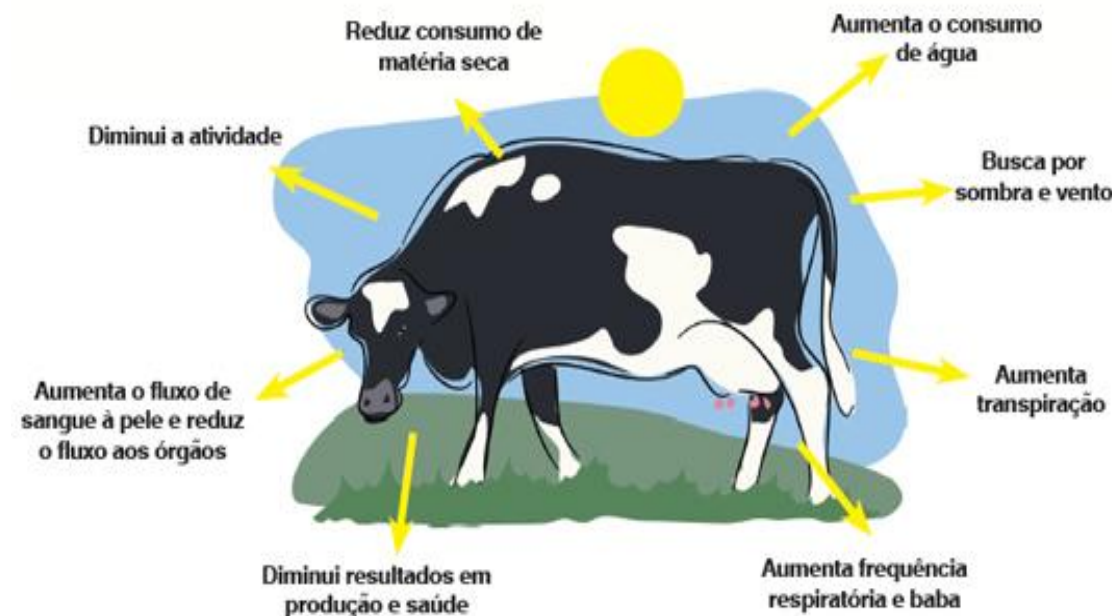
- Modelos Agrometeorológicos
- Modelos Hidrológicos



Motivação

Aplicações:

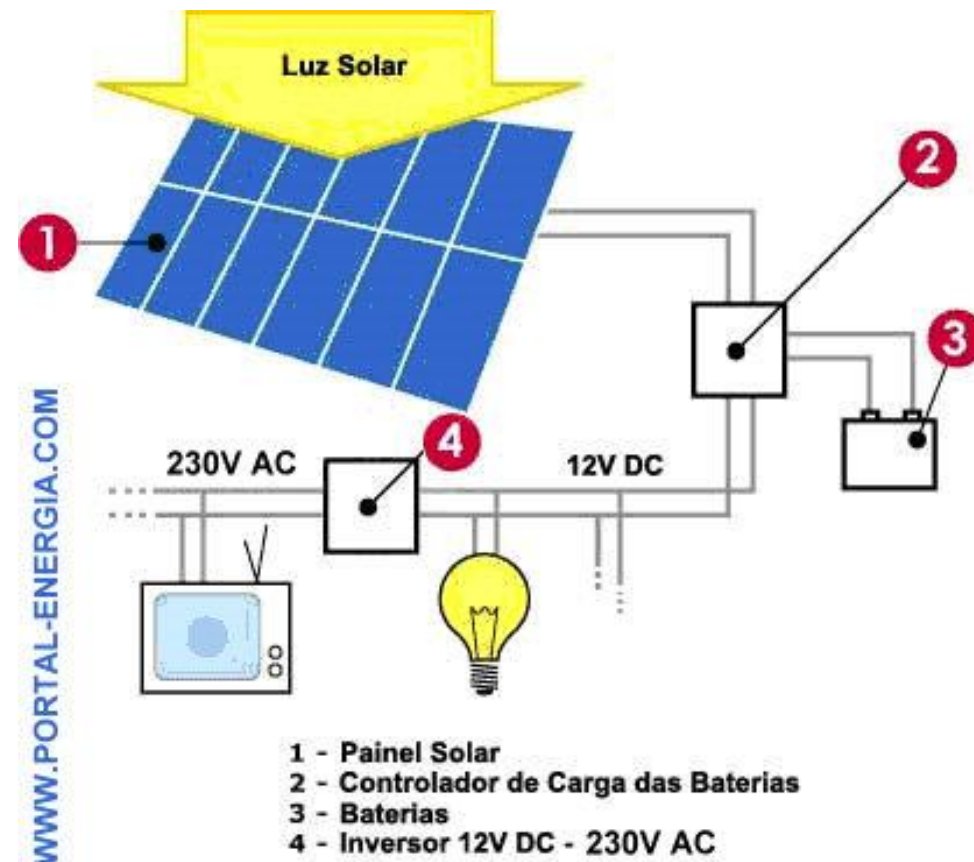
- Modelos Agrometeorológicos
- Modelos Hidrológicos
- Modelos Biometeorológicos de conforto térmico animal e humano



Motivação

Aplicações:

- Modelos Agrometeorológicos
- Modelos Hidrológicos
- Modelos Biometeorológicos
- Concepção de sistemas fotovoltaicos que convertem a radiação solar diretamente em eletricidade



Motivação

- A extensão das séries de Tar horária registradas por Estações meteorológicas Automáticas (EMA) no Brasil são relativamente curtas (~8 anos)
- Quantidade significativa de falhas

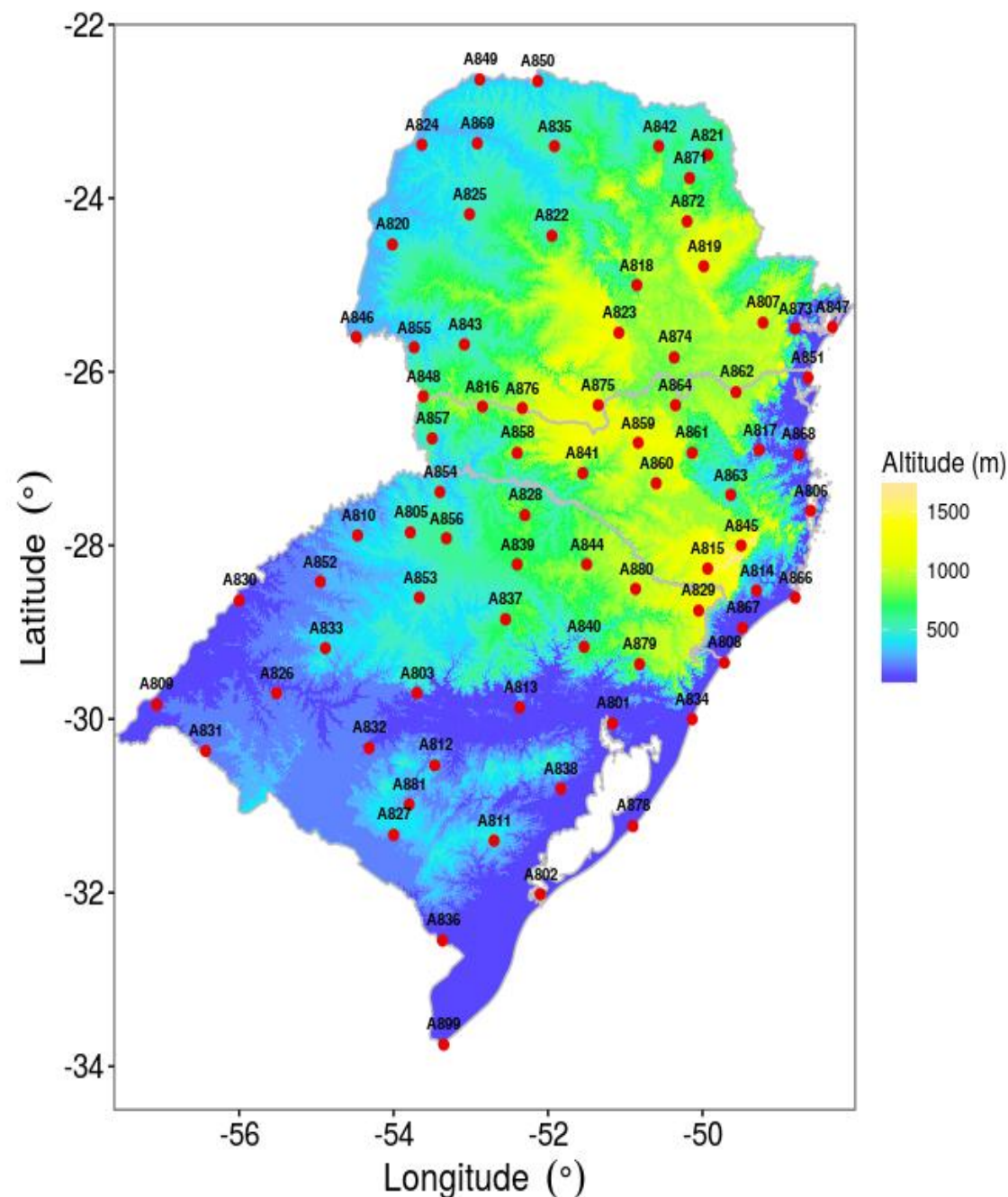
Objetivo

- Calibração e avaliação do modelo híbrido de desagregação temporal da Tar (MHDT) da escala diária para horária (Eccel 2010), baseado nas T_{max} e T_{min} , para o sul do Brasil.

Materiais

- Utilizados dados horários de Tar medidos por 76 EMAs do INMET localizadas no RS, SC e PR.

Período de 2008-2015



Materials

Metódo de desagregação da *Tar*

- O modelo MHDT (Eccel 2010) é um aperfeiçoamento do modelo de temperatura (TM) proposto por Cesaraccio et al. (2001), que inclui:
 - *Tmin* do dia anterior e posterior ao dia simulado
 - parâmetro *z* relacionado a ocorrência de nebulosidade à noite e pela manhã.

Método de desagregação da *Tar*

- O método requer como entradas extremos diários da temperatura e os valores para os parâmetros z e c que aqui foram determinados agrupando-se os dados mensalmente.
- Os horários da temperatura mínima (H_{min}) e máxima (H_{max}), horário do pôr do sol (H_s) e dos parâmetros c e z foram calibrados mensalmente, a partir dos dados horários observados nas EMAs do INMET.
- O parâmetro z *pode assumir* os valores:
 - **1** (trechos A e D segue uma reta, para representar dias de **céu nublado**) e;
 - **0,5** (trechos A e D em forma de parábola, para representar dias de **céu claro**)

Método de desagregação da Tar

- Descrito por um conjunto de 6 equações, assumindo um ciclo diurno conceitual dividido em 4 partes

$$T(t) = T_{s-1} + \Delta_f \cdot (t + 24 - H_s)^z$$
$$0 < t < Hmin$$

- curva de variação da temperatura para a parte final da noite
- forma de uma parábola ou uma reta (dependendo do parâmetro z)

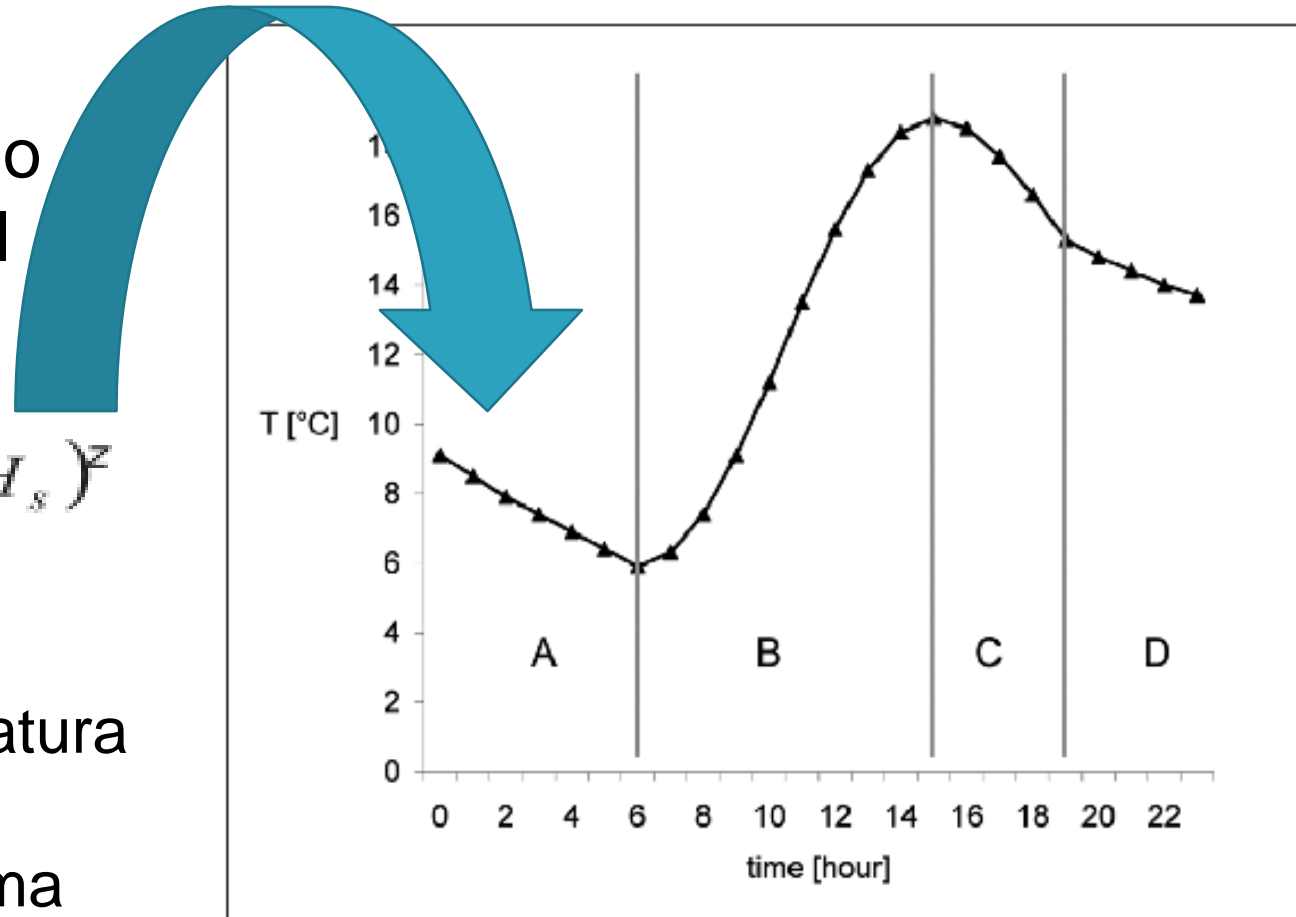


Fig. 1 – Example of hourly temperature interpolation. A: parabola/line I. B: sinusoid I. C: sinusoid II. D: parabola/line II (see equations in the text).

Método de desagregação da Tar

- Descrito por um conjunto de 6 equações, assumindo um ciclo diurno conceitual dividido em 4 partes

$$T(t) = T_{min} + \frac{(T_{max} - T_{min})}{2} \cdot \left[1 + \sin\left(\pi \frac{t - H_{min}}{H_{max} - H_{min}} - \frac{\pi}{2} \right) \right]$$

$$H_{min} < t < H_{max}$$

- Período de aquecimento diurno
- Variação senoidal

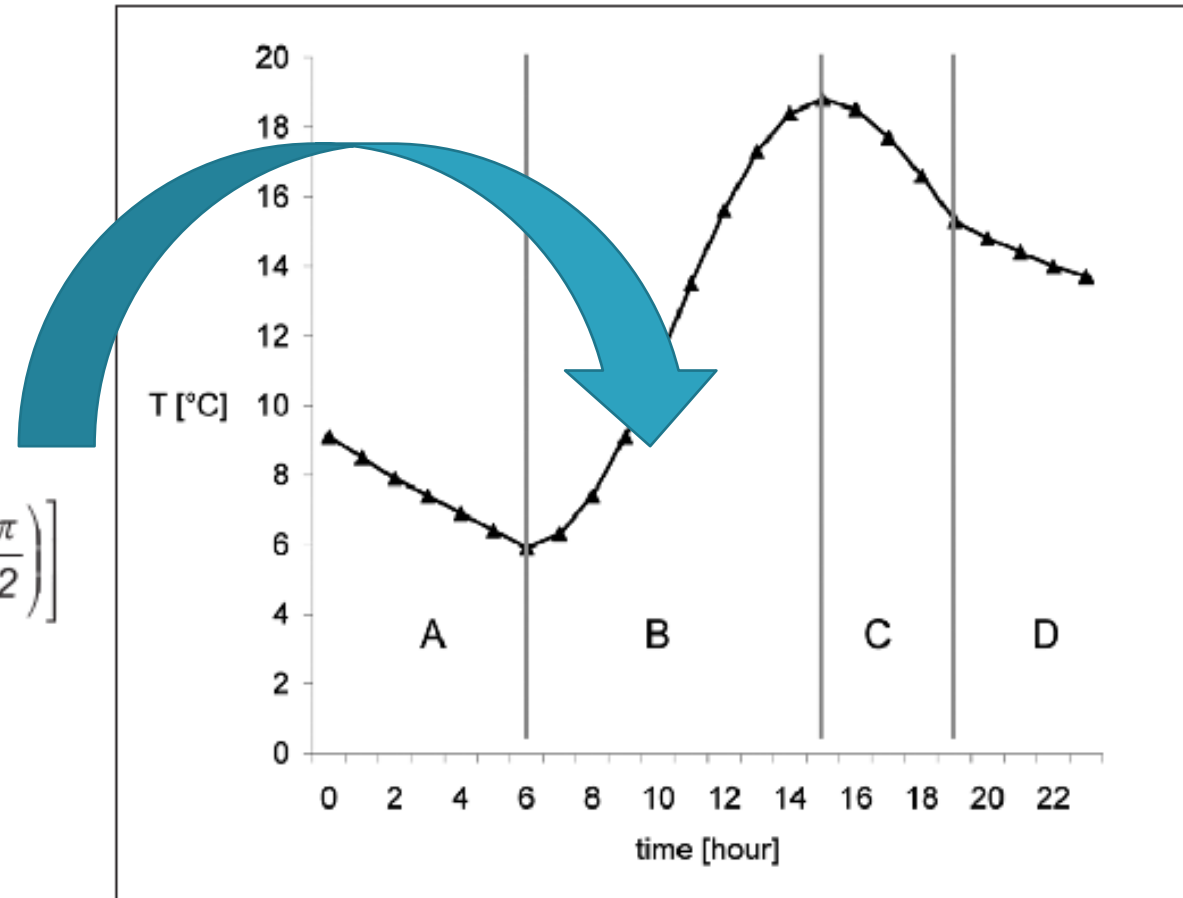


Fig. 1 – Example of hourly temperature interpolation. A: parabola/line I. B: sinusoid I. C: sinusoid II. D: parabola/line II (see equations in the text).

Método de desagregação da Tar

- Descrito por um conjunto de 6 equações, assumindo um ciclo diurno conceitual dividido em 4 partes

$$T(t) = T_s + (T_{max} - T_s) \cdot \sin \left\{ \frac{\pi}{2} \cdot \left[1 + \frac{(t - H_{max})}{(H_s - H_{max})} \right] \right\}$$

$$H_{max} < t < H_s$$

- Período de resfriamento diurno

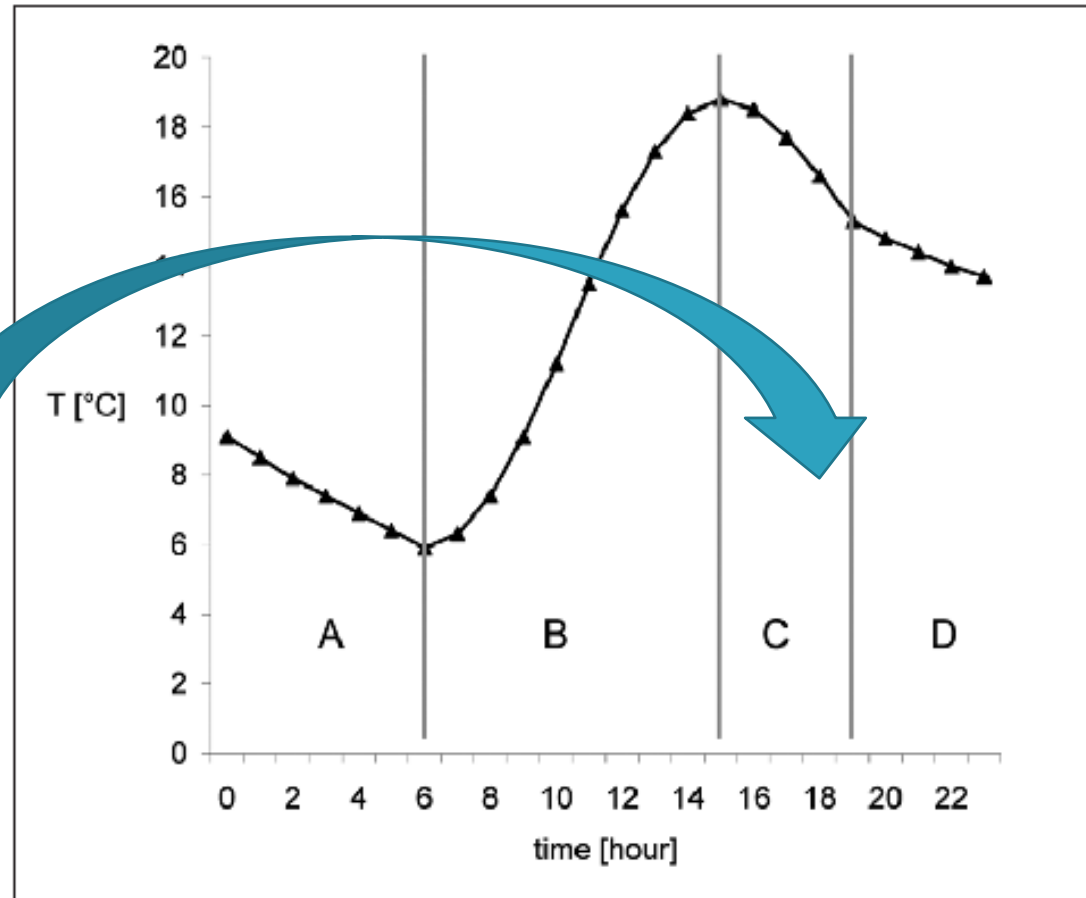


Fig. 1 – Example of hourly temperature interpolation. A: parabola/line I. B: sinusoid I. C: sinusoid II. D: parabola/line II (see equations in the text).

Método de desagregação da Tar

- Descrito por um conjunto de 6 equações, assumindo um ciclo diurno conceitual dividido em 4 partes

$$T(t) = T_s + \Delta_{II} \cdot (t - H_s)^z$$

$$H_s < t < 23h$$

- curva de variação da temperatura para a parte inicial da noite
- forma de uma parábola ou uma reta (dependendo do parâmetro z)

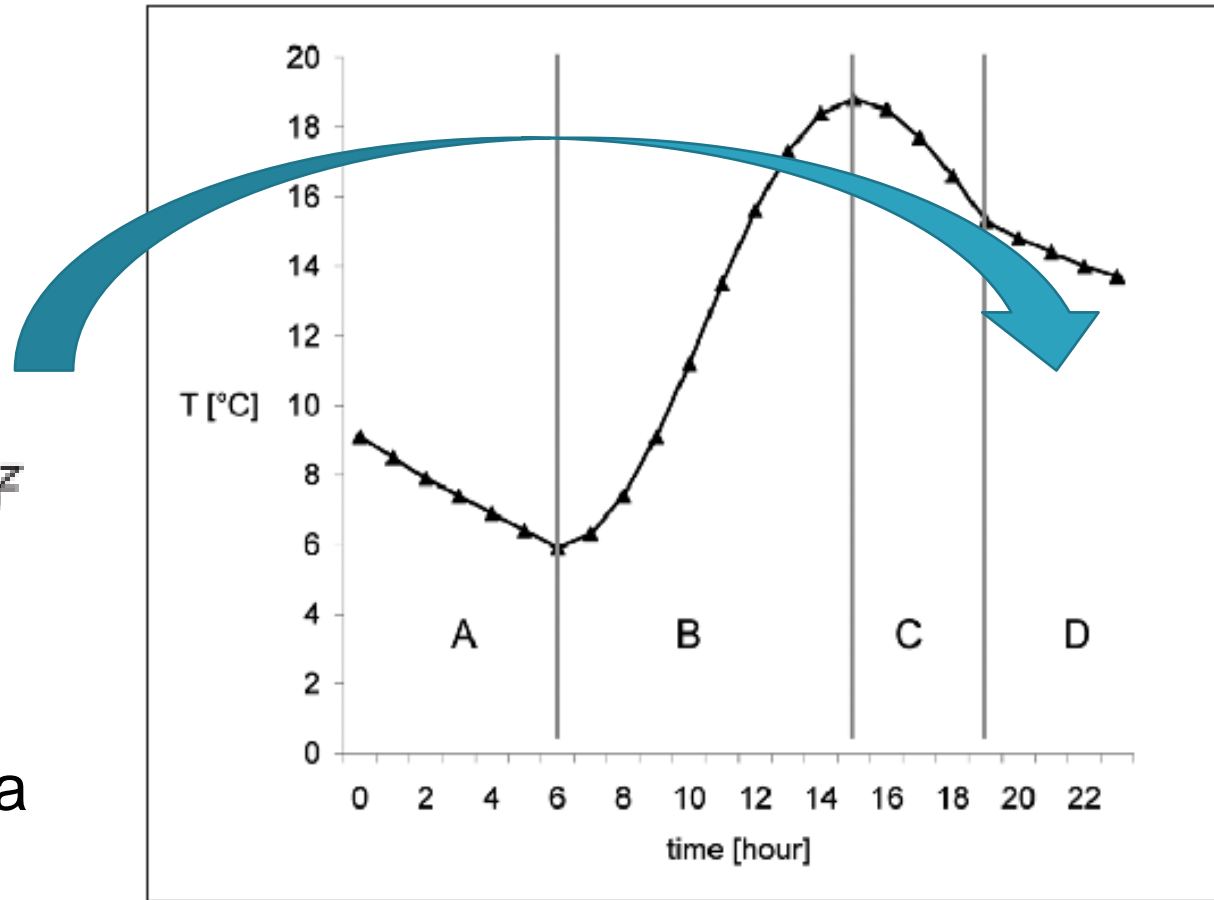


Fig. 1 – Example of hourly temperature interpolation. A: parabola/line I. B: sinusoid I. C: sinusoid II. D: parabola/line II (see equations in the text).

Método de desagregação da Tar

$$T_s = T_{\max} - c(T_{\max} - T_{\min+1})$$

$$\Delta_I = \frac{T_{\min} - T_{s-1}}{(H_{\min} + 24 - H_s)^z}$$

$$\Delta_{II} = \frac{T_{\min+1} - T_s}{(H_{\min} + 24 - H_s)^z}$$

Ts é determinada pelo horário em que ocorre a maior variação da temperatura no final da tarde.

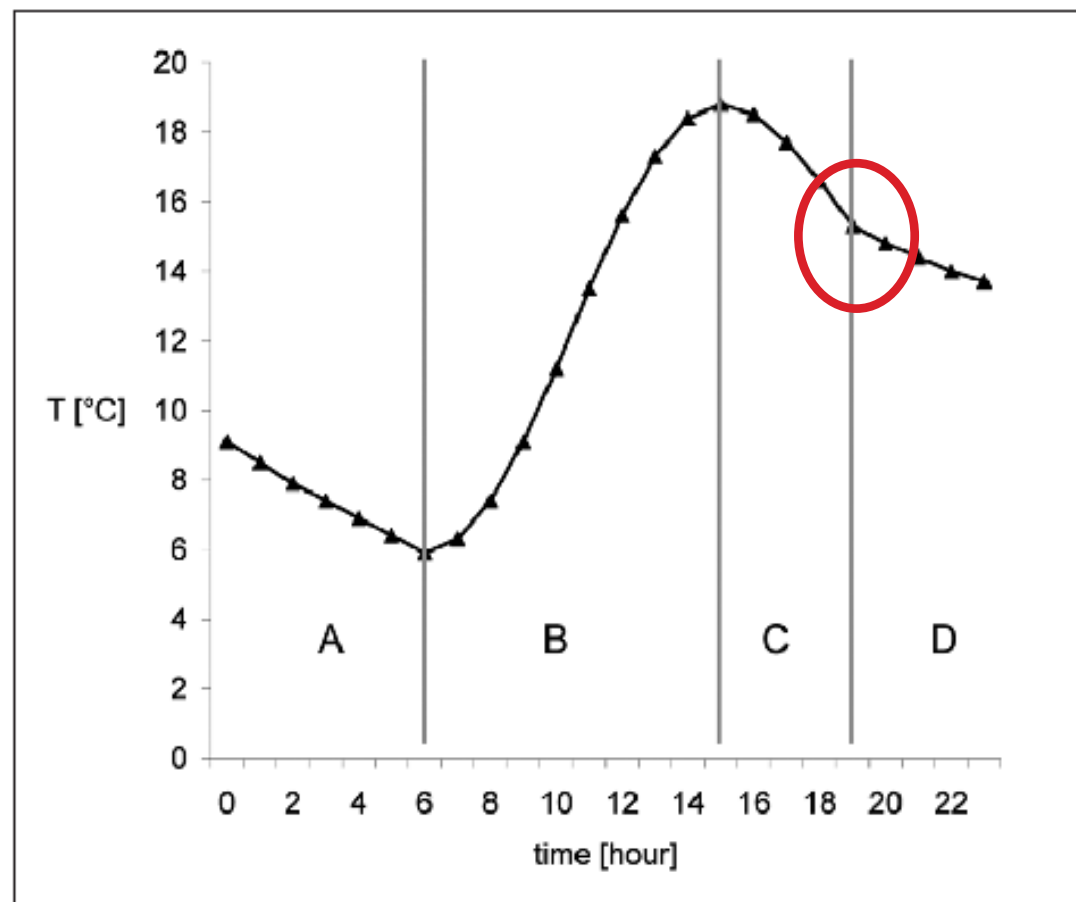


Fig. 1 – Example of hourly temperature interpolation. A: parabola/line I. B: sinusoid I. C: sinusoid II. D: parabola/line II (see equations in the text).

Método de desagregação da *Tar*

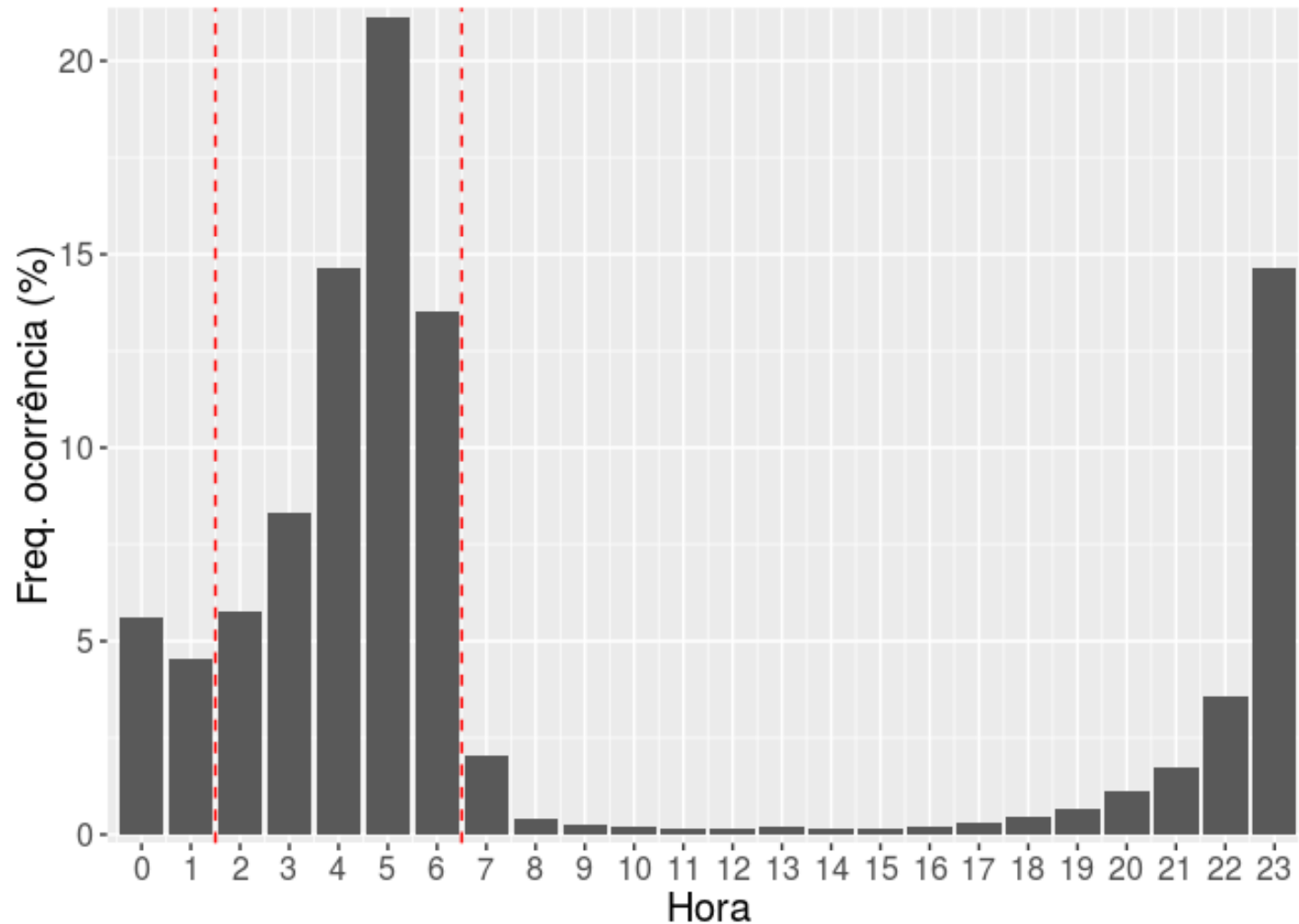


Figura 1. Frequência de ocorrência da temperatura mínima.

Método de desagregação da *Tar*

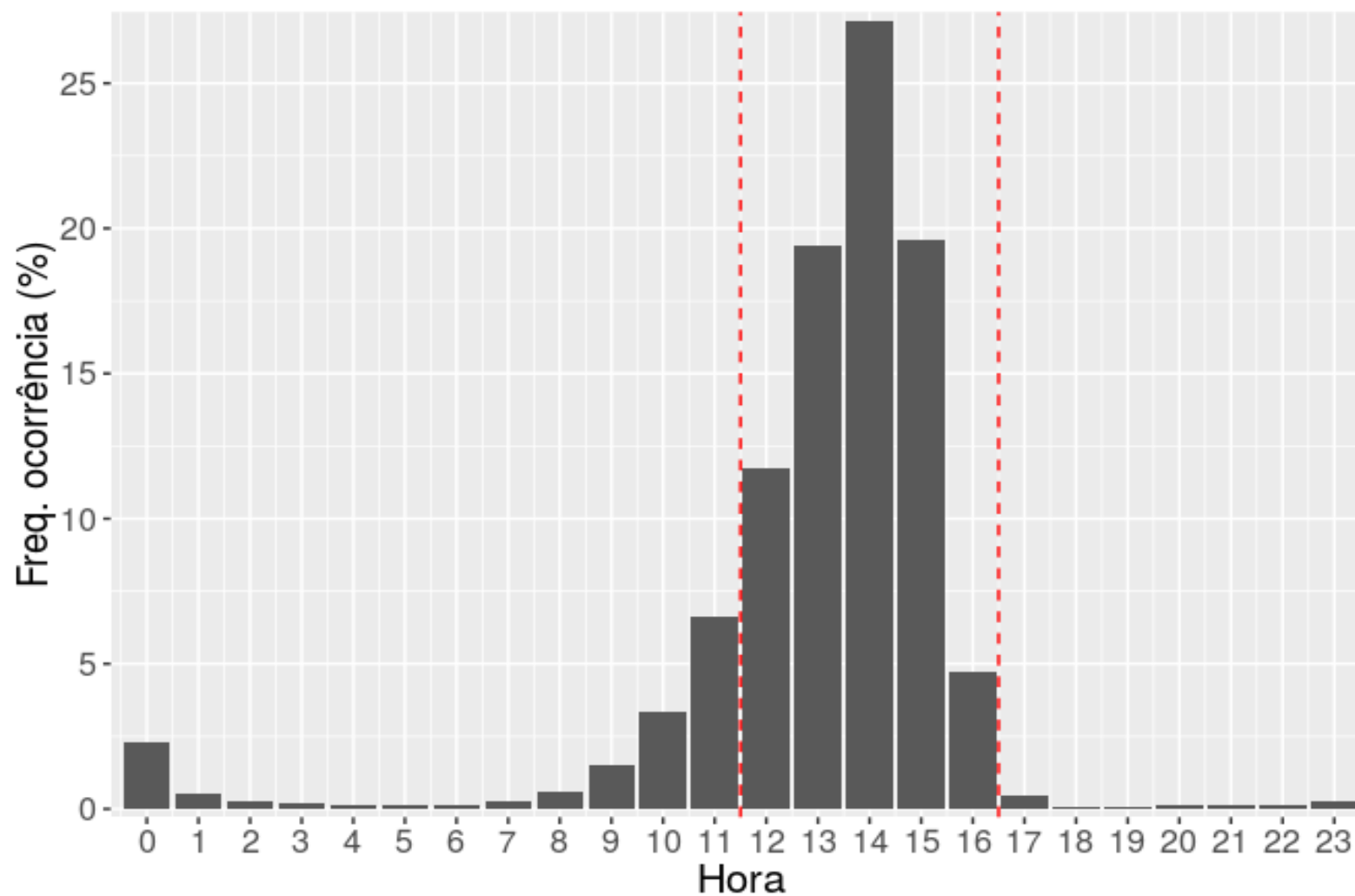


Figura 1. Frequência de ocorrência da temperatura máxima.

Índices estatísticos

- Foram selecionados três índices estatísticos para Avaliação de desempenho do MHDT:

(i) o erro médio absoluto (MAE) para obter uma estimativa da acurácia do método em termos da magnitude o erro absoluto em °C. O valor ótimo ocorre quando $MAE = 0$.

(ii) o viés relativo em porcentagem (PBIAS) para verificação da tendência de subestimativa ou superestimativa pelo método em relação às observações. Valor ótimo $PBIAS = 0$.

(iii) Coeficiente de determinação (R^2) obtido da reta regressão linear entre a Tar estimada pelo MHDT e a Tar horária observada; o qual fornece o grau de correlação entre as estimativas e as observações.

Resultados

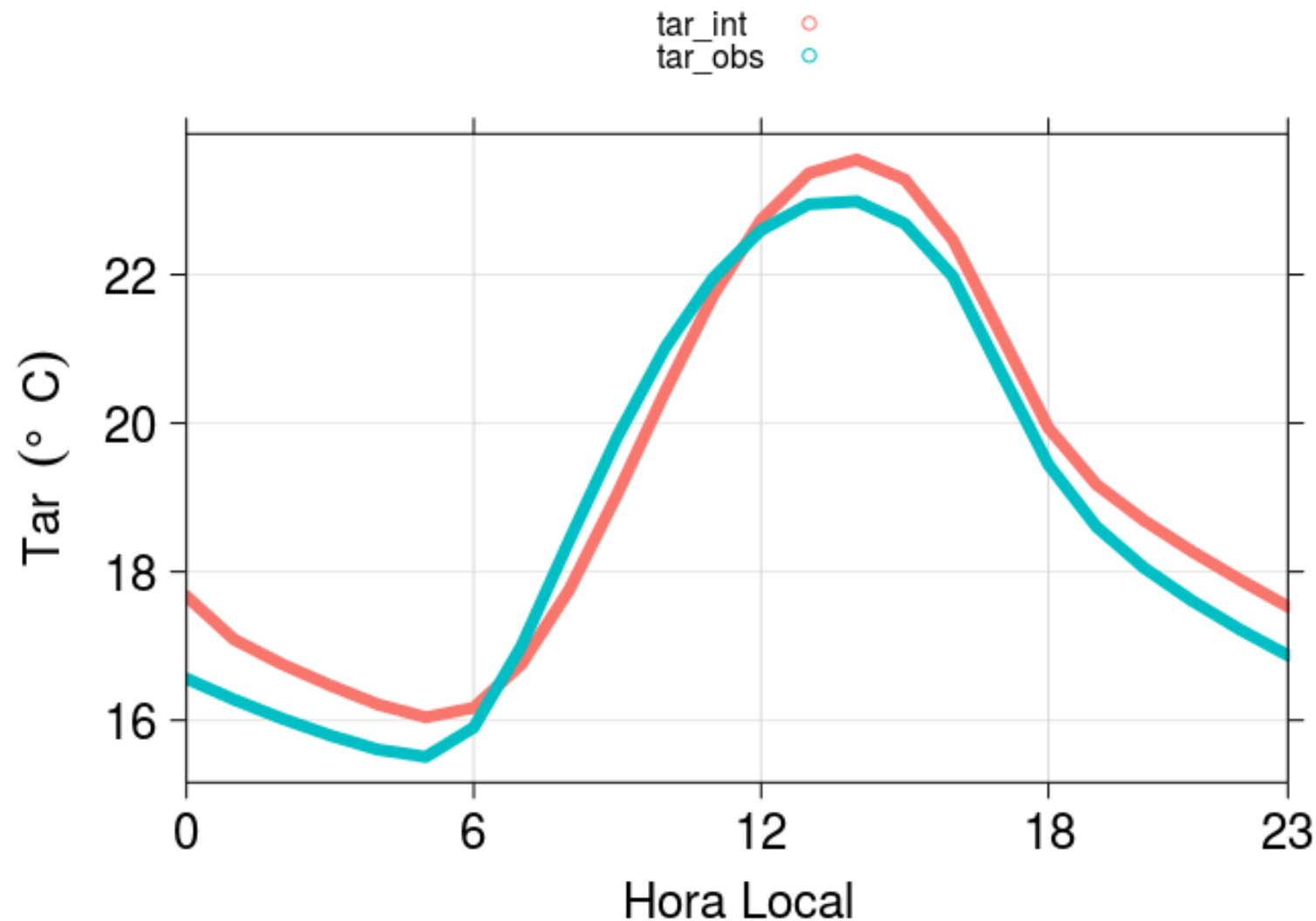


Figura 3. Ciclos diários médios da Tar (em °C) observada (linha azul) e da Tar desagregada (linha vermelha) a partir dos dados de Tmax e Tmin com o método MHDT

Resultados

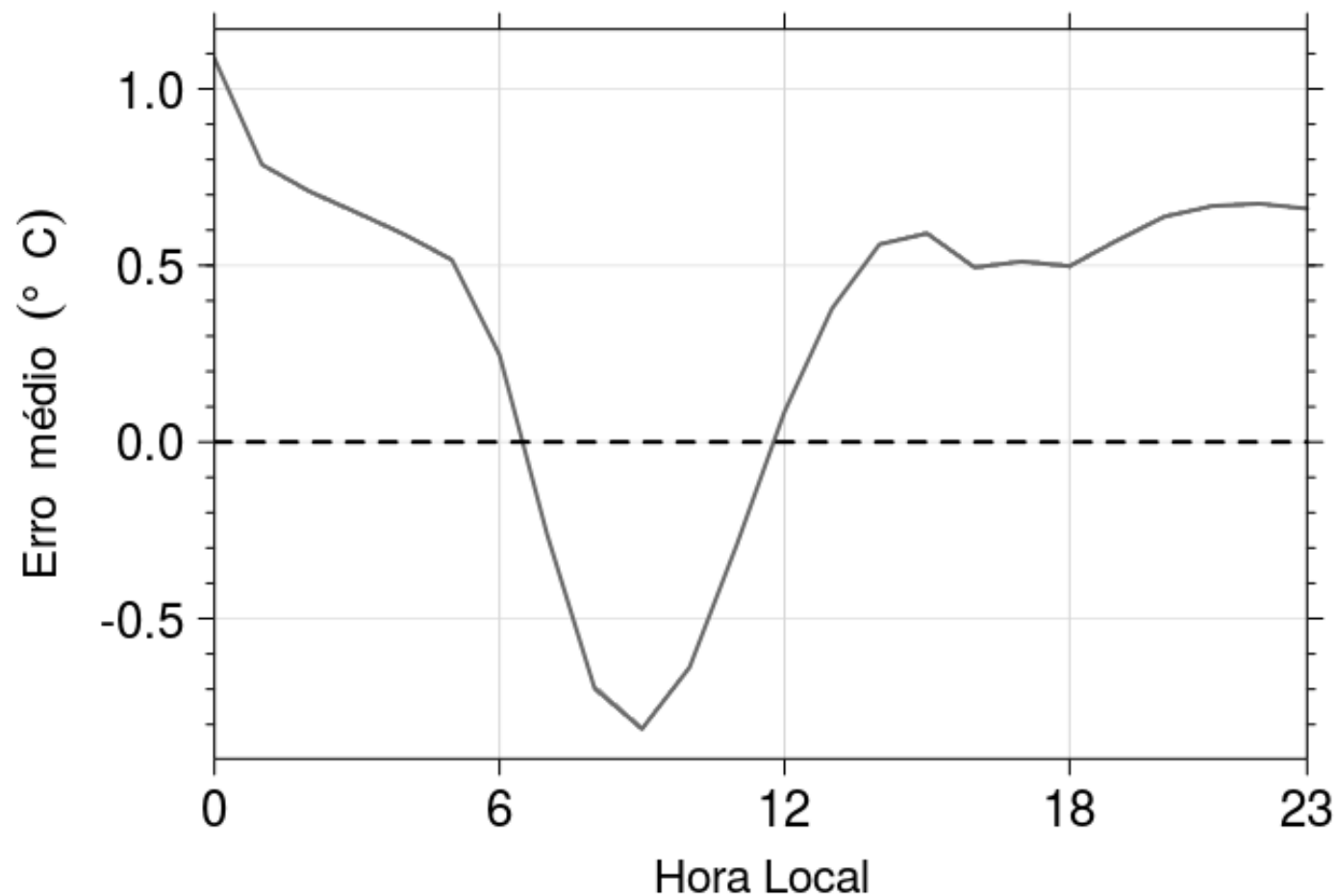


Figura 4. Ciclo diário médio do Erro (°C) determinado pela diferença entre a Temperatura do ar estimada pelo MHDt e a Temperatura do ar observada

Resultados

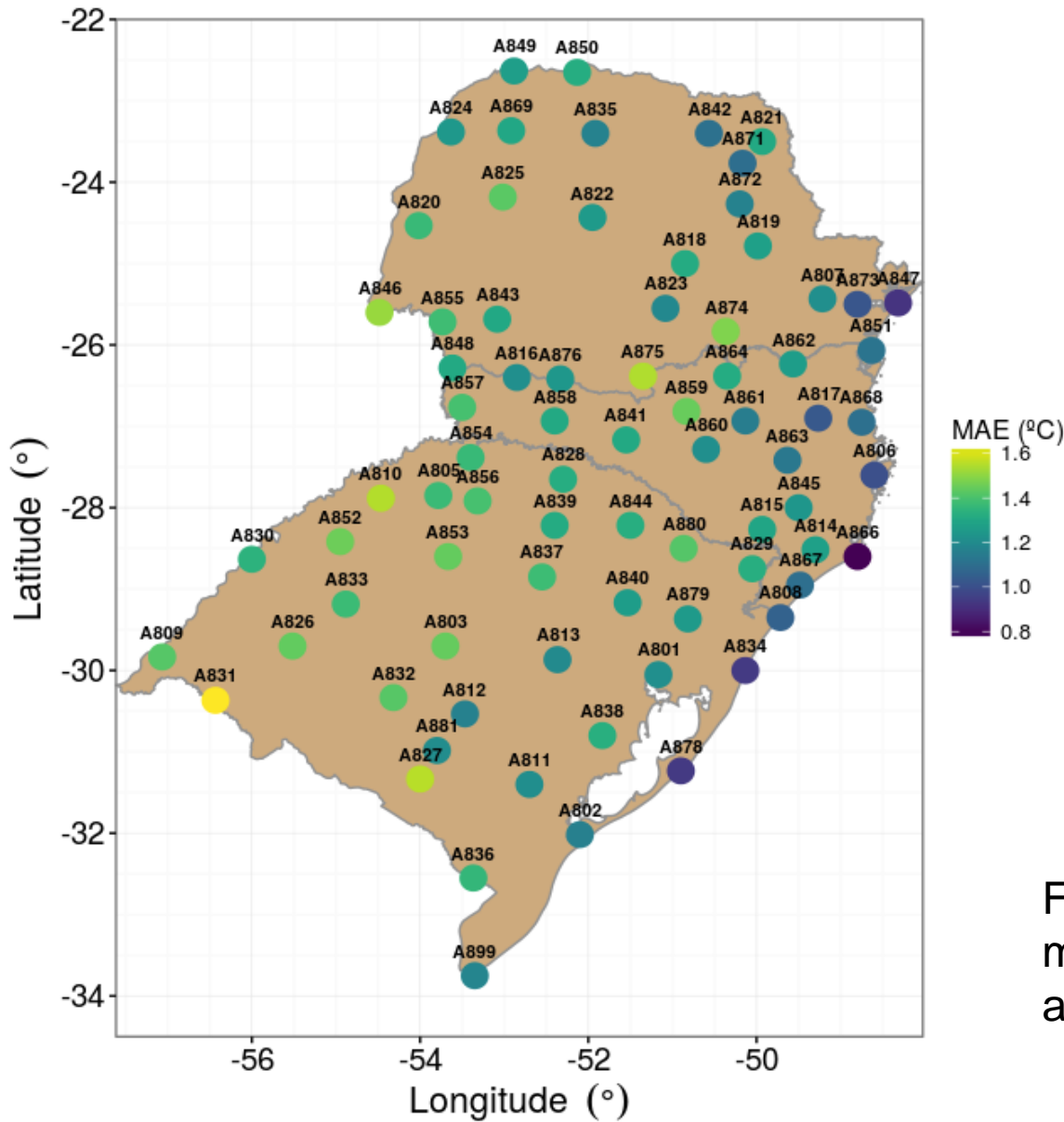


Figura 5. Desempenho do MHDt avaliado por meio dos Índices estatísticos: erro médio absoluto (MAE, em °C);

Resultados

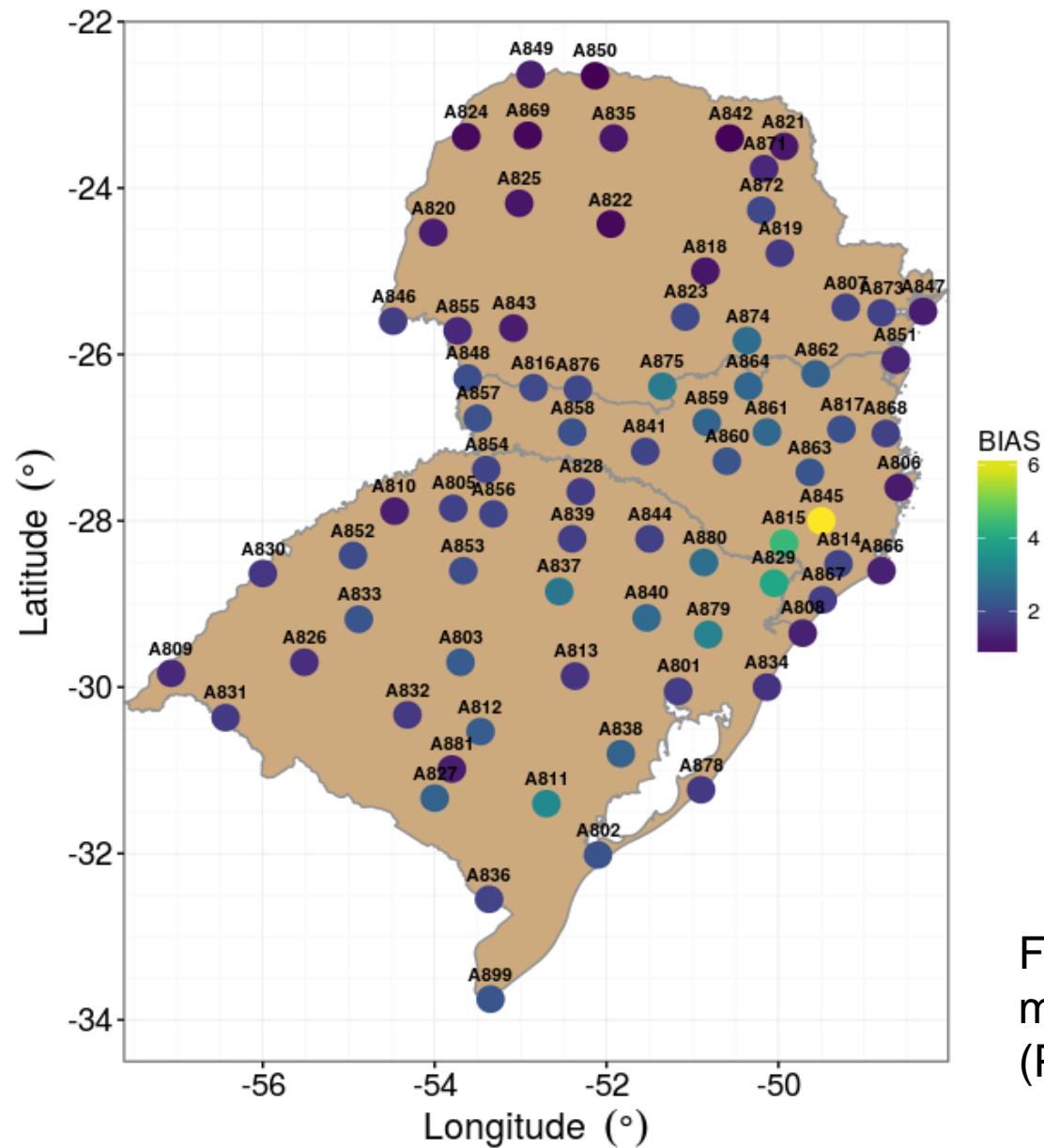


Figura 6. Desempenho do MHDt avaliado por meio dos Índices estatísticos: viés relativo (PBIAS, em %);

Resultados

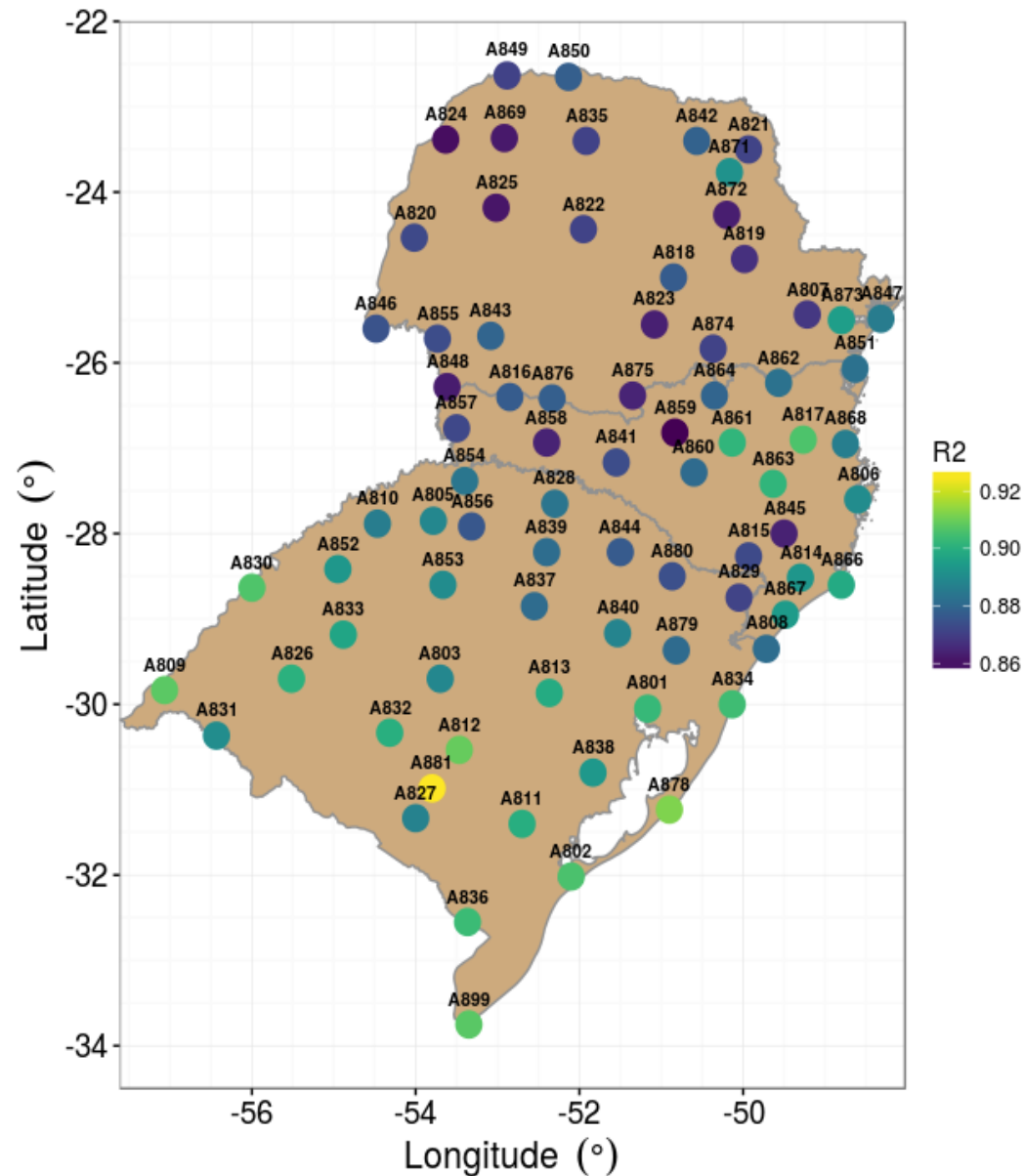


Figura 7. Desempenho do MHDt avaliado por meio dos Índices estatísticos: coeficiente de determinação (R^2 , adimensional).

Conclusão

- O MHDТ estimou dados horários com adequada acurácia, caracterizando o regime térmico horário para o sul do Brasil
- Aplicação em modelos fenológicos baseados na soma térmica em graus dia; e modelos de conforto térmico animal e humano.
- Possibilita o preenchimento das falhas frequentes nas séries de Tar horárias das EMA do INMET

Agradecimentos

- Os autores agradecem ao *programa PIBIC-CNPq, FAPERGS (proc. 1988-2551/13-3) e CNPQ (proc. 461130/2014-9)*
- E ao INMET pela disponibilidade dos dados.

Referências

- ECCEL, E. What we can ask to hourly temperature recording. 2010. Italian Journal of Agrometeorology p. 45 -50.
- CESARACCIO, C. An improved model for determining degree-day values from daily temperature data. 2001. Int J Biometeorol p.161–169.