Caracterização telhas cerâmicas

TOP TELHA®
TELHADOS CERÂMICOS

Avaliação do desempenho térmico de protótipos de EPS com cobertura de diferentes telhas

USP
BioSMat
Materials for Biosystems

Fevereiro de 2022

Objetivos

- Estudo do desempenho térmico de protótipos de EPS;
- 4 características distintas de cobertura;
- Avaliados por 3 meses de exposição;
- Colorimetria das telhas.

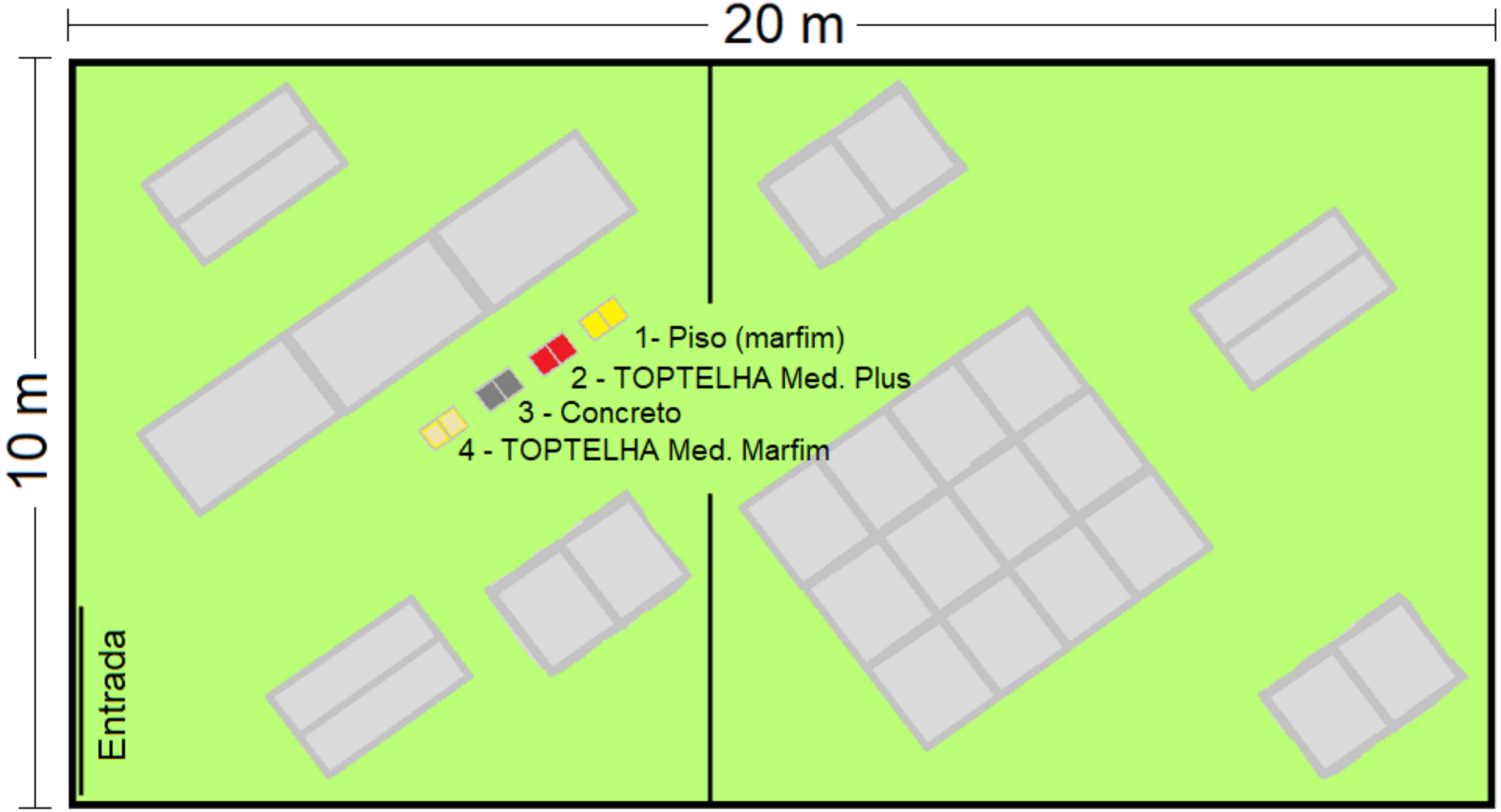
- Característica das coberturas:
  - 1 - Telha cerâmica piso (cor marfim);
  - 2 - Telha cerâmica TOPTELHA mediterrânea plus;
  - 3 – Telha de concreto;
  - 4 - Telha cerâmica TOPTELHA mediterrânea marfim.

Protótipos

- Confeccionados de EPS (isopor), 3 cm de espessura;
- A x L x C = (45 x 40 x 45) cm^3;
- 27% de inclinação;
- 2 telhas em cada protótipo.

1 – Telha piso (cor marfim)
2 – Telha TOPTELHA mediterrânea plus
3 – Telha de concreto
4 – Telha TOPTELHA mediterrânea marfim

Posicionamento dos protótipos



Inclinação da telha voltada para o norte

Planta baixa do campo de envelhecimento natural. Campus Fernando Costa da USP - Pirassununga - SP
As estruturas em cinza representam outros trabalhos de envelhecimento em andamento.

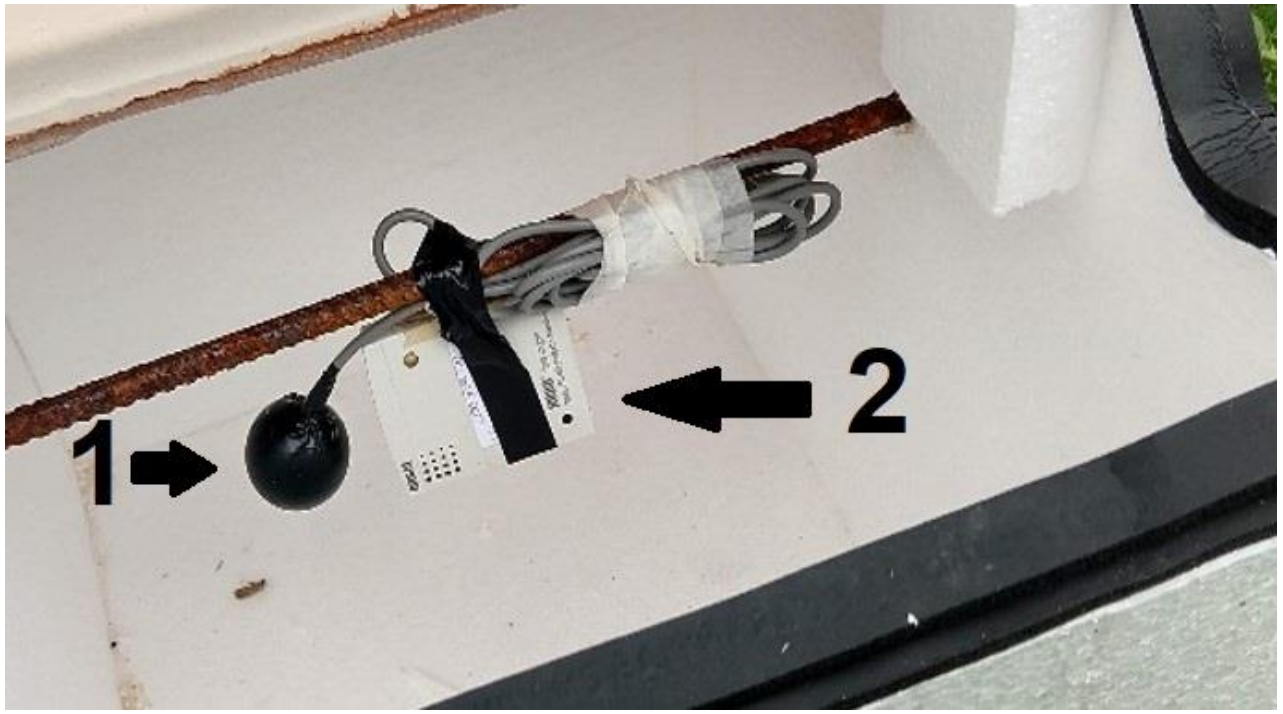
Avaliações:

- Temperaturas:
  - Superfície superior das telhas;
  - Superfície inferior das telhas;
  - Temperatura de globo negro (centro geométrico do protótipo).

Sensor de temperatura na superfície da telha (superior ou inferior)

Avaliações:

- Umidade relativa do interior do protótipo:
  - Centro geométrico do protótipo



1 - Globo negro 5 cm Ø (com sensor de temperatura);
2 – Data-logger (registro temperatura e umidade relativa).

Conforto térmico

ITGU – Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade

$$\mathbf{ITGU = T_{gn} + 0{,}36\ T_{po} + 41{,}5}$$

Em que, T_{gn} é a temperatura do globo negro e T_{po} é a temperatura de ponto de orvalho[1].

[1]Ponto de orvalho obtido pela calculadora em https://www.suto-itec.com/pt/calculadora-de-umidade/

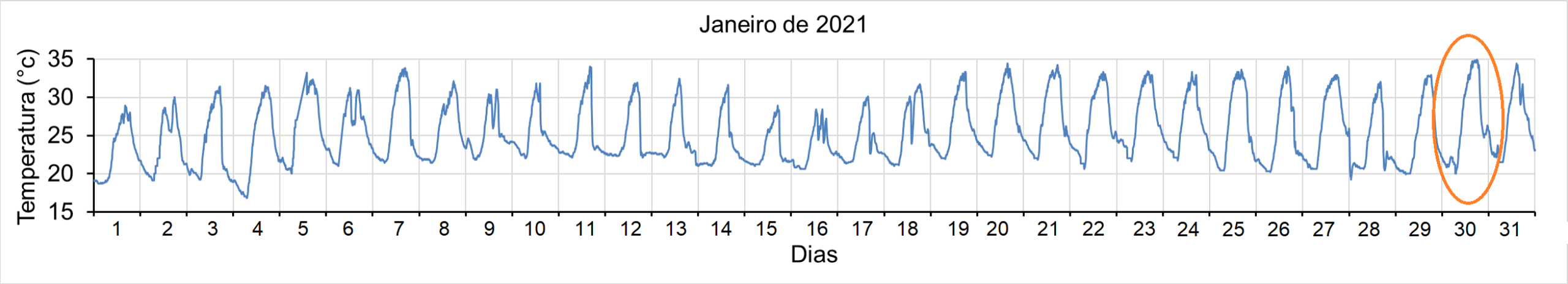
Dados meteorológicos

Mês	Chuva (mm)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)
Janeiro	243,8	34,9	16,8
Fevereiro	108,6	34,4	17,6
Março	125,4	33,2	12,0
Abril	2,6	33,0	12,0

Dados: Estação meteorológica Laboratório de Ciência Agrárias. Campus Fernando Costa da USP - Pirassununga - SP

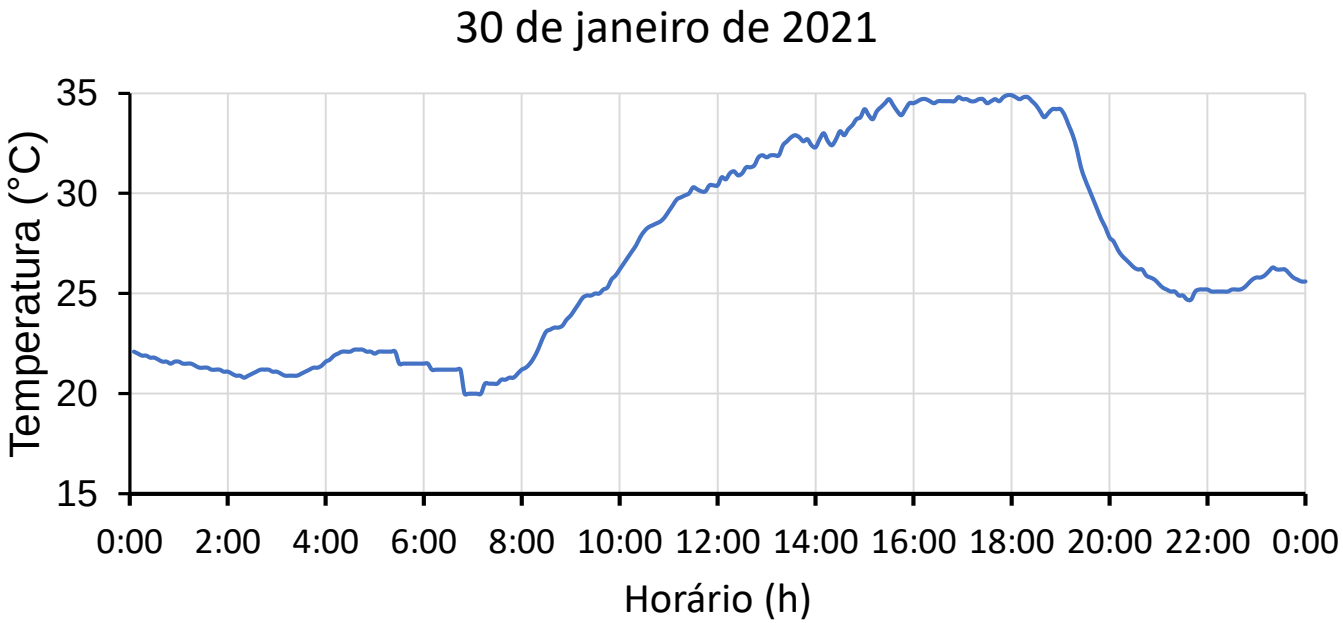
Escolha de eventos climáticos

- Estação meteorológica Campus USP Pirassununga



Critérios:

- Maiores temperaturas registradas;
- Maiores amplitudes térmicas;
- Dias ensolarados ou com poucas nuvens.

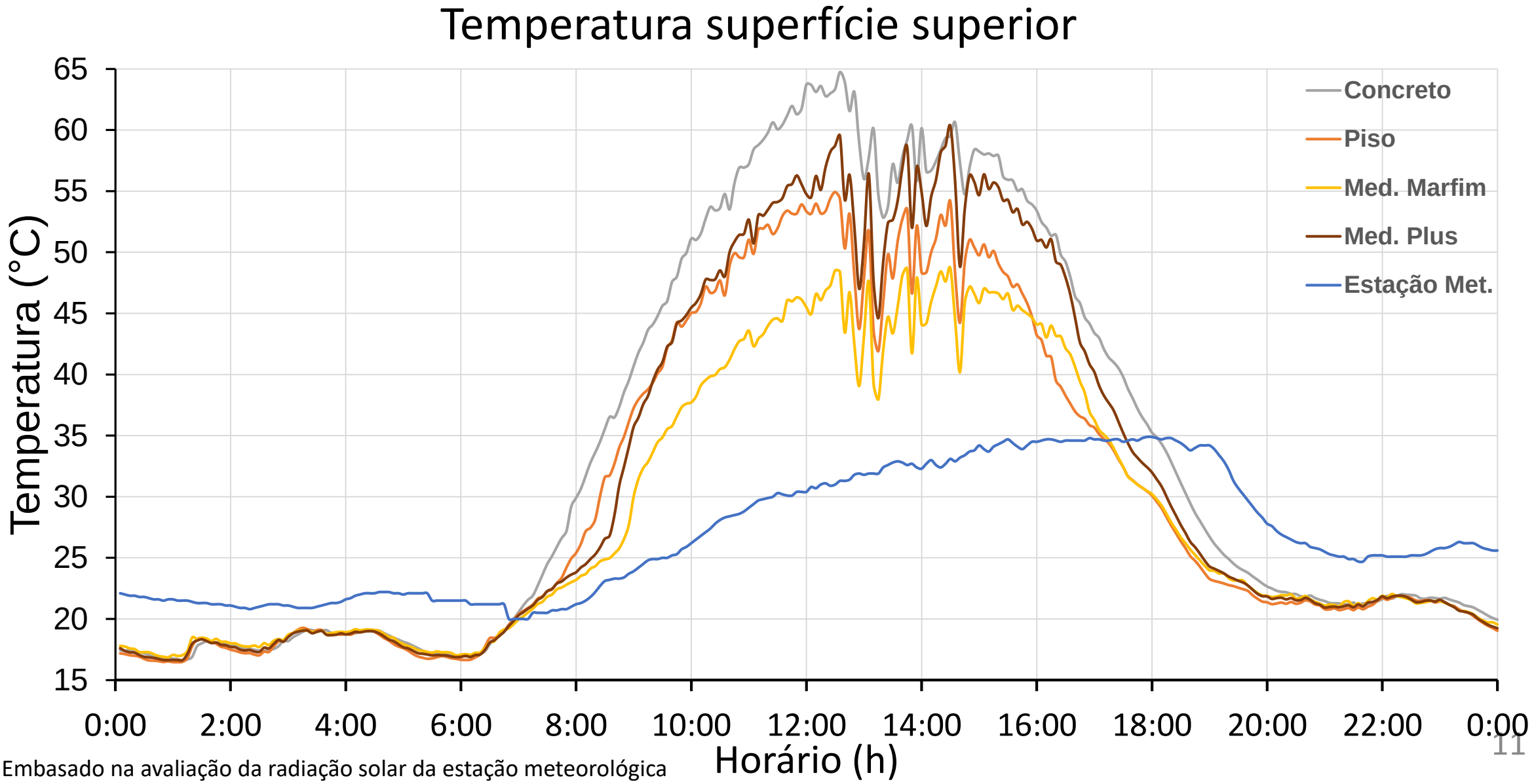


Evento - 30 de janeiro de 2021

Ocorrência de nuvens à tarde[1]

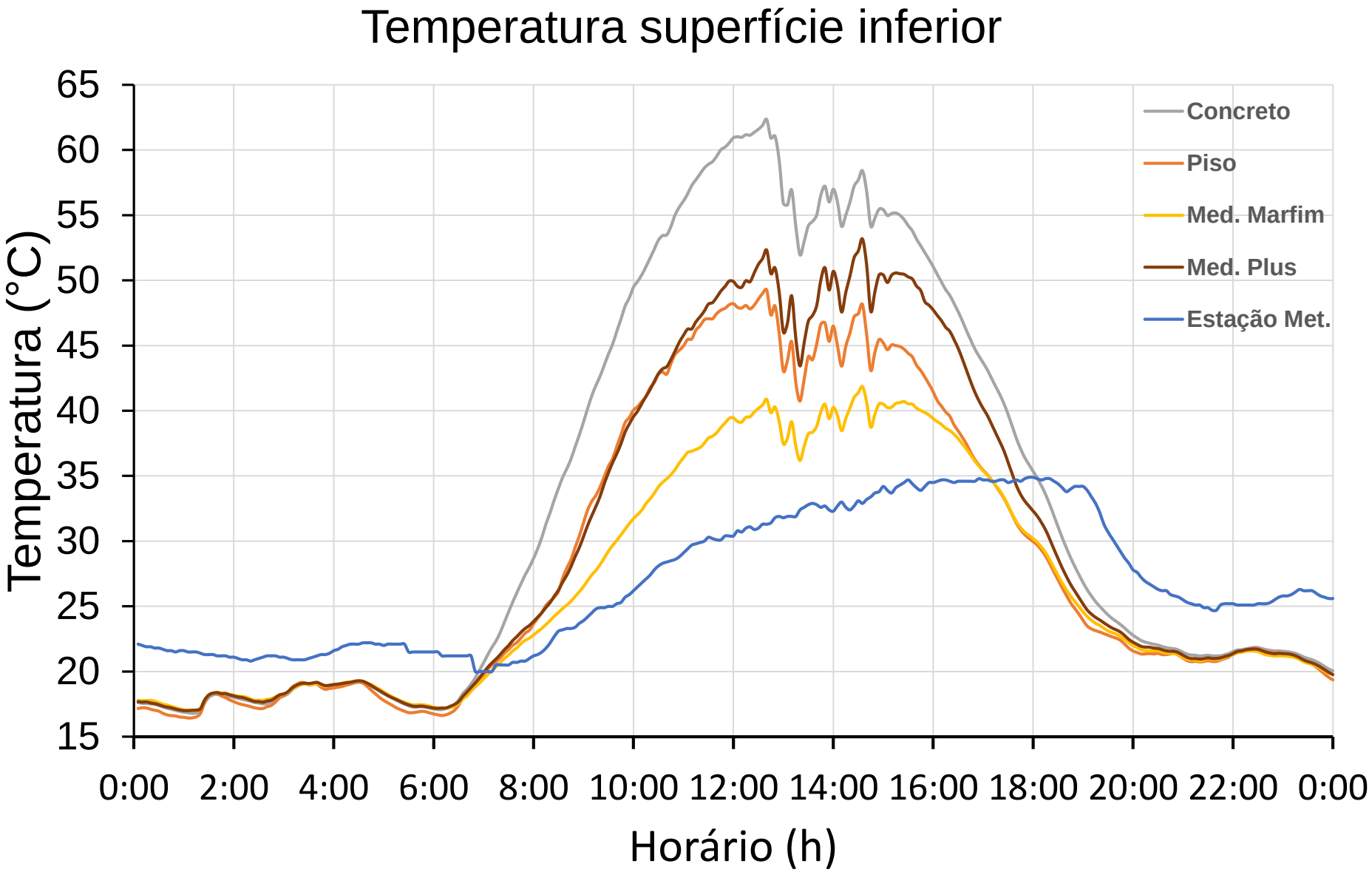
Evento - 30 de janeiro de 2021

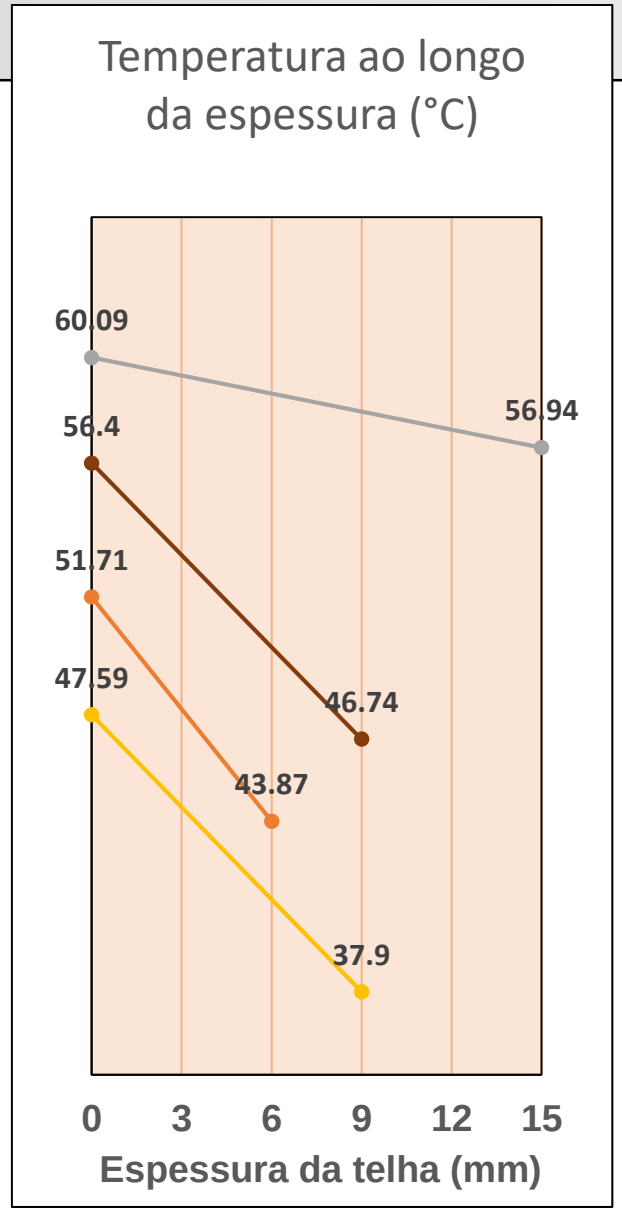
Ocorrência de nuvens à tarde[1]



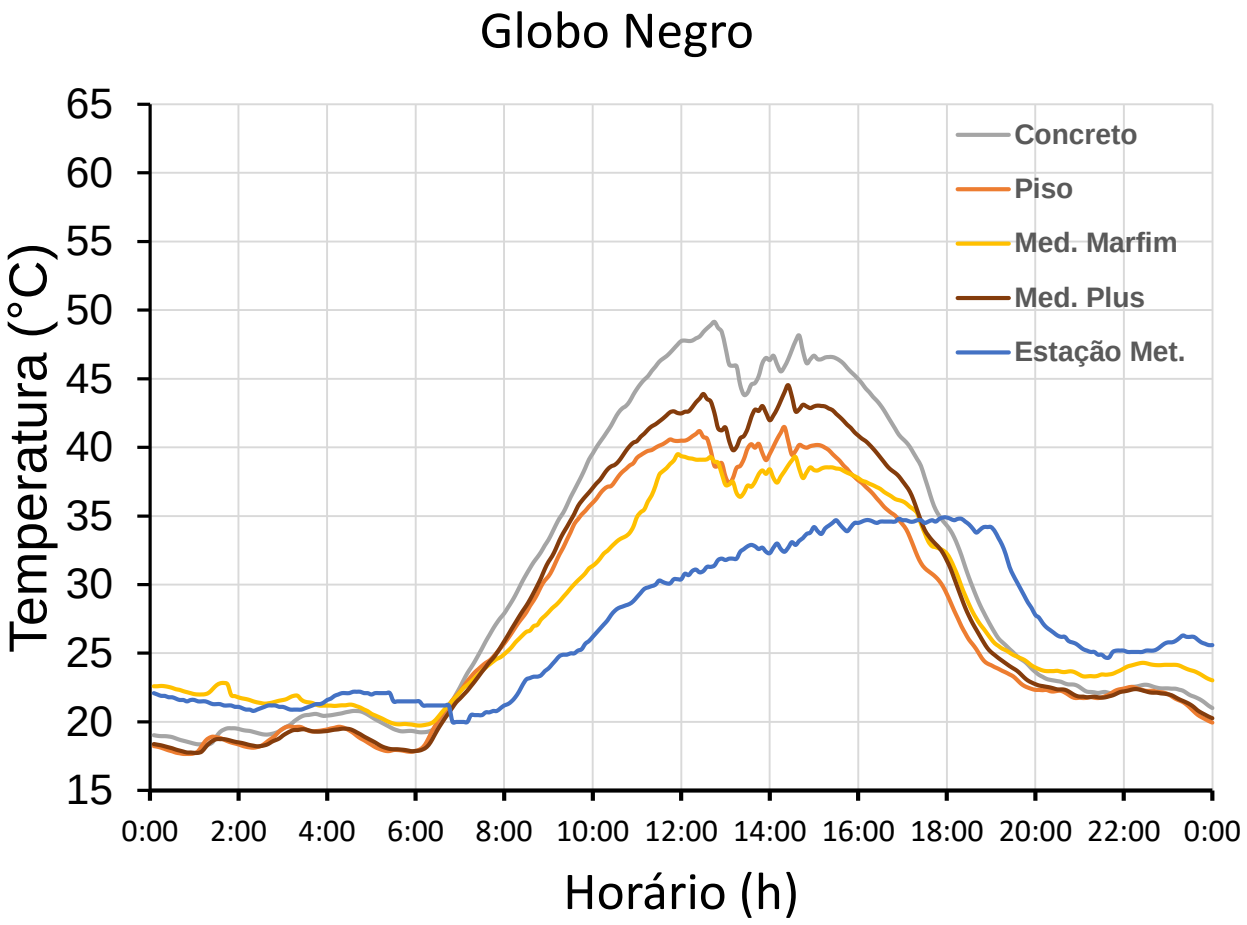
[1] Embasado na avaliação da radiação solar da estação meteorológica

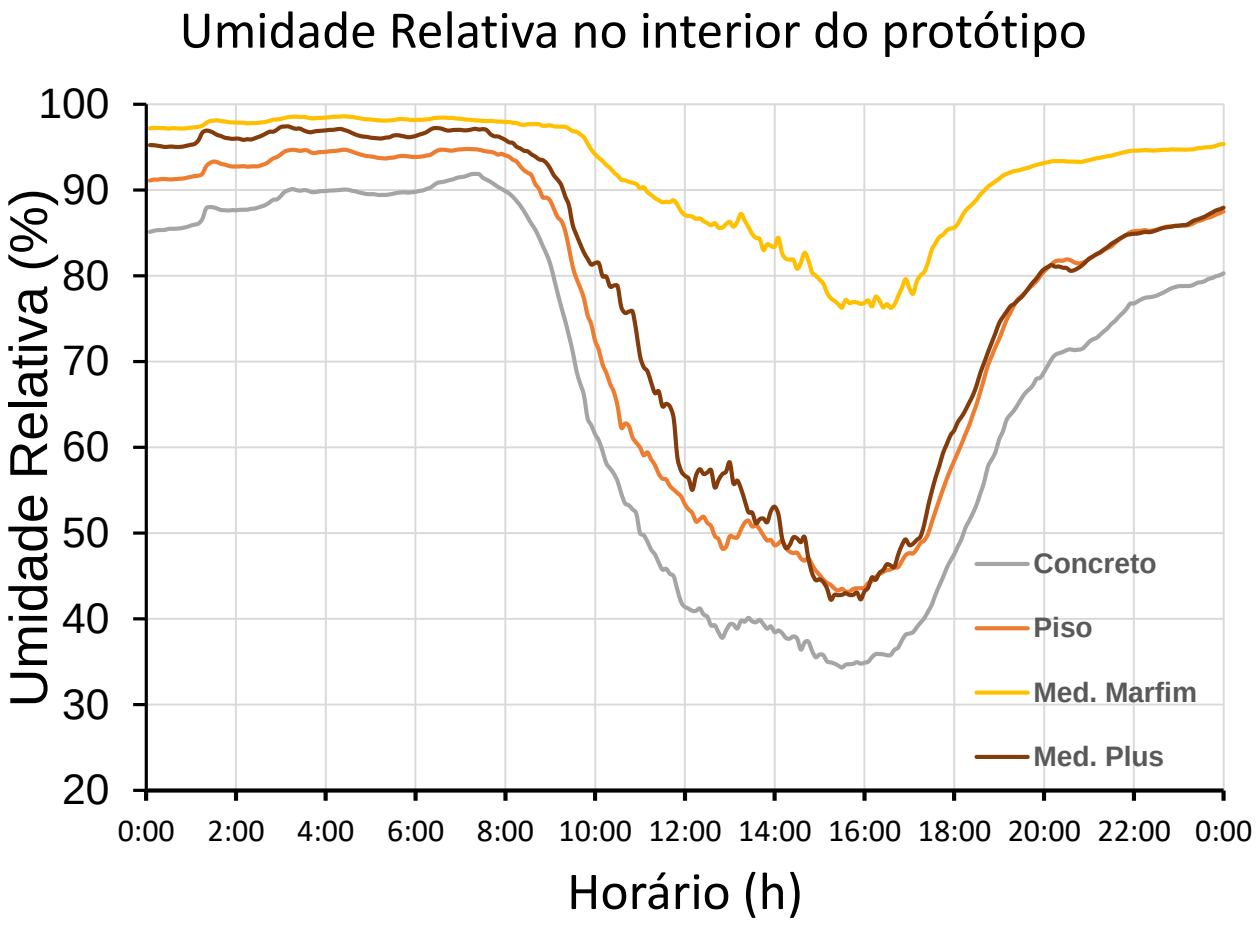
Evento - 30 de janeiro de 2021





Evento - 30 de janeiro de 2021

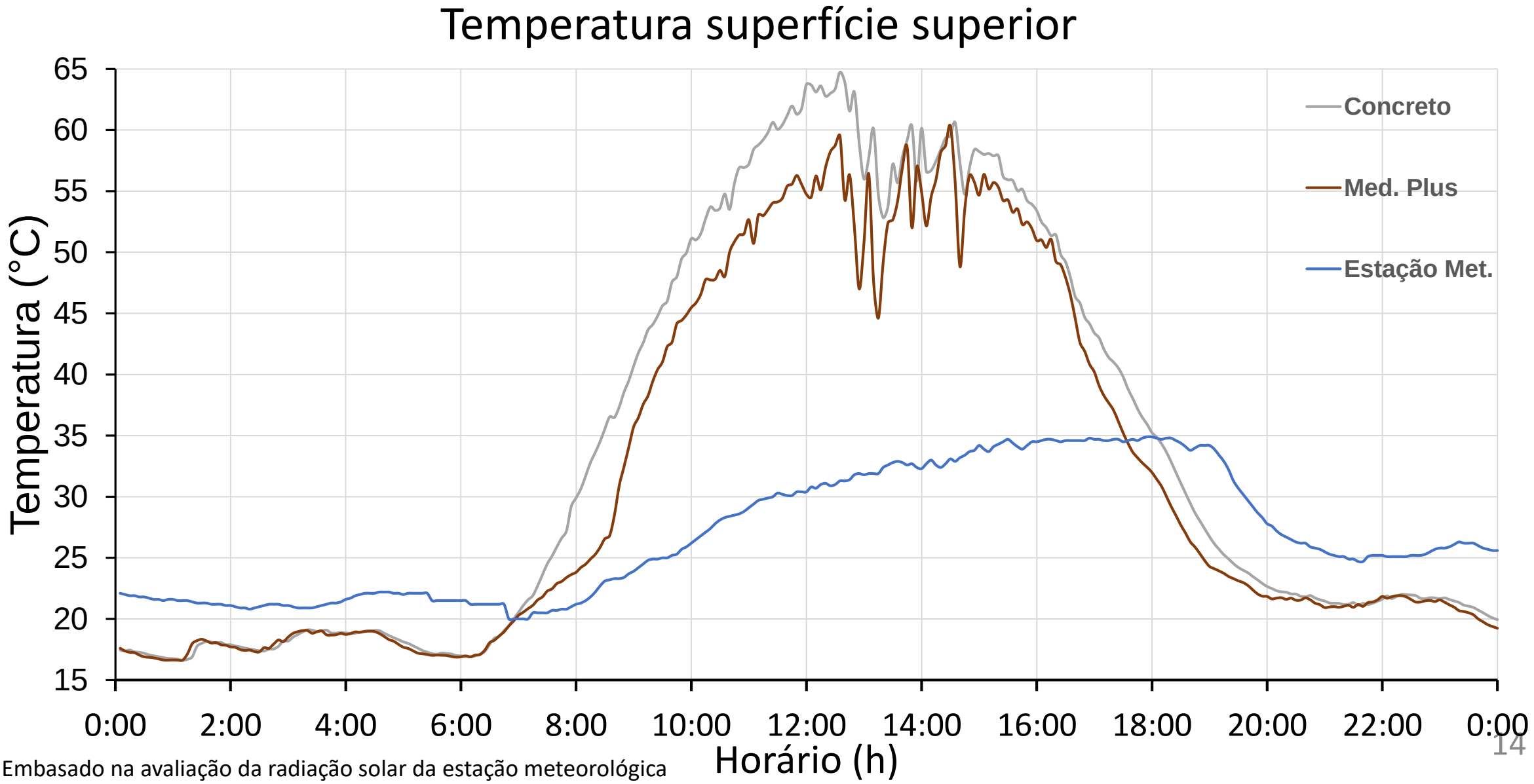




ITGU	Concreto	101,3	Mediterrânea Marfim	93,7	Piso	92,4	Mediterrânea Plus	96,9
TPO		31,0		36,3		28,4		33,1
12:30h								

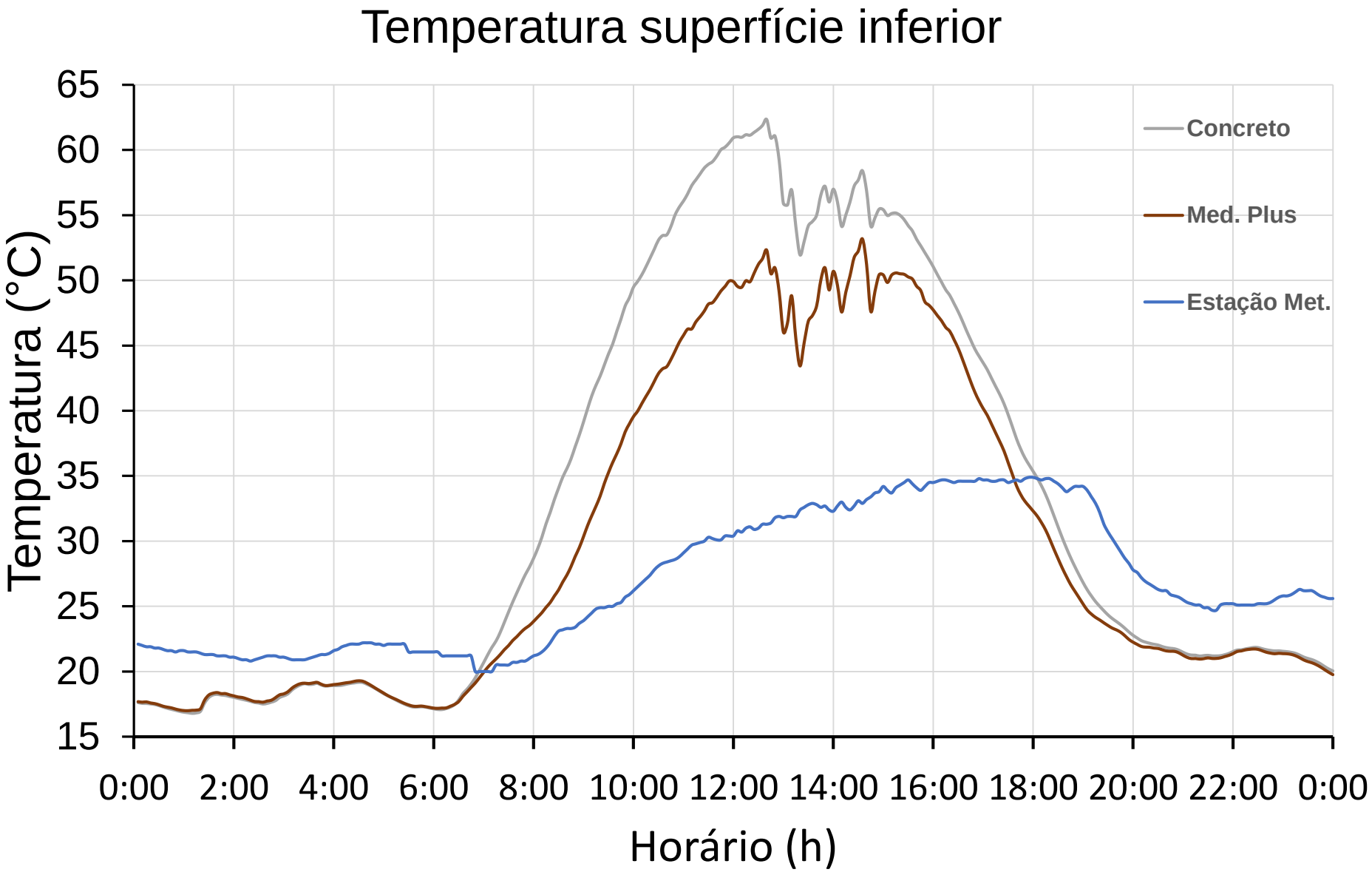
Evento - 30 de janeiro de 2021
Telha Concreto *versus* Mediterrânea Plus

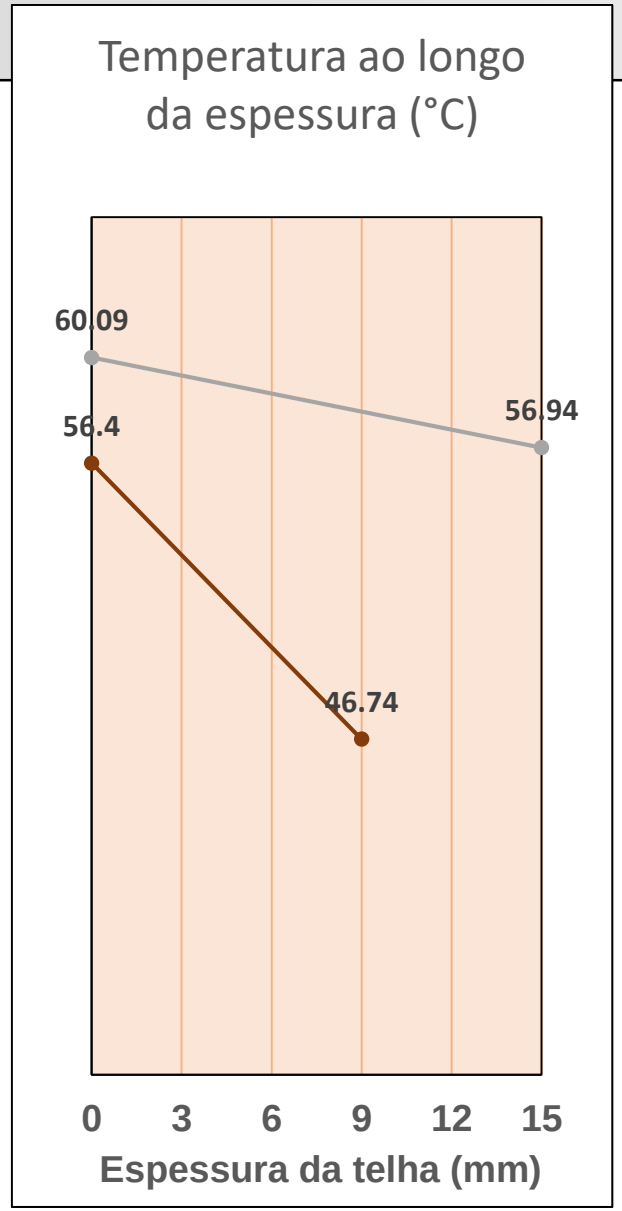
Ocorrência de nuvens à tarde[1]



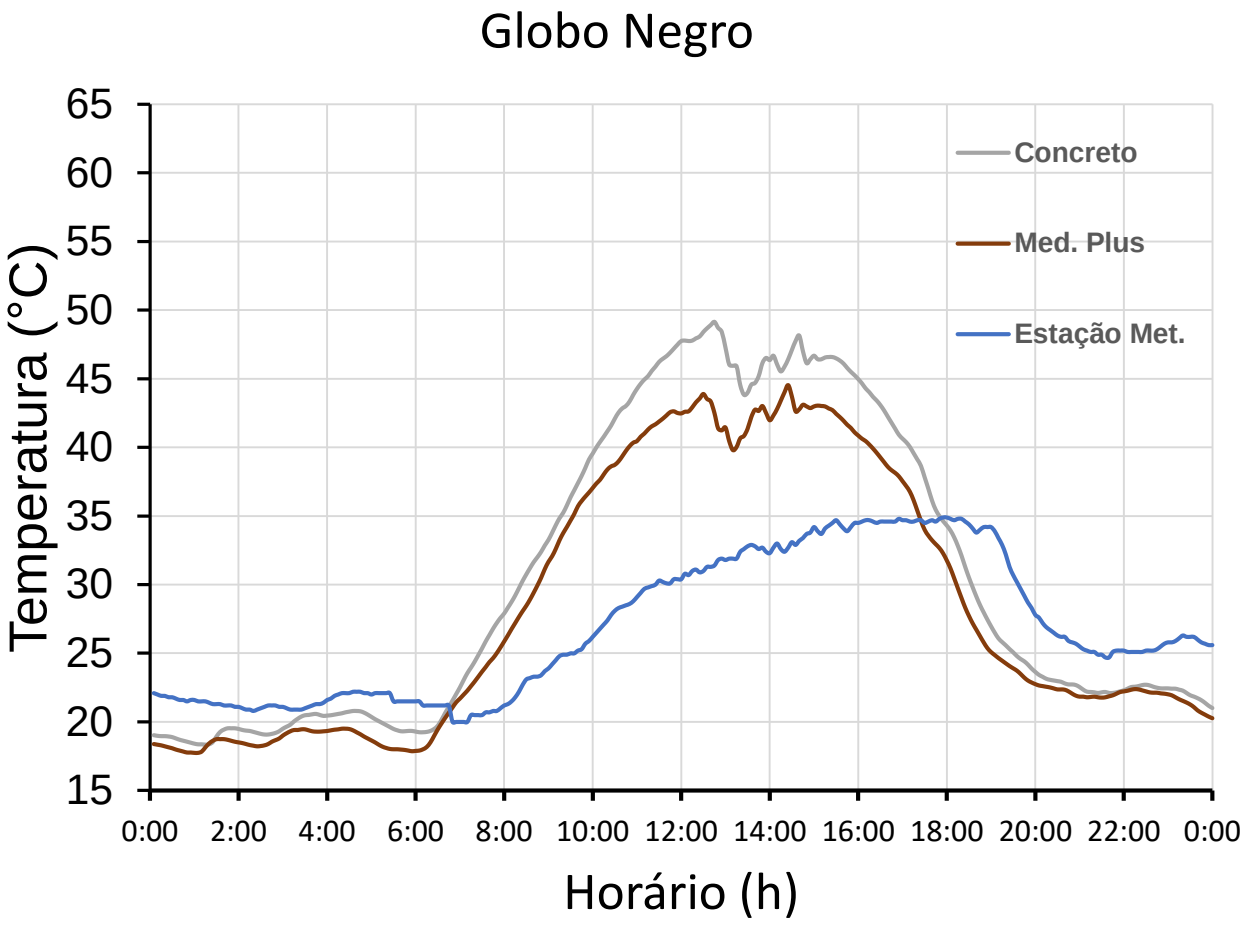
[1] Embasado na avaliação da radiação solar da estação meteorológica

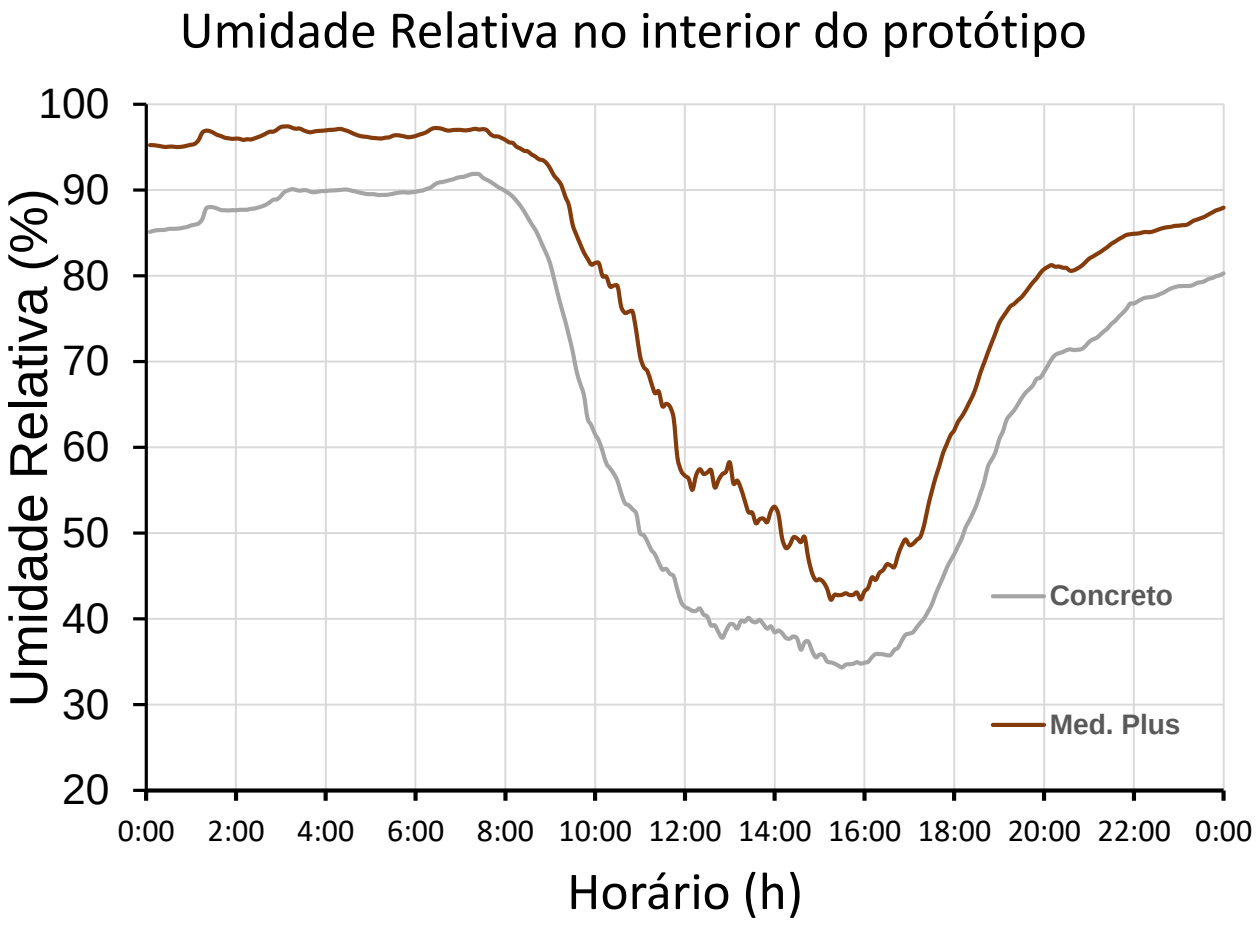
Evento - 30 de janeiro de 2021
Telha Concreto *versus* Mediterrânea Plus





Evento - 30 de janeiro de 2021
Telha Concreto *versus* Mediterrânea Plus

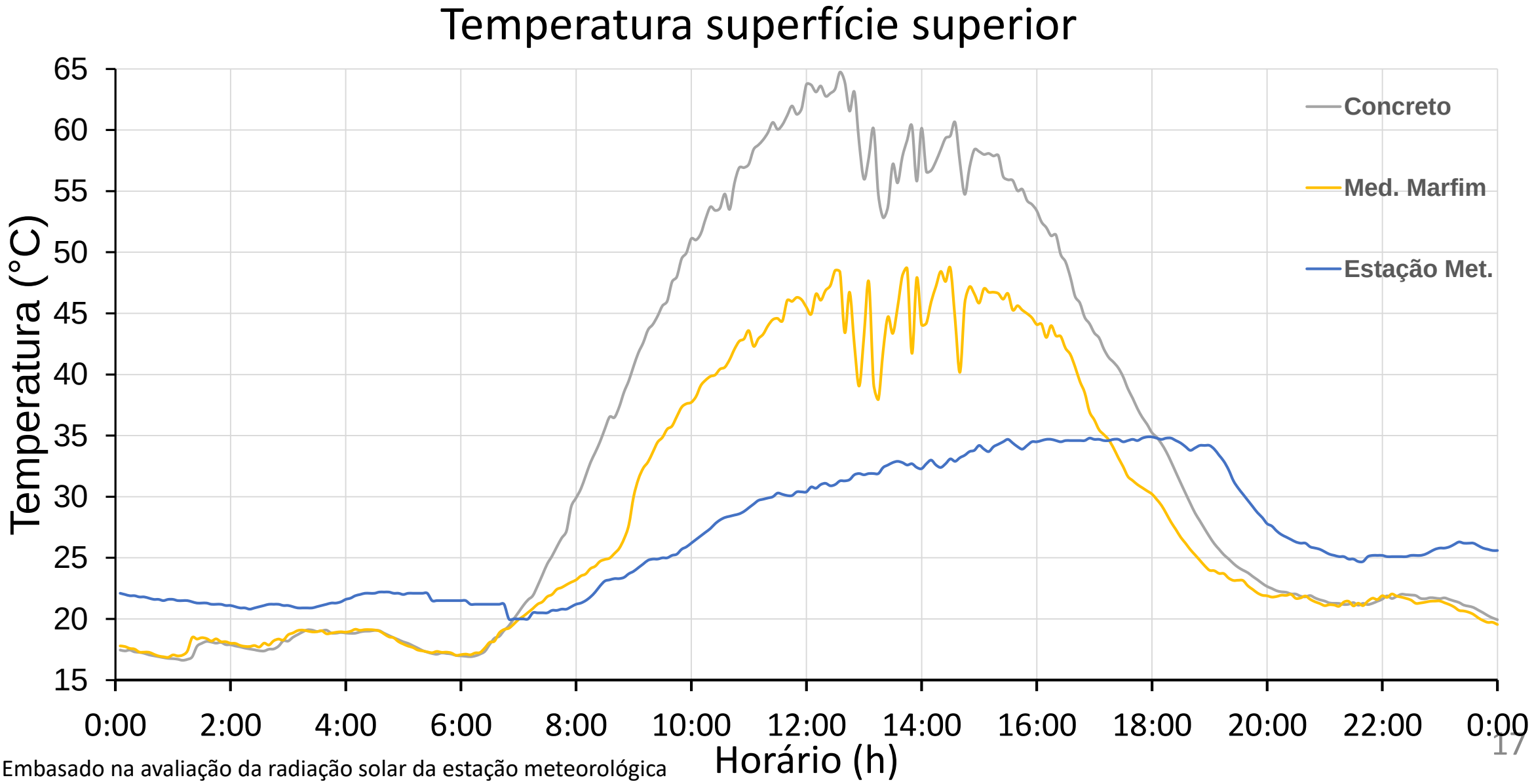




ITGU	Concreto	101,3	Mediterrânea Plus	96,9
TPO		31,0	33,1	
12:30h				

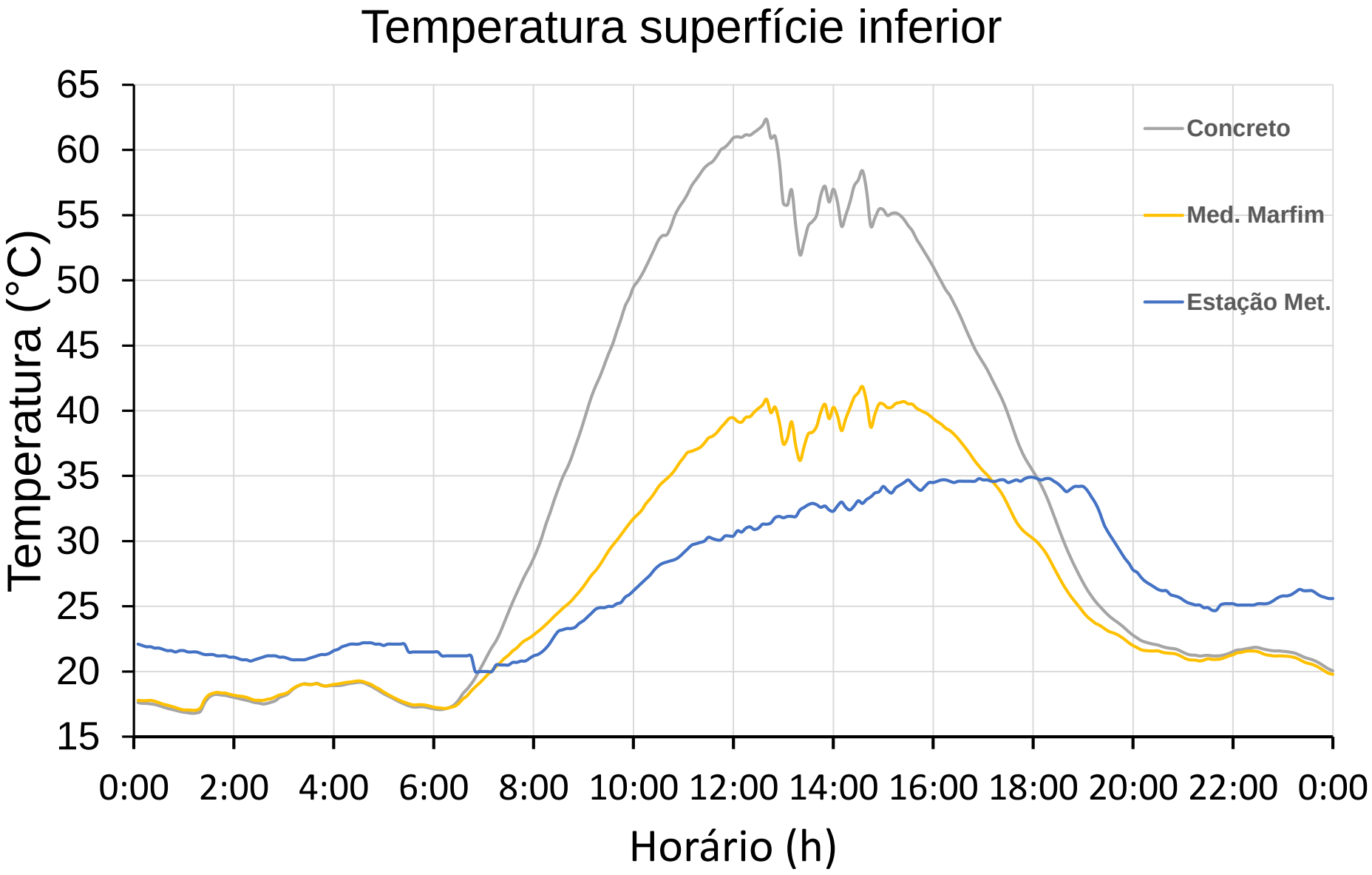
Evento - 30 de janeiro de 2021
Telha Concreto *versus* Mediterrânea Marfim

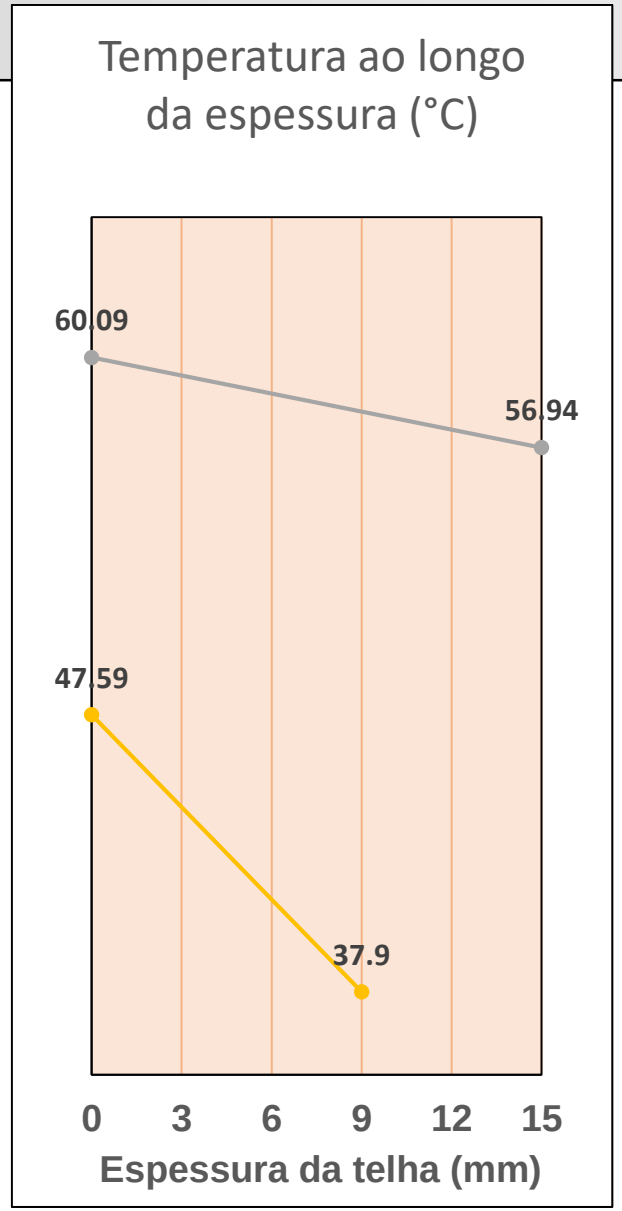
Ocorrência de nuvens à tarde[1]



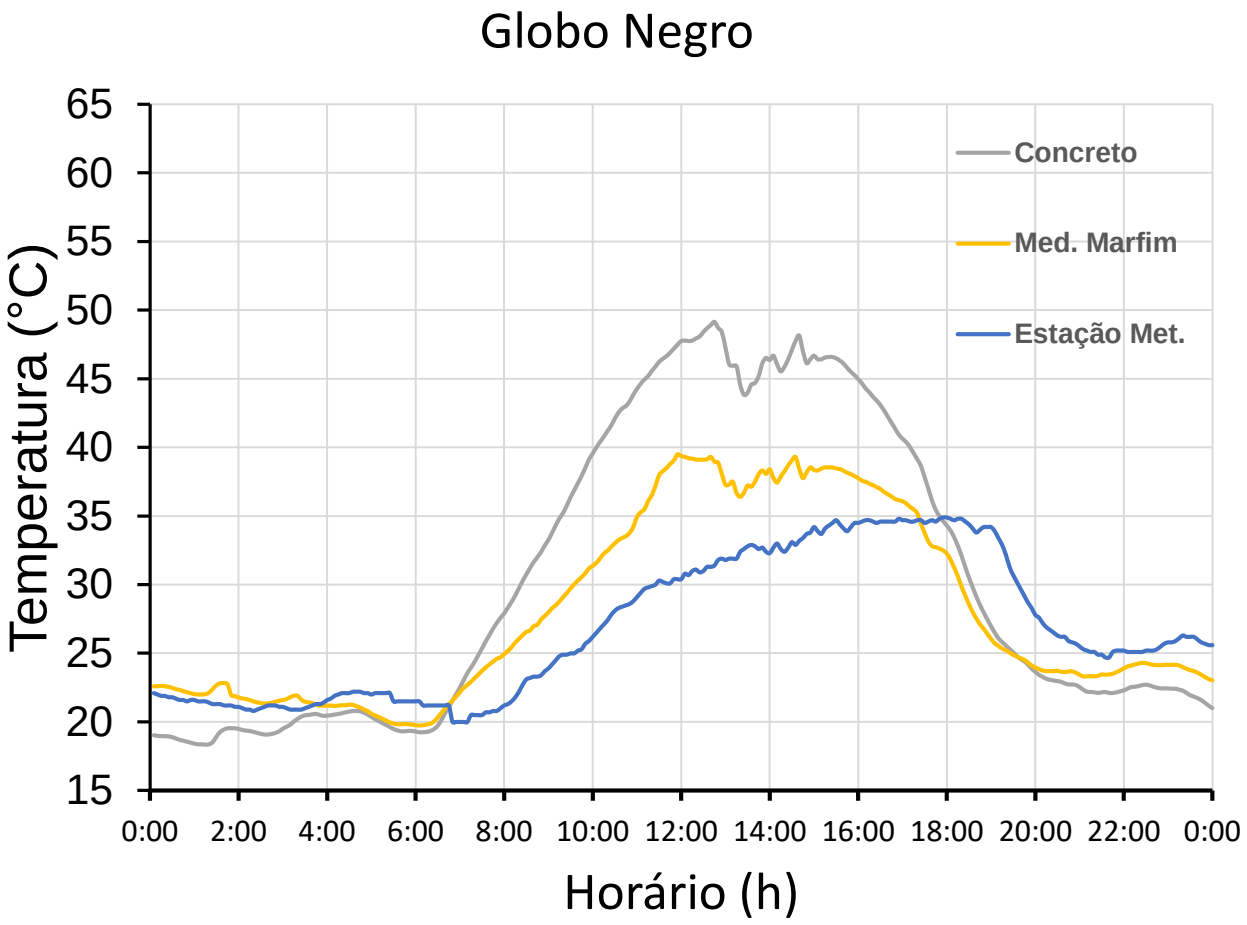
[1] Embasado na avaliação da radiação solar da estação meteorológica

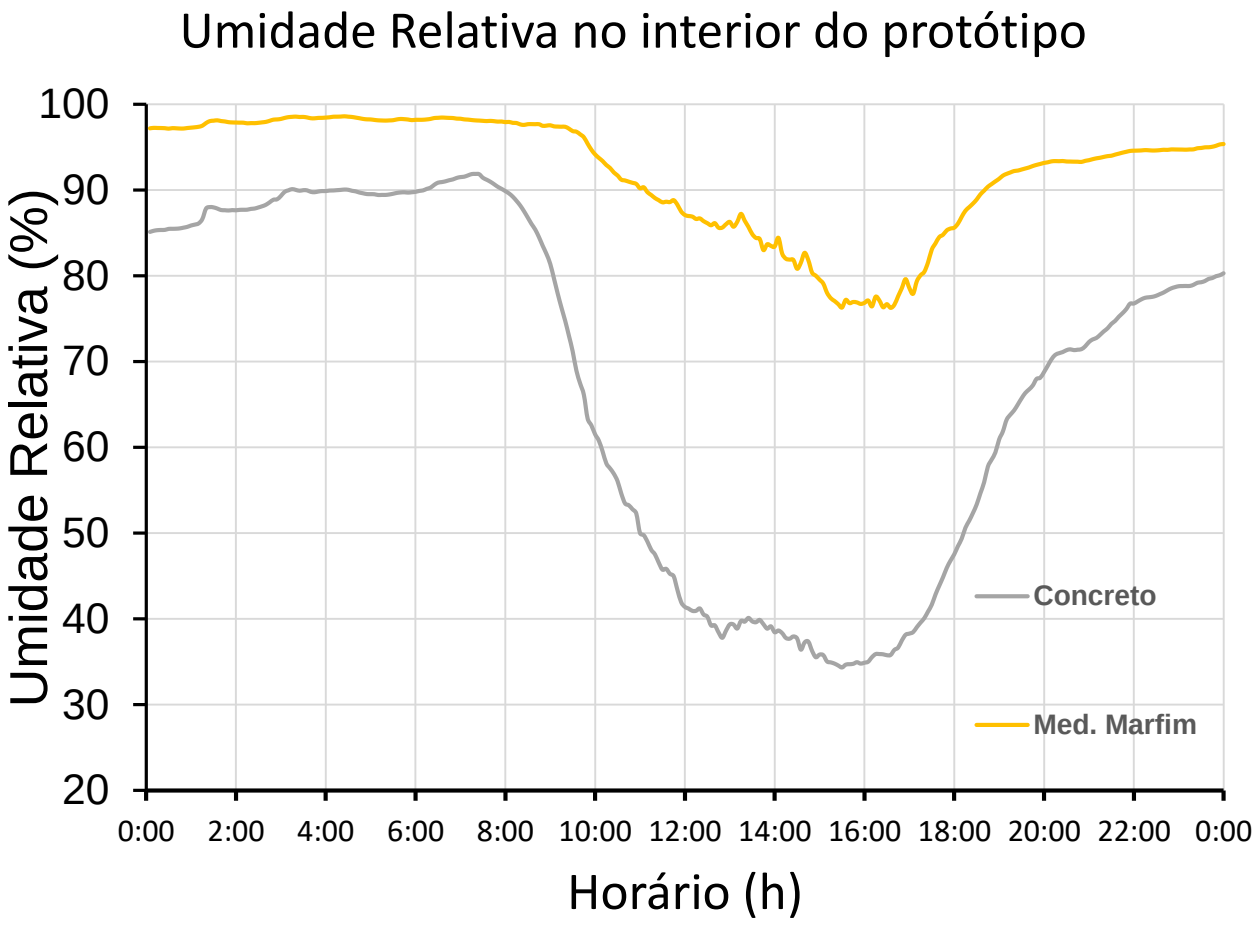
Evento - 30 de janeiro de 2021
Telha Concreto *versus* Mediterrânea Marfim





Evento - 30 de janeiro de 2021
Telha Concreto *versus* Mediterrânea Marfim

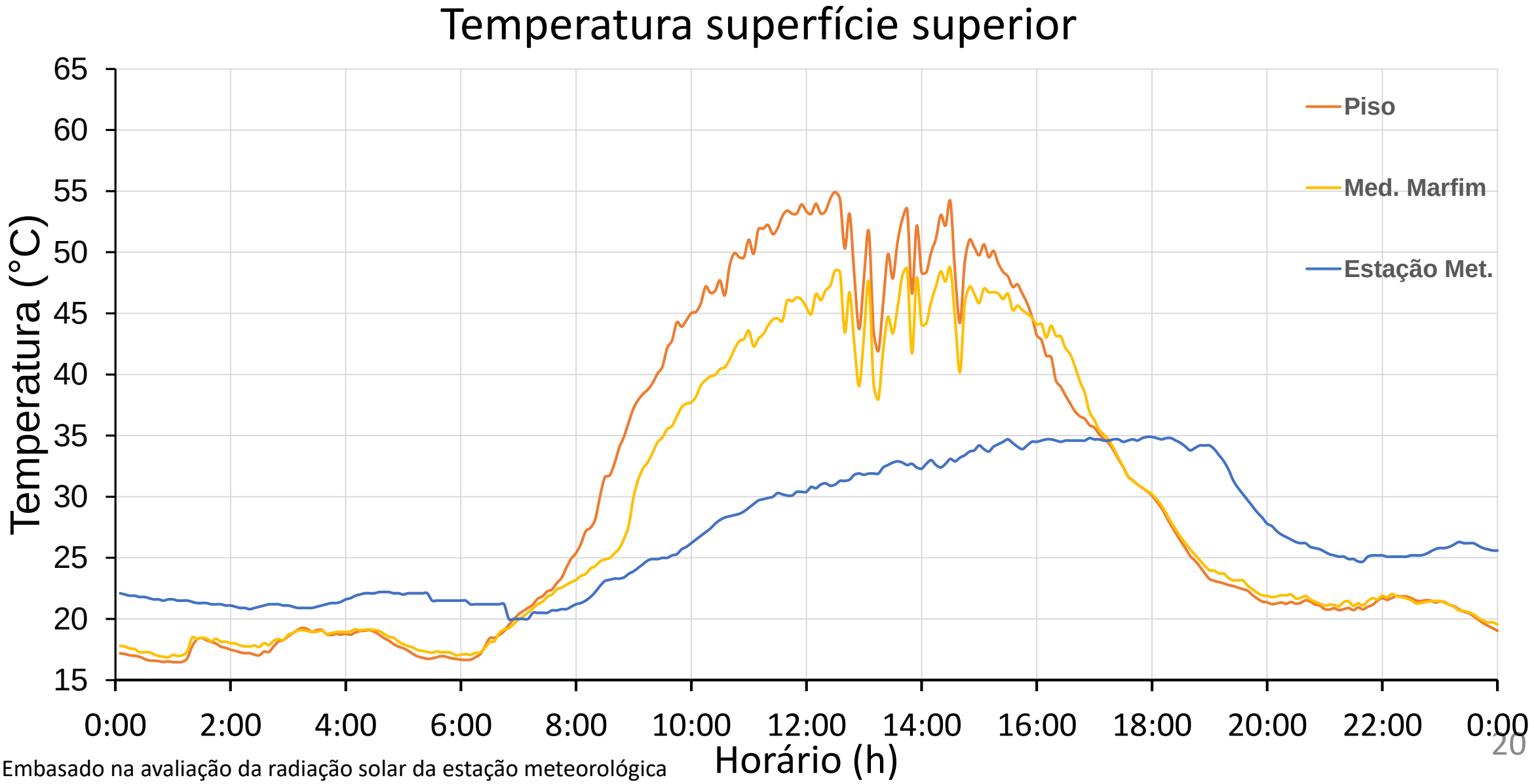




ITGU	Concreto	101,3	Mediterrânea Marfim	93,7
TPO		31,0		36,3
12:30h				

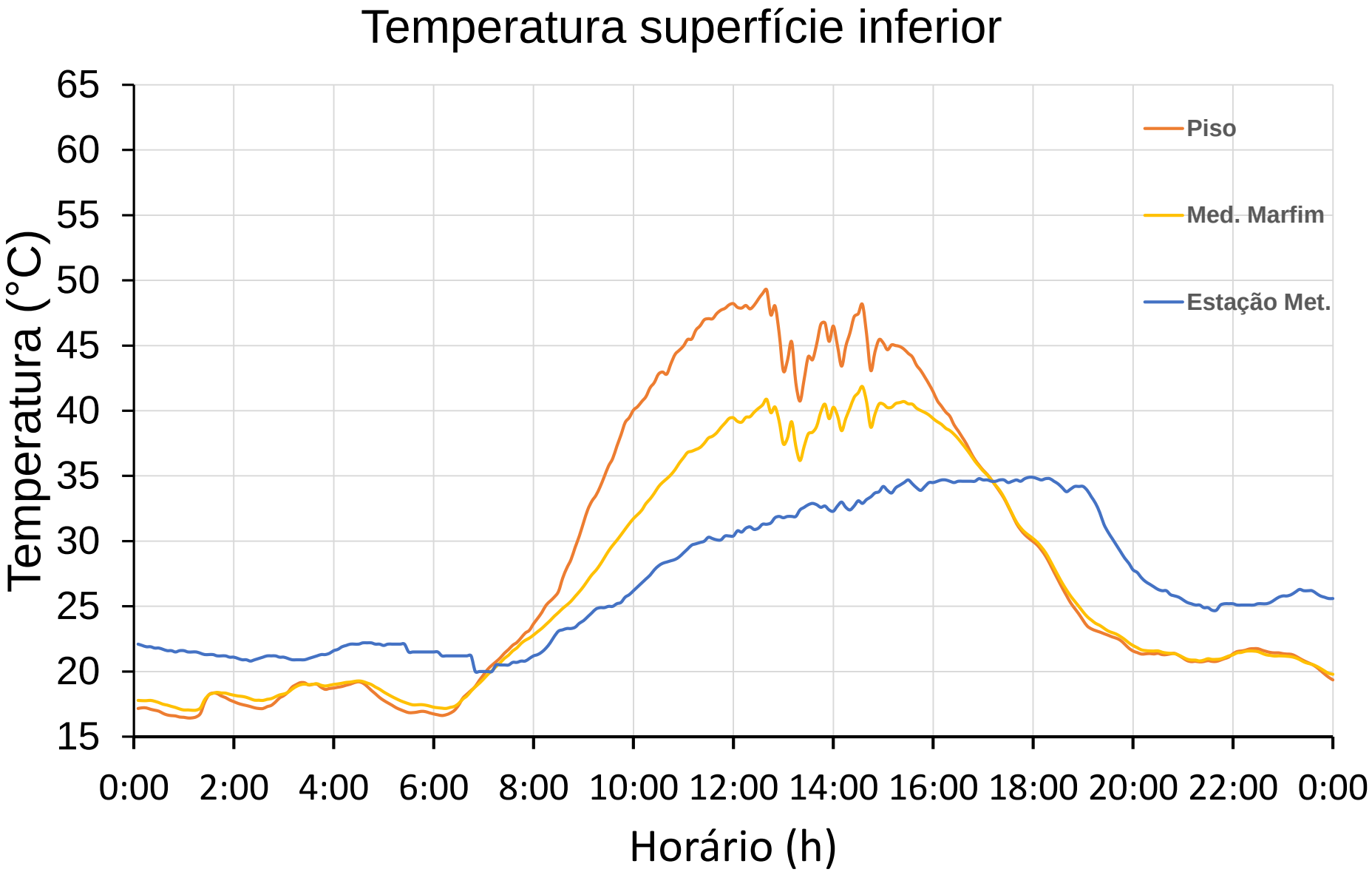
Evento - 30 de janeiro de 2021
Telha Piso *versus* Mediterrânea Marfim

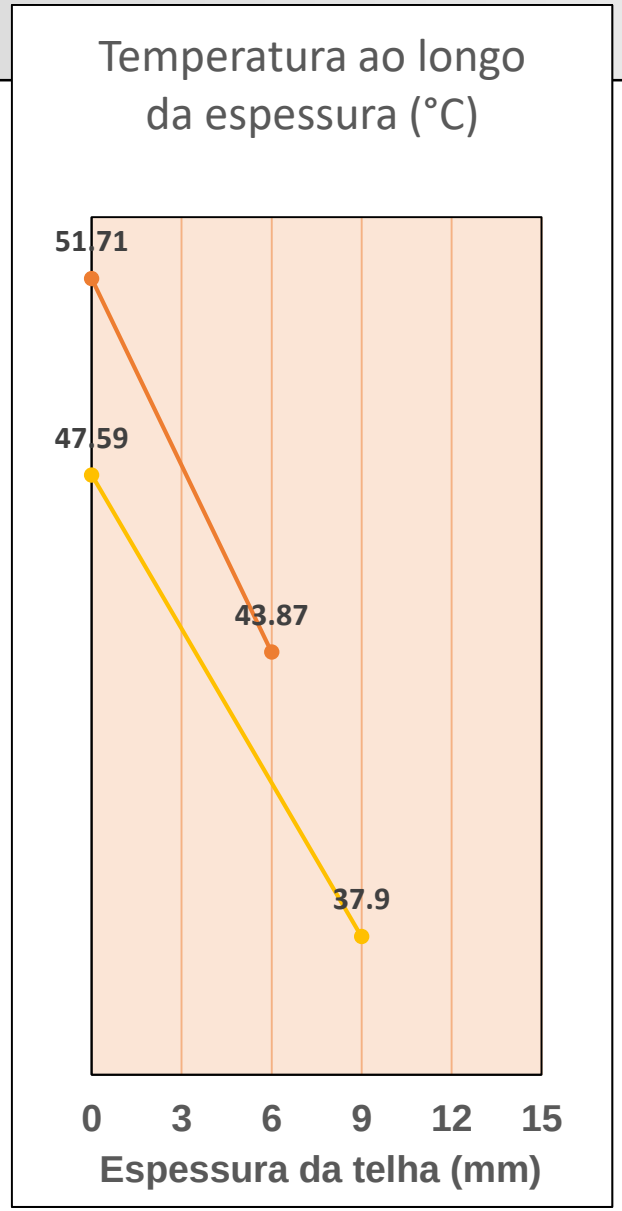
Ocorrência de nuvens à tarde[1]



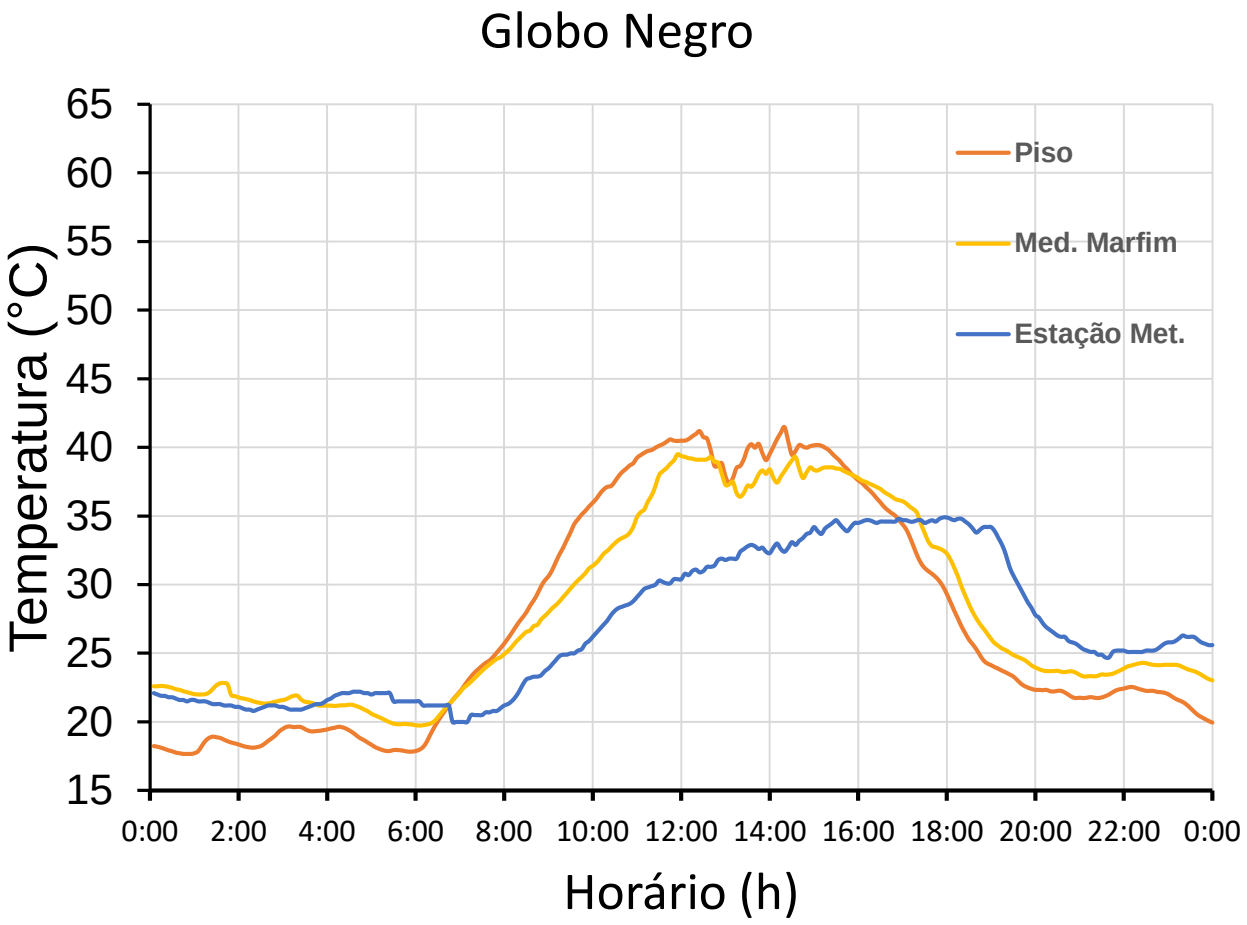
[1] Embasado na avaliação da radiação solar da estação meteorológica

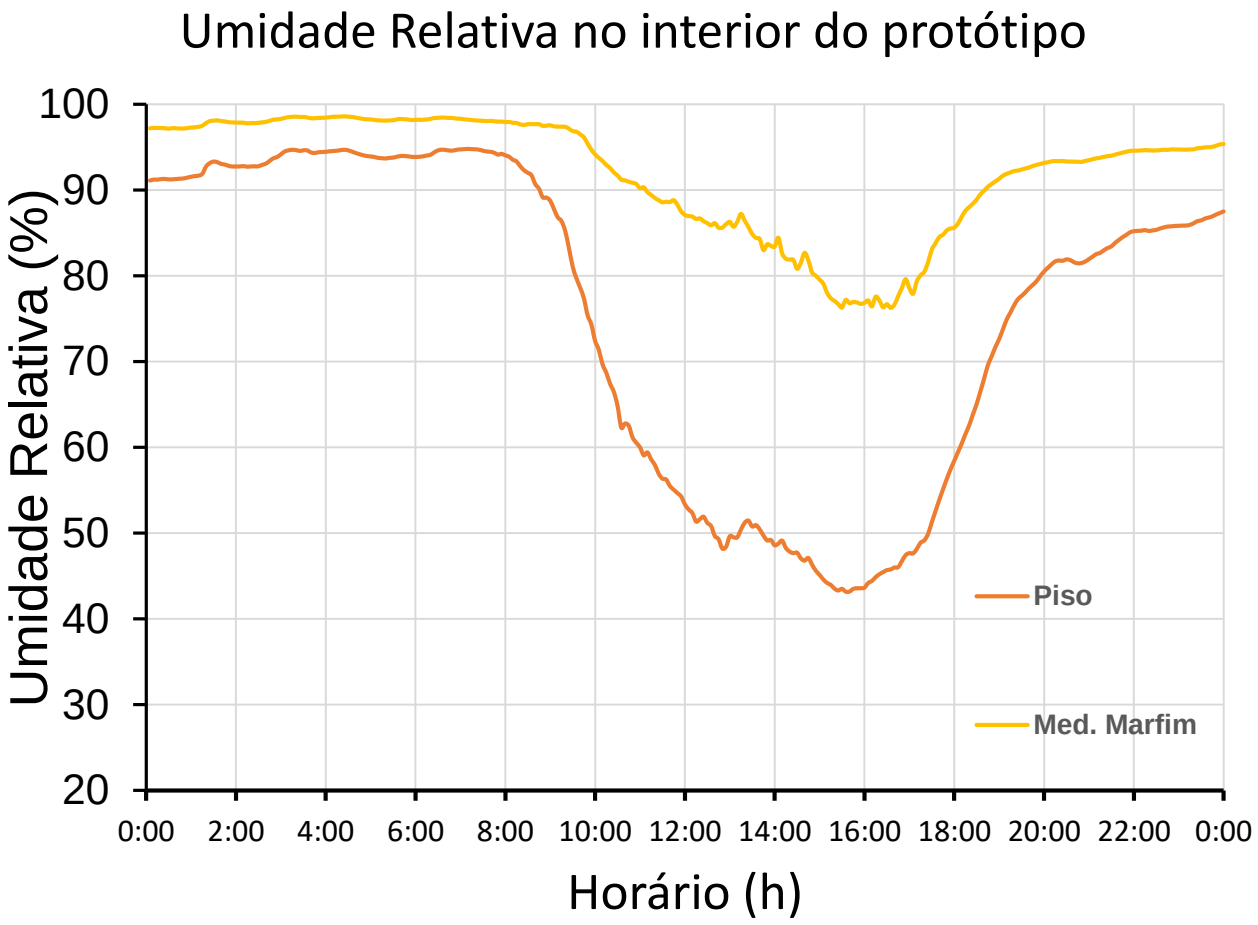
Evento - 30 de janeiro de 2021
Telha Piso *versus* Mediterrânea Marfim





Evento - 30 de janeiro de 2021
Telha Piso *versus* Mediterrânea Marfim

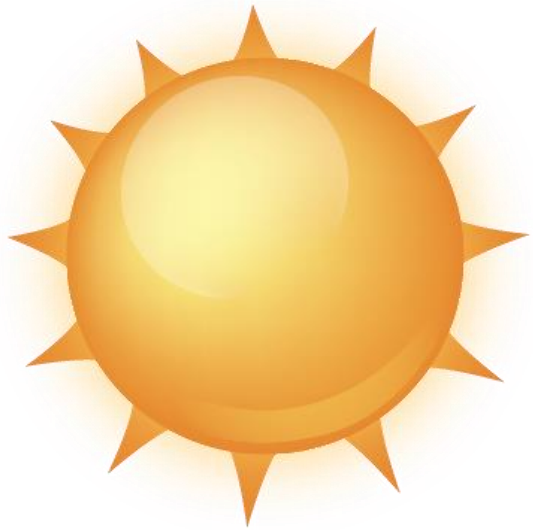




ITGU	Mediterrânea Marfim	93,7	Piso	92,4
TPO	36,3			28,4
12:30h				

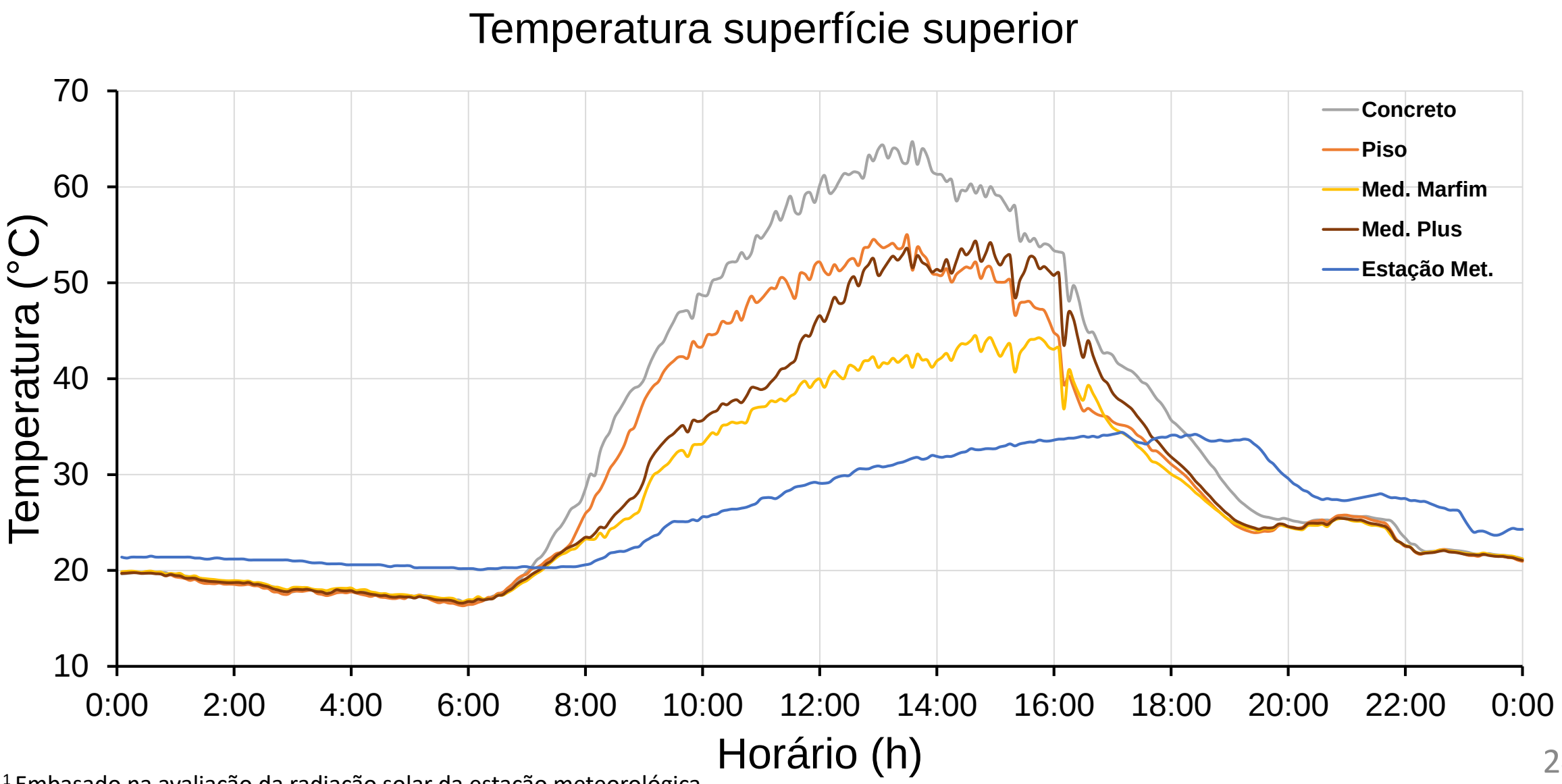
Evento - 3 de fevereiro de 2021

Dia ensolarado[1]



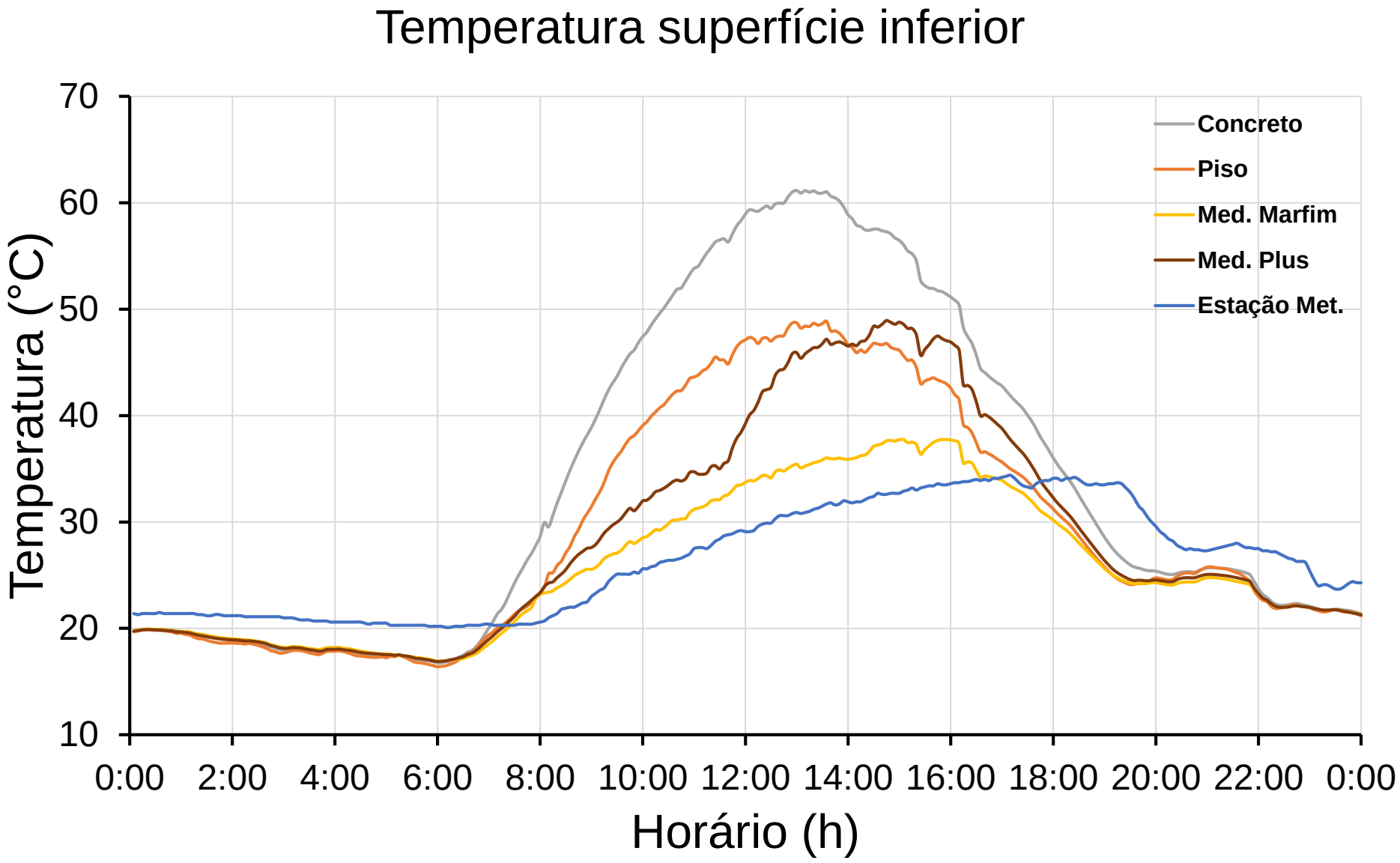
Evento - 3 de fevereiro de 2021

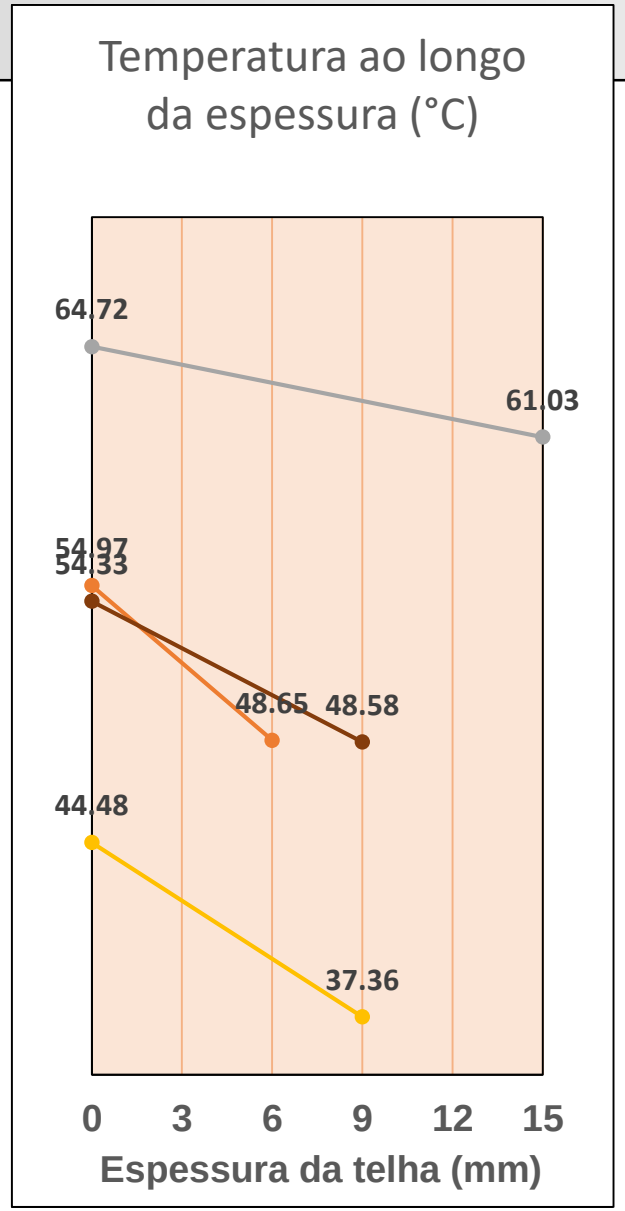
Dia ensolarado[1]



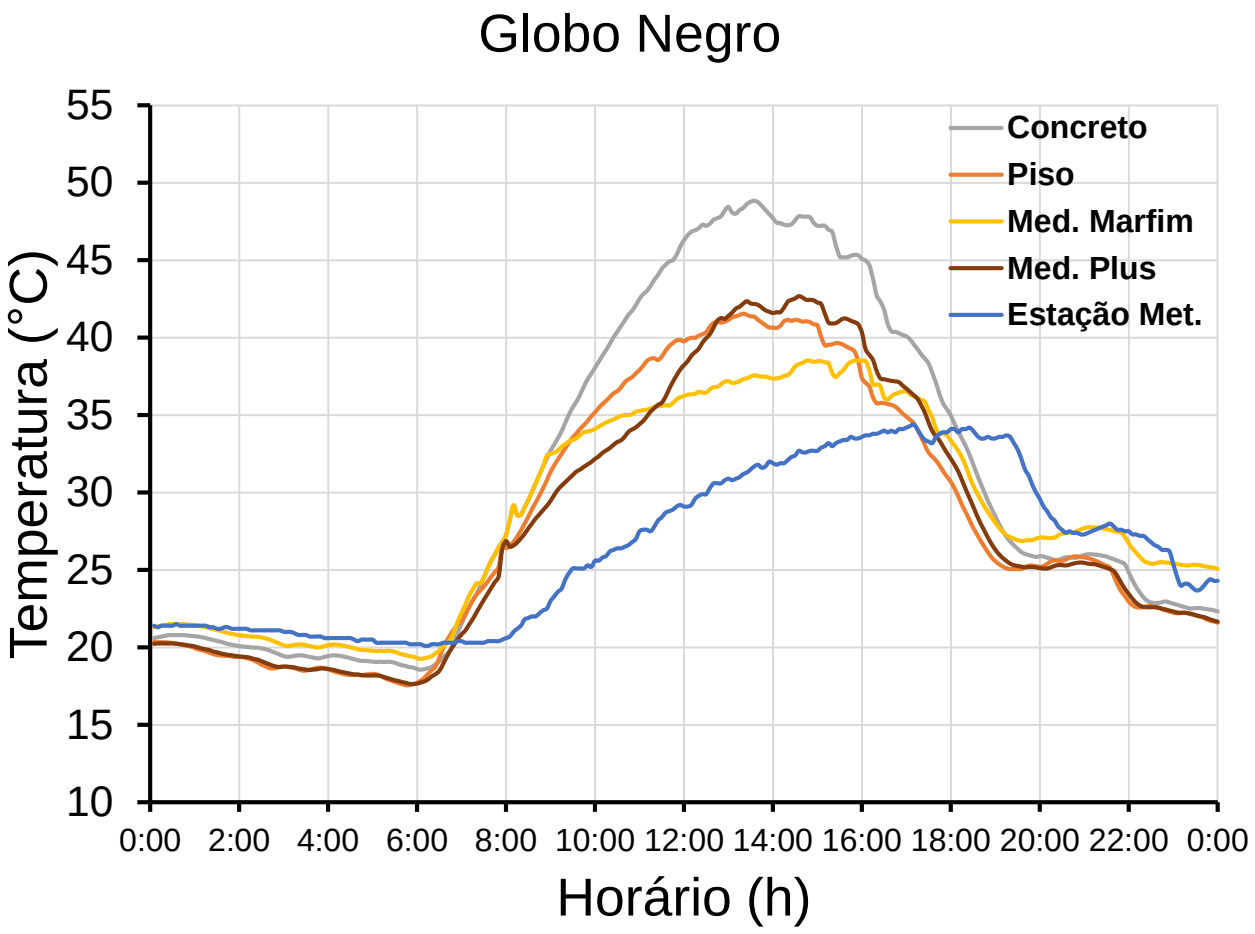
[1] Embasado na avaliação da radiação solar da estação meteorológica

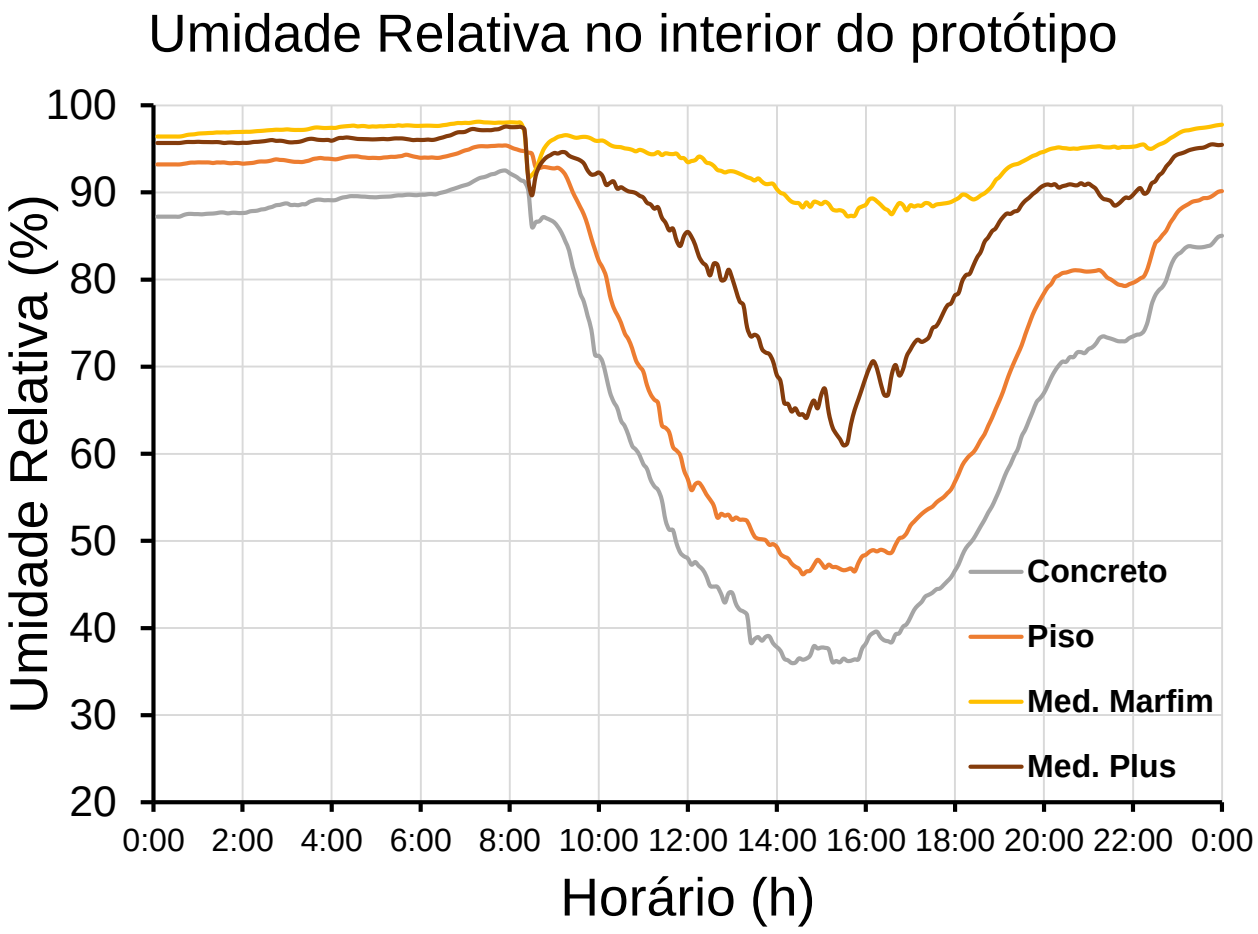
Evento - 3 de fevereiro de 2021





Evento - 3 de fevereiro de 2021

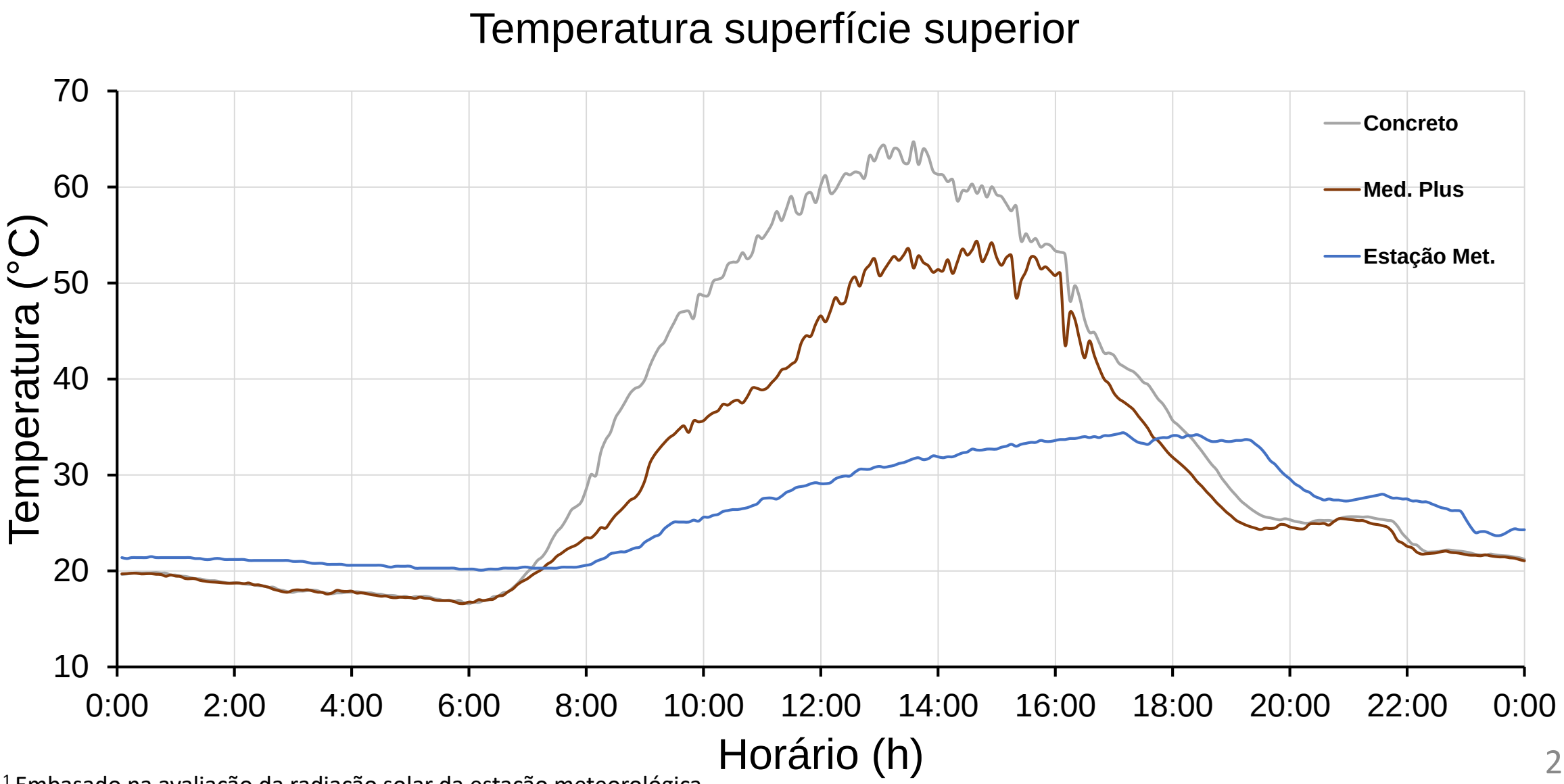




ITGU	Concreto	101,6	Mediterrânea Marfim	92,2	Piso	93,2	Mediterrânea Plus	96,4
TPO		31,1		36,4		28,8		35,3
13:30h								

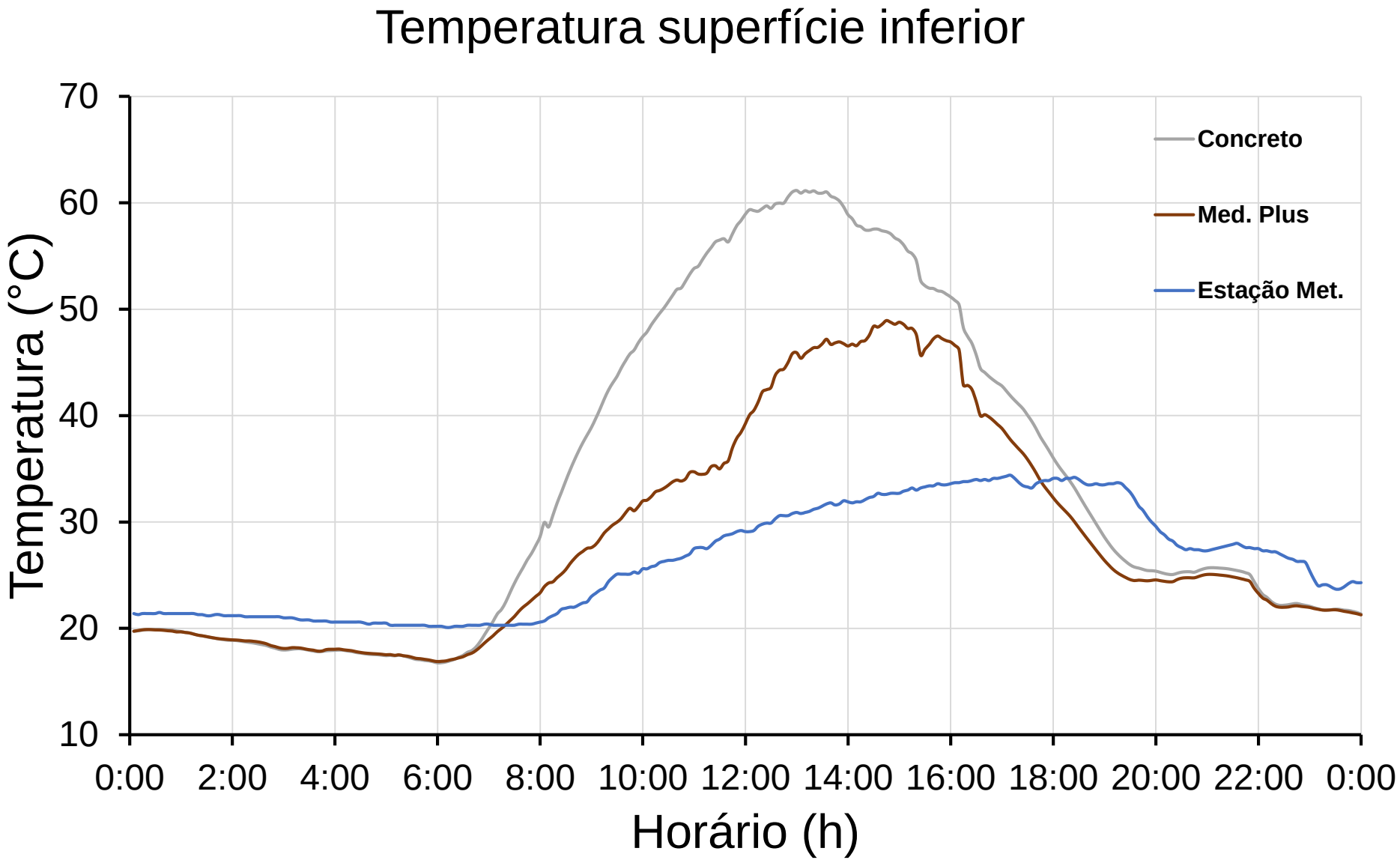
Evento - 3 de fevereiro de 2021
Telha Concreto *versus* Mediterrânea Plus

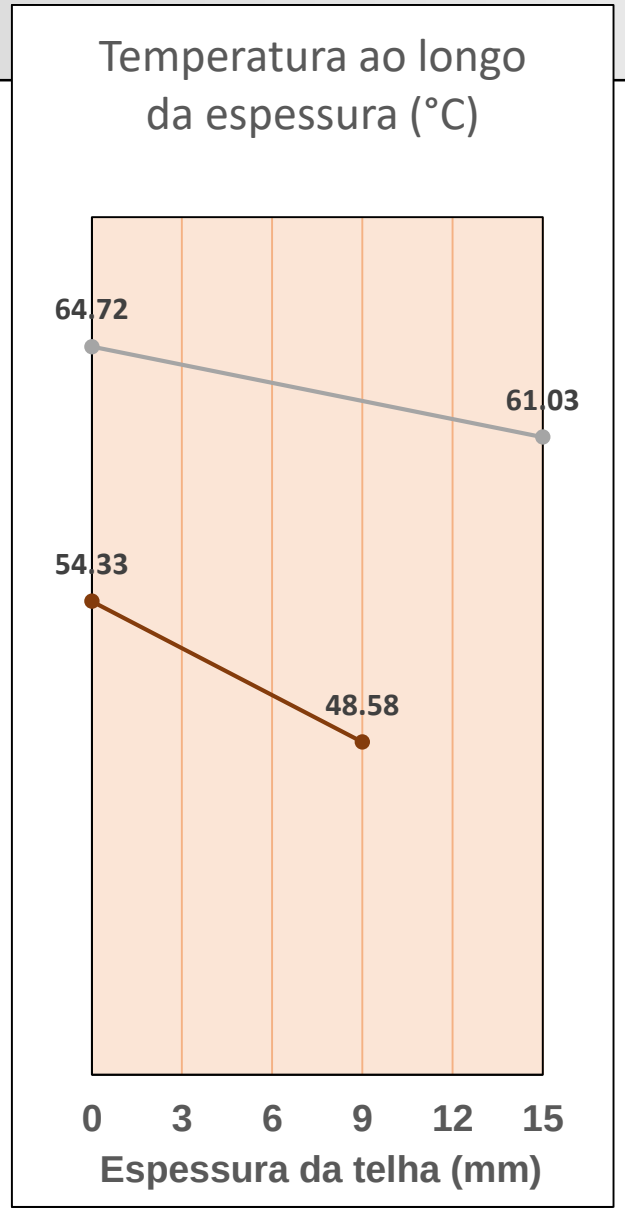
Dia ensolarado[1]



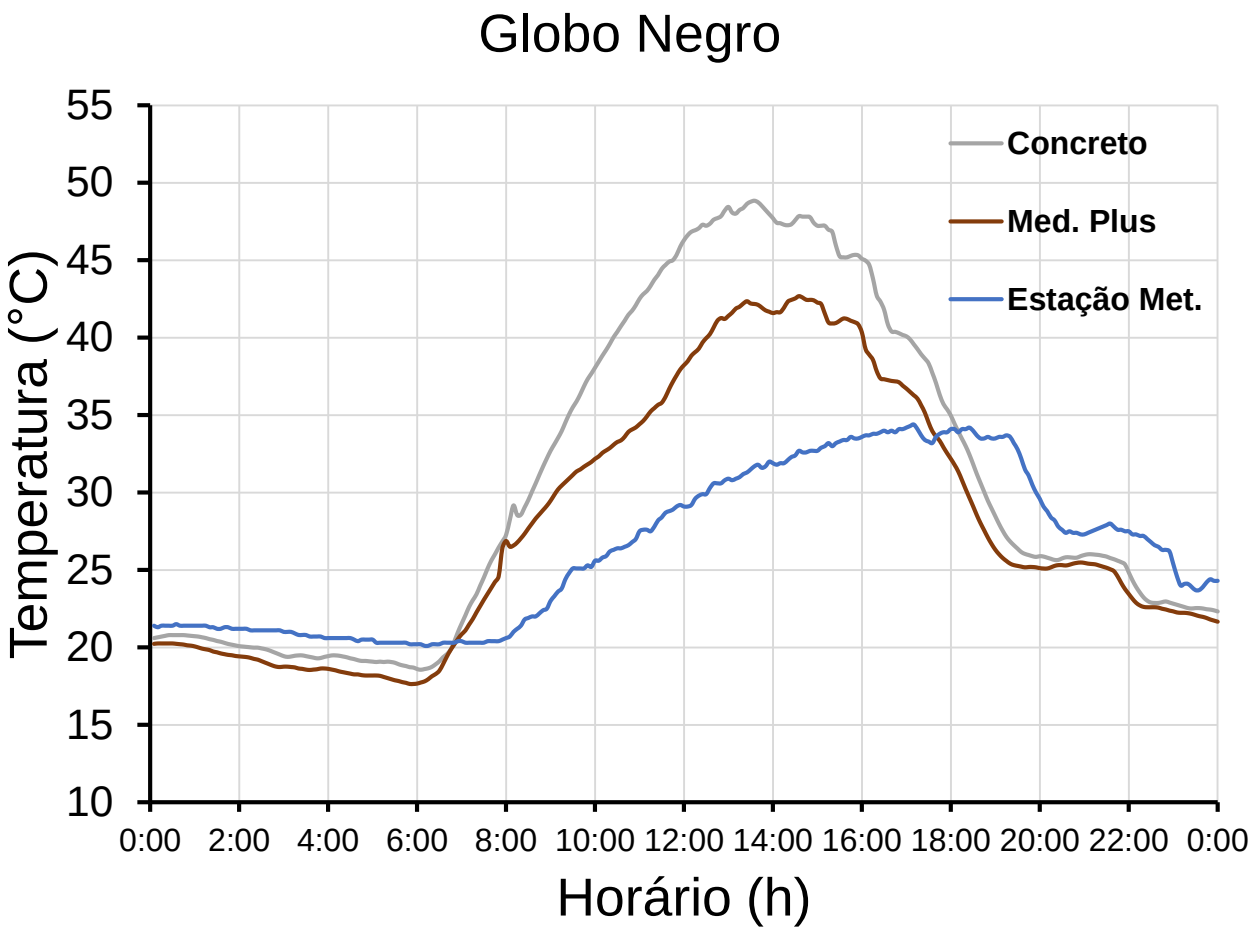
[1] Embasado na avaliação da radiação solar da estação meteorológica

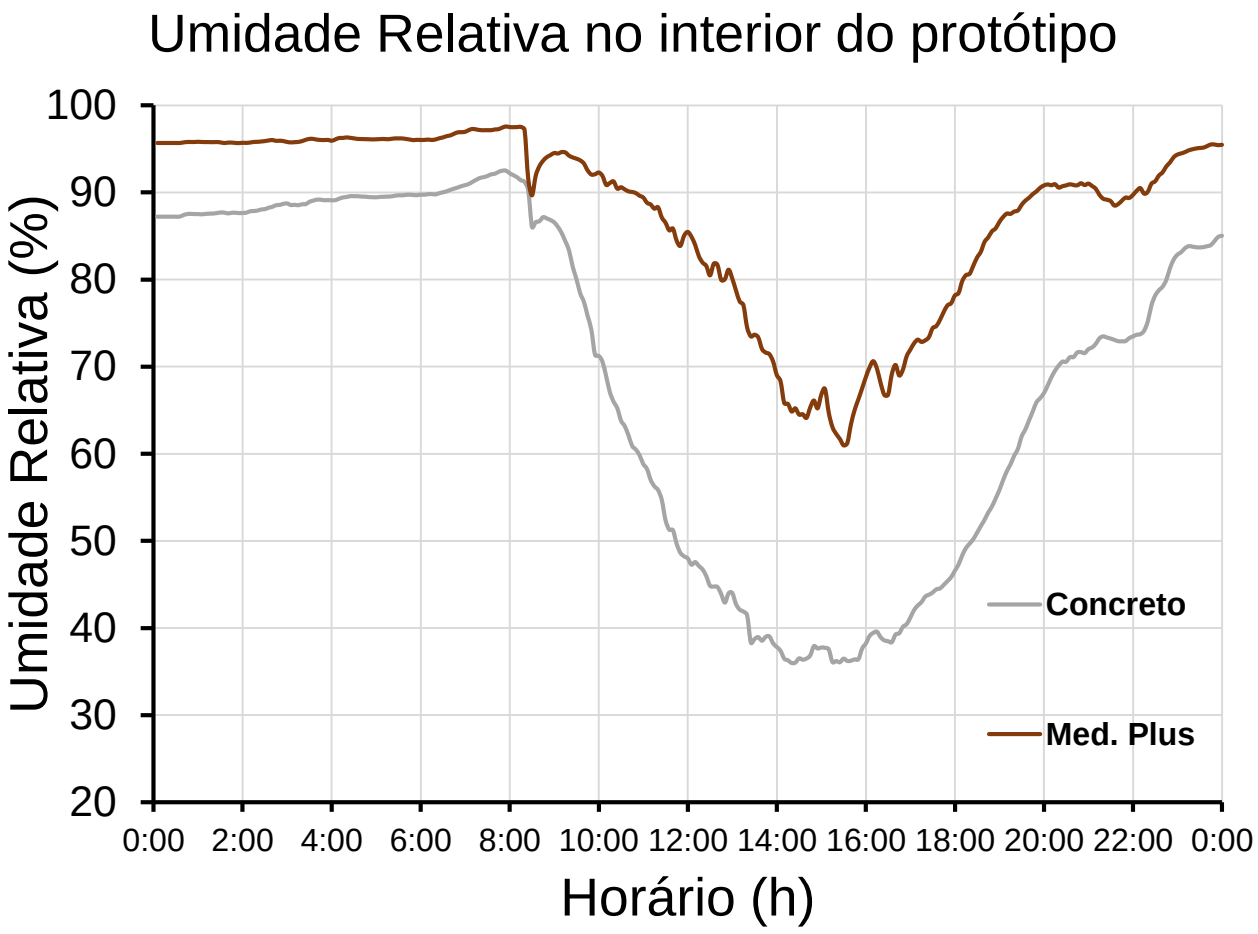
Evento - 3 de fevereiro de 2021
Telha Concreto *versus* Mediterrânea Plus





Evento - 3 de fevereiro de 2021
Telha Concreto *versus* Mediterrânea Plus

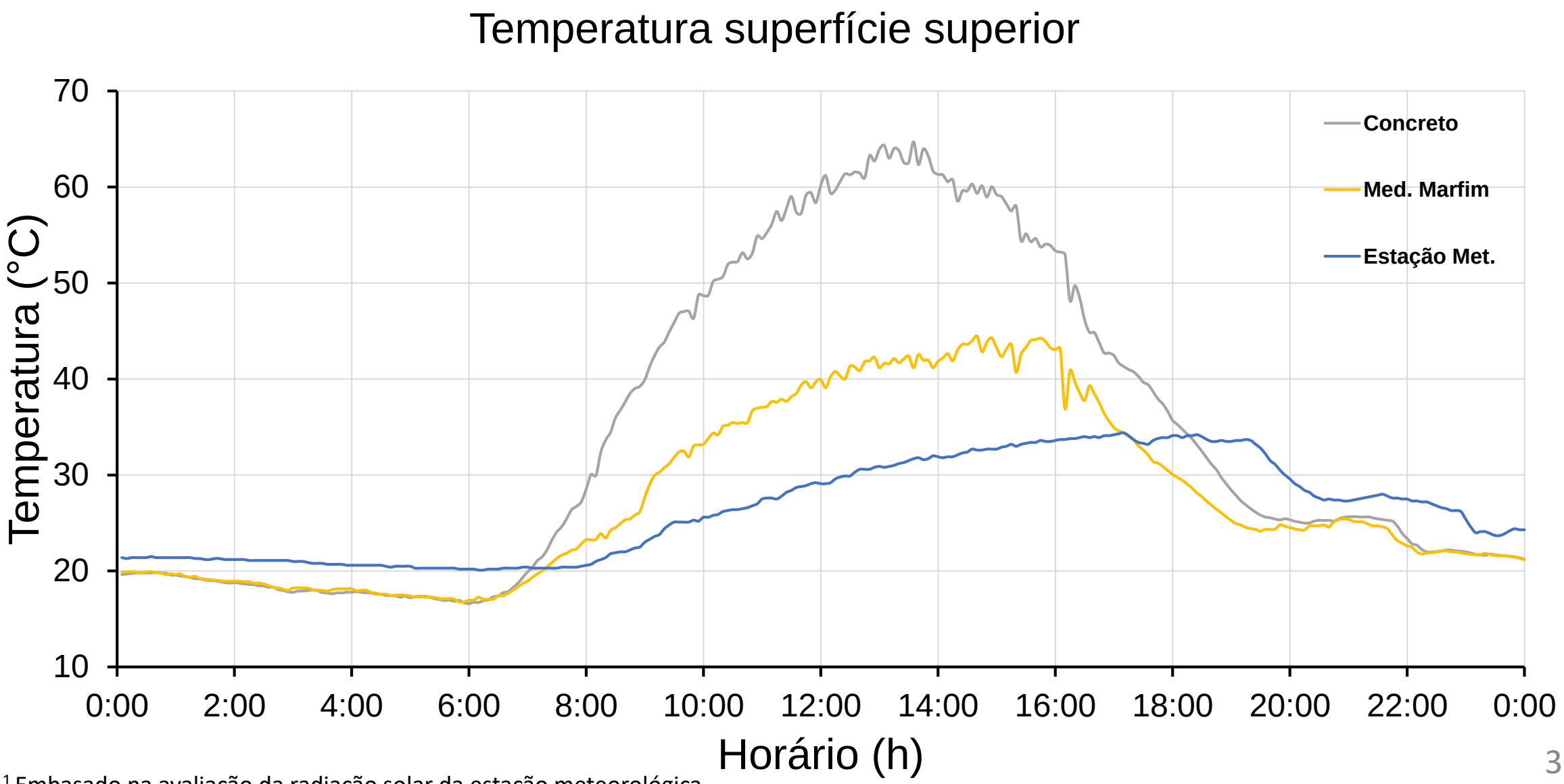




ITGU	Concreto	101,6	Mediterrânea Plus	96,4
TPO		31,1		35,3
13:30h				

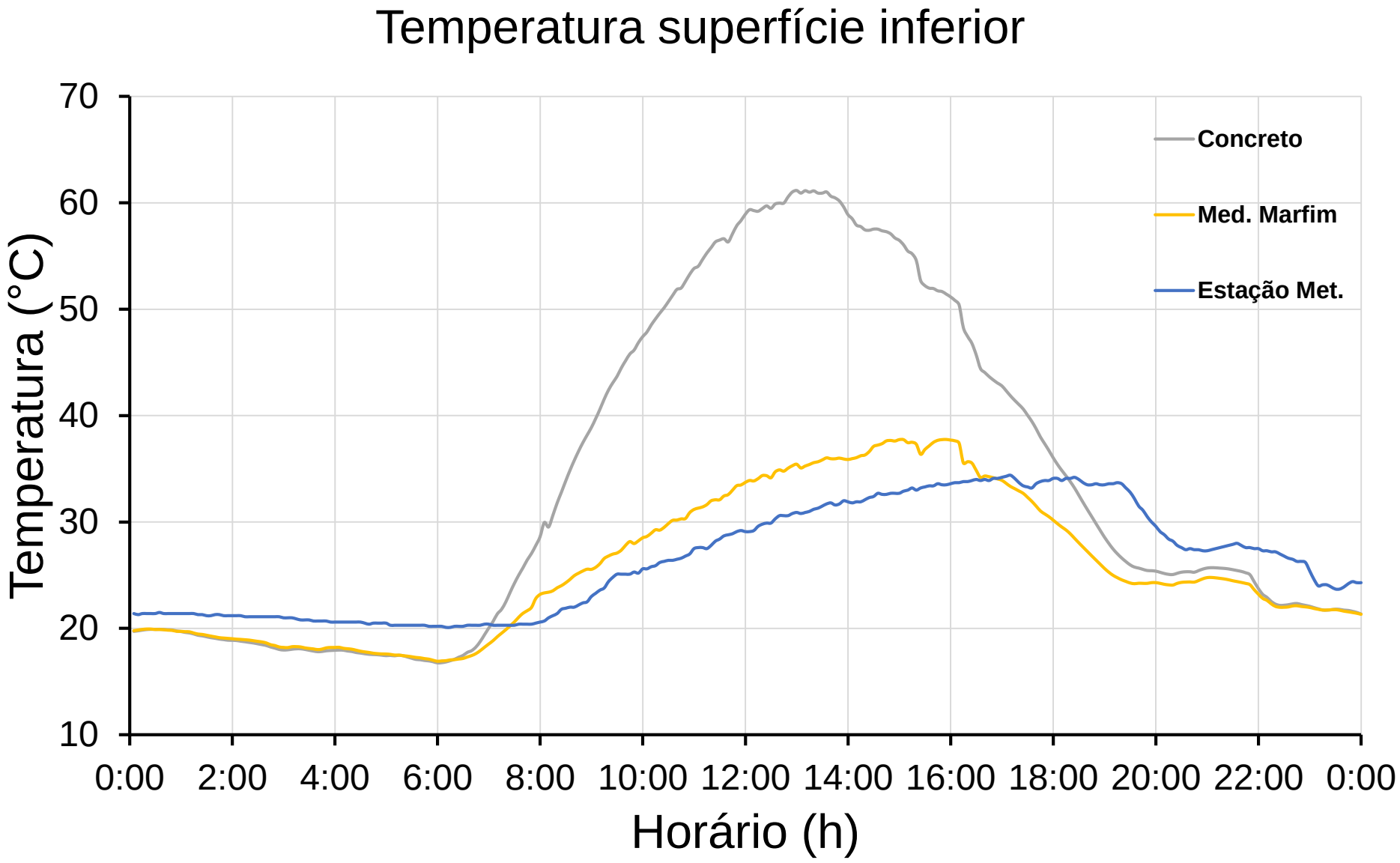
Evento - 3 de fevereiro de 2021
Telha Concreto *versus* Mediterrânea Marfim

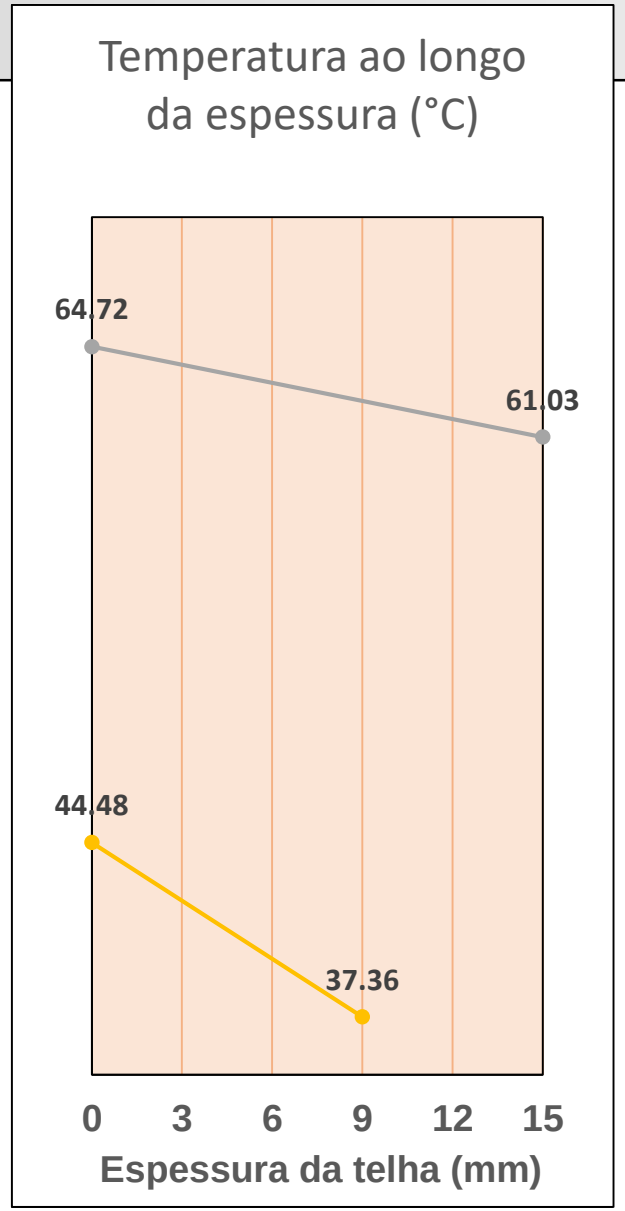
Dia ensolarado[1]



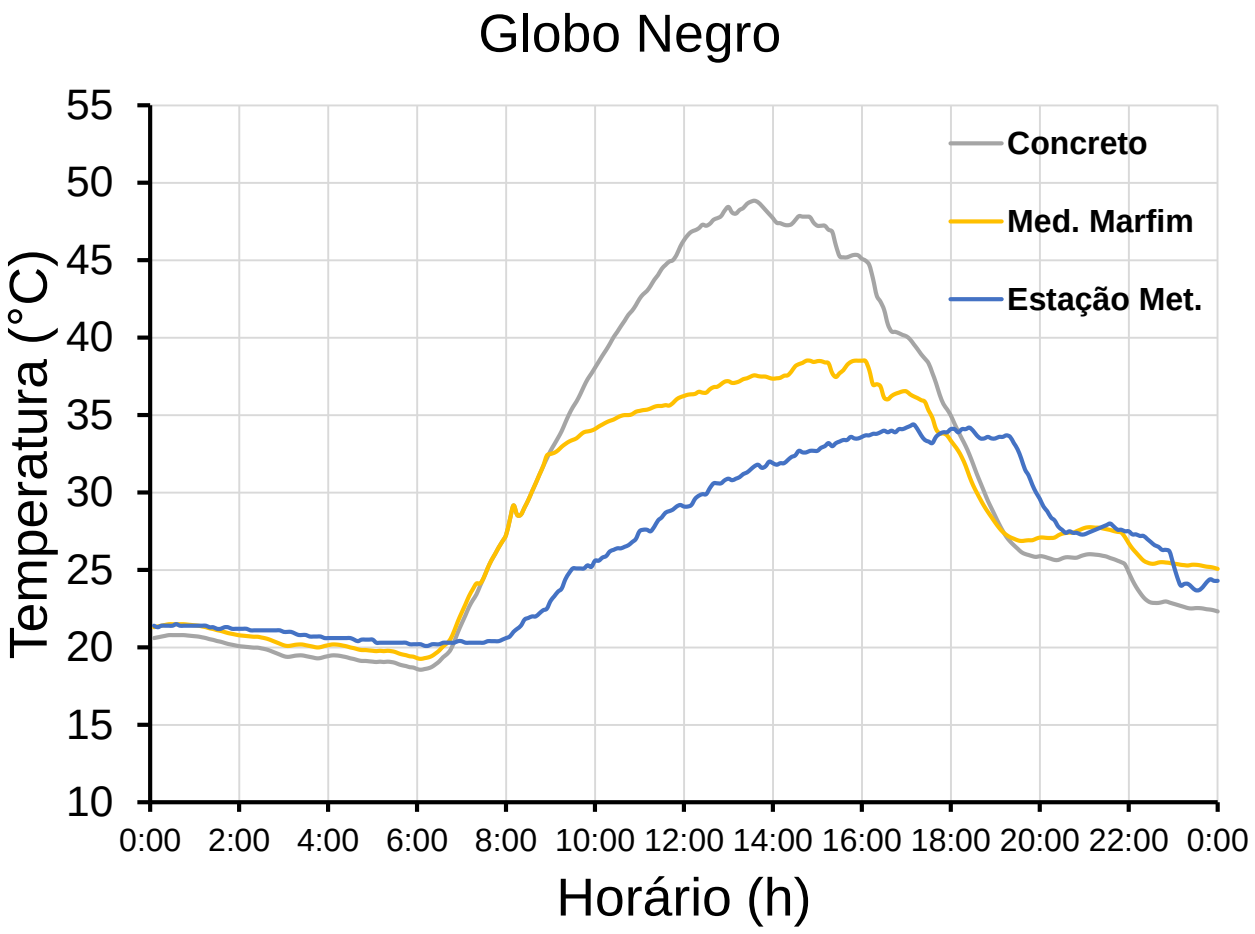
[1] Embasado na avaliação da radiação solar da estação meteorológica

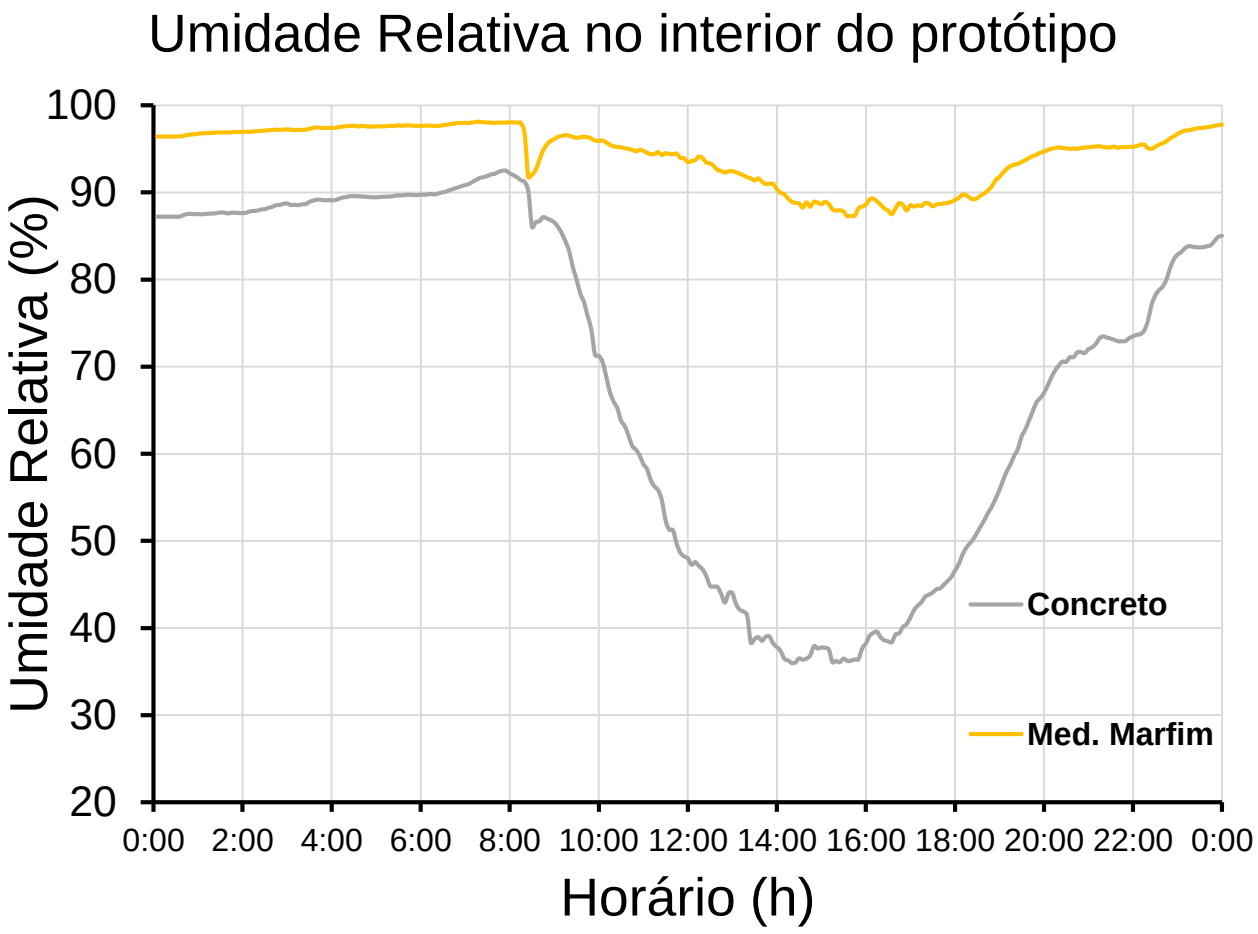
Evento - 3 de fevereiro de 2021
Telha Concreto *versus* Mediterrânea Marfim





Evento - 3 de fevereiro de 2021
Telha Concreto *versus* Mediterrânea Marfim

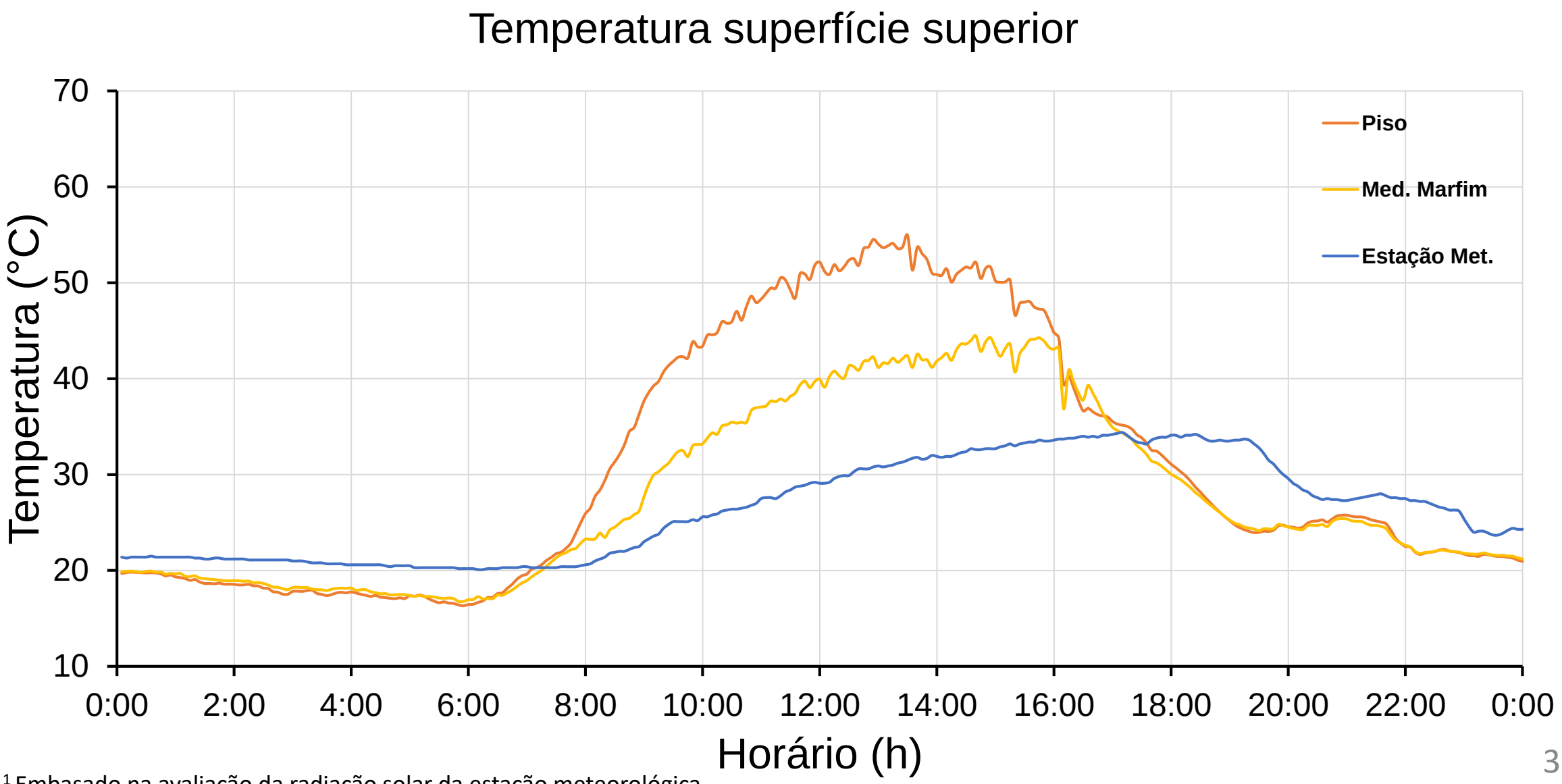




ITGU	Concreto	101,6	Mediterrânea Marfim	92,2
TPO		31,1		36,4
13:30h				

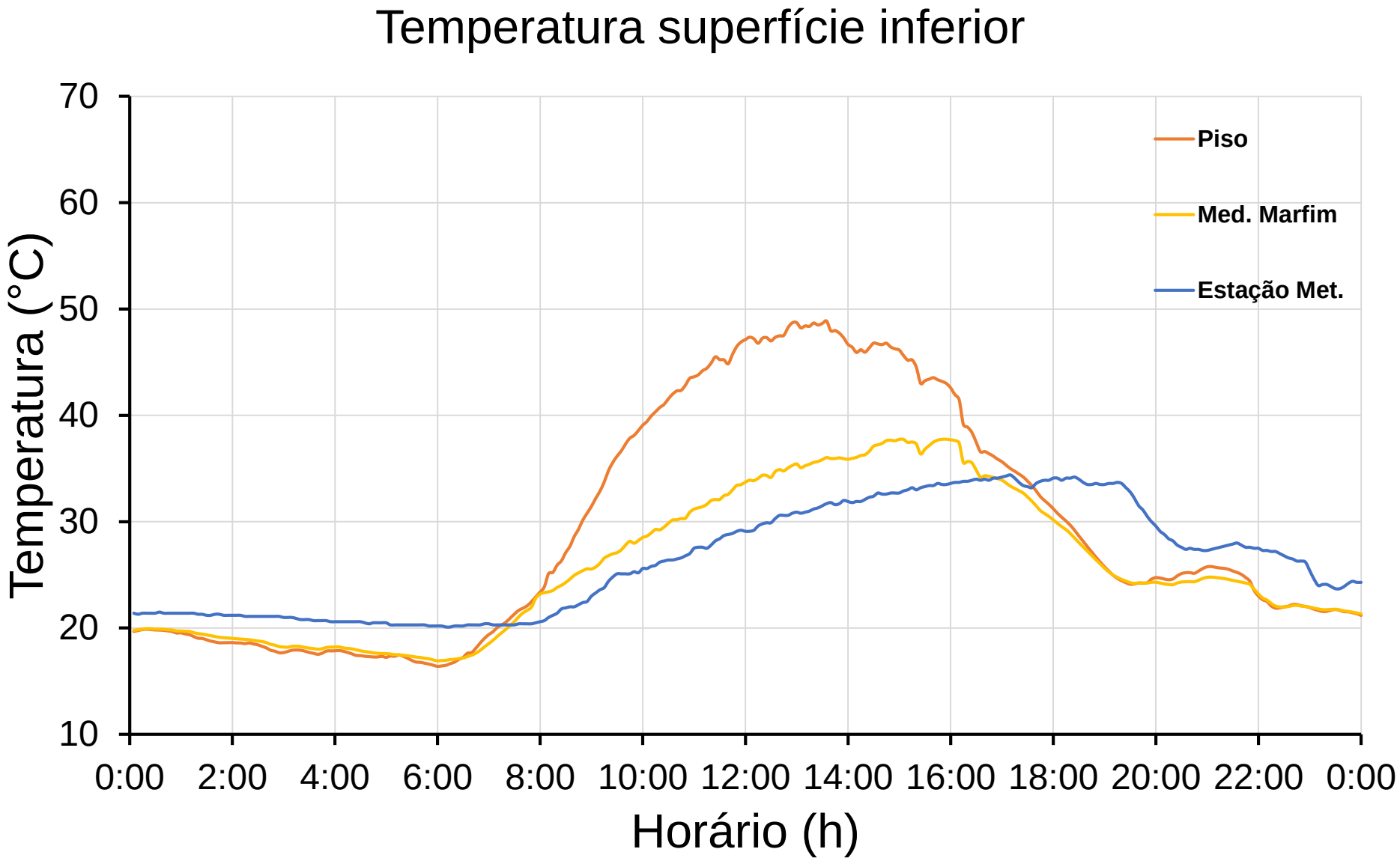
Evento - 3 de fevereiro de 2021
Telha Piso *versus* Mediterrânea Marfim

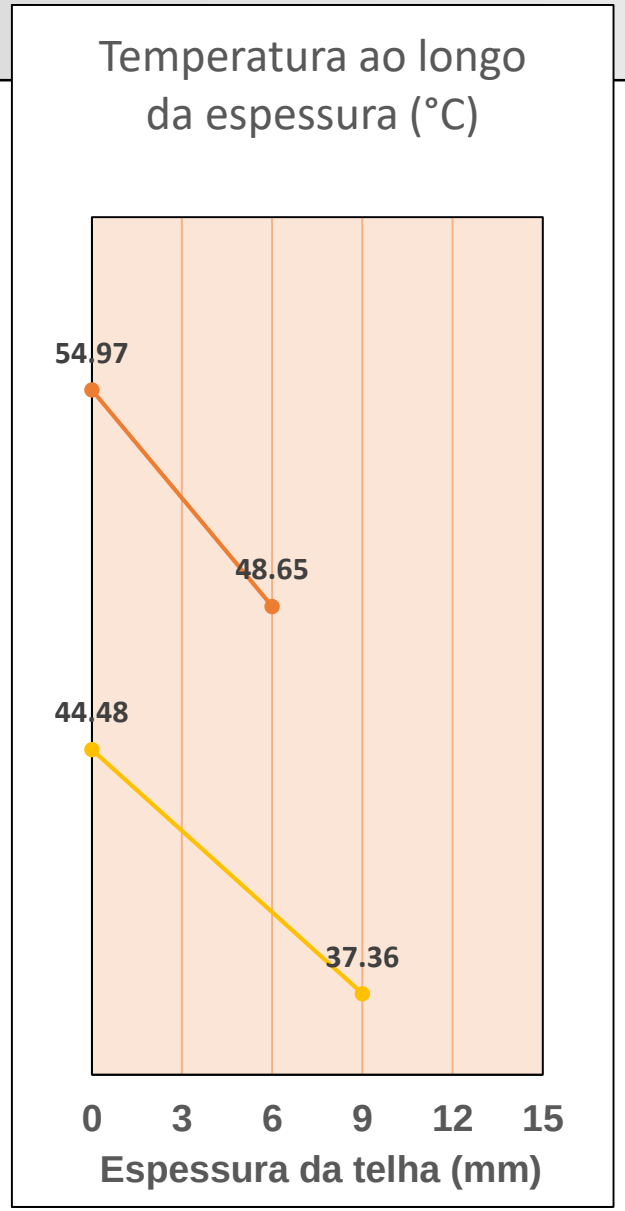
Dia ensolarado[1]



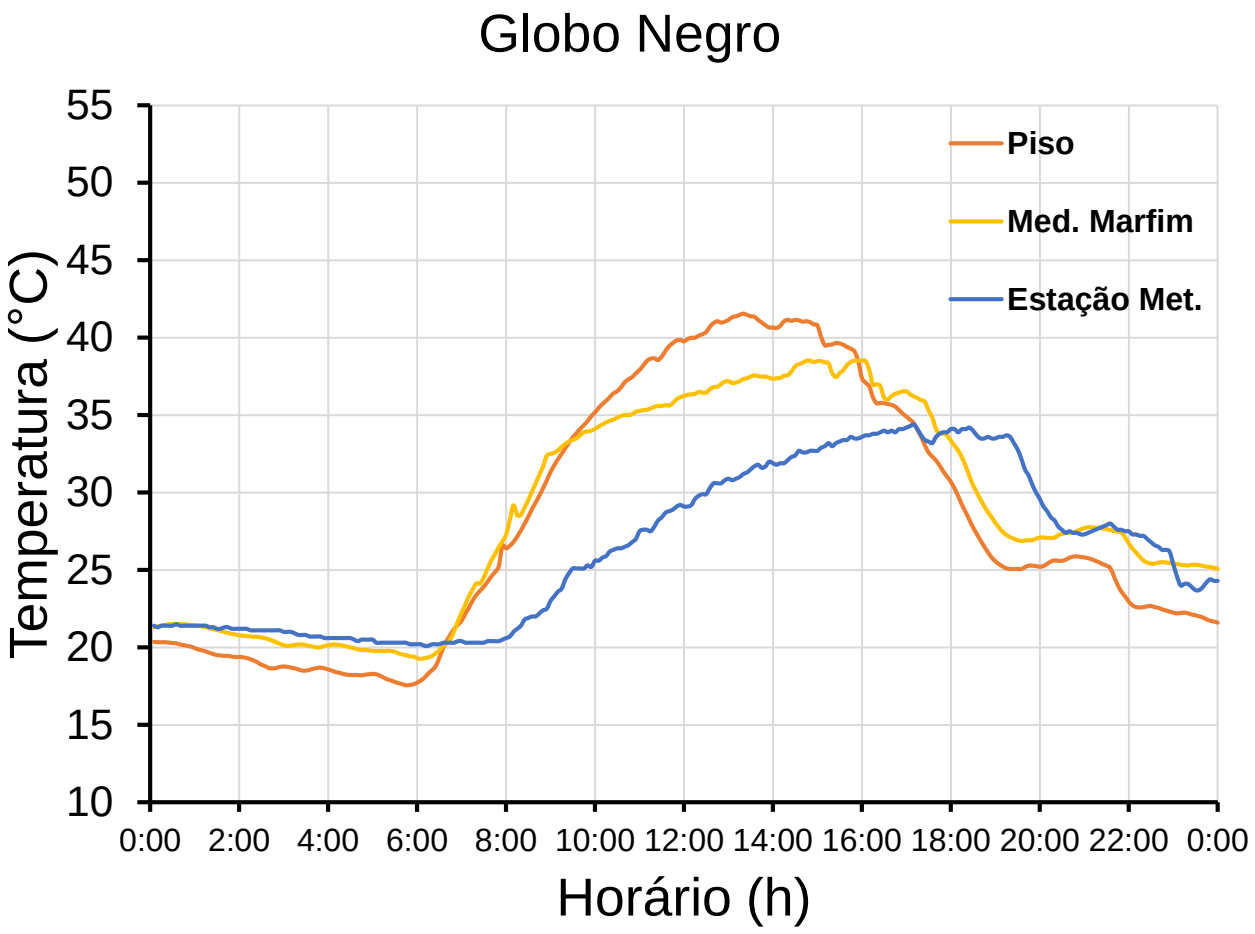
[1] Embasado na avaliação da radiação solar da estação meteorológica

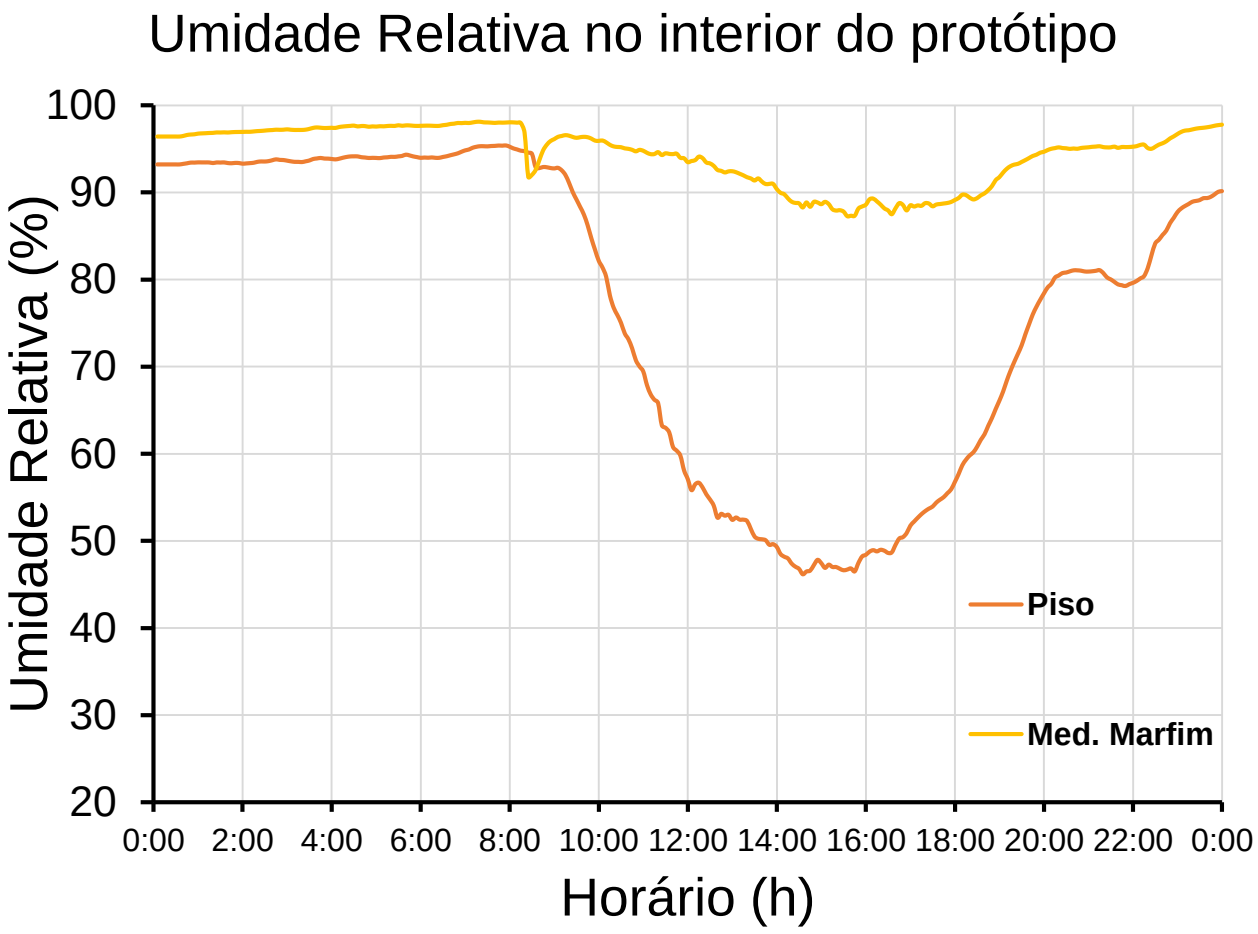
Evento - 3 de fevereiro de 2021
Telha Piso *versus* Mediterrânea Marfim





Evento - 3 de fevereiro de 2021
Telha Piso *versus* Mediterrânea Marfim

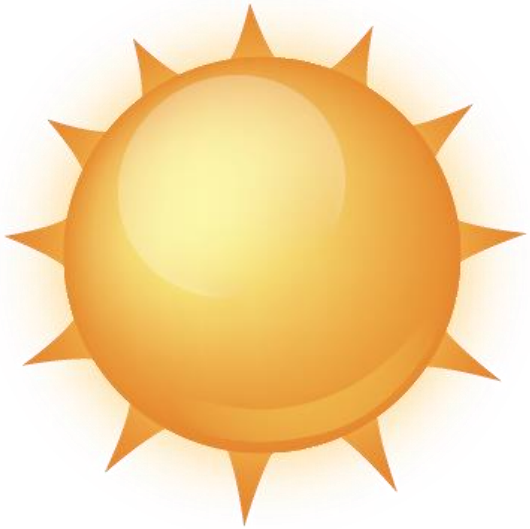




ITGU	Mediterrânea Marfim	92,2	Piso	93,2
TPO	36,4			28,8
13:30h				

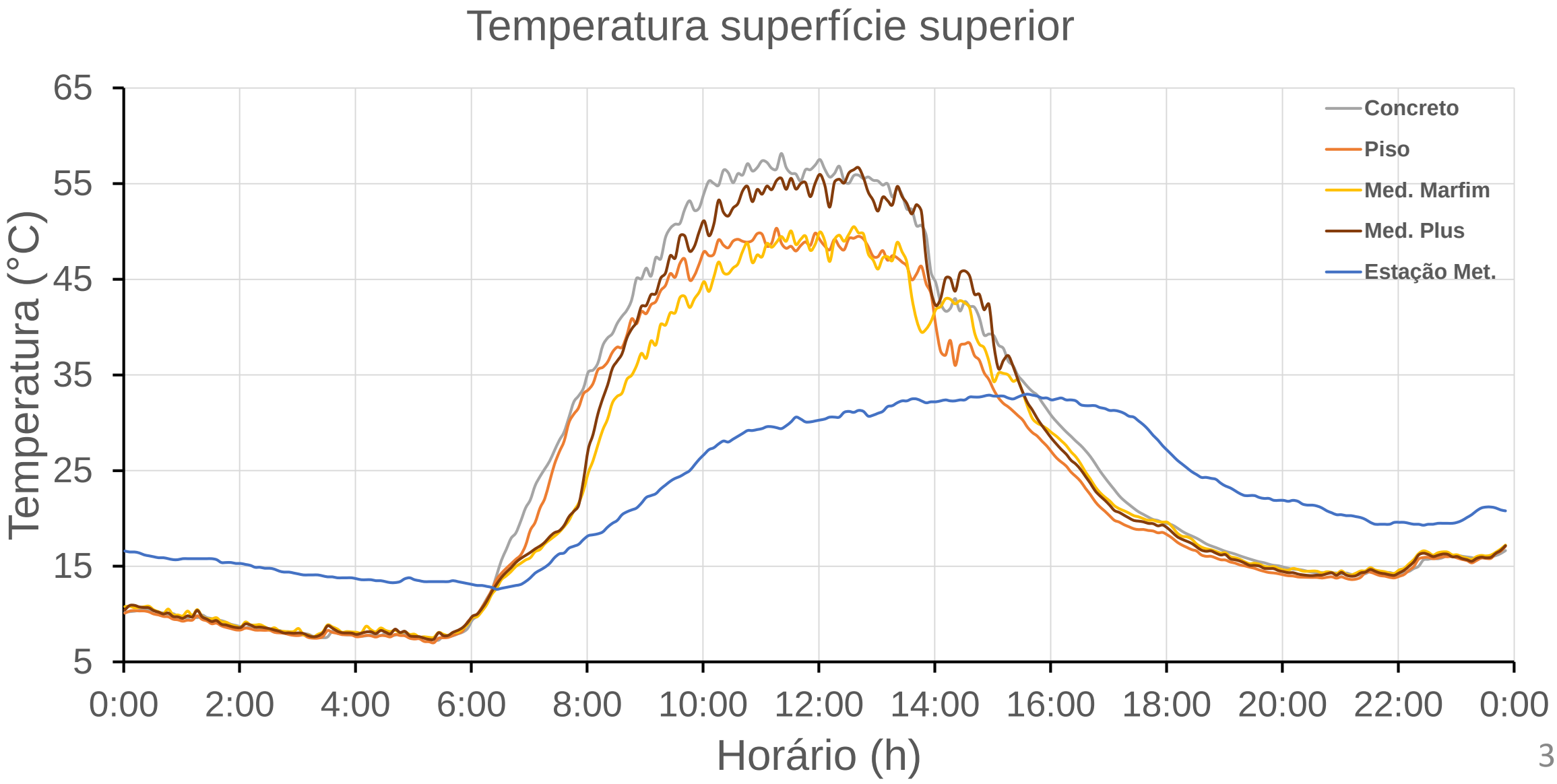
Evento - 12 de abril de 2021

Dia ensolarado[1] e grande amplitude térmica: 20,4°C

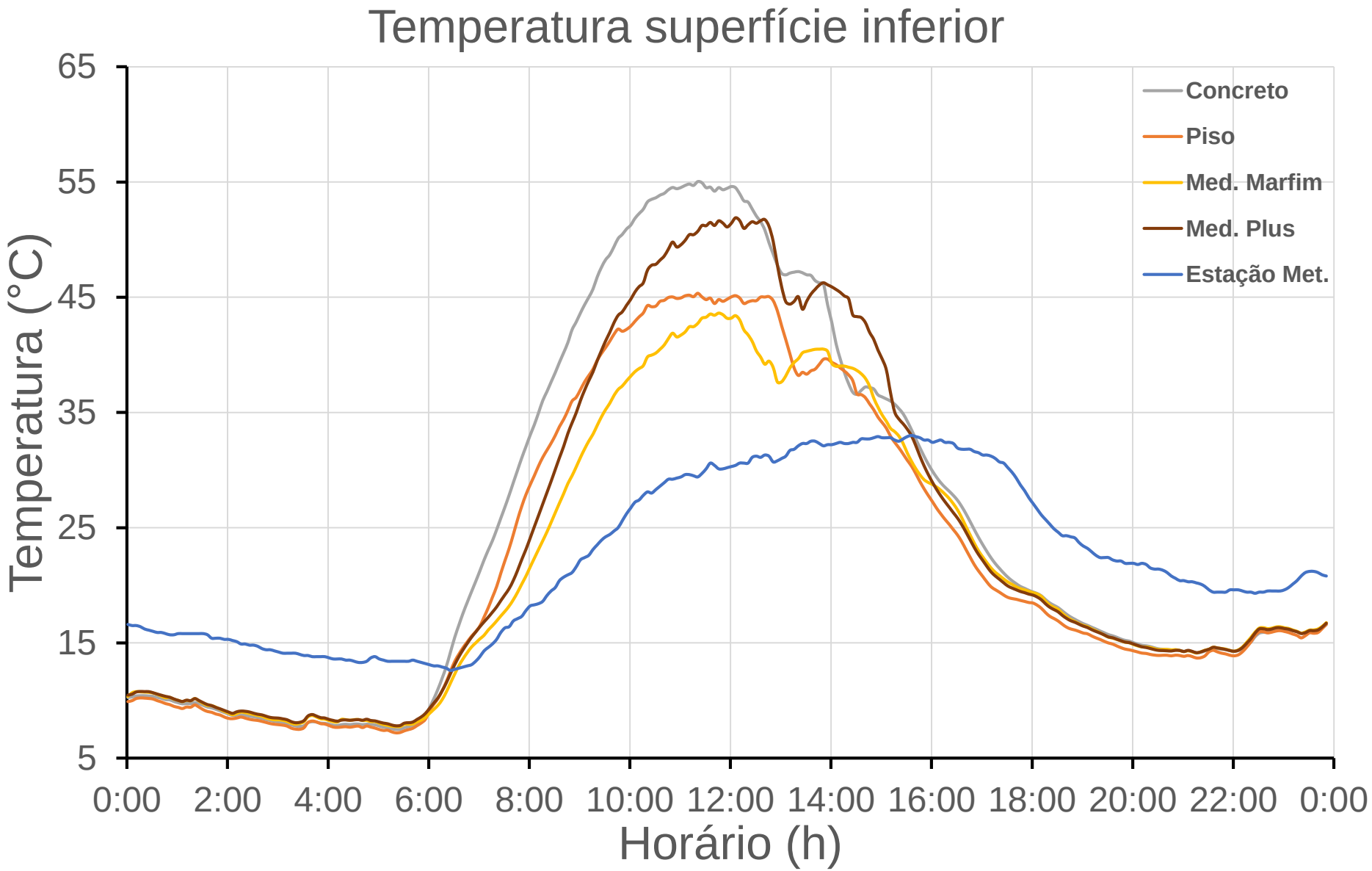


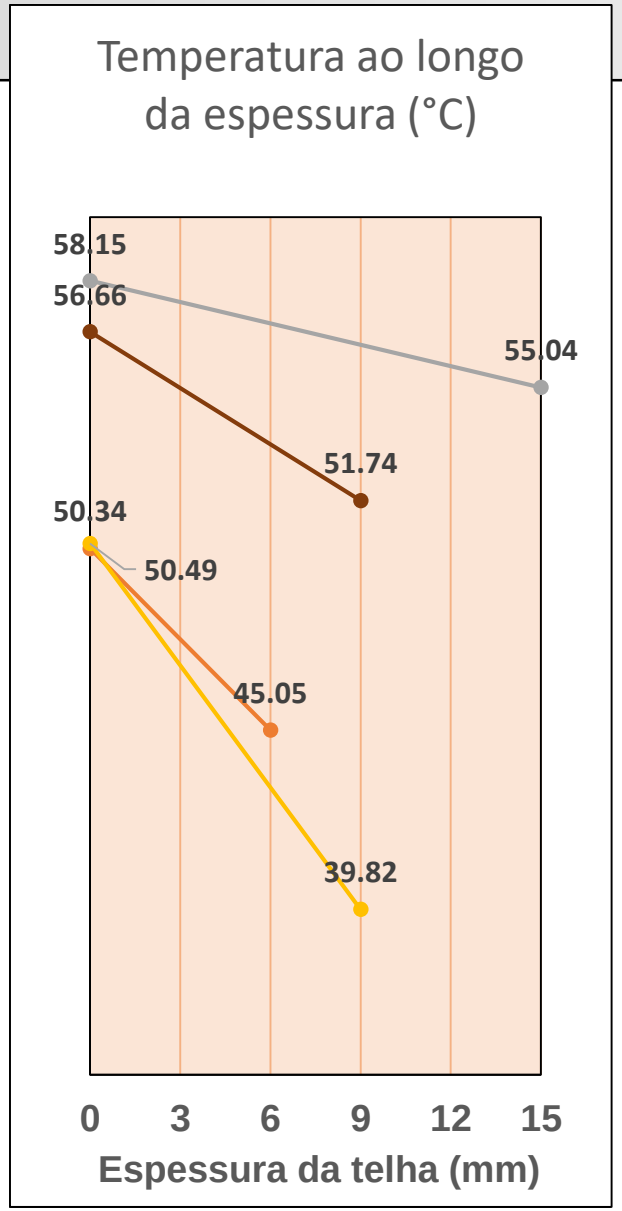
Evento - 12 de abril de 2021

Dia ensolarado[1] e grande amplitude térmica: 20,4°C



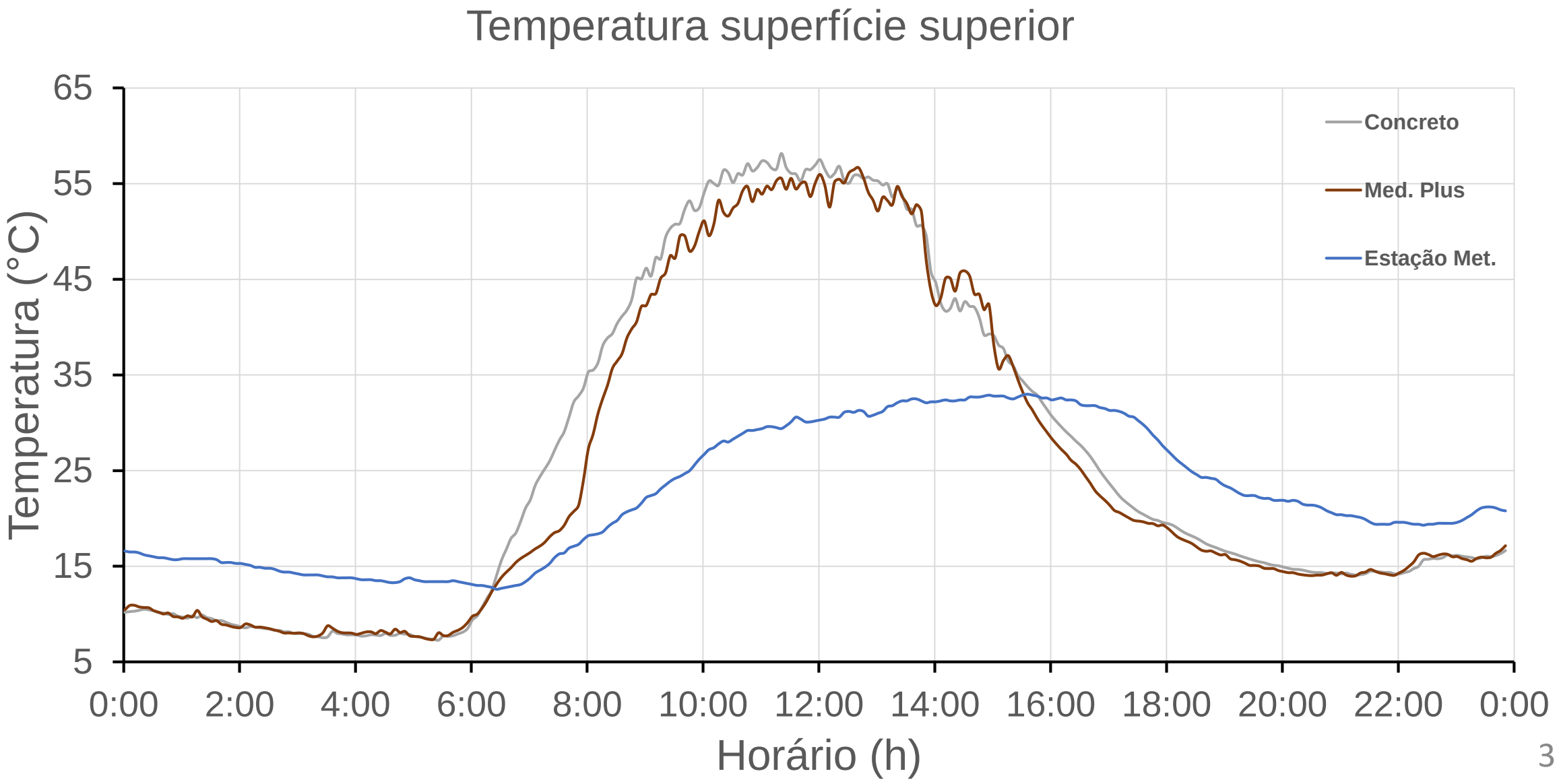
Evento - 12 de abril de 2021



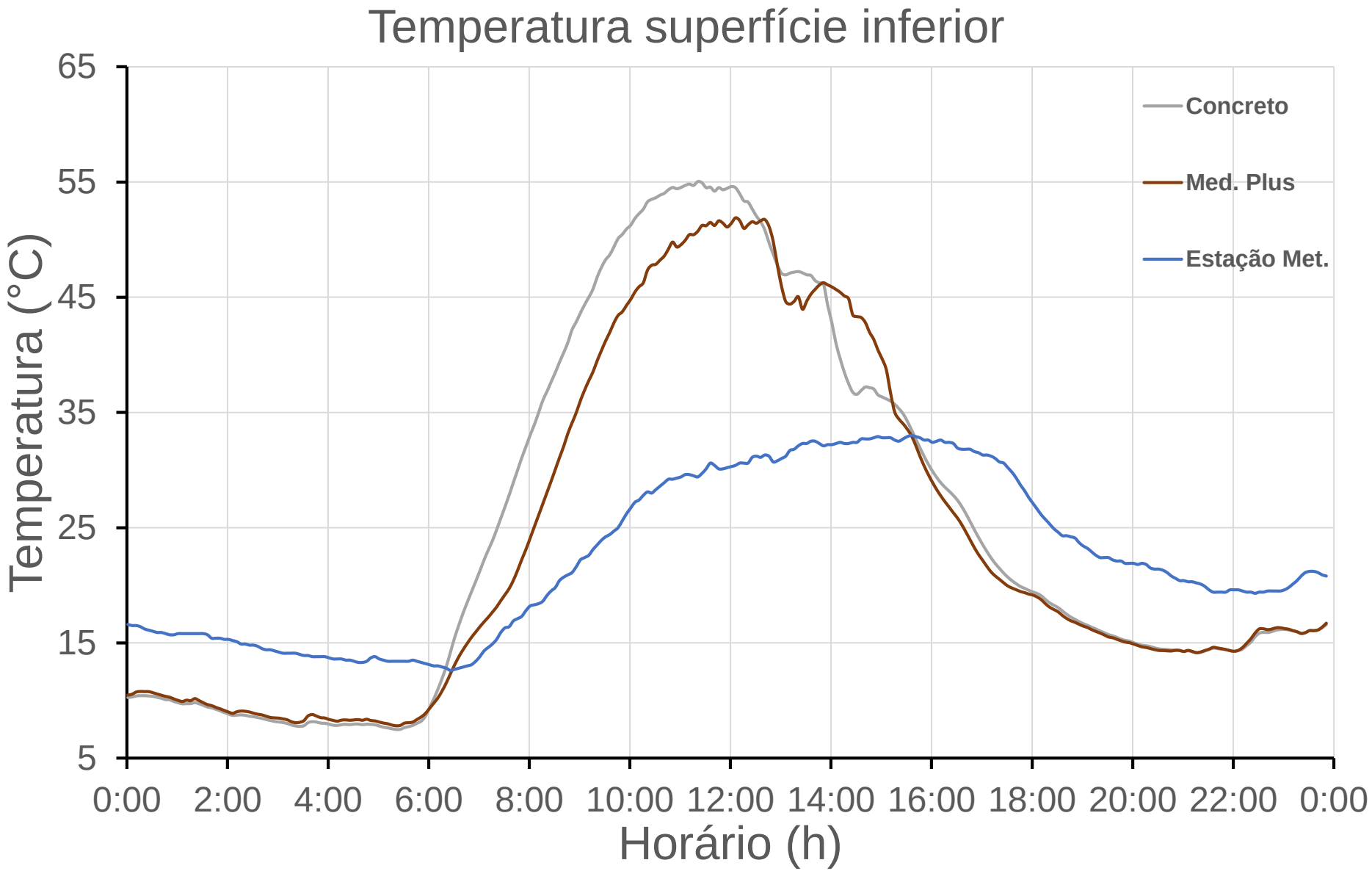


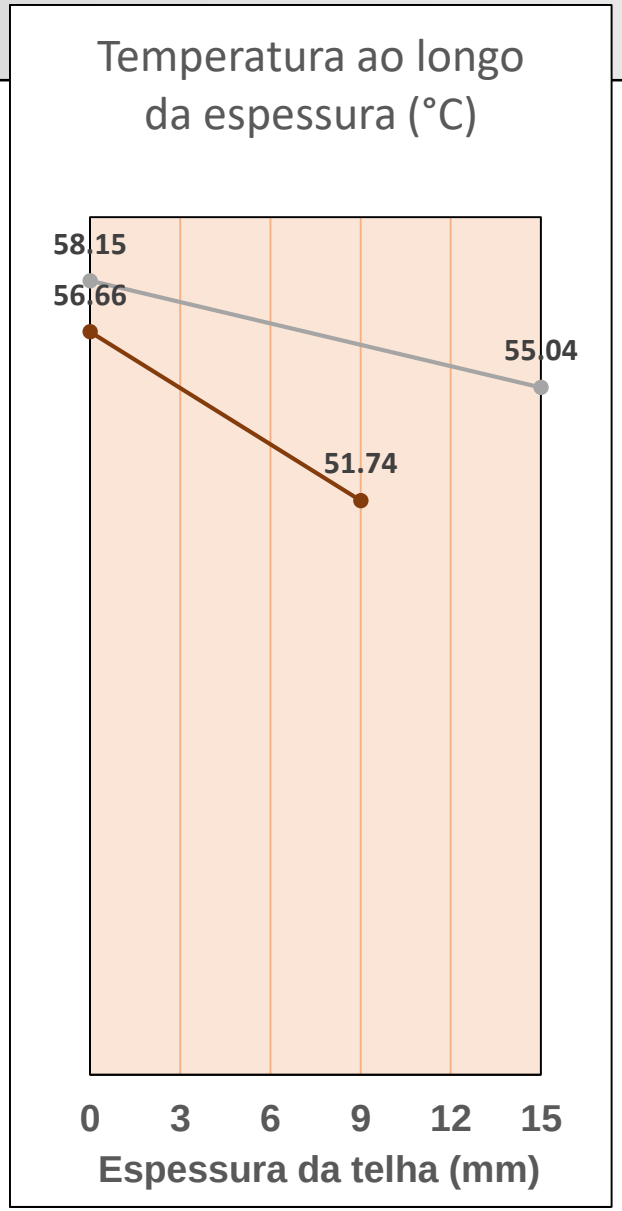
Evento - 12 de abril de 2021
Telha Concreto *versus* Mediterrânea Plus

Dia ensolarado[1] e grande amplitude térmica: 20,4°C



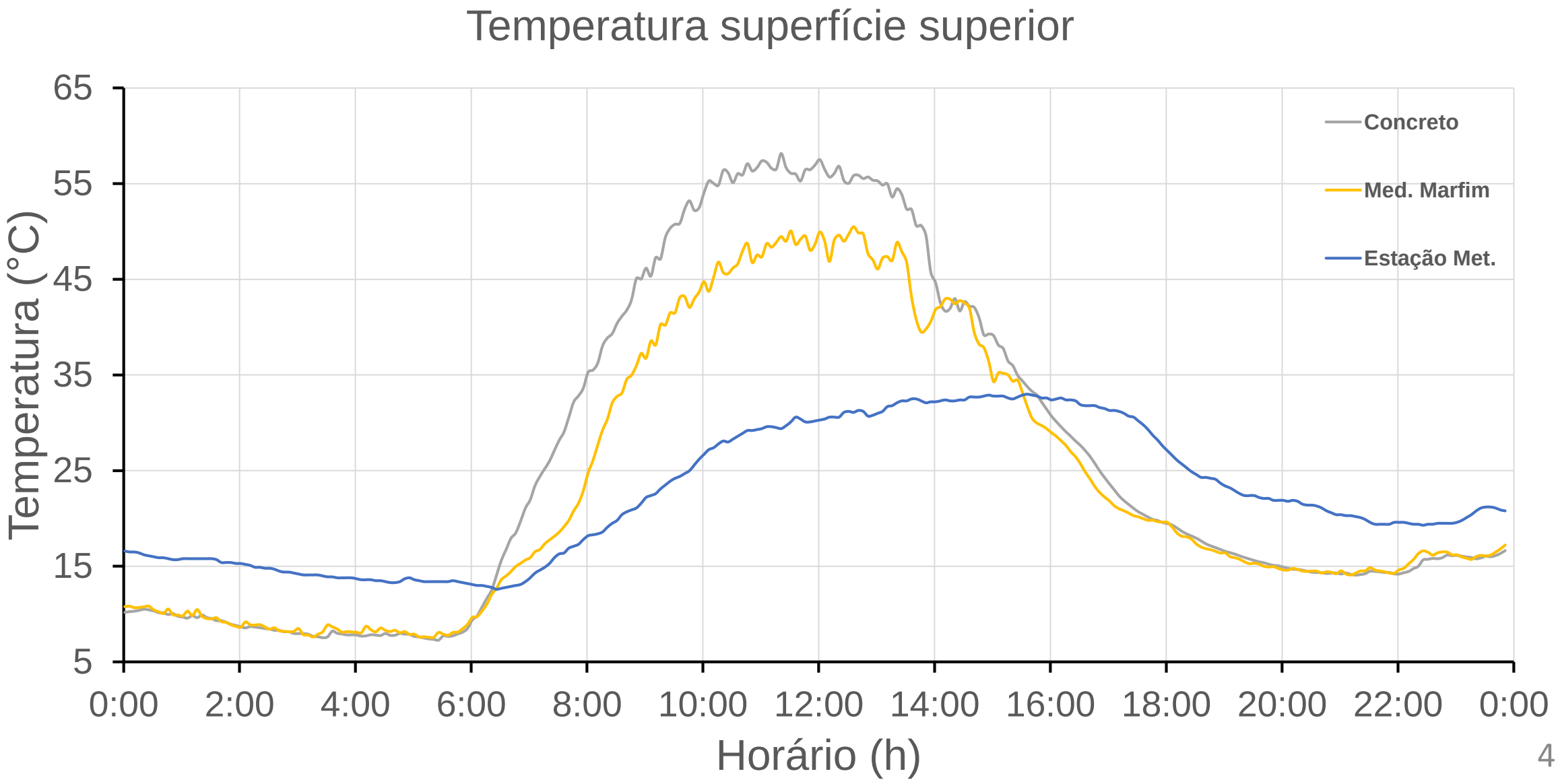
Evento - 12 de abril de 2021
Telha Concreto *versus* Mediterrânea Plus



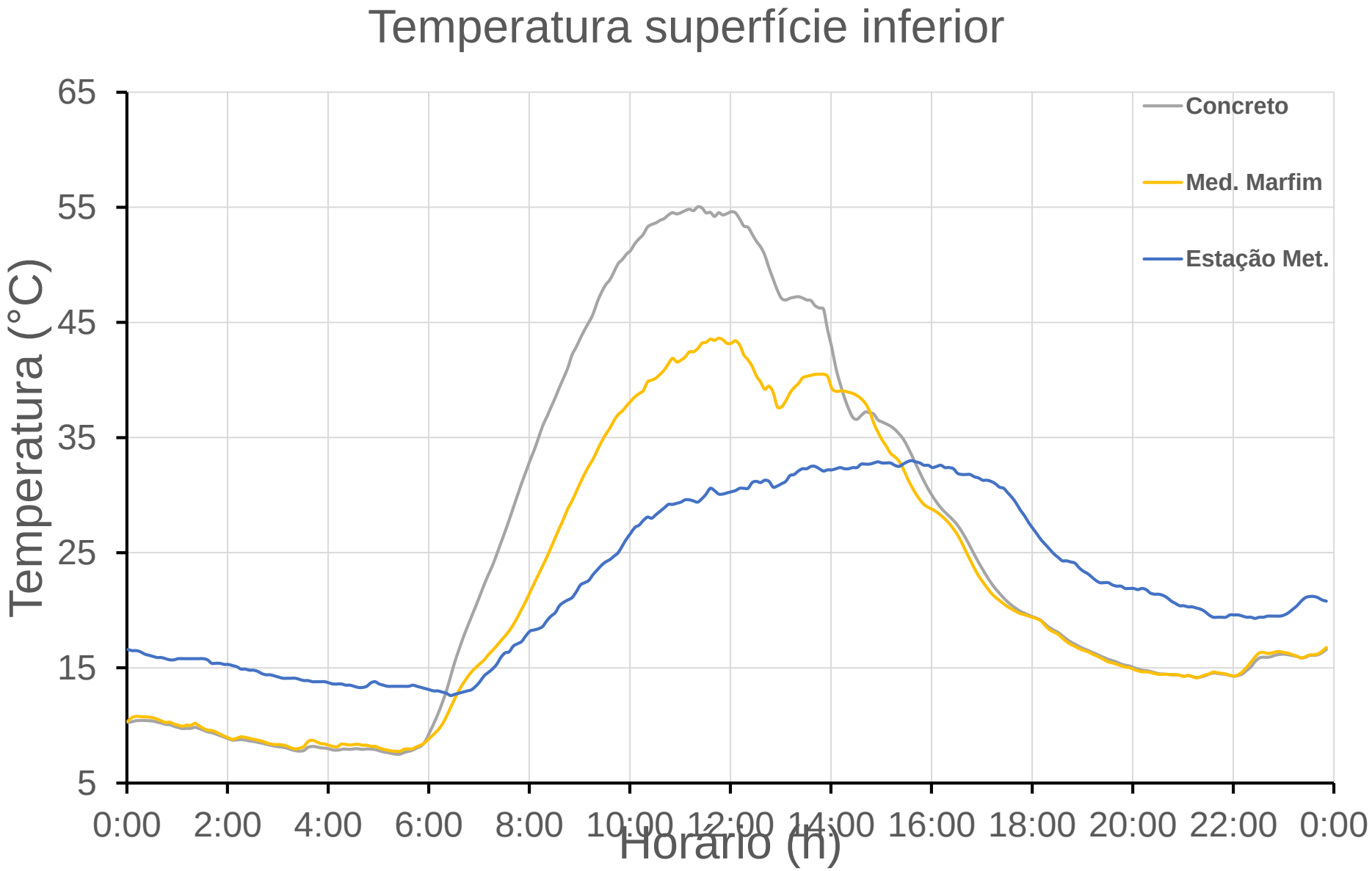


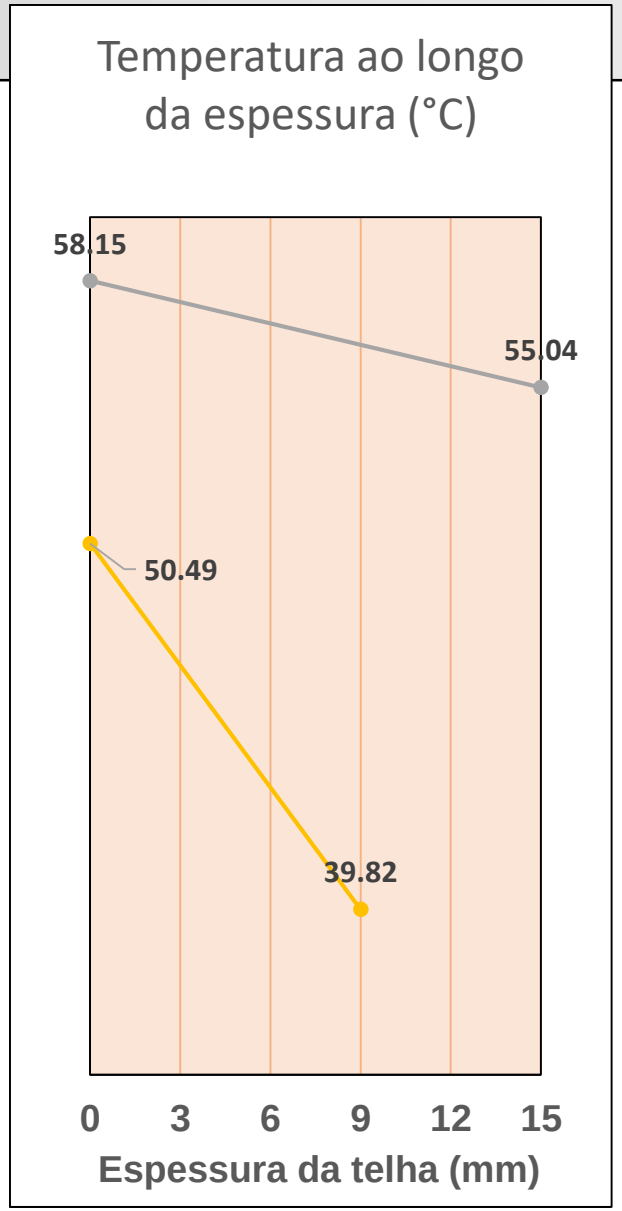
Evento - 12 de abril de 2021
Telha Concreto *versus* Mediterrânea Marfim

Dia ensolarado[1] e grande amplitude térmica: 20,4°C



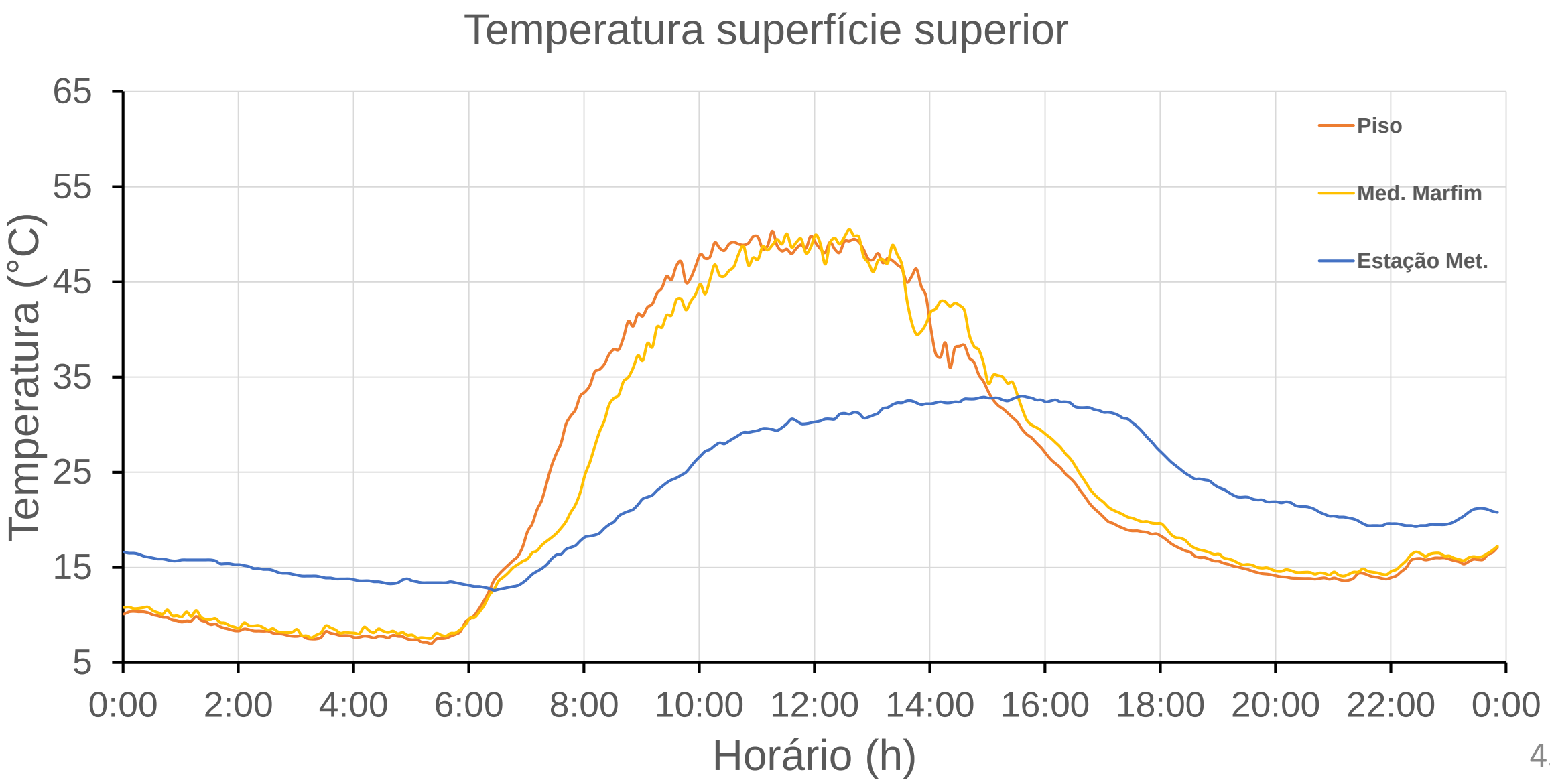
Evento - 12 de abril de 2021
Telha Concreto *versus* Mediterrânea Marfim



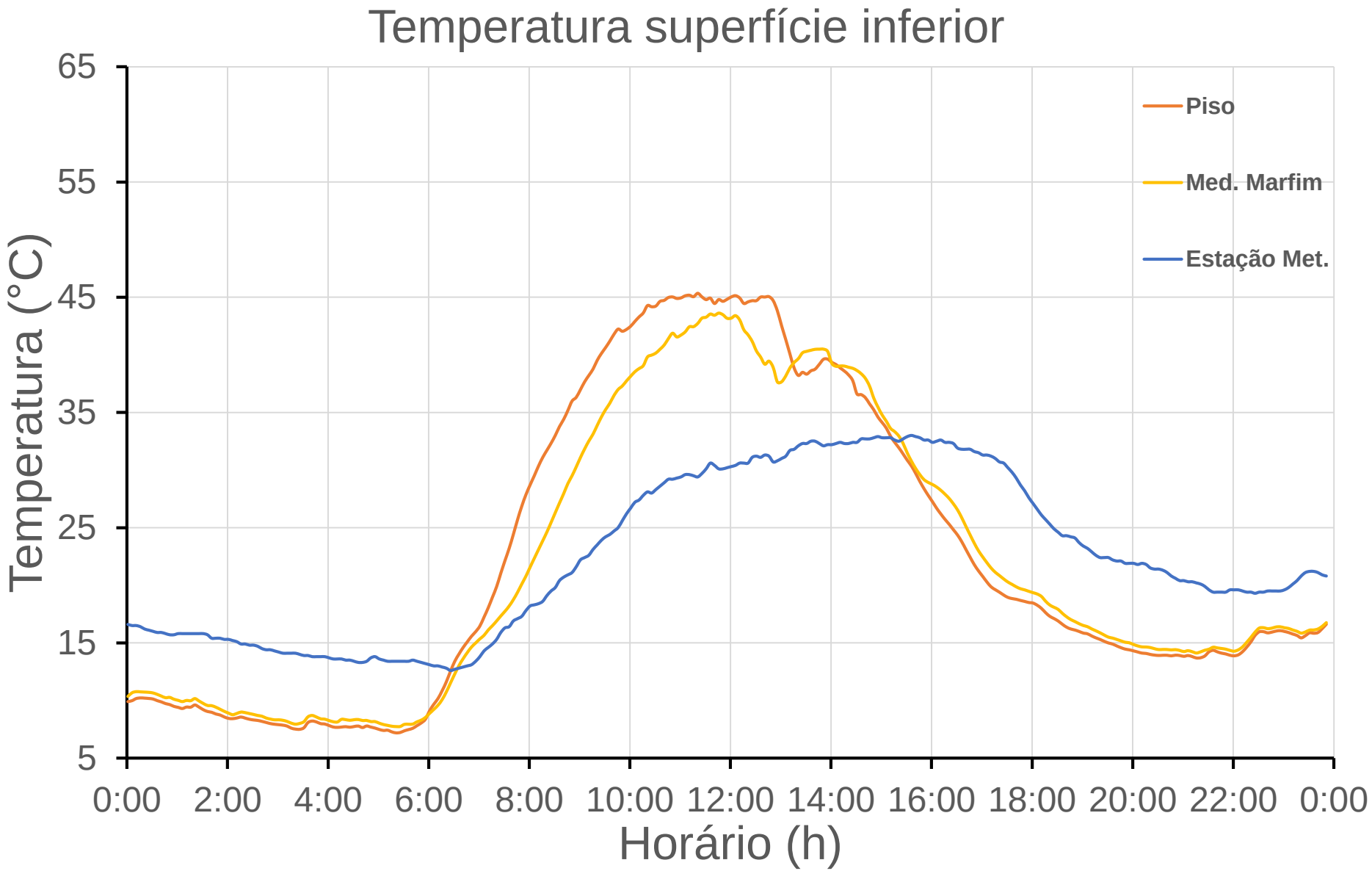


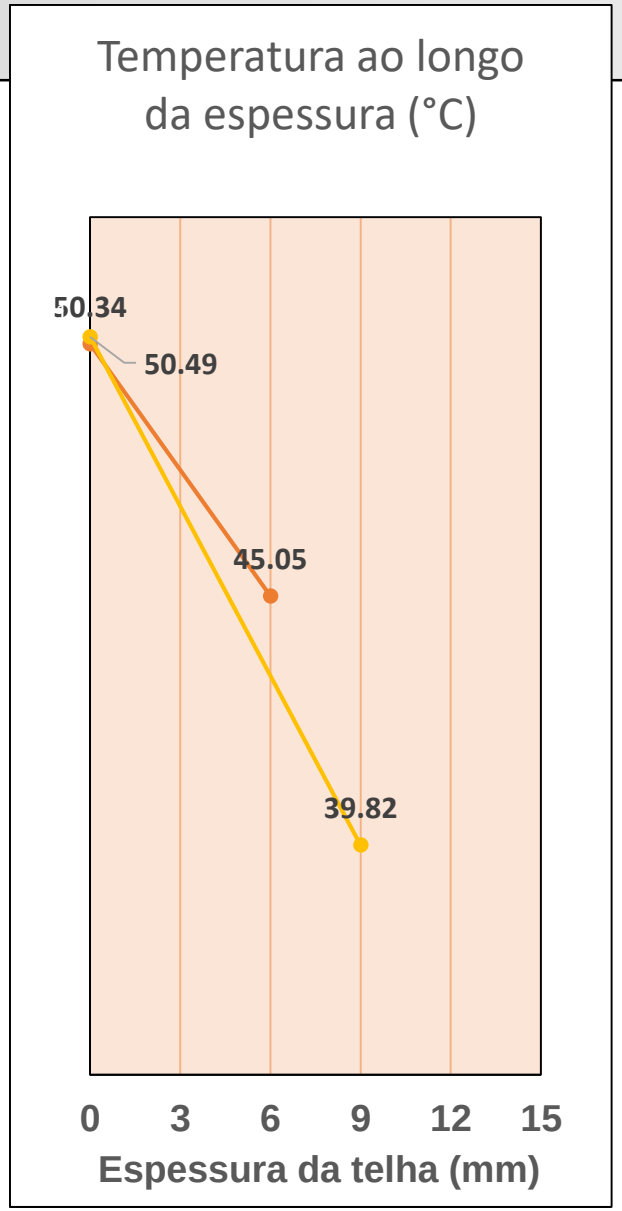
Evento - 12 de abril de 2021
Telha Piso *versus* Mediterrânea Marfim

Dia ensolarado[1] e grande amplitude térmica: 20,4°C



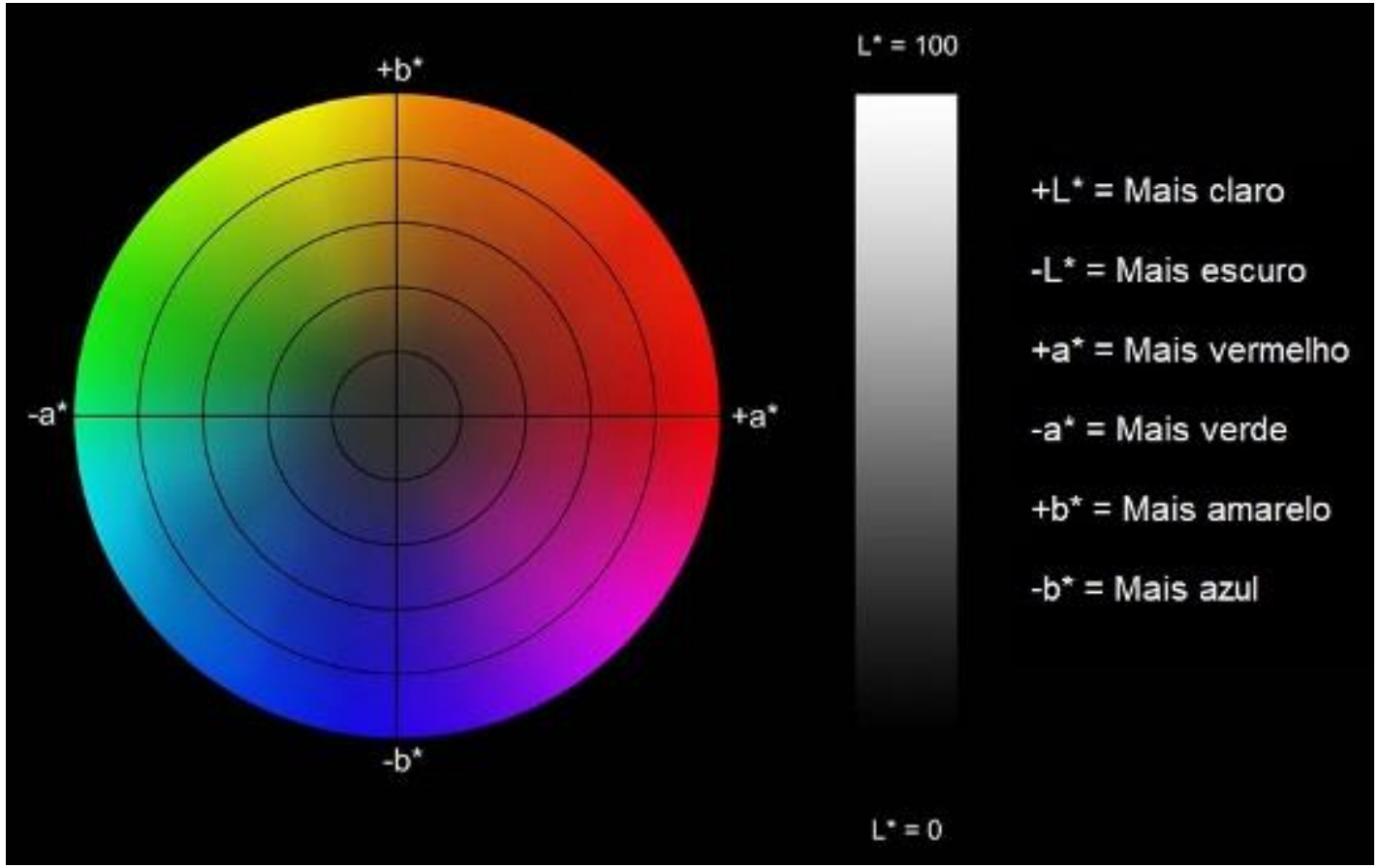
Evento - 12 de abril de 2021
Telha Piso *versus* Mediterrânea Marfim





Colorimetria

- Registro mensal de cor da superfície das telhas
- Espaço de cor CIELAB – (L* a* b*)



Fonte: https://www.ctborracha.com/colorimetria/

Konica-Minolta CM-2500d (Colorímetro)

L* - Luminosidade
a* - verde – vermelho
b* - azul - amarelo

ΔE = Diferença total de cor

- Diferenças absolutas nas coordenadas de cor - Delta (Δ);

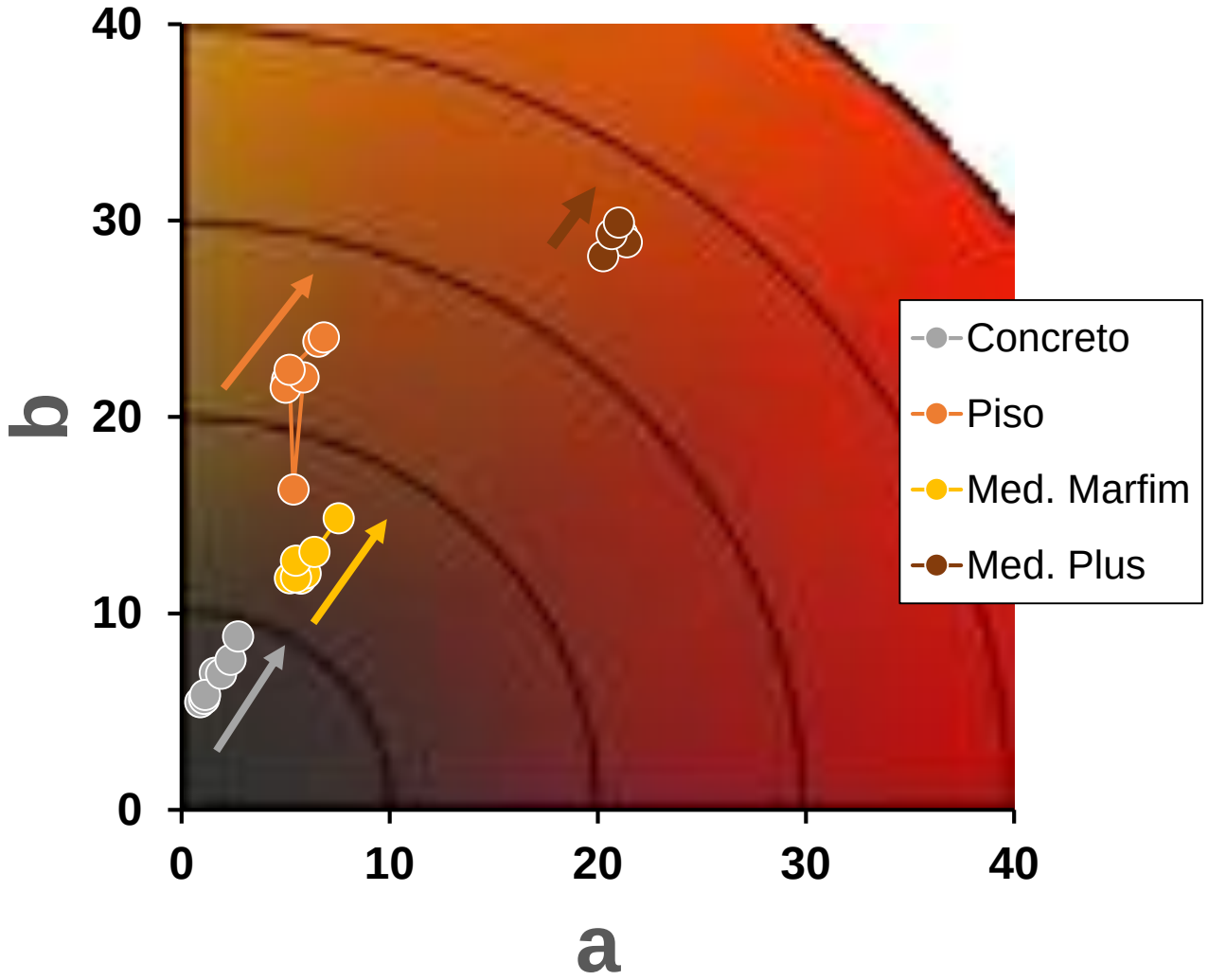
- Comparação numérica entre a amostra e o padrão inicial;

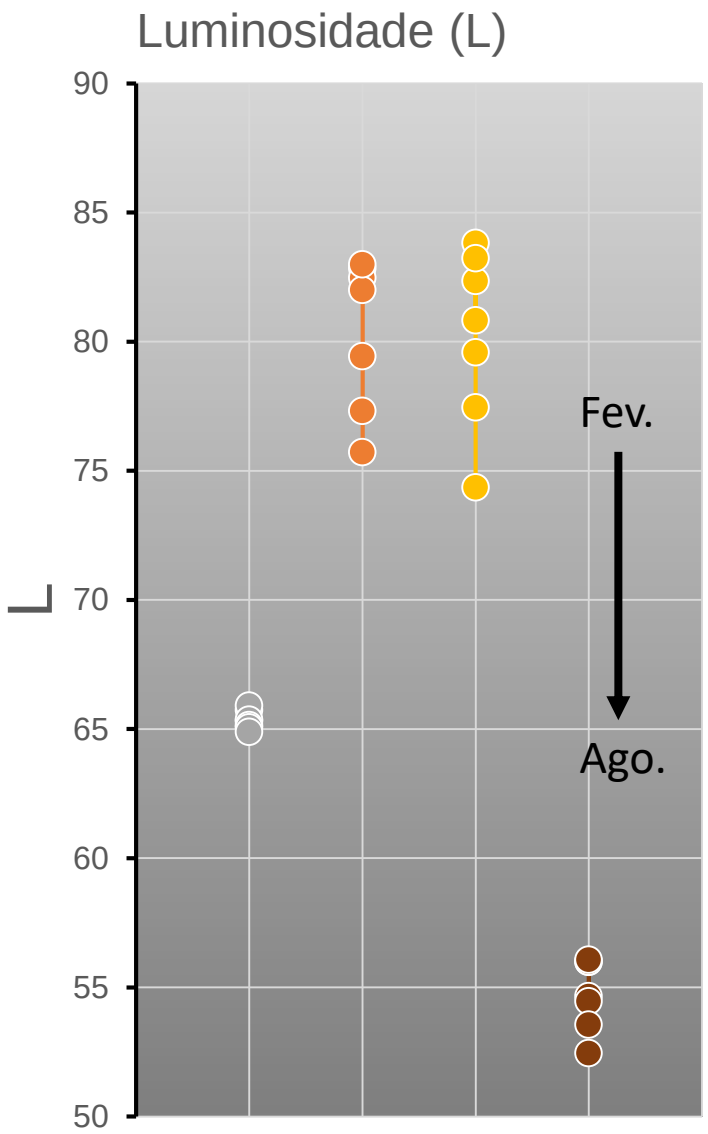
- Deltas para L* (ΔL), a* (Δa) e b* (Δb) podem ser negativas (-) ou positivas (+)

- **ΔL* = diferença – escuro (-) e claro (+)**
- **Δa* = diferença – verde (-) e vermelho (+)**
- **Δb* = diferença – azul (-) e amarelo (+)**

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{0.5}$$

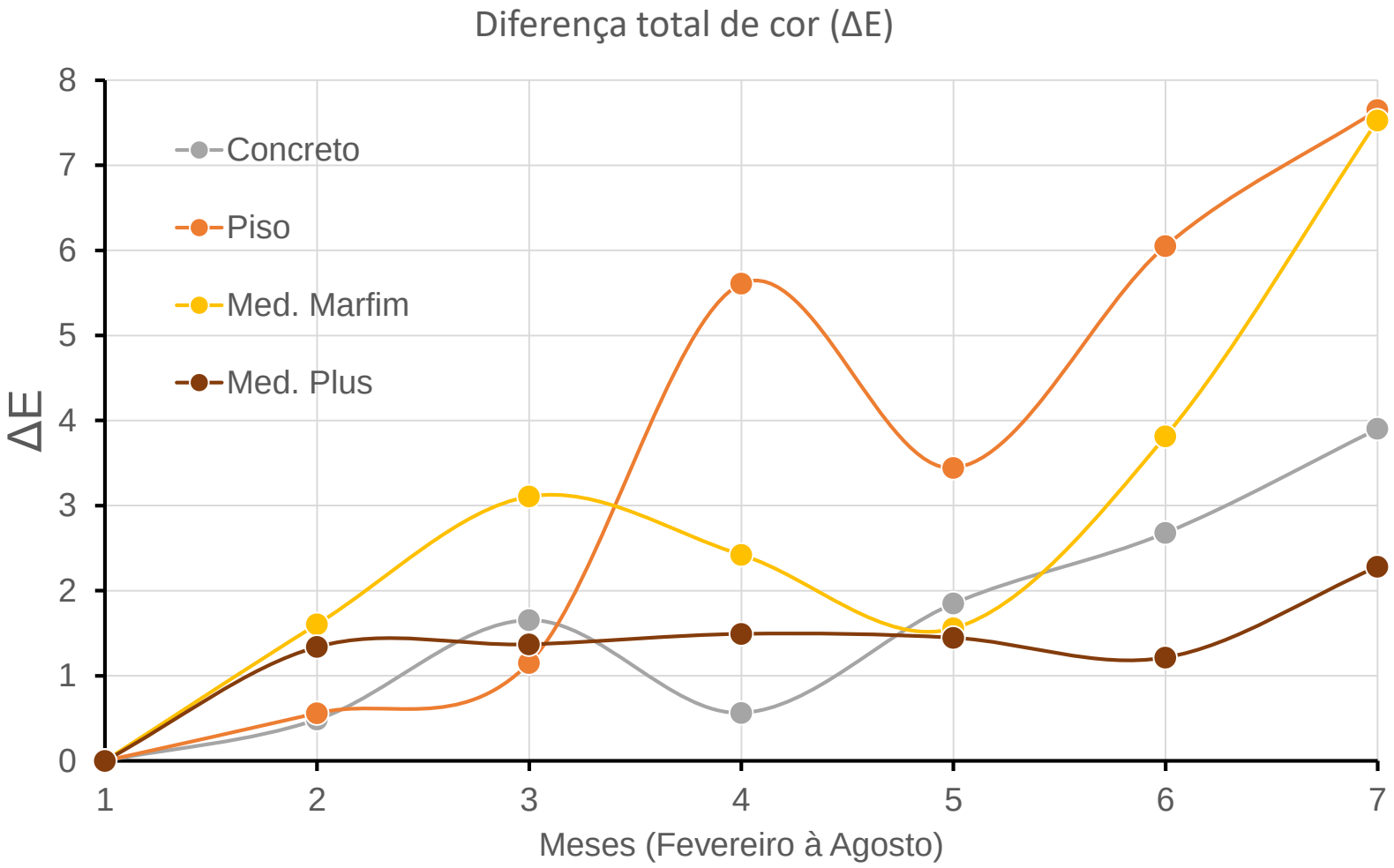
Coordenadas de cor no espectro CIELAB





Observado visualmente acúmulo de poeira avermelhada característica da região

Diferenças totais de cor (ΔE) - CIELAB

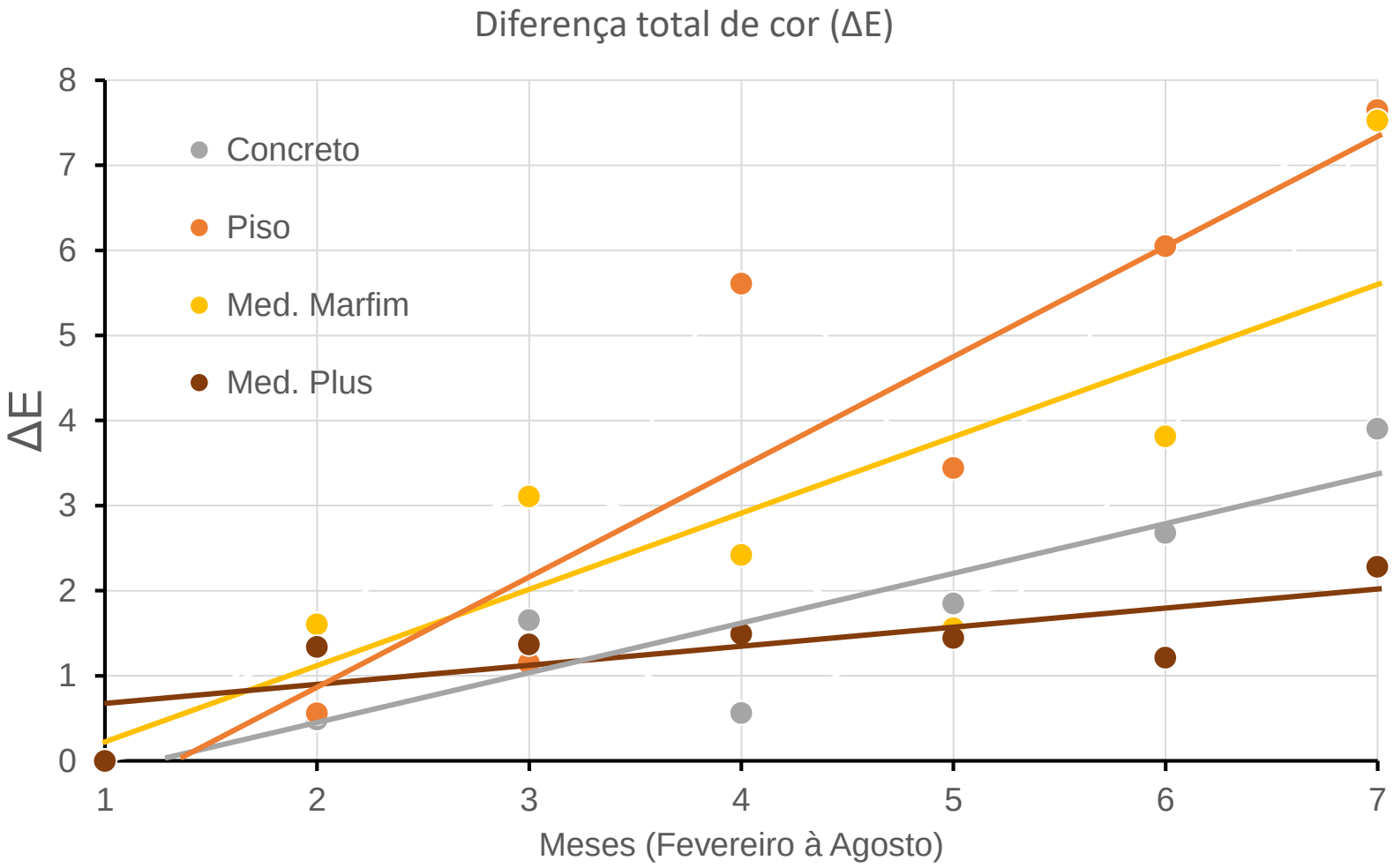


Telhas com cor clara propensas a alteração de cor devido acúmulo de poeira avermelhada[1]

Diferenças de cor não impactaram o desempenho térmico das telhas

[1] Característica da região onde se encontra o campo de envelhecimento (Campus Fernando Costa - USP Pirassununga/SP)

Diferenças totais de cor (ΔE) - CIELAB

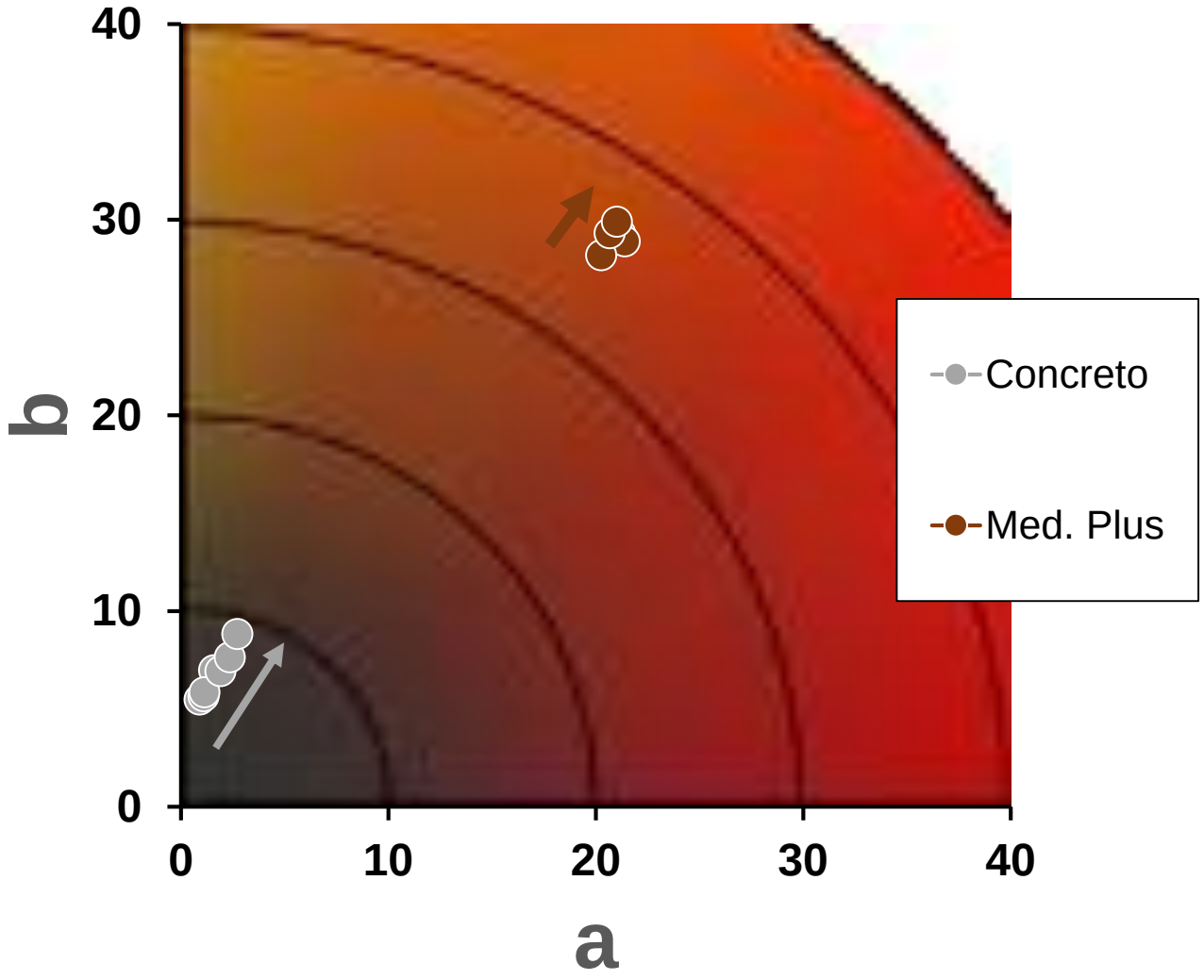


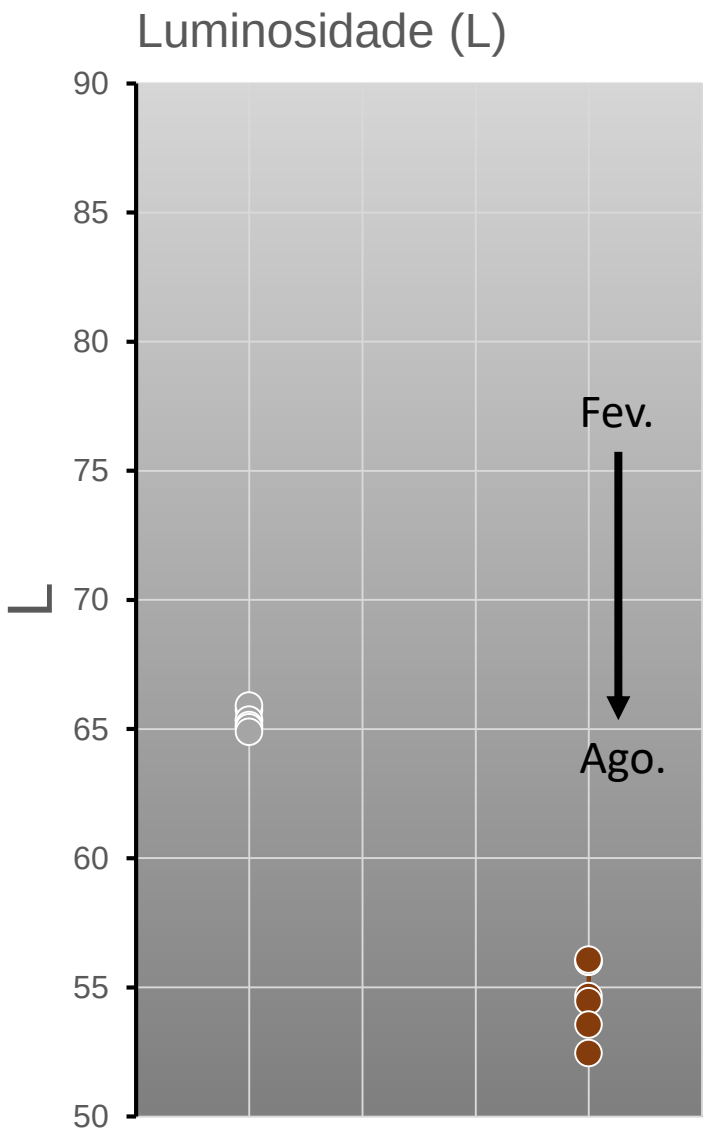
Telhas com cor clara propensas a alteração de cor devido acúmulo de poeira avermelhada[1]

Diferenças de cor não impactaram o desempenho térmico das telhas

[1] Característica da região onde se encontra o campo de envelhecimento (Campus Fernando Costa - USP Pirassununga/SP)

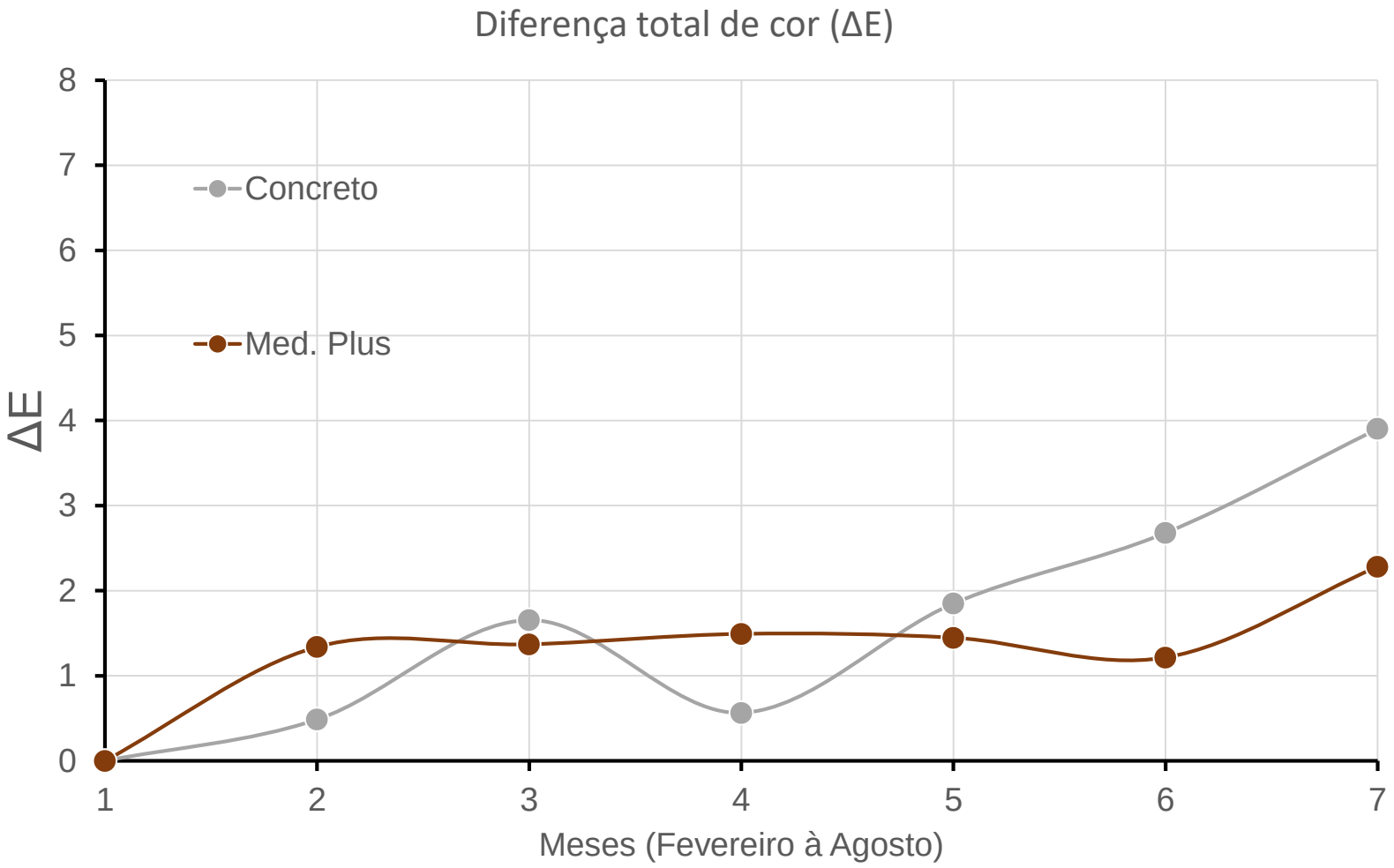
Coordenadas de cor no espectro CIELAB
Telha Concreto *versus* Mediterrânea Plus





Observado visualmente acúmulo de poeira avermelhada característica da região

Diferenças totais de cor (ΔE) – CIELAB
Telha Concreto *versus* Mediterrânea Plus

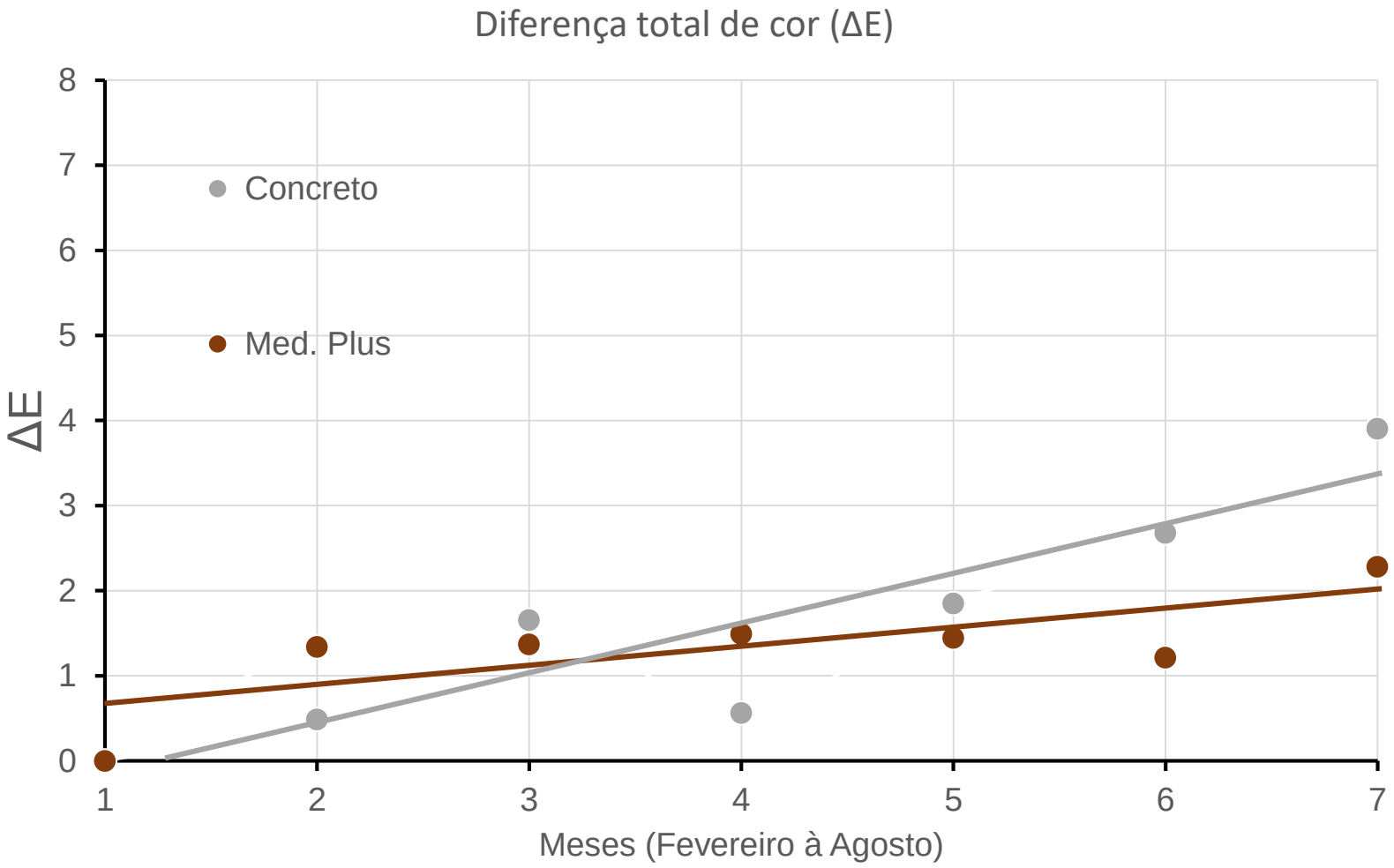


Telhas com cor clara propensas a alteração de cor devido acúmulo de poeira avermelhada[1]

Diferenças de cor não impactaram o desempenho térmico das telhas

[1] Característica da região onde se encontra o campo de envelhecimento (Campus Fernando Costa - USP Pirassununga/SP)

Diferenças totais de cor (ΔE) – CIELAB
Telha Concreto *versus* Mediterrânea Plus

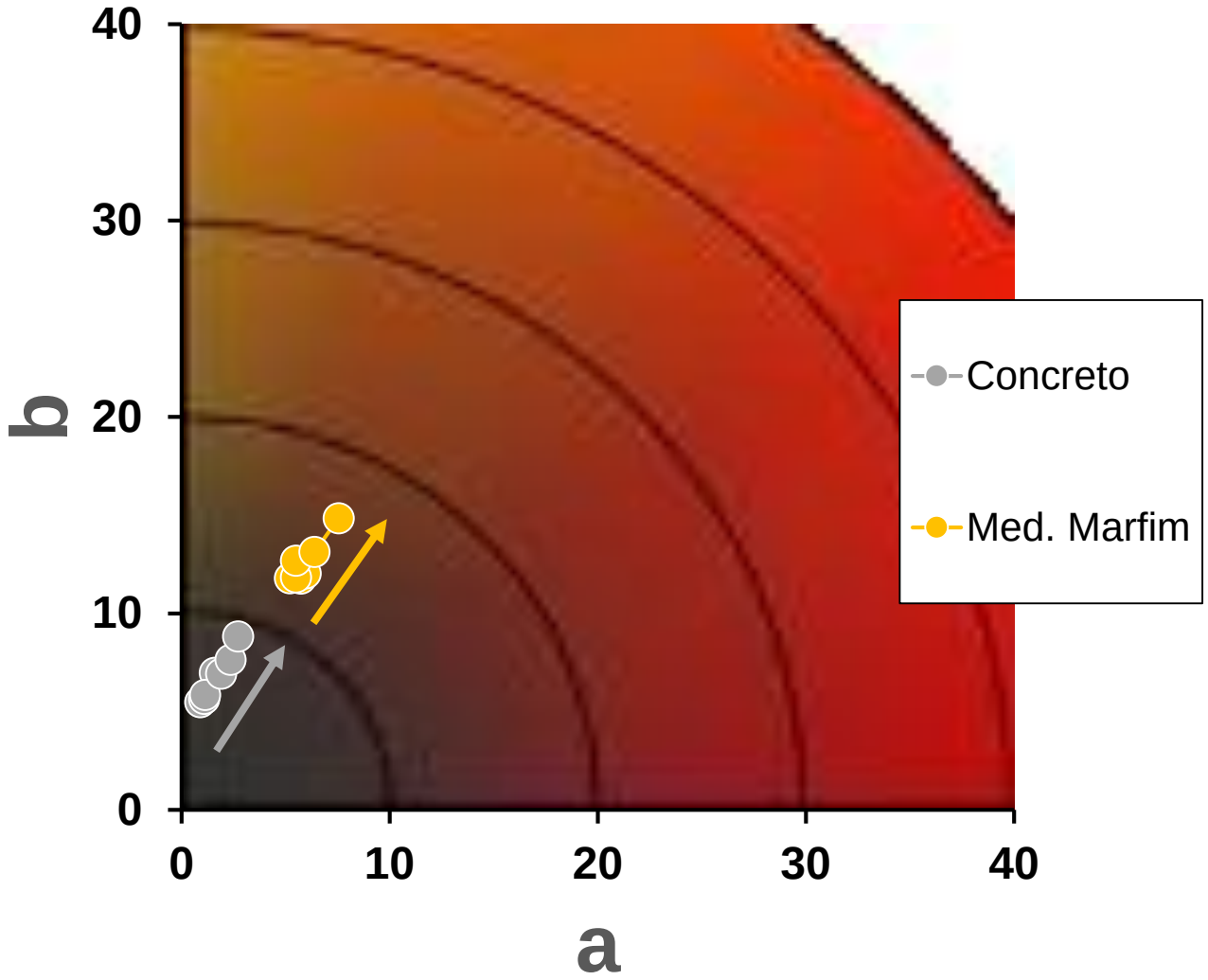


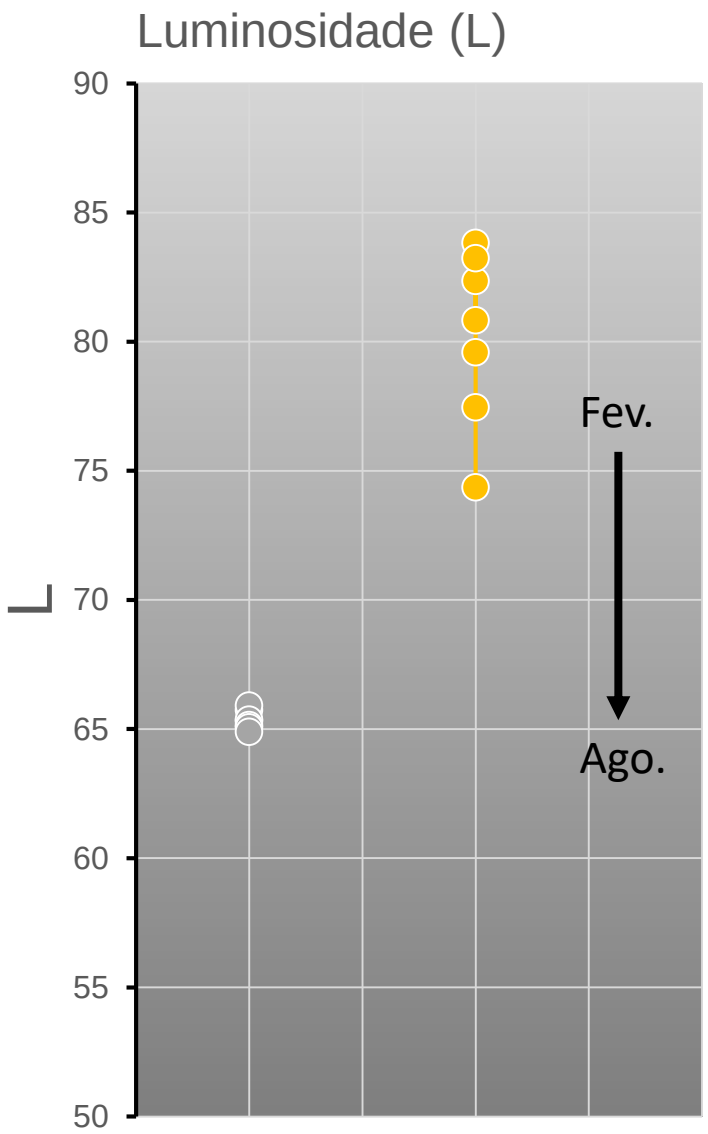
Telhas com cor clara propensas a alteração de cor devido acúmulo de poeira avermelhada[1]

Diferenças de cor não impactaram o desempenho térmico das telhas

[1] Característica da região onde se encontra o campo de envelhecimento (Campus Fernando Costa - USP Pirassununga/SP)

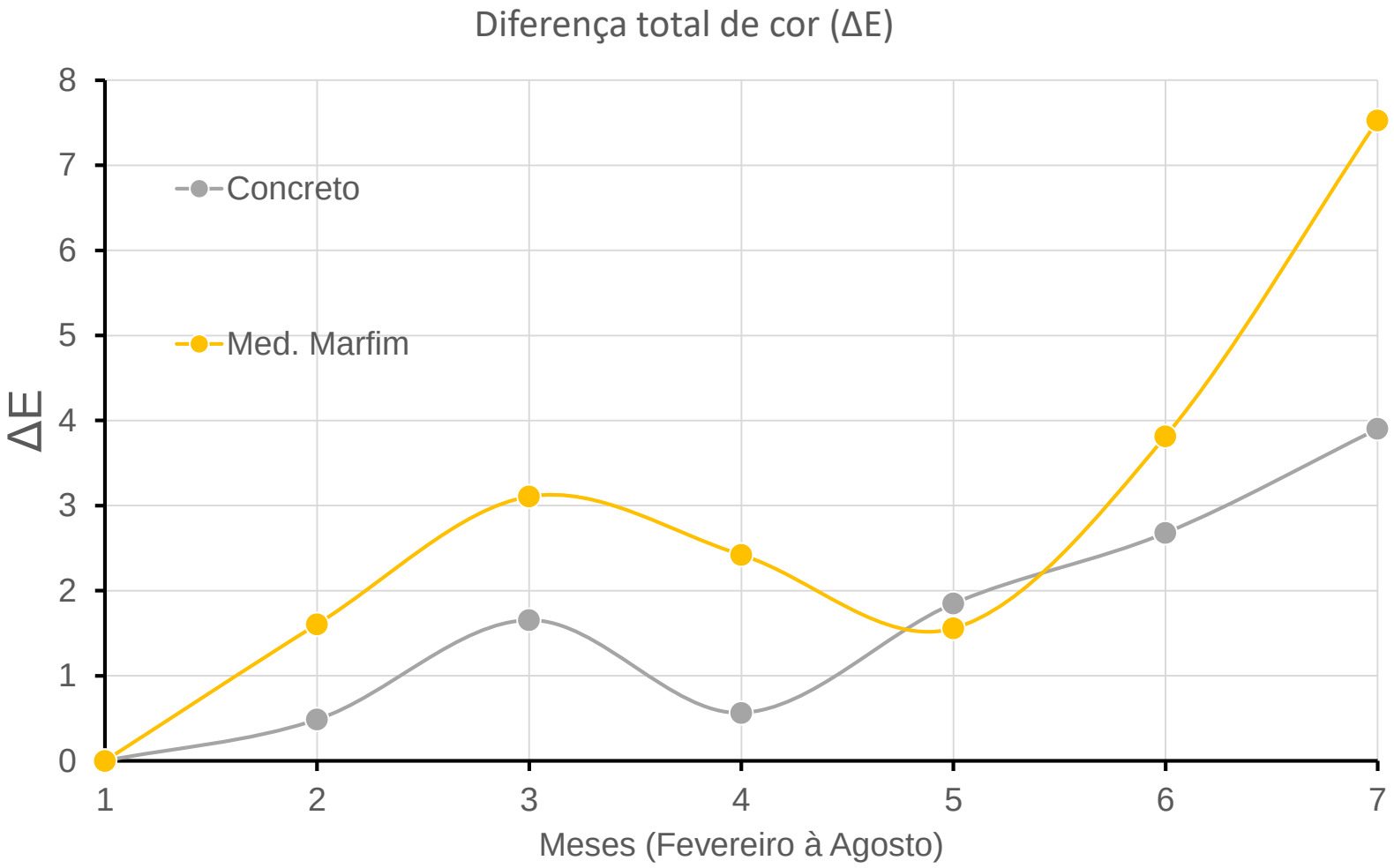
Coordenadas de cor no espectro CIELAB
Telha Concreto *versus* Mediterrânea Marfim





Observado visualmente acúmulo de poeira avermelhada característica da região

Diferenças totais de cor (ΔE) – CIELAB
Telha Concreto *versus* Mediterrânea Marfim

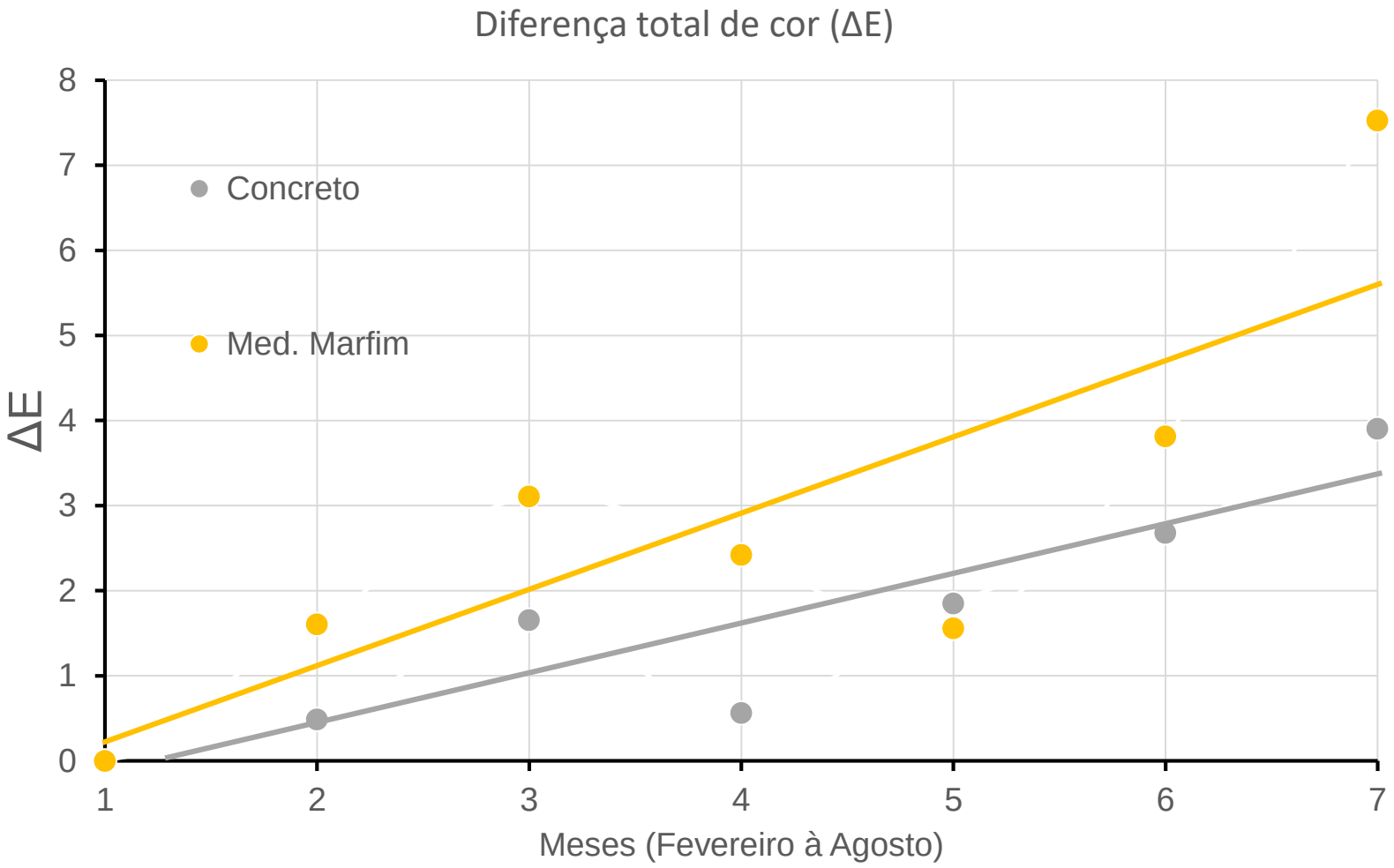


Telhas com cor clara propensas a alteração de cor devido acúmulo de poeira avermelhada[1]

Diferenças de cor não impactaram o desempenho térmico das telhas

[1] Característica da região onde se encontra o campo de envelhecimento (Campus Fernando Costa - USP Pirassununga/SP)

Diferenças totais de cor (ΔE) – CIELAB
Telha Concreto *versus* Mediterrânea Marfim

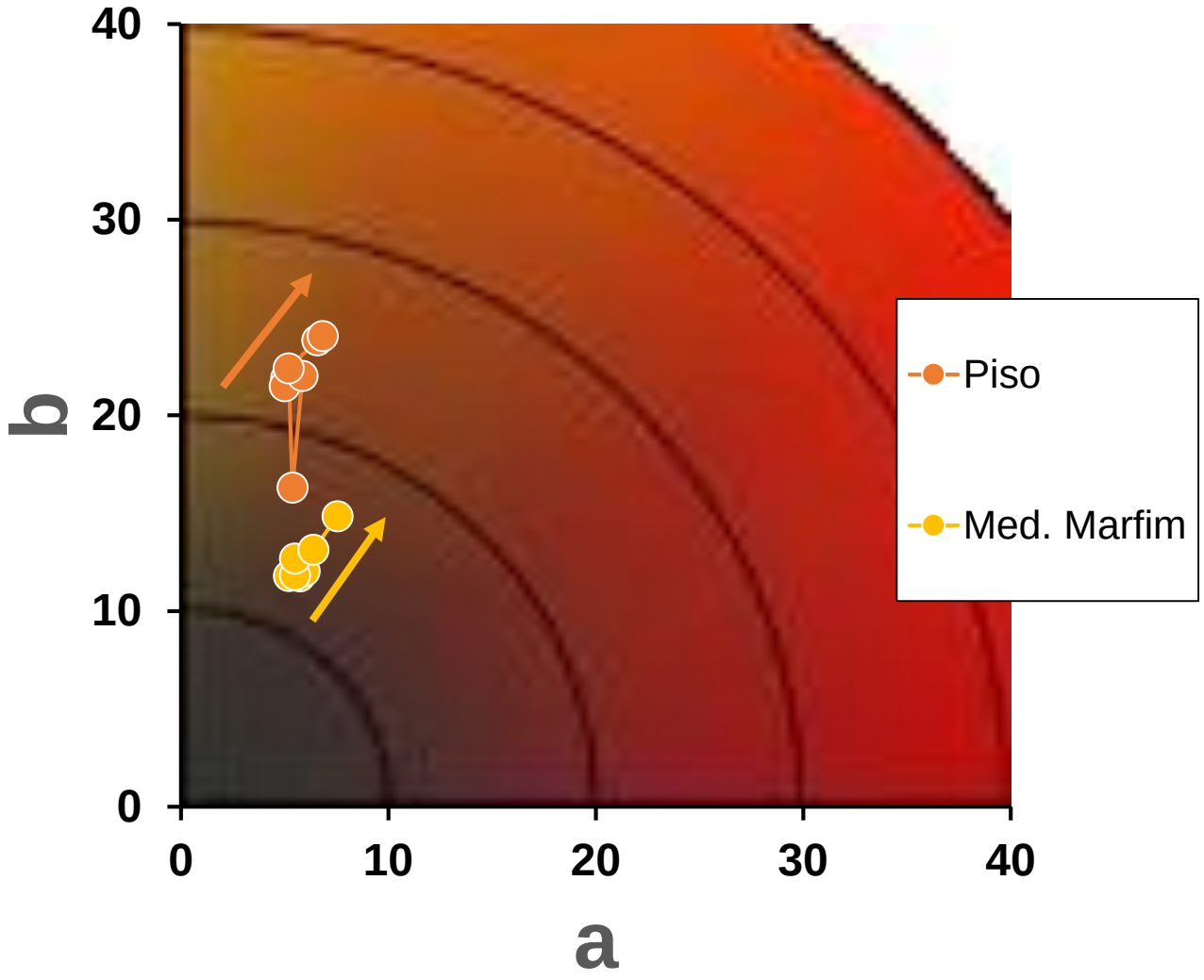


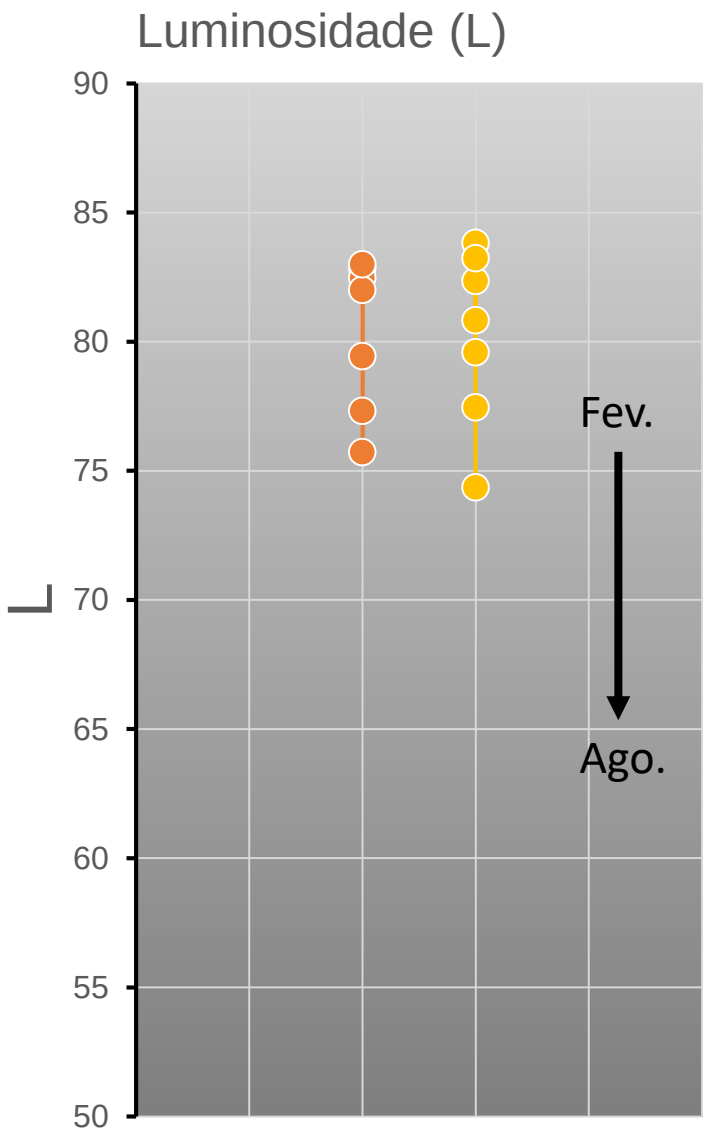
Telhas com cor clara propensas a alteração de cor devido acúmulo de poeira avermelhada[1]

Diferenças de cor não impactaram o desempenho térmico das telhas

[1] Característica da região onde se encontra o campo de envelhecimento (Campus Fernando Costa - USP Pirassununga/SP)

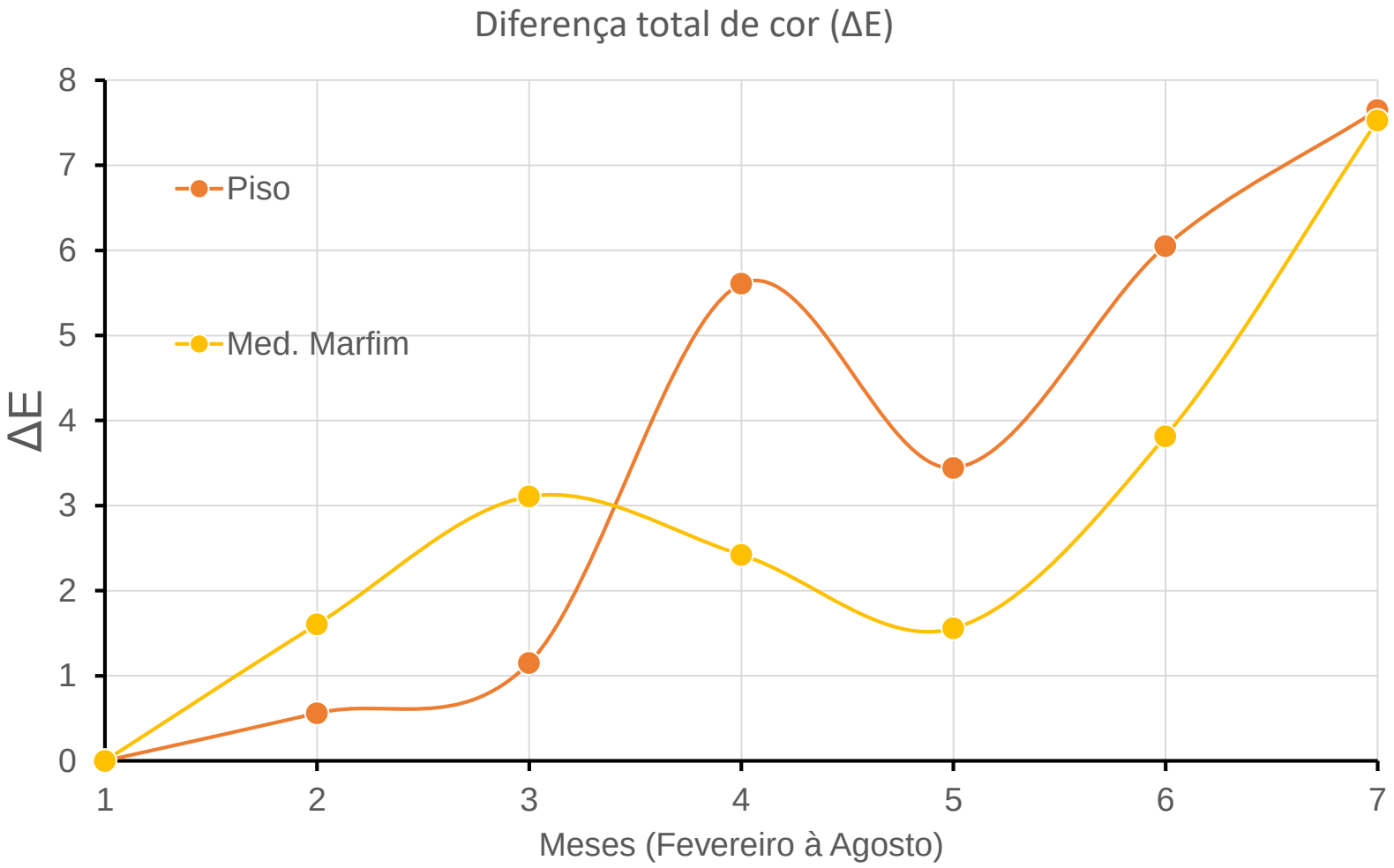
Coordenadas de cor no espectro CIELAB
Telha Piso *versus* Mediterrânea Marfim





Observado visualmente acúmulo de poeira avermelhada característica da região

Diferenças totais de cor (ΔE) – CIELAB
Telha Piso *versus* Mediterrânea Marfim

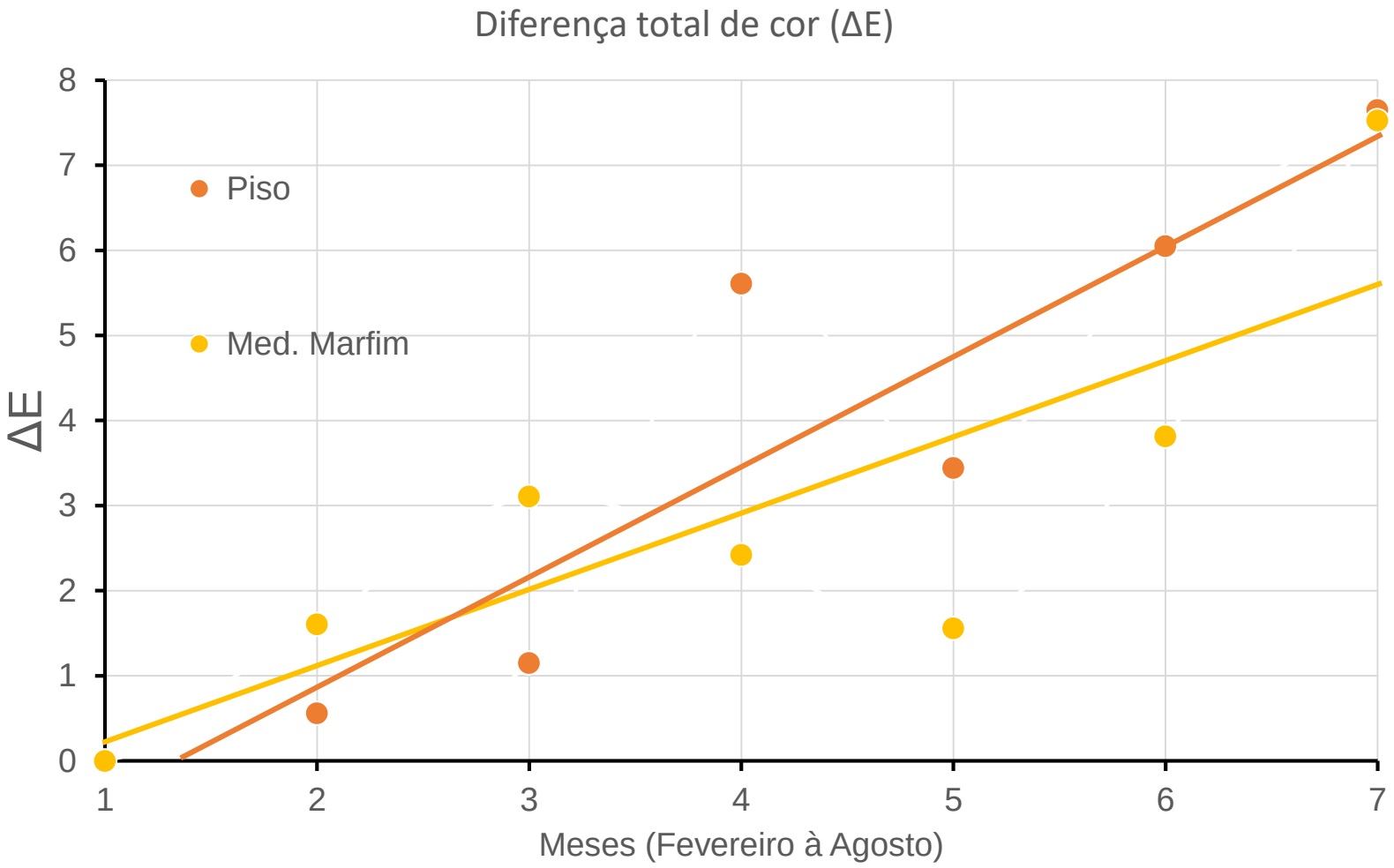


Telhas com cor clara propensas a alteração de cor devido acúmulo de poeira avermelhada[1]

Diferenças de cor não impactaram o desempenho térmico das telhas

[1] Característica da região onde se encontra o campo de envelhecimento (Campus Fernando Costa - USP Pirassununga/SP)

Diferenças totais de cor (ΔE) – CIELAB
Telha Piso *versus* Mediterrânea Marfim



Telhas com cor clara propensas a alteração de cor devido acúmulo de poeira avermelhada[1]

Diferenças de cor não impactaram o desempenho térmico das telhas

[1] Característica da região onde se encontra o campo de envelhecimento (Campus Fernando Costa - USP Pirassununga/SP)

Considerações finais

- Influência na temperatura, umidade e ITGU por:

- Propriedades intrínsecas dos diferentes materiais:
  - Condutividade térmica;
  - Calor específico.

- Propriedades das telhas:
  - Espessura;
  - Rugosidade;
  - Pintura de superfície;
  - Porosidade

Telha cerâmica TOPTELHA Mediterrânea Marfim

Menores temperaturas:
- Delta Sup. X Inf.
- Horários quentes do dia

Considerações finais

- Influência da cor
- 3 meses:
  - Nenhuma influência significativa no desempenho térmico das telhas.
- Diferenças de cor acentuadas em telhas mais claras:
  - Destacando o delta de luminosidade.

Piso

Med. Plus

Concreto

Med. Marfim

Toda equipe agradece a atenção e a participação de todos