



DESEMPENHO TÉRMICO DE TELHAS DE ALUMÍNIO

M. Akutsu & F. Vittorino

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.

Divisão de Engenharia Civil

Laboratório de Higrotermia e Iluminação

05508-901 – São Paulo/SP – Brasil

fax: + 55 (11) 3767 4681

e-mail: akutsuma@ipt.br & fulviov@ipt.br

RESUMO: São apresentados os resultados de um estudo onde foram feitas avaliações comparativas dos desempenhos térmicos de telhas de alumínio em relação a telhas convencionais de fibrocimento, de aço galvanizado e de cerâmica, por meio de medições de propriedades térmicas em laboratório e de parâmetros ambientais em protótipos. Os resultados indicaram um bom potencial de desempenho de telhas com superfícies de baixa emissividade, como é o caso das telhas de alumínio sem revestimento.

ABSTRACT: The paper presents the results of a study where comparative evaluations of the thermal performance of aluminum tiles in relation to conventional tiles of asbestos cement, of galvanized steel and of ceramic, were done by means of measurements of thermal properties in laboratory and of environmental parameters in prototypes. The results indicated a good performance potential of tiles with surfaces of low emissivity, as it is the case of the aluminum tiles without coating.

1 Introdução

Recentemente, têm sido introduzidos no mercado brasileiro, diversos produtos com caráter inovador, seja pela sua geometria, seja pelo material utilizado na sua fabricação. Particularmente com relação aos materiais utilizados em coberturas, está ocorrendo um grande aumento de elementos de baixa emissividade, tanto em forma de telhas como de "foils" utilizados como "subcoberturas" ou ainda, associados a materiais isolantes térmicos. Tais elementos são ainda vistos com desconfiança por parte dos

consumidores que desconhecem suas reais características e seu desempenho quando utilizados na prática.

As técnicas de avaliação de desempenho baseadas em simulações detalhadas do comportamento térmico de edificações, em computador, não são totalmente aplicáveis a estes produtos, uma vez que os softwares mais conhecidos e disponíveis para uso geral, linearizam as trocas térmicas por radiação entre os elementos de vedação, procedimento que só traz bons resultados quando todos os materiais que compõem a envoltória do recinto apresentam a mesma emissividade. Por esta razão, no IPT, esta questão vem sendo tratada por meio de medições em campo enquanto se tem trabalhado paralelamente, na adaptação dos softwares existentes para que cumpram adequadamente os objetivos ligados a esta questão.

Neste artigo são apresentados os resultados de um trabalho desenvolvido para a avaliação comparativa do desempenho térmico de telhas de alumínio em relação a alguns tipos de telhas convencionais. Foram contemplados dois tipos de telhas de alumínio e três tipos de telhas convencionais, assim identificadas no trabalho:

- Alumínio 1: telha de alumínio com 0,5 mm de espessura, pintada externamente com tinta na cor vermelha, imitando cerâmica, e internamente com verniz incolor;
- Alumínio 2: telha de alumínio com 0,5 mm de espessura, sem nenhum revestimento;
- Cerâmica: telha cerâmica tipo romana, com espessura da ordem de 15 mm;
- Fibrocimento: telha ondulada de fibrocimento com 6 mm de espessura;
- Aço Galvanizado: telha ondulada de aço galvanizado, com 0,5 mm de espessura.

Foram efetuadas medições, em laboratório, da emissividade dos materiais das telhas, da sua refletância à radiação solar e, em campo, medições relativas às condições de conforto térmico no interior de protótipos de edificações.

2 Medições em Laboratório

Os valores de emissividade e de refletância à radiação solar foram medidos em laboratório segundo as normas JIS 1423 e ANSI/ASHRAE 74-88, respectivamente. Os valores obtidos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Emissividade e refletância à radiação solar dos materiais.

Telha	refletância	emissividade
Fibrocimento nova.	34%	0,98
Alumínio 1	25%	0,08
Alumínio 2	65%	0,08
Cerâmica nova	41%	0,98
Aço galvanizado	78%	0,11

3 Medições em Campo

As medições em campo tiveram um caráter comparativo e foram realizadas em quatro protótipos, sendo dois com cobertura sem forro e dois com forro em laje mista de concreto e elementos cerâmicos. Em cada conjunto de dois desses protótipos as edificações são idênticas a menos do telhado. As comparações relativas à telha "Alumínio 2" foram realizadas nos protótipos sem forro, tendo em vista o seu uso mais freqüente em galpões industriais e em edificações rurais, como abrigos de animais. Os protótipos com forro foram empregados para as comparações relativas à telha "Alumínio 1", tendo em vista a sua utilização em residências e edifícios comerciais.

Foram realizadas medições das temperaturas do ar interior e da temperatura de globo, bem como das temperaturas superficiais das faces interna e externa das telhas e da face interna das paredes e do piso. Para os protótipos com forro foram medidas também as temperaturas superficiais da laje.

Os protótipos estão localizados no campus do IPT, em São Paulo, e são uni-compartimentais. Os protótipos sem forro apresentam dimensões em planta de 3,9 m x 3,2 m, pé-direito médio de 3,6 m, uma porta e uma janela, que foram mantidas fechadas durante as medições. Os protótipos com forro apresentam dimensões em planta de 3,1 m x 3,2 m, pé direito de 2,7 m, uma porta e uma janela, também mantidas fechadas durante as medições.

Para ilustrar os resultados obtidos, são apresentados a seguir, para cada par de telhas comparadas, gráficos dos valores horários, ao longo de um dia que melhor representa a seqüência de medições, das seguintes grandezas, respectivamente: temperatura do ar exterior e interior; temperatura de globo; temperatura da superfície externa (TSE) do telhado; temperatura da superfície interna (TSI) do telhado, para cobertura sem forro; temperatura superficial interna da laje de forro.

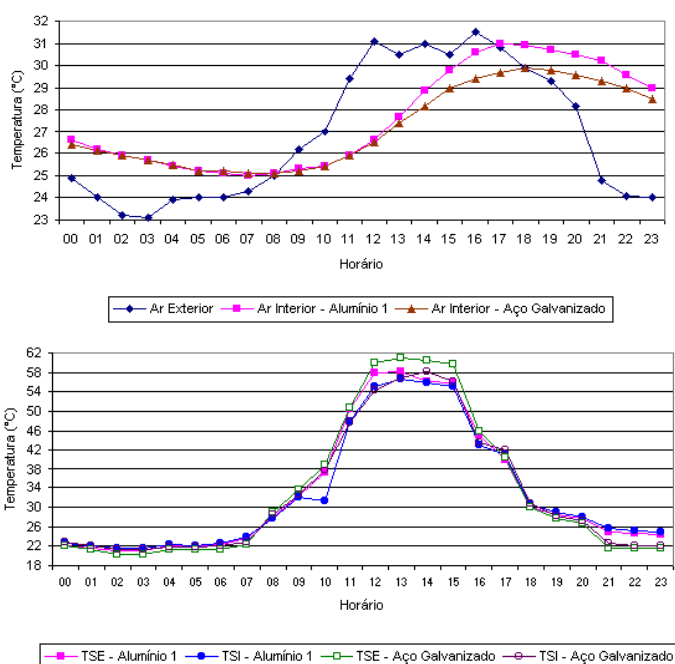


Figura 1: Temperatura do ar exterior e do ar interior para as telhas Alumínio 1 e Aço Galvanizado

Figura 2: Temperatura superficiais das telhas Alumínio 1 e Aço Galvanizado

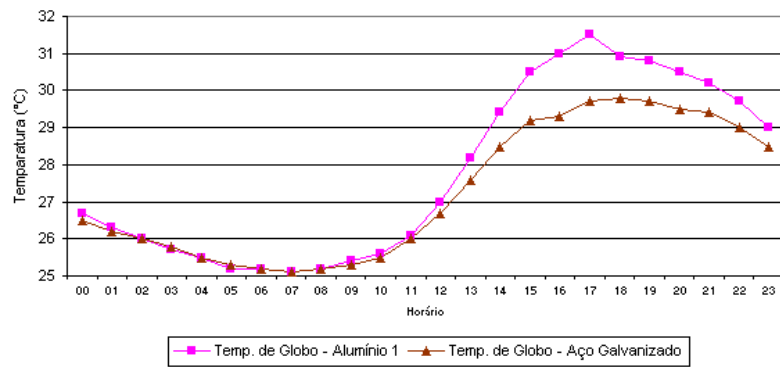


Figura 3: Temperatura de globo para as telhas Alumínio 1 e Aço Galvanizado

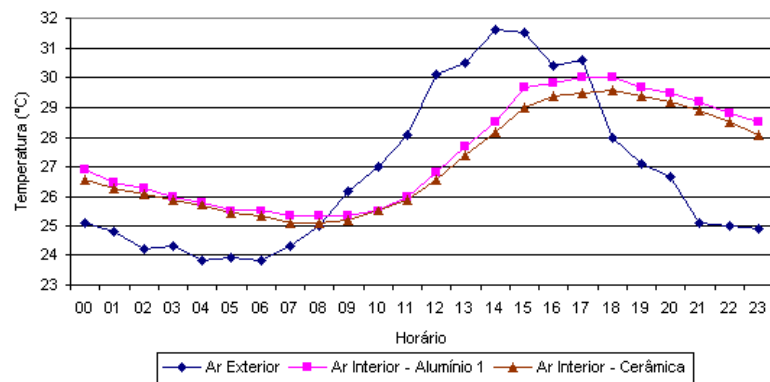


Figura 4: Temperatura do ar exterior e do ar interior para as telhas Alumínio 1 e Cerâmica

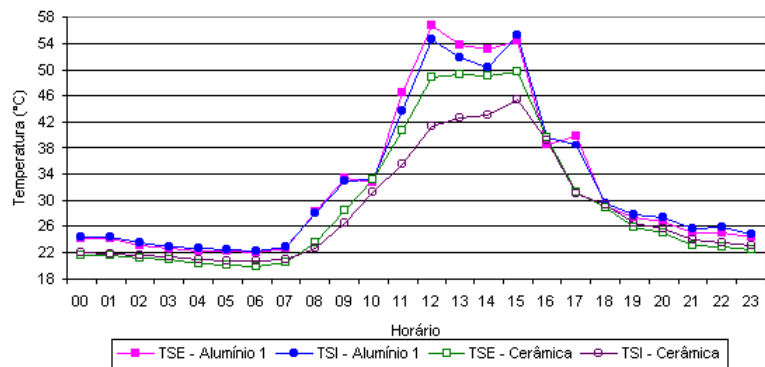


Figura 5: Temperaturas superficiais das telhas Alumínio 1 e Cerâmica

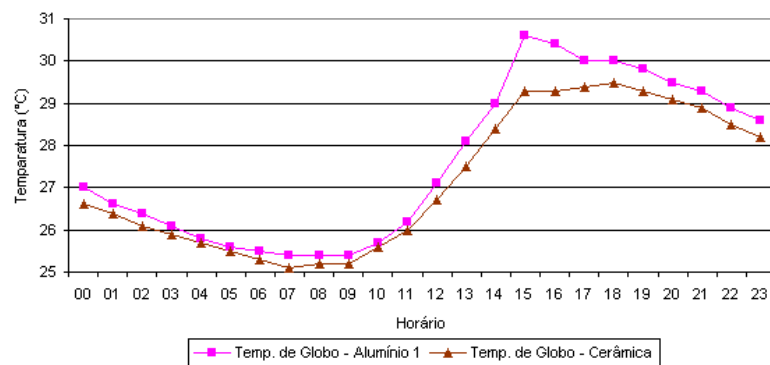


Figura 6: Temperatura de globo para as telhas Alumínio 1 e Cerâmica

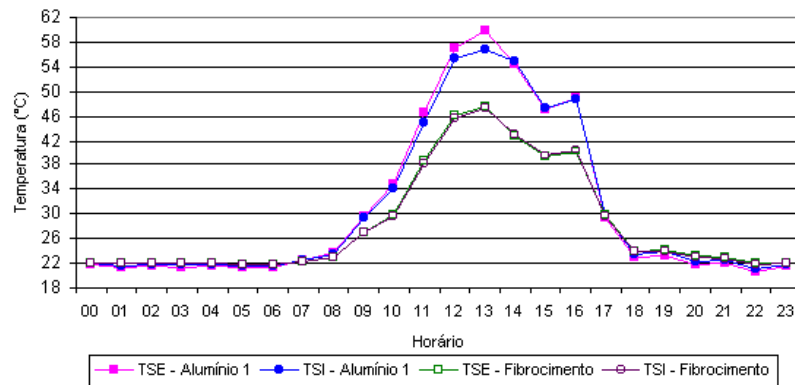
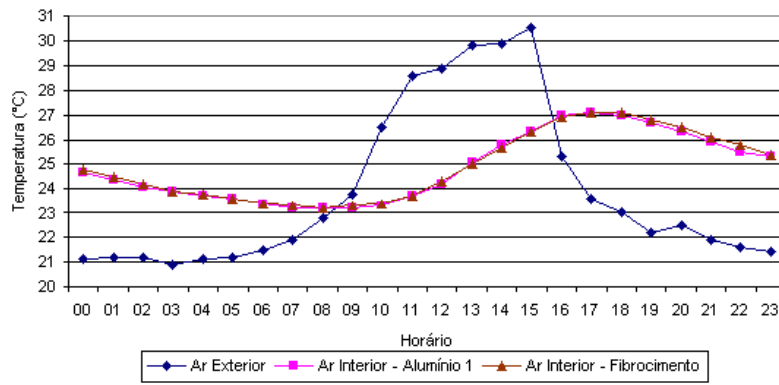


Figura 7: Temperatura do ar exterior e do ar interior para as telhas Alumínio 1 e Fibrocimento

Figura 8: Temperaturas superficiais das telhas Alumínio 1 e Fibrocimento

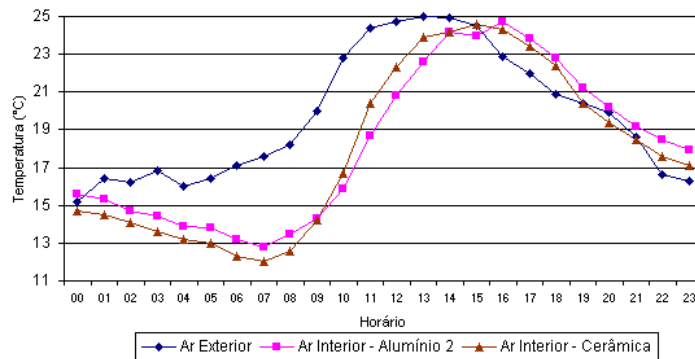
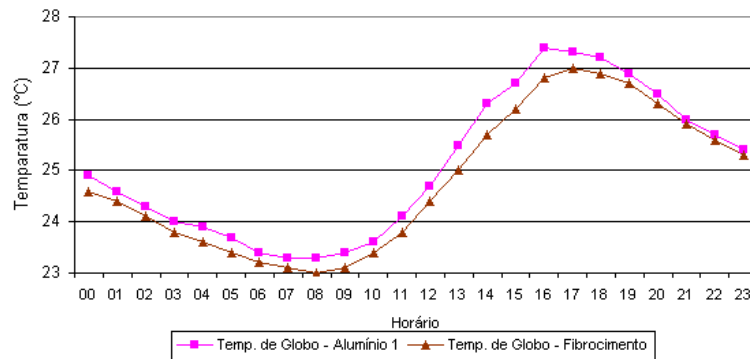


Figura 9: Temperatura de globo para as telhas Alumínio 1 e Fibrocimento

Figura 10: Temperatura do ar exterior e do ar interior para as telhas Alumínio 2 e Cerâmica

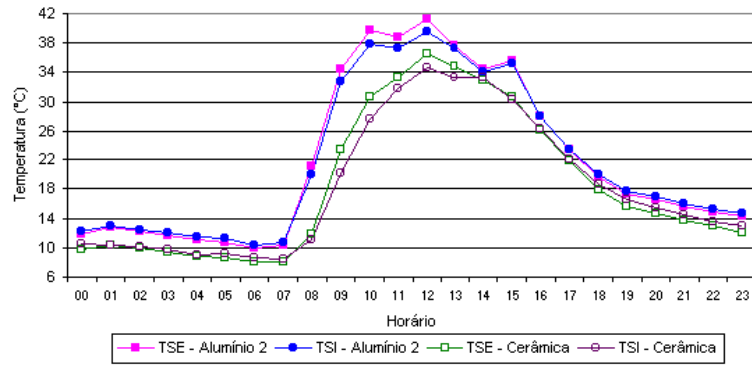


Figura 11: Temperaturas superficiais das telhas Alumínio 2 e Cerâmica

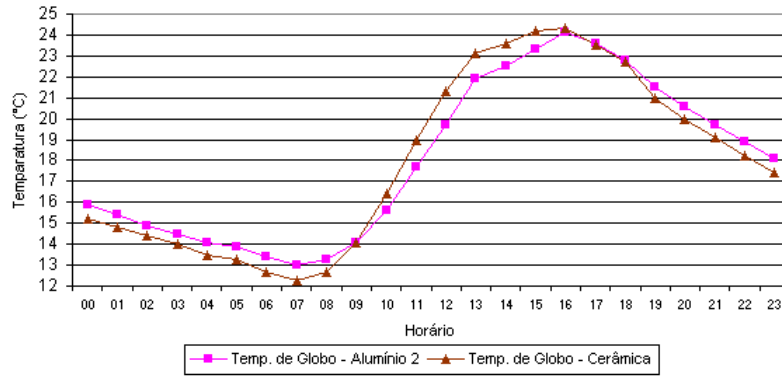


Figura 12: Temperatura de globo para as telhas Alumínio 2 e Cerâmica

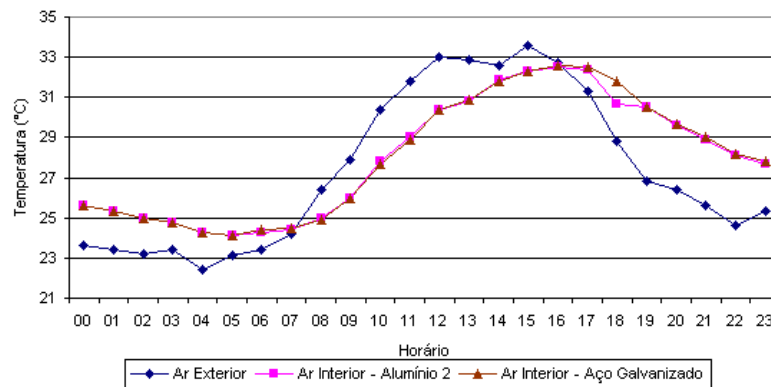


Figura 13: Temperatura do ar exterior e do ar interior para as telhas Alumínio 2 e Aço Galvanizado

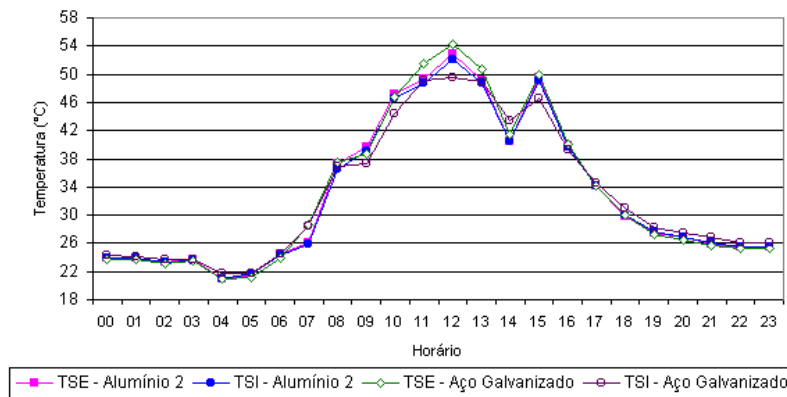


Figura 14: Temperaturas superficiais das telhas Alumínio 2 e Aço Galvanizado

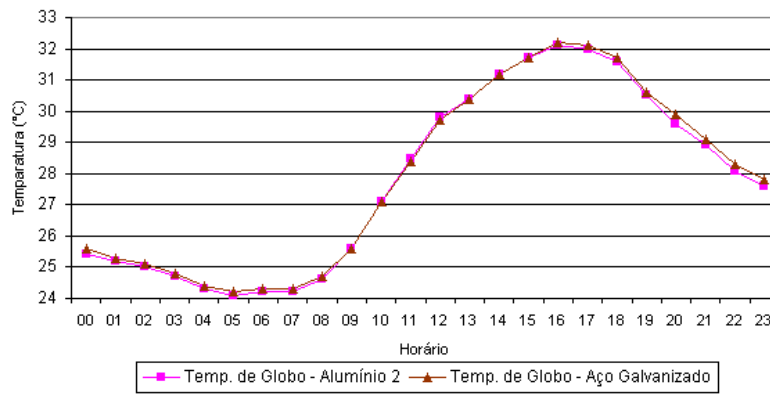


Figura 15: Temperatura de globo para as telhas Alumínio 2 e Aço Galvanizado

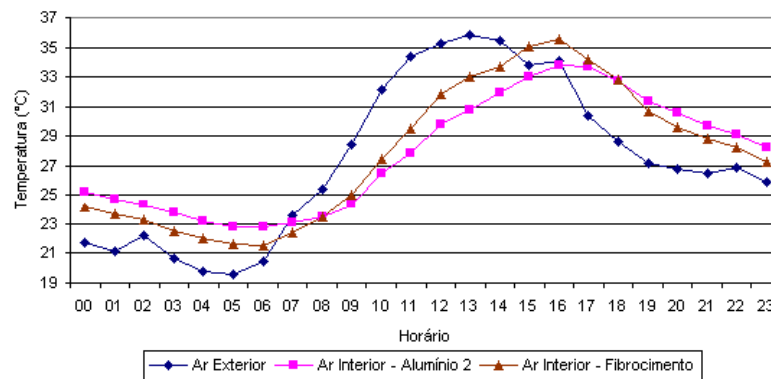


Figura 16: Temperatura do ar exterior e do ar interior para as telhas Alumínio 2 e Fibrocimento

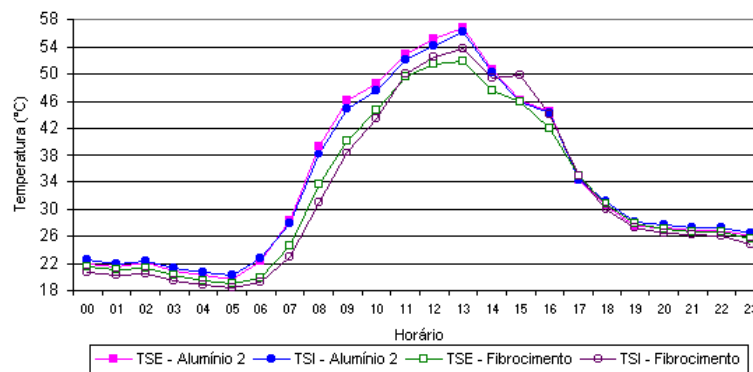


Figura 17: Temperatura superficiais das telhas Alumínio 2 e Fibrocimento

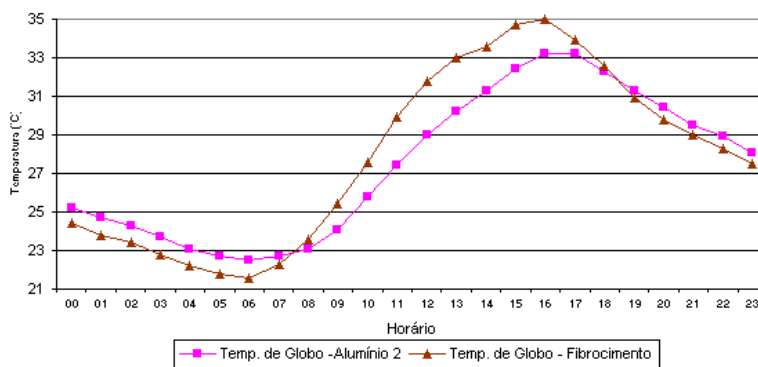


Figura 18: Temperatura de globo para as telhas Alumínio 2 e Fibrocimento

4 Conclusões

As comparações feitas entre a telha "Alumínio 2" e a telha de fibrocimento, mostram diferenças significativas entre os valores apresentados pela temperatura do ar interior e pela temperatura de globo nas duas edificações, no período do dia em que a radiação solar é mais intensa, entre 10h e 15h. Neste período, a temperatura do ar interior é da ordem de $1,5^{\circ}\text{C}$ inferior no protótipo com telha de "Alumínio 2". Da mesma forma, a temperatura de globo é da ordem de $2,0^{\circ}\text{C}$ inferior na mesma edificação. Isto significa que, neste período, em ambientes com baixa taxa de ventilação, as condições de conforto térmico serão melhores com telhados (sem forro) em telhas de alumínio sem revestimento, se comparadas com telhas de fibrocimento. É interessante observar que estes resultados são obtidos mesmo ocorrendo que as temperaturas superficiais da telha "Alumínio 2", (tanto na sua face exterior quanto na sua face interior) são superiores às da telha de fibrocimento, demonstrando a importância da emissividade da superfície das telhas voltada para o ambiente ocupado. Neste caso, o fato da emissividade da telha "Alumínio 2" ser bastante inferior ao da telha de fibrocimento é o fator determinante para o seu melhor desempenho térmico.

Os resultados referentes às comparações entre a telha "Alumínio 2" e a telha de aço galvanizado mostram diferenças muito pouco significativas para todas as grandezas, indicando portanto, comportamentos térmicos iguais. Isto é perfeitamente coerente com as características térmicas dos dois componentes, que apresentam valores de emissividade, refletância à radiação solar e resistência térmica da mesma ordem de grandeza.

Da mesma forma, as comparações entre a telha "Alumínio 1" e a telha de fibrocimento indicam comportamentos térmicos iguais para estes dois componentes. Isto se explica pelo fato de a refletância à radiação solar e a emissividade da telha "Alumínio 1" serem da mesma ordem de grandeza que a da telha de fibrocimento nova e ambas apresentarem resistências e capacidades térmicas baixas. Neste caso, os resultados das medições em laboratório mostraram que o recobrimento da superfície inferior da telha "Alumínio 1" com verniz faz com que a sua emissividade se eleve significativamente (da ordem de 10 vezes), apresentando valores da mesma ordem de grandeza que a da superfície da telha de fibrocimento.

Na comparação entre a telha "Alumínio 1" e a telha de aço galvanizado tem-se praticamente os mesmos comportamentos verificados na comparação entre a telha "Alumínio 2" e a telha de fibrocimento, porém com todos os resultados favoráveis à telha de aço galvanizado, devido à sua baixa emissividade e alta refletância à radiação solar, características não presentes na telha "Alumínio 1", decorrentes respectivamente, da aplicação de verniz na face inferior e da pintura da face superior com cor cerâmica.

As comparações feitas entre a telha "Alumínio 2" e a telha cerâmica, mostram diferenças significativas entre os valores apresentados pela temperatura do ar interior e pela temperatura de globo nas duas edificações, no período entre 10h e 15h. Neste período, a temperatura do ar interior é da ordem de $1,5^{\circ}\text{C}$ inferior no protótipo com telha "Alumínio 2". Da mesma forma, a temperatura de globo também é da ordem de $1,5^{\circ}\text{C}$ inferior na mesma edificação. Isto significa que, neste período, em ambientes sem forro e com baixa taxa de ventilação, as condições de conforto térmico serão melhores com telhados em telhas de alumínio sem revestimento, do que com telhas cerâmicas. Também neste caso, o fato da emissividade da telha "Alumínio 2" ser

bastante inferior à da telha cerâmica é o fator determinante para o seu melhor desempenho térmico, visto que as temperaturas superficiais da telha "Alumínio 2", tanto na sua face exterior quanto na sua face interior, são superiores às da telha cerâmica.

Na comparação entre a telha "Alumínio 1" e a telha cerâmica, verificou-se que esta última apresenta desempenho térmico ligeiramente melhor que o da telha "Alumínio 1". Neste caso, a temperatura do ar interior e a temperatura de globo são da ordem de 0,5°C e 1,0°C, respectivamente, superiores no protótipo com telhas "Alumínio 1", durante o período entre 10 h e 15 h. É importante ressaltar que, se não houvesse a presença da laje de forro, as condições de conforto térmico no interior do protótipo com a telha "Alumínio 1" seriam significativamente piores que as do protótipo com telha cerâmica, uma vez que as duas telhas apresentam emissividades da mesma ordem de grandeza e a temperatura da superfície interna da telha "Alumínio 1" é até 13°C mais elevada que a da telha cerâmica.