



ANÁLISE DE DESEMPENHO TÉRMICO- HIGROSCÓPICO DE TRÊS TELHADOS EM PROTÓTIPOS COM SISTEMA WOOD FRAME

Rodrigo F. TEREZO¹; Charline ZANGALLI¹; Talitha O. ROSA¹; Carlos A. de P. SAMPAIO¹ e Cleide B. BOURSCHEID¹

1 – Núcleo de Engenharia de Biosistemas, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina – CAV, Lages- SC, Brasil

RESUMO: Cobertura verde se caracteriza por toda vegetação e solo aplicados sobre o telhado de uma edificação, incluindo impermeabilização e drenagem adequadas. Com o atual crescimento das cidades, as áreas verdes tem perdido espaço para a expansão urbana. Ocasionalmente diversos problemas à qualidade da vida humana, como ilhas de calor, que são consideravelmente amenizadas ao serem utilizadas coberturas verdes nos telhados. O objetivo desta pesquisa é avaliar se há diferenças significativas entre a temperatura e umidade relativa do ar medidos em protótipos de tamanho real feitos com cobertura verde (coberto com a gramínea *Axonopus compressus*); argila expandida; e com telha de fibrocimento, assim como a análise dos desempenhos dos protótipos em relação à temperatura e umidade relativa do ar do ambiente externo. As variáveis de estudo foram determinadas com higrômetro e termômetro de globo negro, durante nove meses para cada tratamento. Para a análise dos dados foram empregados testes estatísticos com 95% de confiabilidade. Houveram diferenças significativas para todas as temperaturas: temperatura ambiente (T_a), temperatura do globo (T_g) e índice de estresse térmico (WBGT) entre os telhados que apresentaram maiores médias em relação ao ambiente externo e os telhados de argila e verde apresentaram maiores médias de umidade relativa que o ambiente externo.

Palavras-chave: telhados verdes, telhados não convencionais, desempenho termo higroscópico

THERMAL AND HYGROSCOPIC PERFORMANCE ANALYSIS OF THREE ROOF MODELS

ABSTRACT: Green-covering is characterized by all kind of plants and decorative ground that can be used on a building roof, it includes an suitable waterproofing and drainage. The green-areas have lost space due to current growth of cities and cement structure building. It has resulted in various problems affecting life quality to humans. Some problems can be related with heat-island phenomenon. This phenomenon can be palliated using green-covering on building roofs. The research aim is to evaluate significant difference between the temperature and air moisture percentage measured in prototypes built in real size with green-covering (graminaceous *Axonopus compressus*); expanded clay and cement tile; the research aim contain to carry out an analysis of prototypes performance in relation to temperature and environment moisture percentage. Measurement of study variables were made using hygrometer and black globe thermometer during nine months to each kind of green-covering prototype. The data analyzing was used statistical tests with a reliability around 95%. There were significant differences for all temperatures (T_A , T_G and WBGT) between roofs with



higher averages regarding the outside environment. In addition, clay roofs and green roofs have relative humidity higher averages than outside environment.

Keywords: green roofs; unconventional roofs, hygroscopic term performance.

1 INTRODUÇÃO

Os telhados verdes surgiram na antiga Mesopotâmia (atual Iraque e arredores) por volta de 4 mil até 600 a.C, e eram utilizados para as coberturas dos zigurates (estilo de pirâmide construída em andares) e cobertura dos pátios em templos das grandes cidades (ALMUSAED, 2011).

Telhados verdes é a integração de plantas a estrutura de telhados. O telhado verde pode “criar” um habitat para flora e fauna e ajuda a manejar a entrada de água e reduzir a demanda por aquecimento no inverno e a refrigeração no verão além de aumentar o valor estético e conforto de uma habitação (FRIEDMAN, 2012).

Com a expansão das cidades, a impermeabilização da superfície do solo vem aumentando, por conta do uso de materiais pouco permeáveis. O telhado verde vem com a função de ajudar a aumentar a permeabilização, resgatar as paisagens verdes e melhorar as condições de vida das pessoas, porque ajuda a melhorar o equilíbrio entre homem e, além de propiciar benefícios térmicos e acústicos.

Nas cidades, as coberturas verdes funcionam como um filtro contra a poluição e na manutenção da umidade relativa do ar, não tendo apenas caráter estético e ornamental (GOMES, 1998), a vegetação também contribui para estabilizar o clima ao seu entorno e reduz a amplitude térmica no interior da construção, ainda favorece a manutenção do ciclo oxigênio – gás carbônico, este sendo essencial para a renovação do ar atmosférico (DIMOUDI & NIKOLOPOULOU, 2003).

Segundo (CORREIA & GONZALEZ, 2002), recuperar o meio consiste em reabilitar edifícios e espaços para as novas funções urbanas e ambientais. Rivero (1985) relata que a vegetação é um elemento rico em possibilidades, capaz de promover a harmonia dos recursos, como a forma e a orientação dos edifícios, além das características de serem elementos arquitetônicos fixos ou móveis, que tem como finalidade principal o controle da radiação solar, procurando minimizá-la no verão e otimizá-la no inverno. A vegetação contribui de forma significativa para o estabelecimento de microclimas.

A gramínea *Axonopus compressus* (Swartz) Beauv. é uma gramínea perene-verão, pertencente à família Graminae, que tem como exigência de precipitação pelo menos 775 mm anuais. (FAO, 2013). É bastante difundida no Brasil, conhecida popularmente como sempre-verde, sendo de fácil aquisição para a composição dos telhados verdes.

Segundo Snell & Callahan (2009), “a radiação UV, proveniente do sol, tem a capacidade de quebrar uma impressionante variedade de materiais, assim como as oscilações de temperatura podem fazer com que os telhados se expandam durante o dia e contraíam durante a noite”. Assim a aplicação de um telhado verde sobre um telhado convencional faz com que a vida útil da cobertura seja melhorada.

Além de poder ocasionar a quebra de materiais, a exposição direta à radiação solar pode influenciar consideravelmente no índice de conforto térmico, segundo Marta Filho (1993) os índices de conforto térmico são dependentes de vários parâmetros inter-relacionados, que são a temperatura, umidade relativa do ar, velocidade dos ventos e a radiação do ambiente, esta última que é caracterizada pela temperatura radiante média e e as temperaturas superficiais



dos elementos que circundam o ambiente. Assim se um elemento circundante consegue diminuir os efeitos da radiação, como o telhado verde, conseqüentemente há uma redução da temperatura interna e melhoria no conforto térmico do ambiente.

Abreu (2009) relata que os telhados verdes reduzem também os efeitos danosos dos raios ultravioletas, extremos de temperatura e o vento, uma vez que nesses telhados a temperatura não passa de 25°C contra 60°C dos telhados convencionais, e possuem um ciclo de vida 2 a 3 vezes mais longos que as telhas usadas nas construções convencionais.

Ecotelha (telhado verde) cria um efeito de isolamento térmico do telhado, diminuindo o aquecimento da telha e do ar abaixo da mesma, quando sujeito à radiação solar intensa e temperaturas externas elevadas (BEYER, 2007).

Para evitar que as paredes da construção interfiram nas trocas de calor dos telhados é aconselhável recobri-las de algum modo que aumente a refletividade superficial, como concluíram Rodrigues e Nääs (1999) que ao intervir nos planos da envoltória da instalação melhora-se as condições internas de conforto térmico e tem-se um melhor desempenho térmico pelo simples fato de pintar as paredes de branco.

Para medir o conforto térmico de uma edificação para humanos são utilizados índices de temperatura e umidade, como o índice de temperatura de globo e umidade ITGU ou *wet-bulb globe temperature* (WBGT) que foi desenvolvido originalmente por Thom (1958) e a *National Weather Service* adotou como índice em 1959.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar se há diferenças significativas entre temperatura e teores de umidades em protótipos com cobertura verde, protótipos de argila expandida e protótipos de fibrocimento e ambiente externo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na cidade de Lages, SC, localizada a uma latitude de 27 ° 49' S e longitude 50° 19' 35'' W, altitude média de 930 m e o clima predominante segundo a classificação de Köppen é Cfb – clima oceânico.

O experimento foi composto por protótipos de tamanho real, sendo que cada um possuía uma cobertura de telhado distinta: cobertura verde (telhado verde), cobertura com argila expandida e cobertura com fibrocimento. Esses protótipos foram instaladas dentro do campus universitário do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), em uma área estabelecida para pesquisas do Laboratório de Ambiência do Núcleo de Engenharia de Biosistemas - NEBios.

Os protótipos e o sistema de retenção de água foram desenvolvidos previamente em uma maquete eletrônica, utilizando o *software* de licença gratuita Google Sketch Up® (Figura 1).

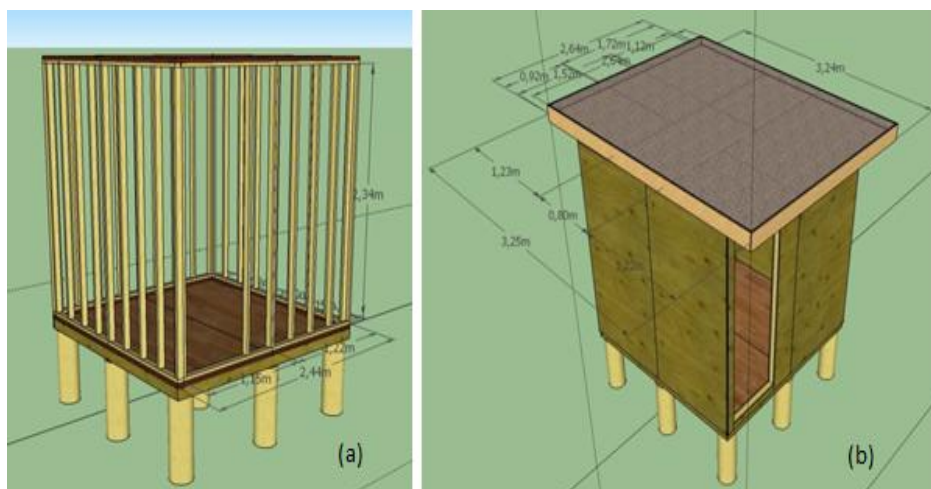


Figura 1. Projeto 3D dos protótipos: (a) estrutura de montantes sobre a plataforma; e (b) protótipo em formato final

As dimensões da construção foram de 2,44 m de largura, 2,44 m de comprimento (totalizando 5,95 m² de área de telhado exposto), e altura de 2,34 m. Os protótipos foram construídos no sistema Wood Frame, também chamado de sistema plataforma. Para a construção desse sistema foram utilizadas chapas de compensado com espessura de 15 mm, as mesmas foram pintadas com tinta óleo branca, para aumentar a durabilidade do material, a inércia das paredes e para diminuir a absorção de água pelos protótipos (Figura 2).



Figura 2. Construção dos protótipos: (a) execução das paredes e plataformas em galpão; e (b) montagem das paredes auto portantes sobre a plataforma no local.

Após a construção, cada um dos protótipos recebeu seu telhado correspondente. Para o protótipo que corresponderia ao telhado verde foi montado a cobertura em camadas, sendo que a primeira camada foi uma manta higroscópica, (diminui a retenção de água), uma manta geotêxtil, seguida do substrato e por último mudas da vegetação que formariam a composição do telhado. Para escolher as mudas que seriam utilizadas na cobertura verde foram utilizados critérios básicos de: quais espécies apresentariam alta resistência ao estresse hídrico e a alta umidade relativa do ar; e qual apresentaria a menor manutenção e a facilidade da compra. Com esses critérios foi escolhido a gramínea *Axonopus compressus*, cujo nome popular é grama-sempre-verde ou grama-são-carlos. No telhado de argila foi utilizado uma manta



geotêxtil (aumenta a durabilidade da estrutura do telhado) seguida de argila expandida e no protótipo restante foram colocadas telhas de fibrocimento.

Com a finalização da construção dos protótipos foram iniciadas as coletas de informações. As informações mensuradas foram todas obtidas com um termômetro de bulbo negro da Instrutemp[®] modelo ITWTG 2000, que fornece as seguintes informações: Temperatura Ambiente (TA em C°), Temperatura do Globo (TG em C°), WBGT (C°) e Umidade do Ar (%).

Os dados foram coletados durante o período de março/2013 até dezembro/2014, durante esse período as leituras eram feitas de hora em hora, iniciando as 8 h (8 a.m) até 18 h (6 p.m). Sendo possível então, criar um banco de dados com as informações de temperatura e umidade dos telhados: verde, argila expandida, fibrocimento e o ambiente externo (testemunha) para ser realizada a análise comparativa, com esse banco de dados também foi possível averiguar as temperaturas e umidades máximas e mínimas encontradas em cada um dos tratamentos.

Os dados coletados foram analisados com a ANOVA (análise de variância) e pelos testes de Cochran (para obter a homogeneidade das variâncias); e Tukey (comparação das médias) com 95 % de confiabilidade, quando o teste F foi significativo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas e umidades máximas e mínimas para cada um dos tratamentos apresentam-se na Tabela 1, com 618 medidas observadas e com suas respectivas médias e coeficientes de variação (CV%). Nota-se que entre os tratamentos o telhado de argila expandida teve a maior temperatura registrada (32,40°C), assim como a menor (6,00°C), também registrada simultaneamente no protótipo de fibrocimento. Em relação à temperatura média registrada, todos os tratamentos apresentaram temperatura em torno dos 20°C, juntamente com a testemunha. Os tratamentos do telhado apresentaram praticamente o mesmo coeficiente de variação (CV%) em torno de 24 %.

Na umidade relativa do ar (U%) ainda na mesma tabela, o tratamento de fibrocimento registrou a menor umidade relativa do ar (17,00%), essa baixa umidade relativa ocorreu no dia 10/05/2013, nesse momento o ambiente externo apresentava 20,10%. O coeficiente de variação (CV%) do tratamento verde de 15,58% foi o menor e o tratamento de fibrocimento apresentou o maior entre todos com 18,43%.

Tabela 1. Estatística descritiva das temperaturas e umidades relativas para os três telhados e testemunha (ambiente externo) durante o período de 21 meses de coleta de dados

		Externo (testemunha)	Telhado Verde	Argila Expandida	Fibrocimento
T(°C)	Mínima	5,70	6,10	6,00	6,00
	Máxima	32,90	31,60	32,40	31,90
	Média	20,01	20,86	20,85	20,89



	CV%	23,82	24,00	24,03	23,89
UR(%)	Mínima	20,10	25,20	25,80	17,00
	Máxima	99,90	99,90	99,90	99,90
	Média	71,10	75,42	76,18	72,87
	CV%	20,12	15,58	16,48	18,43

Os dados também passaram por análise de homogeneidade da variância (Cochran) que indicou que a temperatura ambiente (TA), temperatura do globo (TG) e o índice de stress térmico (WBGT) apresentaram dados homogêneos. A análise da variância (ANOVA) indicou diferenças estatísticas para todas as temperaturas e umidade. Com o teste de Tukey obteve-se a diferença significativa entre os tratamentos, comparados entre si e com o ambiente externo (Tabela 2).

Tabela 2. Teste das médias com suas respectivas significâncias

	TA (°C)	TG (°C)	WBGT (°C)	UR (%)
Argila	20,84 ab	23,02 a	19,57 a	77,26 a
Verde	21,15 a	23,15 a	19,99 a	75,54 ab
Fibrocimento	21,30 a	23,49 a	19,45 a	72,46 b
Externo	20,00 b	21,82 b	18,09 b	73,07 a b

O teste de Tukey indicou que a temperatura ambiente (TA) foi maior em todos os protótipos que a temperatura média registrada no ambiente externo, a argila também teve temperaturas iguais ao ambiente externo segundo o teste. Todos os telhados tiveram maior temperatura de globo negro (TG) que o ambiente externo, mesmo resultado aconteceu para o índice de estresse térmico (WBGT). A umidade foi maior nos protótipos com telhados de argila, verde igualando-se a umidade do ambiente externo. Menores umidades médias também foram constatadas nos protótipos de telhado de fibrocimento e verde, assim como o ambiente externo.

Analisando a combinação desses fatores para os telhados tem-se que: o telhado verde apresenta resultados médios nas temperaturas TA e TG, somadas à umidade também com resultados intermediários, faz com que se ganhe em conforto térmico. O telhado de argila embora também tenha temperaturas medianas, somados a sua alta umidade torna desconfortável a sensação no seu ambiente externo. O protótipo com telhado de fibrocimento apresenta as temperaturas TA e TG mais elevadas e baixa umidade, temperaturas altas não são agradáveis dentro de uma construção, somadas a alta umidade também se tem um ambiente com menos conforto térmico. Assim, para entender o conforto térmico García (1995) citado por Gomes e Amorim (2003) diz que “conforto térmico consiste no conjunto de condições em que os mecanismos de auto-regulação são mínimos, ou ainda na zona delimitada por características térmicas em que o maior número de pessoas manifeste se sentir bem”. Deste



modo, as trocas de calor do corpo com o ambiente são afetadas pela alta umidade presente no ar que dificulta a evaporação do calor do corpo.

Quando analisado o índice de estresse térmico WBGT, observa-se que o telhado verde teve o maior valor seguido do protótipo de telhado de argila e fibrocimento, sabe-se que o índice de estresse térmico é o resultado da combinação da temperatura, movimento do ar e calor radiante dentro de um ambiente. Isso indica que o telhado verde realiza de forma mais produtiva suas trocas de calor com o ambiente, ao contrário dos outros telhados as trocas nesse telhado são mais lentas, fazendo com que a temperatura seja mais quente dentro da construção pelas manhãs e mais amenas nos períodos de grande calor na parte externa.

Também observa-se esse resultado as temperaturas máximas e mínimas vistos na (Tabela 1) pode-se dizer que quando a temperatura é máxima, os telhados de argila e fibrocimento tendem a absorver muito mais calor do ambiente que o telhado verde, assim, como o telhado verde manteve as temperaturas maiores que o ambiente externo e que dos outros telhados.

Quando realizado a análise qualitativa dos dados acima, observa-se o comportamento nas variações entre os tratamentos argila e verde (tratamentos que apresentaram melhores resultados médios), para TA (temperatura ambiente), TG (temperatura do globo negro), WBGT (índice de stress térmico) e umidade relativa do ar. (UR).

Para a temperatura ambiente (TA), o tratamento argila na maior parte dos dias apresentou temperaturas internas maiores que as máximas do ambiente externo. Ou seja, quando a temperatura externa está baixa (que pode ocorrer nas primeiras horas da manhã) as temperaturas dentro dos protótipos também estão baixas ou um pouco superiores à do ambiente, assim que a temperatura externa vai aumentando, gradativamente vai alterando as temperaturas internas, ao final do dia ao iniciar as quedas das temperaturas, o interior dos protótipos permanecem quentes por um período mais longo.

O verde apresentou temperaturas sempre entre as máximas e mínimas externas (com exceção de alguns dias no ano), ou seja, essa temperatura ambiente teve menos variação em relação ao ambiente externo. Indicando que o telhado verde faz menos trocas de calor com o ambiente externo do que o tratamento argila (Figura 3). Resultados semelhantes à de Oliveira (2009) que analisando telhados verdes durante um período de 24h, verificou que a amplitude térmica interna do telhado verde (5,5° C) foi menor que as amplitudes externas e da testemunha (telhas francesas), respectivamente 14° C e 8°C.

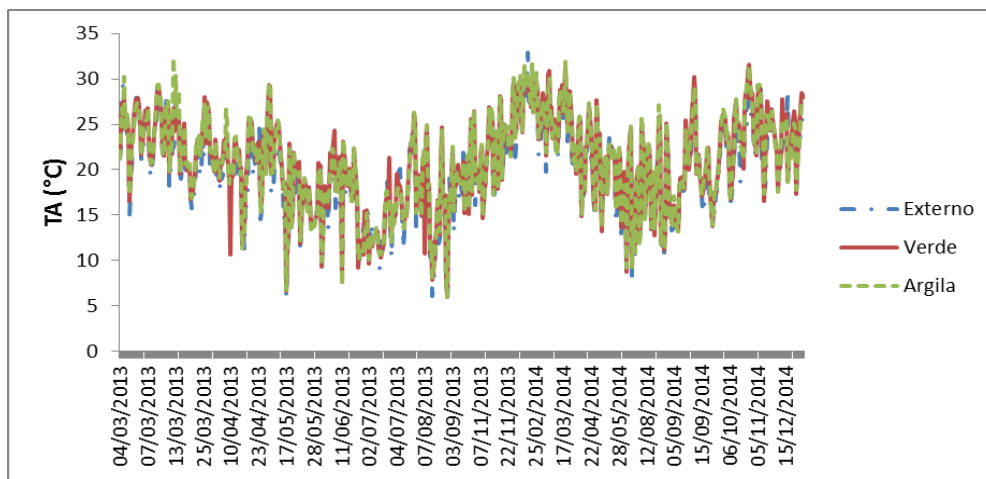


Figura 3. Comportamento da temperatura ambiente dentro dos tratamentos verde e argila durante o período de 21 meses



Essas trocas de calor são explicadas devido à cobertura verde ser mais densa (porque apresenta mais camadas), fazendo com que o calor transmitido ao ambiente seja menor nos períodos mais quentes assim como a perda de calor seja menor nos períodos mais frios, mantendo a temperatura interna mais estável, podendo diminuir o consumo energético dentro da construção para condicionamento térmico.

Na temperatura do bulbo que mede o efeito da radiação solar direta em uma superfície exposta. O tratamento verde teve as temperaturas máximas superiores às máximas do ambiente, mas as mínimas foram maiores que as mínimas do ambiente, indicando que o aquecimento é influenciado pela radiação, mas o resfriamento é mais lento devido as trocas de calor mais lentas. O tratamento argila também apresentou as temperaturas máximas superiores ao ambiente, contudo as temperaturas mínimas se apresentaram menores que as mínimas do ambiente externo, indicando que ao diminuir a influencia da radiação as trocas de calor com o ambiente externo são muito mais rápidas, fazendo com que ocorra um resfriamento no interior da construção e deixando o interior muitas vezes mais frio que o lado externo (Figura 4). Isso pode ser explicado pela absorção da radiação solar pelas plantas e evapotranspiração, uma vez que absorvem parte da radiação para seu metabolismo perdem água via estômatos, gerando um aumento da umidade relativa e assim reduzindo a temperatura (ARAÚJO, 2007).

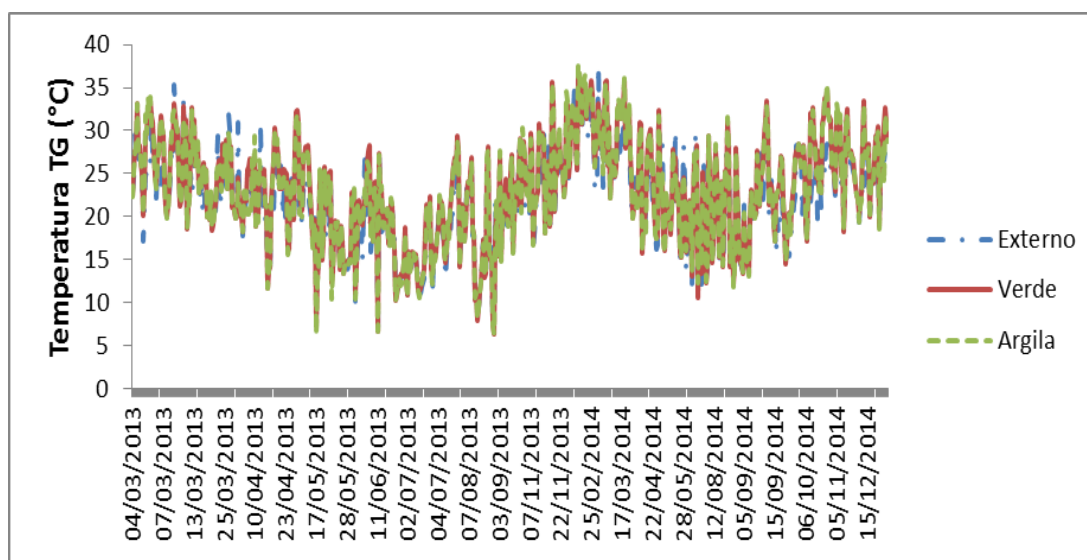


Figura 4. Comportamento da temperatura do globo dentro dos tratamentos verde e argila e ambiente externo durante o período de 21 meses

O índice de stress térmico indicou que no telhado de argila as temperaturas máximas dentro do protótipo são superiores aos registrados na parte externa, e as temperaturas mínimas do protótipo que apresentaram-se superiores a parte externa foram poucas, indicando novamente que o tratamento argila absorve calor muito rápido assim como perde. O telhado verde manteve sua temperatura na maior parte dos dias entre as temperaturas mínimas e máximas do ambiente externo. A umidade no tratamento argila influencia no conforto, mas como as trocas de temperatura com o ambiente externo são mais rápidas, esse conforto dura por menos tempo (Figura 5).

Resultados encontrados também por Beyer (2007), que concluiu um pequeno atraso térmico em seu telhado de Ecotelha contra as temperaturas do ambiente externo, e no período

da noite o ar interno ficou mais quente, o que ele atribuiu ser devido ao isolamento térmico desse material.

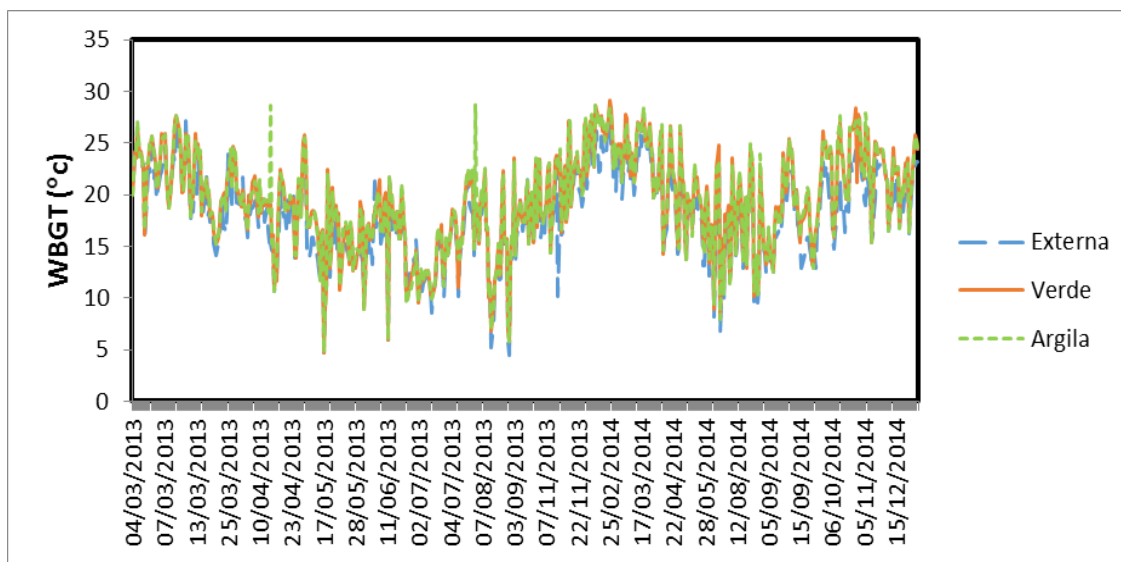


Figura 5. Comportamento do índice se stress térmico dentro dos tratamentos verde e argila e ambiente externo durante o período de 21 meses

Na umidade relativa dos protótipos argila e cobertura verde durante o período de avaliações, observa-se que o tratamento argila apresentou em média uma maior retenção de umidade quando comparada ao ambiente externo, que pode ser ocasionada pela dificuldade que o material possui de realizar trocas com o meio (Figura 6), essa umidade ajuda a subir o índice de WBGT, que com as altas temperaturas gera um ambiente mais quente e úmido dentro do protótipo.

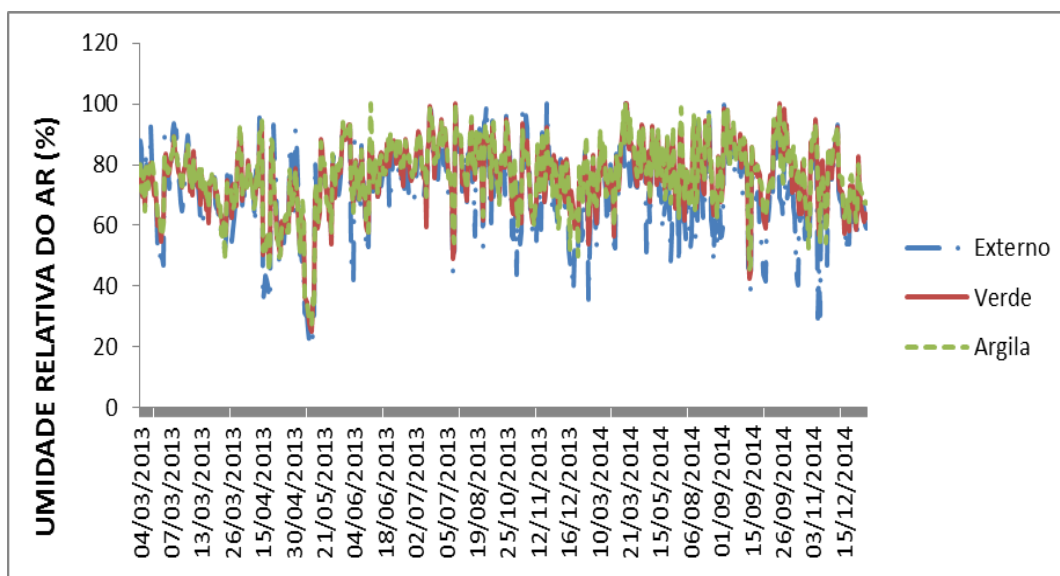


Figura 6. Diferenças de umidade relativa do ar entre os tratamentos verde e argila e ambiente externo durante o período de 21 meses



Entre os tratamentos de argila expandida e cobertura verde não foi constatado diferença significativa, assim qualquer um desses telhados poderiam proporcionar boas sensações térmicas, mas como o tratamento verde apresenta menores variações de temperatura, pois possui temperaturas matutinas próximas ao ambiente externo e as mantém durante o decorrer do dia, pode-se dizer que esse é o tratamento mais indicado, e garante o melhor bem estar dentro da instalação.

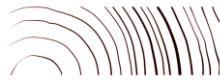
4 CONCLUSÃO

Os telhados de argila levam muito mais tempo para aquecer pela manhã e menos tempo para resfriar a noite, ou seja, suas trocas de calor com o ambiente são mais lentas. O tratamento argila expandida por reter muito mais o calor durante o dia, apresenta maiores temperaturas internas apresentando uma sensação térmica maior que a do ambiente externo.

O telhado verde por ter menor troca de calor com o ambiente apresenta temperaturas menores que o ambiente externo em dias quentes, e maiores temperaturas nos dias frios que acabam propiciando um melhor conforto térmico. Desse modo afirma-se que o telhado verde tem um bom isolamento térmico, e mantém a temperatura interna por mais tempo.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, C. **Telhados verdes**. 2009. Disponível em: <<http://obviousmag.org/archives/2009/06/telhadosverdes.html>>. Acesso em: 21 abr. 2010.
- ALMUSAED, A. **Biophilic and bioclimatic architecture**: analytical therapy for the next generation of passive sustainable architecture. London: Springer, 2011. 422 p.
- ARAÚJO, Sidney Rocha de. **As funções dos telhados verdes no meio urbano, na gestão e no planejamento de recursos hídricos**. Soropédica, RJ, 2007.p.5
- BEYER, P.O. **Medição do desempenho térmico de ecotelhas**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, 2007.
- CORREA, C.B.; GONZALEZ, F.J.N. **O uso de coberturas ecológicas na restauração de coberturas planas**. In: NÚCLEO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DE ARQUITETURA E URBANISMO-NUTAU. Anais. São Paulo: Pró-reitoria de Pesquisa, Universidade de São Paulo, 2002.
- DIMOUNDI, A.; and NIKOLOPOULOU, M., **Vegetation in the Urban Environment: Microclimatic Analysis and Benefits**. Energy and Buildings, 35 (1), pp. 69-76. 2003.
- FAO, 2013. **Grassland species**: Picture gallery. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/Gbase/DATA/Pf000180.HTM>>. Acesso em: 27 nov. 2013.
- FRIEDMAN, A. **Fundamentals of sustainable dwellings**. Washington: Island Press, 2012. 255p.



GOMES, M. A. S.; AMORIM, M. C. C. T. Arborização e Conforto Térmico no Espaço Urbano: estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente (SP). In: Caminhos de Geografia, v. 4, n. 10, p. 94-106, set. 2003. Disponível em: . Acesso em: abril de 2010.

GOMEZ, F. et al. **Vegetation and climates changes in a city**. Ecological Engineering, v. 10, n.4, p.355-360, 1998

MARTA FILHO, J. método quantitativo de avaliação de edificação para animais, através da análise do mapeamento dos índices de conforto térmico. Tese (doutorado). Universidade Júlio de Mesquita / UNESP Botucatu, 1993. 159p.

de OLIVEIRA, E.W.N. Telhados verdes para habitações de interesse social: retenção das água pluviais e conforto térmico. Dissertação (Mestrado). Universidade do Estado do Rio de Janeiro/UERJ. Rio de Janeiro, 2009. 87p.

RIVERO, R. **Arquitetura e Clima**: acondicionamento térmico natural. 1.ed., Porto Alegre, D.C. Luzzatto Editores, 1985, 240 p.

RODRIGUES, E.H.V.; E NÄÄS, E.A. **Avaliação da temperatura nas superfícies internas da envoltória de uma instalação de criação de frangos de corte**. *Ciencia e Engenharia*, Uberlândia, v.8, n.2, p. 138-142. 1999

SNELL, C.; & CALLAHAN, T.; **Building Green**: a complete how-to guide to alternative building methods. 2.ed., New York, Lark Books, pp. 484-511. 2009.

THOM, E..C. **Cooling degress days air conditioning, heating, and ventilating**. *Transactions of the ASAE*. V. 55, n.7, p- 65-72. 1958