

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COECI - COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ADRIEL RAMPASSI MACHADO

**ESTUDO COMPARATIVO DO CONFORTO TÉRMICO GERADO POR
UMA COBERTURA VERDE EM RELAÇÃO A UMA COBERTURA
CONVENCIONAL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TOLEDO
2016

ADRIEL RAMPASSI MACHADO

**ESTUDO COMPARATIVO DO CONFORTO TÉRMICO GERADO POR
UMA COBERTURA VERDE EM RELAÇÃO A UMA COBERTURA
CONVENCIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof.^a Silmara Dias Feiber

TOLEDO

2016



Ministério da Educação

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Câmpus Toledo

Coordenação do Curso de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

Título do Trabalho de Conclusão de Curso de Nº 018

ESTUDO COMPARATIVO DO CONFORTO TÉRMICO GERADO POR UMA COBERTURA VERDE EM RELAÇÃO A UMA COBERTURA CONVENCIONAL

por

Adriel Rampassi Machado

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 8:20 h do dia **06 de Junho de 2016** como requisito parcial para a obtenção do título **Bacharel em Engenharia Civil**. Após deliberação da Banca Examinadora, composta pelos professores abaixo assinados, o trabalho foi considerado **APROVADO**.

Prof Esp. Christian Valcir K. de Oliveira
(UTFPR – TD)

Prof Dr. Fúlvio Natercio Feiber
(UTFPR – TD)

Profª Dra. Silmara Dias Feiber
(UTFPR – TD)
Orientador

Visto da Coordenação
Prof. Dr. Lucas Boabaid Ibrahim
Coordenador da COECI

RESUMO

MACHADO, Adriel Rampassi. Estudo comparativo do conforto térmico gerado por uma cobertura verde em relação a uma cobertura convencional. 2016. 99f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2016.

No atual contexto da busca pela sustentabilidade do ambiente urbano, percebe-se o aumento com a preocupação com os materiais e sistemas utilizados na construção civil. A fim de diminuir o consumo de materiais inertes a natureza e que provocam um aquecimento no interior do edifício, utiliza-se a cobertura com vegetação denominada de cobertura verde. Visando verificar a potencialidade deste tipo de cobertura em relação ao conforto térmico interno da obra o atual trabalho tem como objetivo realizar a comparação da eficiência do isolamento térmico entre dois métodos construtivos sendo eles a cobertura verde e a cobertura com telhas de fibrocimento. Para isso, construíram-se dois protótipos, para que fosse possível a comparação do desempenho térmico em dias de frio e dias de calor. Para a obtenção dos dados, foram utilizados sensores de temperatura de superfície e do ar, ligados a um sistema de Arduino para o gerenciamento e gravação dos dados. Com isso, fez-se possível a análise de forma criteriosa dos dados.

Palavras-chave: cobertura verde; conforto térmico; isolamento térmico; construção sustentável.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Zigarette de nanna, antiga cidade de ur (2113 a.c).....	13
Figura 2 – Palácio Gustavo Capanema, edifício do Mec, RJ, e seu terraço-jardim projetado por Burle Marx.....	14
Figura 3 – Cidade de Estugarda, Alemanha	15
Figura 4 – Perfil representativo da ilha de calor.	18
Figura 5 – Escola de arte, design e mídia na Universidade Tecnológica de Nanyang – Cingapura	21
Figura 6 – Transferência de calor.....	23
Figura 7 – Corte esquemático de cobertura verde intensiva	27
Figura 8 – Corte esquemático de cobertura verde extensiva	28
Figura 9 – Camadas que constituem uma cobertura verde extensiva.....	29
Figura 10 – Localização do município de Toledo em relação ao estado do Paraná e ao Brasil	32
Figura 11 – Planta baixa e corte esquemático do protótipo (unidades em centímetros)	33
Figura 12 – Laje na qual foi construído os protótipos.....	33
Figura 13 – Execução das paredes dos protótipos	34
Figura 14 – Projeto do protótipo com cobertura de fibrocimento.....	34
Figura 15 – Protótipo com cobertura de fibrocimento executado	35
Figura 16 – Laje de chapa de compensado executada.....	35
Figura 17 – Protótipo com cobertura verde	36
Figura 18 – Detalhe 1 da cobertura verde (medidas em centímetros)	36
Figura 19 – Feita a camada de impermeabilização com lona e camada de pedra brita	37
Figura 20 – Manta geotêxtil aplicada e início da camada de solo	38
Figura 22 – Finalização da camada de vegetação com grama esmeralda.	38
Figura 23 – Camada de vegetação finalizada	39
Figura 24 – Placa Nano v3.0 para Arduino	39
Figura 25 – Sensor de umidade e temperatura AM2302 DHT22	40
Figura 26 – Sensor de temperatura MLX90614	40

Figura 27 – Temperaturas máximas na superfície interna da cobertura de fibrocimento entre os dias 2 e 18 de abril de 2016.....	43
Figura 28 – Temperaturas máximas na superfície interna da cobertura verde entre os dias 2 e 18 de abril de 2016	43
Figura 29 – Temperaturas na cobertura de fibrocimento ao longo do dia 3 de abril de 2016	44
Figura 30 – Temperaturas na cobertura verde ao longo do dia 3 de abril de 2016 ...	46
Figura 31 – Temperatura na cobertura de fibrocimento e cobertura verde ao longo do dia 3 de abril de 2016	47
Figura 32 – Temperatura interna do ar na cobertura de fibrocimento e cobertura verde ao longo do dia 3 de abril de 2016	48
Figura 33 – Temperaturas mínimas na superfície interna da cobertura de fibrocimento entre os dias 27 de abril a 02 de maio de 2016	50
Figura 34 – Temperaturas mínimas na superfície interna da cobertura verde entre os dias 27 de abril a 02 de maio de 2016	50
Figura 35 – Temperaturas na cobertura de fibrocimento ao longo do dia 28 de abril de 2016	51
Figura 36 – Temperaturas na cobertura verde ao longo do dia 28 de abril de 2016	53
Figura 37 – Temperatura na cobertura de fibrocimento e cobertura verde ao longo do dia 28 de abril de 2016	54
Figura 38 – Temperatura interna do ar na cobertura de fibrocimento e cobertura verde ao longo do dia 28 de abril de 2016	56
Figura 39 – Temperatura da superfície interna ao longo do período de 02/04/2016 a 06/04/2016.	57
Figura 40 – Temperatura da superfície interna ao longo do período de 12/04/2016 a 18/04/2016	58
Figura 41 – Temperatura da superfície interna ao longo do período de 27/04/2016 a 01/05/2016	58
Figura 42 – Temperatura do ar interno ao longo do período de 02/04/2016 a 06/04/2016	59
Figura 43 – Temperatura do ar interno ao longo do período de 12/04/2016 a 18/04/2016	60

Figura 44 – Temperatura do ar interno ao longo do período de 27/04/2016 a 01/05/2016	60
Figura 45 – Umidade relativa do ar interno dos protótipos – 02/04/2016 a 06/04/2016	62
Figura 46 – Umidade relativa do ar interno dos protótipos – 12/04/2016 a 18/04/2016	62
Figura 47 – Umidade relativa do ar interno dos protótipos – 12/04/2016 a 18/04/2016	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise e médias dos dados de máximas e mínimas em dias de calor... 65	65
Tabela 2 – Análise e médias dos dados de máximas e mínimas em dias de frio..... 65	65
Tabela 3 – Médias dos horários de máximas e mínimas em dias de calor 67	67
Tabela 4 – Médias dos horários de máximas e mínimas em dias de frio 67	67

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
1.1. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	10
1.2. JUSTIFICATIVA.....	11
1.3. OBJETIVOS.....	11
1.3.1. Objetivo Geral	11
1.3.2. Objetivos específicos.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1. HISTÓRICO DAS COBERTURAS VERDES	13
2.2. BENEFÍCIOS DAS COBERTURAS VERDES	15
2.2.1. Qualidade do ar.....	17
2.2.2. Alterações do clima e microclima.....	17
2.2.3. Controle da temperatura	19
2.3. CONFORTO AMBIENTAL	20
2.4. CONFORTO TÉRMICO.....	21
2.5. TRANSMISSÃO DE CALOR	22
2.5.1. Condução.....	23
2.5.2. Convecção	24
2.5.3. Radiação	25
2.6. COBERTURAS VERDES – CARACTERIZAÇÃO	26
2.7. TIPOS DE COBERTURAS VERDES	26
2.8. ESTRUTURA DAS COBERTURAS VERDES	28
3. METODOLOGIA.....	31
3.1. O PROTÓTIPO	31
3.1.1. Localização	31
3.1.2. Descrição do protótipo	32
3.2. COBERTURA VERDE.....	37
3.3. MATERIAL UTILIZADO NO MONITORAMENTO.....	39
3.4. METODOLOGIA DE ANÁLISE	41
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
4.1. DESEMPENHO TÉRMICO NO CALOR	42
4.1.1. Escolha do dia mais quente como episódio representativo.....	42
4.1.2. Análise do dia mais quente na cobertura de fibrocimento.....	44

4.1.3.	Análise do dia mais quente na cobertura verde	45
4.1.4.	Análise do dia mais quente, comparação entre os dois tipos de cobertura ..	47
4.2.	DESEMPENHO TÉRMICO NO FRIO	49
4.2.1.	Escolha do dia mais frio como episódio representativo.....	49
4.2.2.	Análise do dia mais frio na cobertura de fibrocimento	51
4.2.3.	Análise do dia mais frio na cobertura verde	52
4.2.4.	Análise do dia mais frio, comparação entre os dois tipos de cobertura	54
4.3.	ANÁLISE A LONGO PRAZO	56
4.3.1.	Análise a longo prazo da temperatura de superfície	57
4.3.2.	Análise a longo prazo da temperatura do ar interno dos protótipos	59
4.3.3.	Análise a longo prazo da umidade do ar interna dos protótipos.....	61
4.4.	ANALISE GERAL E ESTATÍSTICA DOS DADOS OBTIDOS.....	64
4.4.1.	Temperaturas máximas, mínimas e amplitudes térmicas	64
4.4.2.	Horários de temperaturas máximas e mínimas	66
4.4.3.	Análise estatística Anova e teste de Tukey	68
5.	CONCLUSÃO	70
	REFERÊNCIAS.....	72
	APÊNDICE A – DADOS OBTIDOS DURANTE O DIA 3 DE ABRIL DE 2016	76
	APÊNDICE B – DADOS OBTIDOS DURANTE O DIA 28 DE ABRIL DE 2016	80
	APÊNDICE C – DADOS OBTIDOS DO DIA 02/04/2016 AO DIA 01/05/2016	84
	APÊNDICE D – RESULTADO DO TESTE DE TUKEY PARA TEMPERATURAS	
	MÁXIMAS	94
	APÊNDICE E – RESULTADO DO TESTE DE TUKEY PARA TEMPERATURAS	
	MÍNIMAS	97

1. INTRODUÇÃO

As cidades que crescem sem planejamento estão ficando maiores, mais adensadas e com isso vão perdendo suas áreas verdes devido a vários fatores como expansão urbana, novas edificações, excesso de ruas pavimentadas e implantação de parques industriais. Esses fatores conforme Moreira e Sene (2004) estão fazendo com que as cidades se tornem mais quentes devido à formação dos fenômenos conhecidos como ilhas de calor. Este efeito denominado de ilha de calor ocorre basicamente por causa do acúmulo e da maior irradiação de calor que é provocada pelas grandes áreas impermeabilizadas das cidades. Diante deste processo a participação dos sistemas de coberturas concorrem para o aumento de temperatura tanto do ambiente urbano como do ambiente interno das edificações.

No âmbito deste elemento arquitetônico normalmente a cobertura que conhecemos possui apenas uma função, que é a função de evitar que a água da chuva entre no edifício, ou seja configura-se pela função de abrigo. Isso faz com que os materiais usados nas coberturas devam ser materiais que desempenhem bem esse papel de impermeabilizar o interior da edificação. Porém, as coberturas podem ser utilizadas de maneiras diferentes como a exemplo a configuração de áreas produtivas, de lazer e que, além disso, contribuam com um ar mais limpo, temperatura mais amena e visual mais agradável para nossas cidades.

Não é de hoje que coberturas com vegetação, as chamadas “coberturas verdes” são utilizadas em edificações. Porém, a utilização com o objetivo da sustentabilidade é um objetivo algo mais recente. A cobertura se constitui como a parte da edificação que mais fica exposta à radiação solar, durante todo o período do dia ela esquenta e então é a que mais causa efeito na transferência de calor pra dentro da edificação. Sendo assim, é um elemento que deve intensificar as preocupações dos profissionais da construção civil.

No Brasil esse cuidado com a cobertura deveria ter uma atenção especial, já que temos um clima que proporciona insolação intensa e abundante durante quase o ano todo. Neste sentido as coberturas verdes podem variar de um telhado gramado até um sofisticado jardim, melhorando não só o visual, mas também o desempenho térmico da cobertura. Com uma cobertura que esquenta menos, esse

desempenho térmico se transforma em conforto dentro do ambiente e como consequência pode acarretar a economia com sistemas de climatização.

Diante da preocupação com a qualidade de vida das pessoas, preservar o meio ambiente e difundir práticas sustentáveis, países como o Canadá, Estados Unidos da América, Alemanha e outros, vem intensificando as pesquisas e impondo leis que obrigam a utilização de coberturas verdes. Porém, no Brasil a utilização de telhados verdes ainda não possui nenhuma legislação federal (MORAIS, 2004). De forma isolada ocorre na cidade de Recife uma lei municipal 18.112/2015 obriga a utilização de coberturas verdes em edifícios residenciais com mais de 4 pavimentos e área coberta superior a 400m² (Lei municipal 18.112, 2015).

Diante do exposto percebe-se a necessidade de um estudo para a verificação da real eficácia da cobertura verde na região de Toledo – PR, onde o clima propicia dias de frio e dias de calor intenso.

1.1. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

O sistema de cobertura convencional é constituído de um material que aquece muito facilmente, e então transfere esse calor para a parte interna das construções. O tipo de cobertura convencional utilizado nessa pesquisa é a cobertura que utiliza telhas de fibrocimento material que mistura cimento e fibras de espécies variadas podendo ser de origem mineral ou vegetal. A mistura mais comum é a composta por fibras de amianto (Fibrocimento, 2015).

Em dias de temperatura elevada esse calor transferido da cobertura faz com que a temperatura interna aumente ainda mais. Com este calor excessivo o consumo de energia elétrica para a climatização dos ambientes também aumenta e então temos um maior gasto de energia para amenizar um efeito que nós mesmos causamos ao construir coberturas com materiais inertes.

1.2. JUSTIFICATIVA

O estudo do conforto térmico gerado pela utilização de cobertura verde tem como principal objetivo a determinação da eficácia desse sistema construtivo. A utilização de coberturas verdes é uma solução que está ganhando espaço nas cidades, pois além dos benefícios ao edifício que a possui, também ocasiona benefícios gerados na cidade como um todo. Esses benefícios estão apenas esboçados nesta pesquisa que visa se aprofundar na determinação real do isolamento térmico gerado pela adoção do sistema de cobertura verde.

1.3 OBJETIVOS

Diante do escopo desta pesquisa que trata das – coberturas verdes – organizou-se a temática a partir da definição dos objetivos geral e específicos elencados a seguir. Acredita-se que a organização e estrutura da pesquisa darão suporte ao alcance de ambos.

1.3.1 Objetivo Geral

Como objetivo geral desse trabalho tem-se a investigação da eficiência da cobertura verde em relação à temperatura das edificações e o conforto ambiental interno proporcionado pela sua adoção em relação à uma cobertura tradicional de fibrocimento.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Investigar a temática das coberturas verdes;

2. Verificar as potencialidades de uso deste sistema em relação ao conforto ambiental interno;
3. Elaborar, ancorado nos estudos teóricos, dois protótipos um com cobertura de fibrocimento e outro com cobertura verde para que as medições de temperatura se tornem possíveis.
4. Realizar medições de temperatura interna em ambos os protótipos para a verificação da oscilação da temperatura interna;
5. Relacionar as temperaturas medidas e fazer a análise comparativa e visualização dos resultados obtidos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A cobertura verde não é uma criação recente, desde a muito tempo ela é utilizada com diversas finalidades. Este uso intensivo se dá pelo fato da quantidade de vantagens é muito vasta e abrange diversos fatores como temperatura, qualidade do ar, humidade do ar e integração entre natureza e edificações. Este capítulo tem como objetivo demonstrar, fundado em diversos autores todo o processo, utilização, vantagens e limitações da cobertura verde.

2.1. HISTÓRICO DAS COBERTURAS VERDES

Apesar do tema “desenvolvimento sustentável” ser recente as coberturas verdes possuem evidências de sua utilização desde o início dos registros históricos, porém com objetivos, funções e significados diferentes de acordo com o local em que foram aplicadas. Como exemplo de uso do telhado verde para fins ornamentais tem-se os jardins suspensos da Babilônia assim como os utilizados nas civilizações dos rios Tigre e Eufrates e dos romanos. Outras evidências foram encontradas nos Zigurates da antiga Mesopotâmia (Figura 1), casas vikings, Irã, Iraque, México pré-colombiano, Índia, Rússia, Espanha, Escandinávia e Turquia (BLANCO, OLIVEIRA e NASSER, 2015).

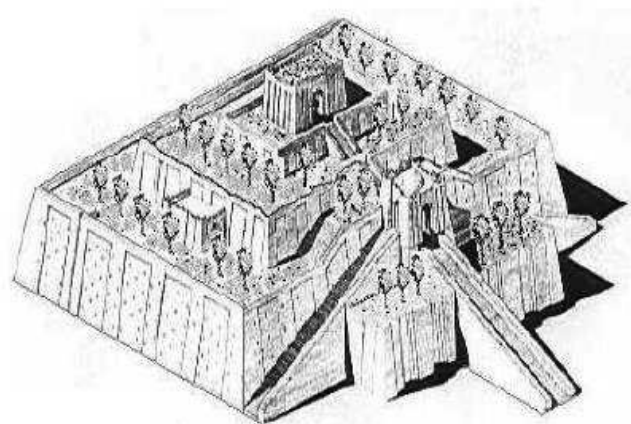


Figura 1: Ziguarte de Nanna, antiga cidade de Ur (2113 a.C)

Fonte: Bezerra e Curi (2009).

Ainda segundo os autores como um histórico mais recente, temos arquitetos renomados como Frank Lloyd Wright e Le Corbusier que utilizaram cobertura verde em suas obras no início do século XX. Porém, o objetivo da cobertura verde como um elemento da arquitetura moderna era a utilização dos chamados terraços jardins. Um clássico brasileiro neste sentido foi o terraço do edifício do Ministério da Educação e Saúde – MES, hoje denominado de Edifício Gustavo Capanema, projetado pelo paisagista Roberto Burle Marx no início da década de 1940.



Figura 2: Palácio Gustavo Capanema, edifício do MEC, RJ, e seu terraço-jardim projetado por Burle Marx

Fonte: Ambientalistas em rede, 2012.

A partir de meados do século XX a cobertura verde começou a ser utilizada também com funções ambientais e ecológicas. A Alemanha é o país que mais incentivou essa prática e ajudou a disseminação rápida da solução a partir dos anos 80 através de legislações.

De acordo com Bezerra e Curi (2009, apud Graciela 2008) na Alemanha a técnica foi aderida também em bairros urbanos, quem faz cobertura verde e capta água da chuva ganha subsídios do governo. Ainda segundo a autora, já existe nesse país, cerca de 14 milhões de metros quadrados com coberturas verdes. Como exemplo da quantidade de coberturas verdes na Alemanha, observa-se a Figura 3.



Figura 3: Cidade de Estugarda, Alemanha

Fonte: Dunlap, 2012.

De acordo com o histórico de benefícios relacionados a cobertura verde, tem-se uma tendência atualmente do uso da mesma. Essa tendência vem acontecendo depois que os pesquisadores começaram a investigar o uso da cobertura verde, descobrindo assim, suas vantagens e benefícios.

2.2. BENEFÍCIOS DAS COBERTURAS VERDES

No cenário urbano e suburbano observam-se contrastes e desigualdades no ecossistema natural. Em larga escala, isto ocasiona fatores como alto índice de reflexão da luz solar, áreas impermeáveis, importação de energia e geração de resíduos que não podem ser reintegrados ao ecossistema. A utilização de coberturas verdes melhorariam todos esses aspectos acima citados podendo colaborar na recuperação do equilíbrio do ecossistema (MORAIS, 2004).

Evidentemente, todos esses problemas não serão resolvidos somente com a utilização de coberturas verdes, porém, elas proporcionam diversos benefícios que podem ser parte da solução caso sejam trabalhados em conjunto com outras técnicas de construção sustentável. De acordo com Ferraz (2012) os benefícios que as coberturas verdes proporcionam são:

- Redução das superfícies pavimentadas e impermeáveis;
- Produção de oxigênio e dióxido de carbono;
- Redução dos níveis de poluição. Filtragem de partículas de poeira e fumaça e absorção de componentes da chuva ácida;
- Diminuição dos efeitos das ilhas de calor urbanas;
- Regulação térmica dos ambientes através da evapotranspiração das plantas;
- Redução da flutuações de umidade do entorno;
- Aumento da vida útil da cobertura devido à sua proteção contra fatores desgastantes (insolação e intempéries, entre outros);
- Diminuição dos níveis de ruídos externos no interior da edificação;
- Isolamento térmico da edificação. Economia de energia com condicionamento do ar;
- Proteção contra incêndio, devido ao retardamento do alastramento das chamas;
- Uso do espaço para recreação e lazer;
- Retenção de água das chuvas prevenindo inundações.
- Percepção de aromas agradáveis no entorno da cobertura verde, caso sejam utilizadas espécies aromáticas em sua composição, contrapondo o odor desagradável dos materiais expostos às intempéries;
- Habitat para insetos e pássaros;
- Mescla da edificação à natureza.

Diante do exposto percebe-se a vasta quantidade de vantagens que são atribuídas a utilização da cobertura verde. Destaca-se seus atributos em relação às melhorias na saúde, lazer, infraestrutura, conforto, segurança e melhoras no ambiente urbano como um todo.

2.2.1. Qualidade do ar

Nas zonas urbanas são várias as origens de poluentes do ar, sejam os automóveis, atividades industriais ou mesmo domésticas. Esses poluentes são responsáveis por liberarem gases e partículas sólidas que ficam em suspensão na atmosfera. A plantação de vegetação em telhados promove a criação de ecossistemas que alojam muitos dos mecanismos que encontramos na natureza que retêm esses resíduos sólidos em suspensão que, se não existissem, seriam filtrados pelos pulmões humanos (COSTA, 2010).

Neste sentido de acordo com o website Green Roofs for Healthy Cities, 1 m² de vegetação numa cobertura consegue reter de 0,2 a 2 kg de resíduos por ano, dependendo do tipo da folhagem. Soma-se a esta situação outro fator de importância que é a fotossíntese onde as plantas utilizam dióxido de carbono, água e energia solar para produzir oxigênio, elemento essencial para a vida humana. Alguns estudos demonstram que cerca de 150 m² de cobertura verde são suficientes para produzir oxigênio para uma pessoa durante 24 horas (GONÇALVES, 1999).

A qualidade do ar é fundamental em nossas vidas e, de acordo com os dados apresentados podemos perceber que as cidades de hoje tornaram-se locais inóspitos à vida do ser humano. Considerando um edifício de porte médio, com dois apartamentos por andar e cada apartamento com 100 m². Esses dois andares na cobertura terão aproximadamente 200 m². Se essa cobertura for encimada por vegetação irá produzir oxigênio para apenas uma pessoa. Infelizmente nem isso é colocado em prática nas grandes cidades onde tem cada vez mais concreto e menos áreas verdes.

2.2.2. Alterações do clima e microclima

De acordo com Martini (2013, apud MARCARÓ, 2009) “o microclima urbano é um desvio climático das características singulares e reconhecíveis, que leva em consideração o efeito do homem sobre o entorno e as consequências que suas

modificações exercem sobre o espaço urbano” (MASCARÓ, 2009 apud MARTINI, 2013).

O processo de urbanização do homem altera totalmente a crosta terrestre, seja com a pavimentação, construções ou até mesmo com lagos artificiais. O principal indício das mudanças climáticas e microclimáticas das cidades é a criação de ilhas de calor (Figura 4). Estas “ilhas” correspondem a um fenômeno típico das cidades que ocorre devido aos elementos construtivos que aquecem com a radiação solar, também ocorre devido a reflexão da luz solar e da redução da velocidade dos ventos com as construções mais altas (COSTA, 2010).

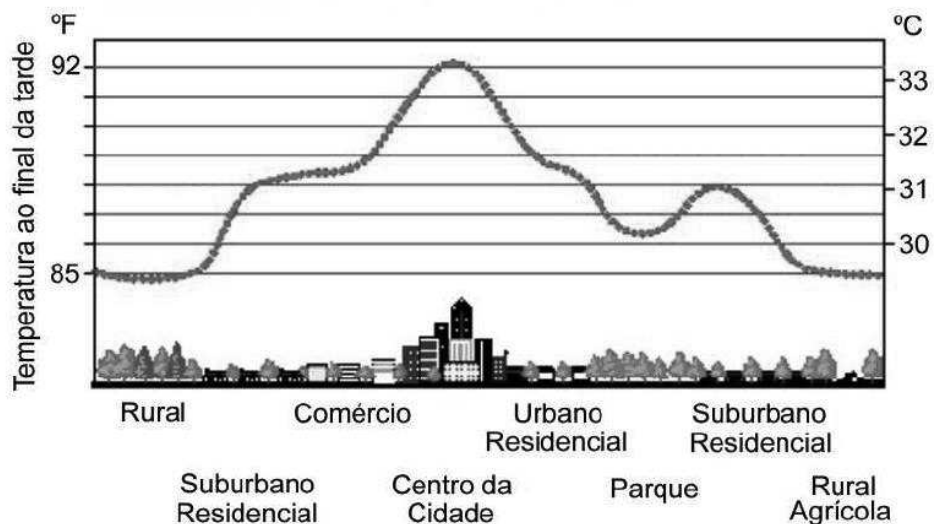


Figura 4: Perfil representativo da ilha de calor

Fonte: Costa (2010).

Peck (1999) diz que as coberturas dos edifícios revestidas com materiais inertes adquirem altas temperaturas principalmente durante o verão, transmitindo esse calor ao edifício e ao meio urbano. Ao contrário das coberturas convencionais a cobertura verde contribui para reduzir o efeito da ilha de calor, que é um fenômeno que tende a deixar as cidades menos acolhedoras durante os períodos mais quentes.

Em conjunto com outras áreas verdes urbanas as coberturas verdes podem desempenhar um papel fundamental sobre o clima da cidade como um todo. Em um dia de verão, a temperatura de uma cobertura inerte pode ir de 25 °C para 60 °C a 80 °C, enquanto a cobertura verde não eleva os 25°C. Podemos ainda citar que 20

cm de substrato com mais de 20 a 40 cm de vegetação equivale a 15 cm de lã mineral na função de isolante (Green Roofs For Healthy Cities).

De acordo com um estudo realizado em Singapura por um grupo patrocinado pela *National University of Singapore* as coberturas verdes diminuem a temperatura do ar em cerca de 4°C, contribuindo com a redução do efeito da ilha de calor urbano se for implementada em larga escala na cidade (WONG, 2003).

Sendo assim, o problema das cidades mais quentes talvez possa ser minimizado apenas com a utilização da cobertura verde e da utilização de mais áreas verdes no contexto urbano. Claro que existe regiões onde a temperatura é realmente elevada, até mesmo em áreas rurais, porém caso a temperatura seja elevada somente na área urbana a cobertura verde pode ter um papel fundamental na redução desse efeito.

2.2.3 Controle da temperatura

As edificações em geral sofrem com as alterações de temperatura externas e internas devido ao material utilizado na construção bem como as estratégias de projeto em relação à captação de luz solar e dos ventos responsáveis pela circulação de ar interno. Estas estratégias visam a redução do consumo de energia elétrica e o aumento do conforto dos usuários apenas com a utilização de um projeto adequado. As paredes e telhados são os responsáveis por transmitir o calor ao interior da edificação bem como evitar que a temperatura e umidade do ar fiquem além das margens admissíveis pelo corpo humano. Numa edificação a cobertura é a área que está mais sujeita a flutuações térmicas, pois durante o dia ela esquenta com a incidência direta e constante dos raios do sol e durante a noite perde o calor por radiação (LOPES, 2007).

De acordo com o autor as coberturas verdes são capazes de evitar a intensidade deste fenômeno, fazendo com que a temperatura interna fique mais regular desde os dias frios até os mais quentes e mesmo durante a oscilação diária de temperatura.

Alguns estudos sobre essa potencialidade de regularização de temperatura foram realizados em países onde o verão é particularmente rigoroso. Em Singapura,

Wong *et. al.* (2003) analisaram o efeito de coberturas verdes relativamente ao consumo de energia elétrica em cinco edifícios comerciais com jardins sobre a cobertura. O resultado foi uma redução de 15% no consumo anual de energia dos mesmos sendo que essa redução foi gerada pela diminuição de 80% do consumo na carga de refrigeração. O sistema de coberta proporcionou, portanto redução no sistema de ar condicionado e poupando gastos em isolamento térmico.

No Brasil, Pouey (1998) comparou temperaturas superficiais externas de coberturas verdes e lajes convencionais obtendo o resultado de 35,90 °C na cobertura com vegetação contra 48,90 °C na laje convencional. Esta atenuação térmica que a cobertura verde causa é baseada nas diferentes camadas que reduzem o efeito da radiação solar. Esse ganho de isolamento não é constante, pois varia de acordo com vários fatores como o índice de água nas camadas do sistema, velocidade dos ventos e os fatores de transferência de calor (LOPES, 2007).

Com o advento dos sistemas de condicionamento de ar aplicados às edificações a preocupação com a temperatura interna passou a ser deixada de lado no sentido de se organizar estratégias de projeto focadas em sistemas passivos de iluminação e ventilação. Os projetos passaram a visar outros quesitos como novas tecnologias construtivas e deixam de lado essa questão da temperatura. Hoje em dia esse assunto voltou a ser discutido por parte dos projetistas, já que a preocupação atual é a redução do consumo de energia e então a temperatura interna dos ambientes voltaram a ter importância destacada no processo de projeto.

Sendo assim, a adoção do sistema de cobertura verde além de deixar a temperatura interna mais agradável ainda contribui com o quesito de ser sustentável e isso faz com que a utilização desse sistema construtivo ganhe mais espaço na construção civil.

2.3. CONFORTO AMBIENTAL

O conforto ambiental reúne diversos fatores ambientais como o clima, humidade e qualidade do ar, entre outros que fornecem ao ser humano bem estar térmico, visual, acústico e antropométrico, além de fornecer uma melhor qualidade do ar e o conforto olfativo. Para uma boa situação de conforto estes fatores devem

estar equilibrados para que o corpo humano se mantenha numa posição favorável (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2014).

Ainda segundo os autores, embora existam diferenças de clima em todo o mundo a espécie humana é biologicamente semelhante, já que ela usa mecanismos para se adaptar, como a vestimenta, a arquitetura e a tecnologia. Segundo os autores essas variáveis são muito importantes já que existe uma forte correlação entre conforto e consumo de energia.

A Figura 5 mostra um exemplo de conforto visual causado pela cobertura verde, tendo em vista que a mesma agrega um alto valor estético à edificação bem como ao ambiente urbano em que está inserida.



Figura 5: Escola de Arte, Design e Mídia na Universidade Tecnológica de Nanyang – Cingapura

Fonte: Vivagreen, 2015.

Dentro dos vários fatores que contribuem para o conforto ambiental interno, pode-se destacar, conforme o exemplo acima, o conforto visual proporcionado pela obra que agrega valor à paisagem urbana.

2.4. CONFORTO TÉRMICO

Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2014 apud ASHRAE, 2005), conforto térmico é um estado emocional e físico que provém da satisfação com a temperatura

que envolve a pessoa. Isso acontece quando o balanço das trocas de calor que está submetido o corpo for nulo e a temperatura da pele e suor estiverem dentro de certos limites, podemos dizer que existe conforto térmico.

De acordo com Frota e Schiffer (1987) um edifício tem o papel fundamental de satisfazer o conforto térmico dos ocupantes.

“A Arquitetura deve servir ao homem e ao seu conforto, o que abrange o seu conforto térmico. O homem tem melhores condições de vida e de saúde quando seu organismo pode funcionar sem ser submetido a fadiga ou estresses, inclusive térmico. A Arquitetura como uma de suas funções, deve oferecer condições térmicas compatíveis ao conforto térmico humano no interior dos edifícios, sejam quais forem as condições climáticas externas.” (FROTA e SCHIFFER, 1987, p. 15).

De acordo com Frota e Schiffer (1987) as principais variáveis climáticas do conforto térmico são temperatura, umidade, velocidade do ar e radiação solar incidente. Além de ter relações com as chuvas, vegetação, permeabilidade do solo, águas superficiais e subterrâneas, topografia, entre outras características locais que o humano pode alterar.

Os dois fatores que influenciam a proteção térmica são: transferência de calor e convecção, processo no qual o calor é transferido pelo movimento de fluidos aquecidos, como a água por exemplo (NASCIMENTO, 2008).

O conforto térmico depende do material que é empregado na construção do edifício em seus elementos de vedação e, em especial a cobertura. Deste fato surge a preocupação com o material empregado nos sistemas de cobertura sendo que ela é a responsável pela maior absorção de radiação solar ao longo do dia. A radiação é uma das formas de transmissão de calor que contribui para o aumento da temperatura interna da obra, porém outras formas de transmissão também atuam intensificando o processo de trocas térmicas. Estas formas serão destacadas a seguir.

2.5. TRANSMISSÃO DE CALOR

Çengel (2009) define calor como sendo uma forma de energia que pode ser transferida de um sistema para outro como resultado da diferença de temperatura

entre os corpos. Neste contexto de acordo com Costa (1991) quando existe diferença de temperatura entre duas regiões, essa diferença tende a desaparecer, com a transferência de energia térmica de uma para a outra. Essa passagem de energia térmica é chamada de transferência de calor e pode ocorrer por três maneiras diferentes: condução, convecção e radiação, como mostra a Figura 6 (COSTA, 1991).

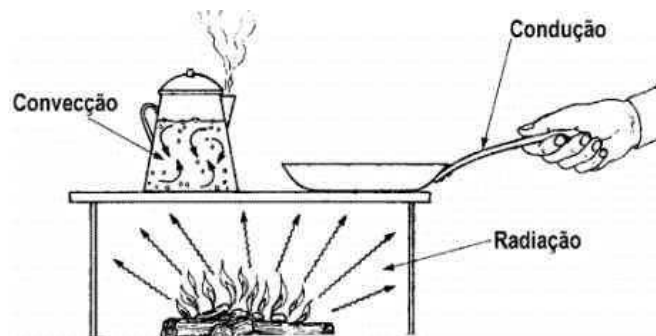


Figura 6 – Transferência de Calor
 Fonte: Mecanismos de Transferência de Calor, 2015.

De acordo com a proposta desta pesquisa serão destacadas as formas de transmissão de calor por condução e convecção. Estas formas são as mais significativas no caso das coberturas verdes, pois elas acabam por tornar-se uma consequência da radiação solar que incide diretamente na cobertura.

2.5.1. Condução

Condução é a transferência de calor em um único material, ou vários materiais em íntimo contato, essa passagem é feita devido ao movimento molecular dos mesmos sem que haja alteração ou movimentação de matéria (COSTA, 1991).

A teoria mecânica do calor estudada pelo autor considera que o calor é criado com a agitação das moléculas que formam a matéria. Essa agitação é proporcional ao calor do corpo, ou seja, quanto mais quente, maior é agitação das moléculas. Esse movimento permite a transferência de calor dentro de um mesmo corpo, pois as moléculas de maior temperatura cedem energia para as de menor temperatura. Assim é feita a transferência de calor por condução (COSTA, 1991).

Çengel (2009) diz que a condução é a transferência de energia das partículas mais energéticas para as vizinhas menos energéticas, como resultado da interação entre elas. Ainda segundo em líquidos e gases a condução se dá de forma diferente da que ocorre em sólidos. Nos líquidos e gases a condução deve-se a colisões e difusão das moléculas em seus movimentos aleatórios. Nos sólidos é devido à combinação das vibrações das moléculas em uma rede e a energia é transportada por elétrons livres.

No presente trabalho será dada ênfase ao mecanismo da condução, pois em um telhado temos a transferência de calor através da telha, laje ou qualquer outra superfície utilizada para a cobertura. Sendo assim, a condução é o modo de transferência de calor que mais atua em uma cobertura, já que esta é formada por materiais sólidos. Assim, com a condução o calor que é absorvido pela face externa é transferido para a face interna da cobertura atuando diretamente no ambiente interno da obra.

2.5.2. Convecção

Segundo Costa (1991) a convecção é a passagem do calor de uma zona a outra de um fluido por efeito do movimento relativo das partículas do mesmo, esse movimento é causado pela diferença de pressão que é ocasionada pela diferença de temperatura e conseqüentemente diferença de densidade da massa fluida considerada. A convecção pode ser intensificada pela agitação da massa fluida e então toma a denominação de *convecção forçada* para distingui-la da convecção dita *natural* ou *livre*, que se verifica em caso contrário.

“Algumas pessoas não consideram a convecção como um mecanismo fundamental de transferência de calor, uma vez que é essencialmente condução de calor na presença de movimento de fluido. Mas ainda temos de dar um nome para esse fenômeno combinado, a menos que estejamos dispostos a continuar nos referindo a ele como “a condução com movimento de fluido”.” (ÇENGEL, 2009).

A convecção ocorre de forma significativa na cobertura verde devido a presença de água em sua composição. Já que as plantas e suas raízes acumulam água, caso contrário a vegetação não sobreviveria.

2.5.3. Radiação

Como última forma de transmissão de calor tem-se a radiação que, embora não tenha parcela significativa na cobertura verde, merece atenção devido a sua participação no processo como um todo. Como descrito anteriormente a radiação recebida pela cobertura é transmitida pelos outros processos ao ambiente interno da edificação, fato relevante para esta pesquisa.

A radiação segundo Costa (1991) é um processo comum a todos os objetos, pois todos os corpos são responsáveis por emitir energia calorífica, esta emissão se faz por meio de radiações em quantidades específicas de acordo com o material de que são constituídos. A radiação é, segundo o autor, a transmissão de calor verificada entre dois corpos com temperaturas diferentes, porém ambos imersos em um mesmo meio mais ou menos transparente a esta espécie de radiação. A atmosfera e o ar são sempre transparentes à radiação, enquanto que diversos gases (como o anidrido carbônico), vapores (o vapor d'água) e a maior parte dos gases combustíveis não são permeáveis à radiação dentro de certos limites de comprimentos de onda.

De acordo com Çengel (2009) a radiação é um fenômeno volumétrico, todos os sólidos, líquidos e gases emitem, absorvem ou transmitem radiação em diferentes graus. No entanto, a radiação é geralmente considerada um fenômeno superficial para os sólidos que são opacos à radiação térmica, tais como metais, madeira e rochas.

A radiação teria maior importância quando estivesse sendo estudadas estruturas de coberturas com forros, o que não é o caso do atual trabalho. Se existisse forro, o calor transferido pela cobertura até a parte interna do forro seria por condução e o calor que iria atravessar a parte interna do forro seria por radiação. Então devido à falta da presença de um espaço livre na cobertura estudada, a radiação não terá um papel relevante até a superfície interna da cobertura.

2.6. COBERTURAS VERDES – CARACTERIZAÇÃO

De acordo com Peck (1999) cobertura verde é toda estrutura de telhado que tenha em sua composição uma camada de solo e outra de vegetação sendo que seu processo construtivo baseia-se em uma técnica de aplicação por camadas.

O sistema de coberturas verdes é uma extensão do sistema de cobertura já existente o qual envolve um sistema de alta qualidade de impermeabilização e repelente de raízes, sistema de drenagem, filtro, substrato de baixo peso e plantas. Pode ser modular, com módulos prontos de pequena proporção que são utilizados até completar a cobertura ou cada componente ser instalado separadamente por toda a extensão da cobertura (NASCIMENTO, 2008).

Faz-se então possível a aplicação da cobertura verde em uma cobertura já existente, desde que seja verificada a quantidade de carga que a camada de solo e vegetação irá aplicar sobre a cobertura já existente e a quantidade que a mesma resiste. Assim torna-se importante para esta pesquisa analisar os tipos de coberturas verdes que são utilizadas atualmente.

2.7. TIPOS DE COBERTURAS VERDES

Segundo Moraes (2004) coberturas verdes de acordo com sua tipologia, podem ser classificadas em intensivas e extensivas. A cobertura verde intensiva (Figura 7) caracteriza-se por camadas de solos superiores a 20 cm, plantas de médio a grande porte, estrutura reforçada (devido às cargas entre 700 e 1200 kg/m²) e manutenção rigorosa.

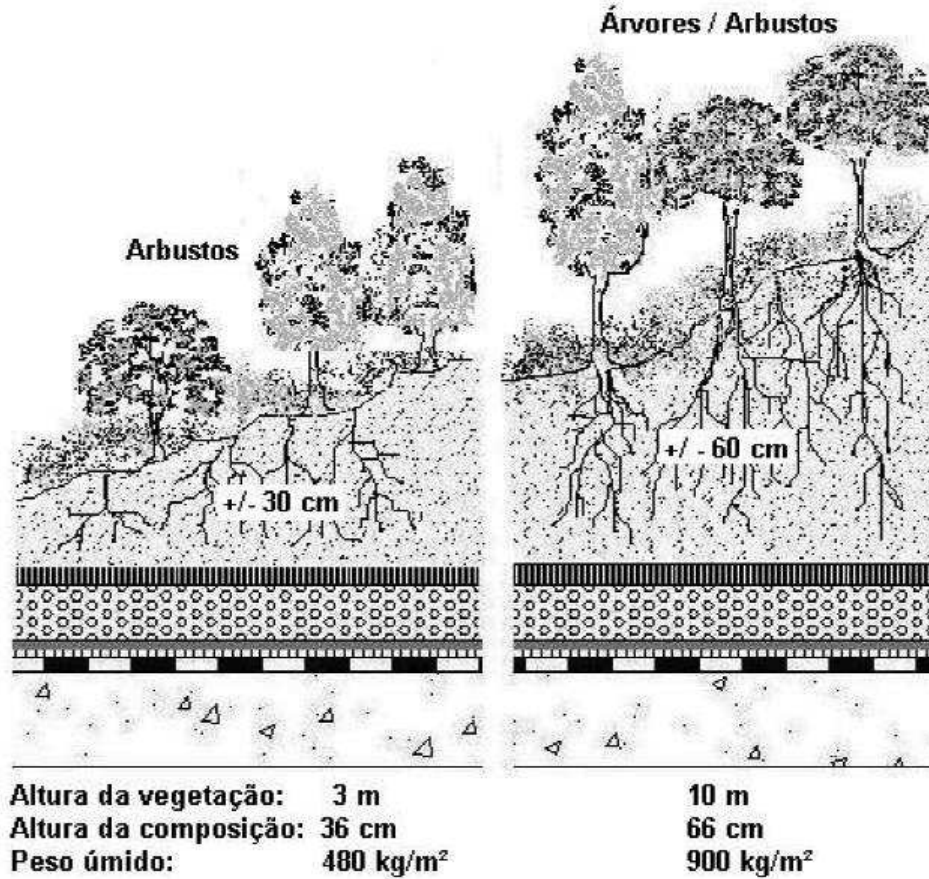


Figura 7: Corte esquemático de cobertura verde intensiva

Fonte: Morais, 2004.

A cobertura verde extensiva (Figura 8) é formada por uma camada mais fina de solo, com espessura entre 8 e 12 cm, plantas pequenas, como as autóctones, pois essas são resistentes e exigem baixa manutenção. Este fato faz com que o tipo de cobertura extensivo seja o mais utilizado devido ao baixo custo para a implantação e para a manutenção.

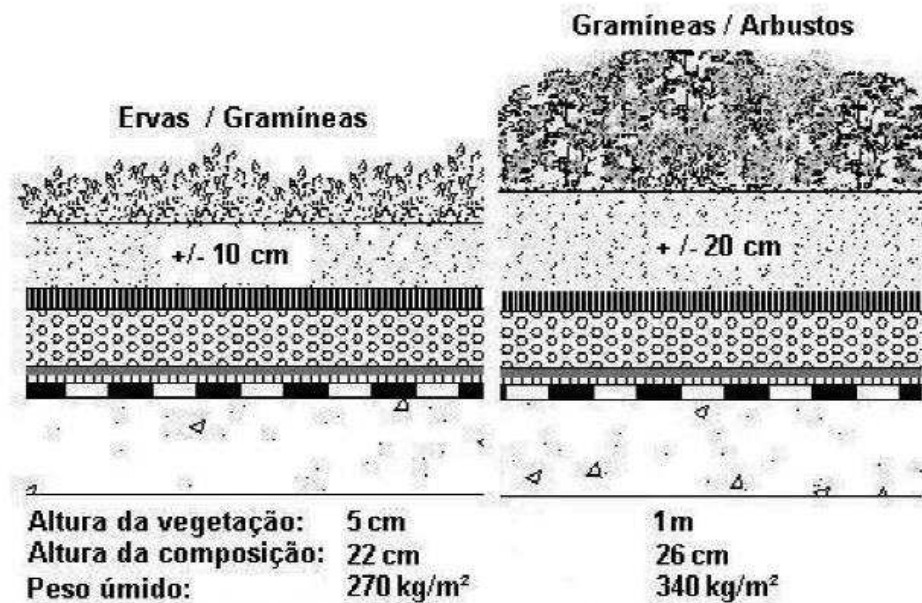


Figura 8: Corte esquemático de cobertura verde extensiva

Fonte: Morais, 2004.

De acordo com Johnston (2004) devido à pouca profundidade do solo e microclimas extremos em muitas coberturas o processo de rega e de fertilização é feito até a estabilização das plantas. De modo geral, é necessária uma técnica apurada bem como experiência para a instalação e manutenção de coberturas com vegetação.

2.8. ESTRUTURA DAS COBERTURAS VERDES

Diante do processo de instalação da cobertura verde deve-se estar atento às camadas específicas que garantem a qualidade efetiva do sistema. Neste contexto a Figura 9 mostra em ordem descendente os elementos que formam as coberturas verdes extensivas:

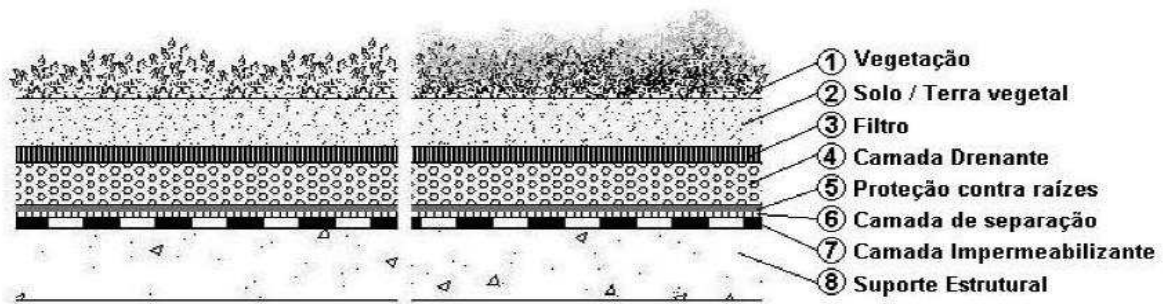


Figura 9: Camadas que constituem uma cobertura verde extensiva

Fonte: Morais, 2004.

De acordo com Morais (2004) as camadas se dividem em:

1. **Vegetação.** Para a escolha do tipo de vegetação, tem-se os seguintes fatores: clima, tipo de solo, estrutura suporte, tipo de manutenção (se haverá ou não irrigação). Em caso de dúvida sobre a manutenção, o mais recomendado é utilizar plantas que não exigem muita umidade, nesse caso as plantas nativas são as mais indicadas.
2. **Solo,** substrato orgânico ou terra vegetal (é um suporte sólido que pode ser inerte ou não, diferente da terra natural). Para obter-se uma boa drenagem, não é recomendado o uso de solos argilosos.
3. **Camada filtrante.** Geralmente utiliza-se uma manta geotêxtil de aproximadamente 150 g/m², sua função é de evitar que partículas de solo sejam arrastadas pela água da chuva ou regas.
4. **Camada drenante.** Pode ser constituída por brita, argila expandida ou seixo rolado. São utilizadas para dar vazão ao excesso de água do solo e a espessura da camada é de 7 a 10 cm. A espessura varia de acordo com a espessura do solo.
5. **Camada de proteção** contra raízes ou camada de retenção de água é constituída de painéis de materiais sintéticos e é aplicada sobre a camada de impermeabilização, sua utilização é mais necessária se na cobertura verde forem utilizadas árvores.
6. **Camada de separação** ou isolante térmico. Essa camada é escolhida de acordo com sua transmitância térmica, usualmente utiliza-se o poliestireno extrudado.

7. **Camada impermeabilizante.** Como o nome já diz, sua função é impermeabilizar o suporte estrutural, a fim de evitar infiltrações. Podendo ser de diferentes tipos betuminosos ou sintéticos.
8. **Laje** ou outro tipo de suporte estrutural. Para o cálculo da laje deve ser consideradas as cargas permanentes (o peso de todas as camadas constituintes da cobertura verde e o peso da água) e acidentais (circulação de pessoas e máquinas para a manutenção).

De acordo com Peck (1999) as coberturas verdes podem ser classificadas em acessíveis e inacessíveis. As acessíveis são aquelas que pode ter circulação de pessoas, como se fosse um jardim ou uma área de lazer. Normalmente esses ambientes agregam valor de mercado ao imóvel e promovem benefícios sociais aos seus usuários. As coberturas inacessíveis não permite a circulação de pessoas. Pode ainda ser plana, curva ou com inclinações maiores que 30°.

A cobertura verde intensiva é mais utilizada para abrigar vegetação de médio a grande porte, fator que demanda um reforço na estrutura da obra e maior cuidado na manutenção. Pode-se observar, portanto que a maioria das coberturas verdes aplicadas em edificações são extensivas com o uso de gramíneas sobre o substrato. Isso se deve ao fato que no sistema de cobertura extensiva a instalação é mais facilitada, manutenção mais simples e a sobrecarga na cobertura é menor devido à menor quantidade de solo e o baixo peso da vegetação agregada.

3. METODOLOGIA

Este capítulo apresenta os procedimentos que foram adotados para a obtenção dos resultados esperados por esta pesquisa. Em um primeiro momento foi verificado o local para o estudo, posteriormente foi analisado o tipo de equipamento a ser empregado na medição dos dados e o sistema construtivo do protótipo para a utilização da cobertura vegetal bem como o outro protótipo com cobertura de fibrocimento.

3.1. O PROTÓTIPO

Para que a medição de temperatura seja possível, fez-se parte do projeto a construção de dois protótipos, cada um com um tipo de cobertura, somente essa cobertura irá diferenciar um do outro, para que assim, a variação da temperatura seja causada apenas pela cobertura.

3.1.1. Localização

A cidade de Toledo, ambiente onde será construído o protótipo, está localizada na região oeste do Paraná, a 24° 42' 49" S de latitude, 53° 44' 35" W de longitude e altitude média de 560 metros.

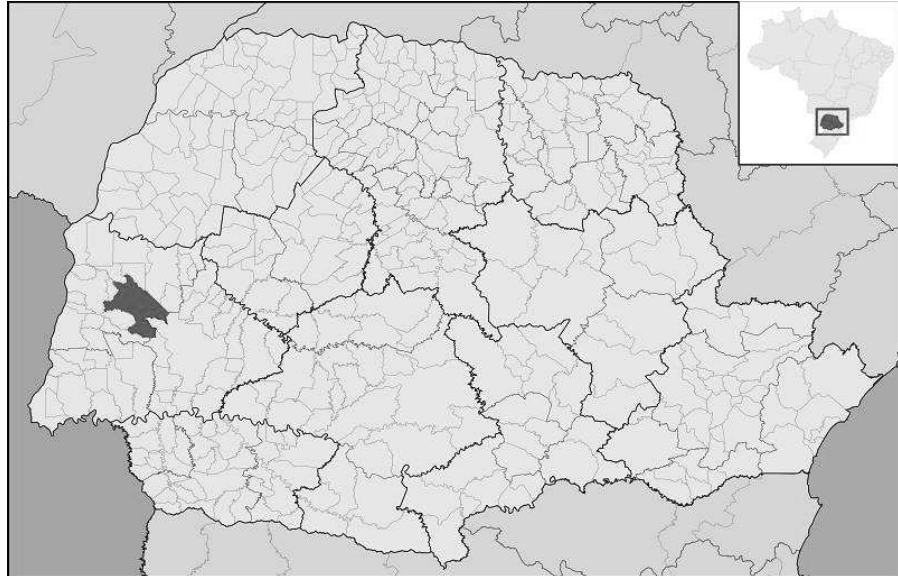


Figura 10: Localização do município de Toledo em relação ao estado do Paraná e ao Brasil

Fonte: Imagem livre de direitos autorais.

De acordo com a clássica caracterização de Koppen (1948), o clima característico de Toledo é o temperado húmido com verões quentes (Cfa), com ocorrência de precipitação em todos os meses do ano, inexistência de estação seca definida e temperatura média do ar no mês mais quente maior que 22 °C.

O protótipo foi construído no Campus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. O critério de escolha do lugar foi atender a necessidade de ter um lugar com incidência de luz solar o dia todo ou a maior parte do tempo possível. Fazendo com que o protótipo recebesse luz direta do sol durante a maior parte do dia.

3.1.2. Descrição do protótipo

Ambos os protótipos foram construídos com o mesmo material, variando apenas o sistema de cobertura. Fazendo com que a única variação de temperatura interna, seja dada pela própria cobertura, já que o restante do material era idêntico.

As paredes foram feitas em alvenaria, com as medidas de blocos de 14 x 9 x 24 cm, sendo essas medidas de altura, largura e comprimento, respectivamente. Para o assentamento dos blocos de alvenaria foi utilizada argamassa convencional, composta por cimento, areia, cal e água (Figura 13). A porta foi executada com a utilização de uma chapa de compensado com dobradiças. Não foi necessário fundação pois os protótipos foram executados em cima de uma laje que já estava pronta na UTFPR, conforme mostra a Figura 12. Ambos os protótipos estavam orientados para que o norte estivesse voltado ao caimento da cobertura, assim como mostra a Figura 11:

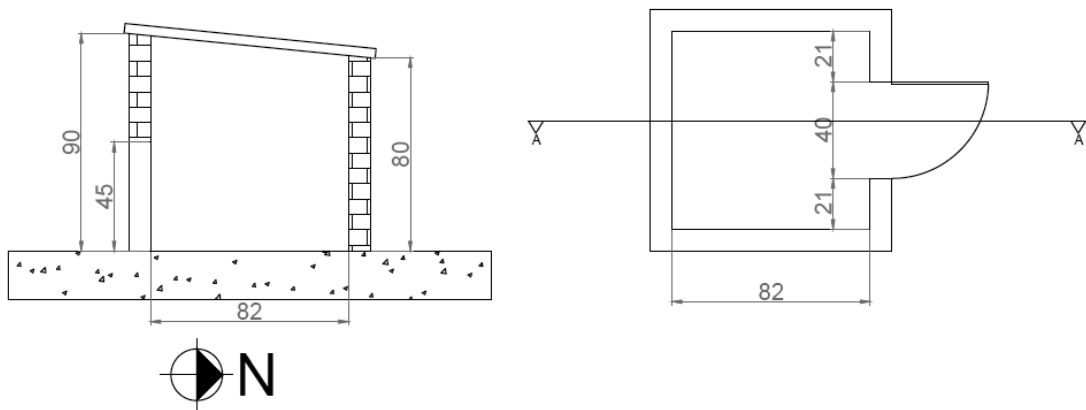


Figura 11: Planta baixa e corte esquemático do protótipo (unidades em centímetros)

Fonte: Do autor, 2016.



Figura 12: Laje na qual foi construído os protótipos

Fonte: Do autor, 2016.



Figura 13: Execução das paredes dos protótipos

Fonte: Do Autor, 2016.

O primeiro protótipo foi executado com cobertura convencional de fibrocimento, com a sua construção sendo feita de acordo com os padrões construtivos da região. As telhas foram chumbadas na alvenaria, apenas para vedação. As telhas de fibrocimento a serem utilizadas nesse protótipo eram de 6 mm de espessura. A cobertura foi feita conforme a Figura 14 e Figura 15:

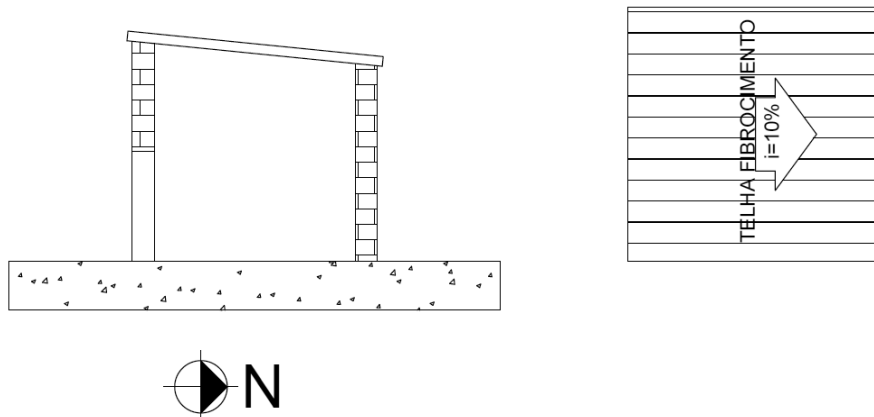


Figura 14: Projeto do protótipo com cobertura de fibrocimento

Fonte: Do autor, 2016.



Figura 15: Protótipo com cobertura de fibrocimento executado

Fonte: Do autor, 2016.

O segundo protótipo foi o que possuiu cobertura verde, a escolha dos materiais se deu com o critério de utilizar materiais de fácil acesso na região, que demandem o mínimo possível de manutenção e que não tenham alto custo de execução. Sendo assim, foi executada uma cobertura com chapas de compensado de 14 mm e uma pequena platibanda com uma fileira de alvenaria (Figura 16), essa platibanda serve para que o substrato, assim como toda a estrutura da cobertura verde, fique travada em cima das chapas de compensado. A platibanda foi feita com uma fileira de alvenaria com 10 cm de altura e a altura de todas as camadas da cobertura verde preencheu essa altura. O projeto da cobertura verde é mostrado na Figura 17 e 18:



Figura 16: Laje de chapa de compensado executada

Fonte: Do autor, 2016.

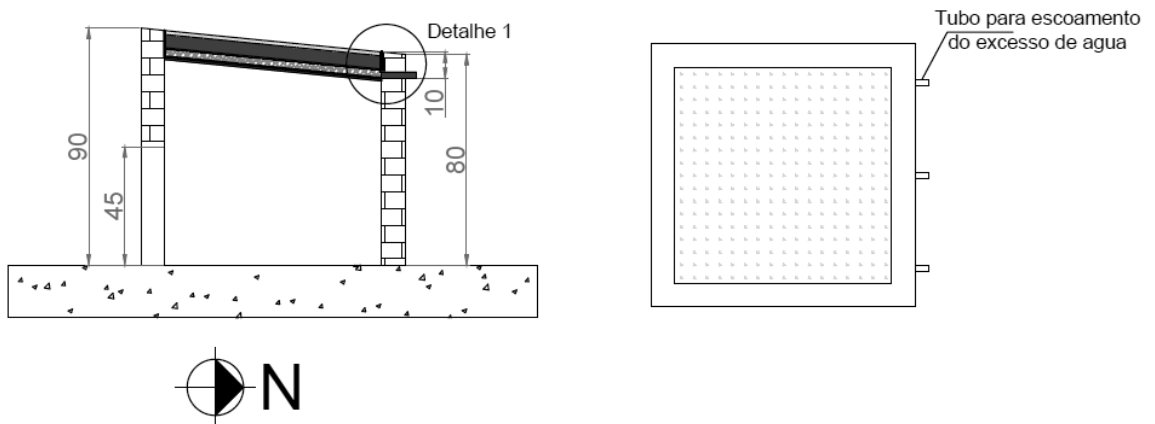


Figura 17: Protótipo com cobertura verde

Fonte: Do autor, 2016.

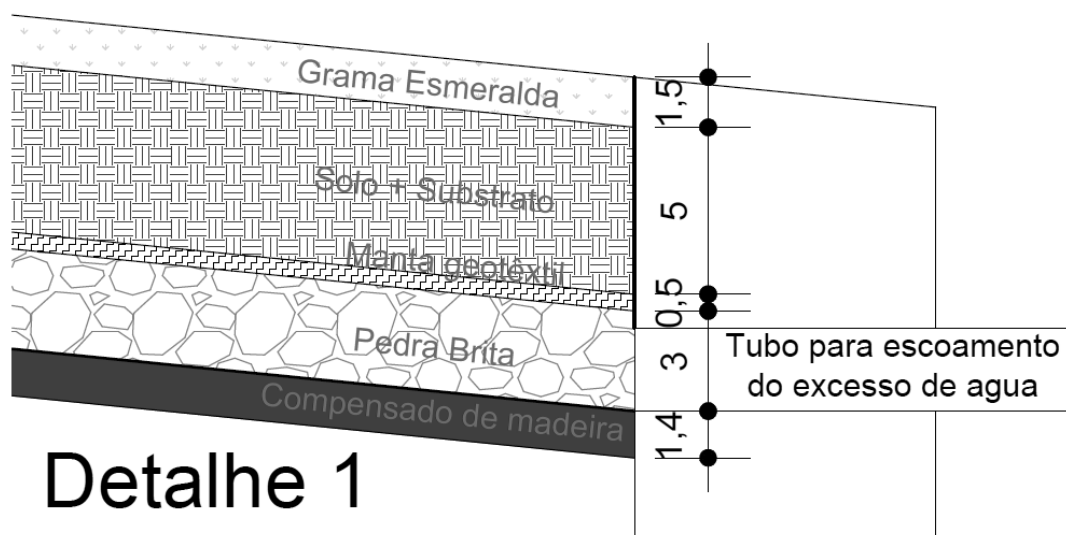


Figura 18: Detalhe 1 da cobertura verde (medidas em centímetros)

Fonte: Do autor, 2016.

A construção da cobertura verde pode variar bastante, existem diversas formas de execução, porém todas são fundamentadas nas mesmas funções de cada camada. Para exemplificar, inicialmente o projeto contava com uma manta geodrenante, porém esse produto não foi encontrado na cidade de Toledo e então essa manta foi substituída por uma camada de brita, que consegue executar a mesma função da manta geodrenante: drenar a água que passa pela manta geotêxtil. O protótipo conta então com camadas suficientes para suprir sua função.

3.2. COBERTURA VERDE

Para a execução da cobertura verde, foi utilizado a grama Esmeralda (*Zoysia japonica Steud*) uma grama de clima quente que de acordo com Carribeiro (2010) foi trazida dos Estados Unidos na década de 80. A grama Esmeralda é a mais popular e abundante na região devido à baixa necessidade de manutenção e sua adaptabilidade ao nosso clima.

Como já citado anteriormente, existem dois tipos de cobertura, as intensivas e as extensivas. A primeira é indicada para espécies maiores, com volume e altura significativos e requerem, portanto, uma camada de substrato mais espessa. A segunda possui uma camada de substrato mais fina e com isso gera uma baixa sobrecarga na estrutura. A utilização no protótipo foi da cobertura extensiva, pois além de criar uma baixa sobrecarga na cobertura possui plantas rústicas que dispensam manutenção frequente.

O protótipo foi coberto com cobertura verde do tipo extensivo e a maneira de execução foi em camadas, conforme apresentado a seguir: impermeabilização com lona plástica, camada de 3 cm de pedra brita (Figura 19), manta geotêxtil, camada de 5 cm de solo misturado com substrato para pequenas plantas (Figura 20 e 21) e enfim a vegetação (Figura 22 e 23).



Figura 19: Feita a camada de impermeabilização com lona e camada de pedra brita

Fonte: Do autor, 2016.



Figura 20: Manta geotêxtil aplicada e início da camada de solo

Fonte: Do autor, 2016.



Figura 21: Camada de solo com substrato finalizada

Fonte: Do autor, 2016.



Figura 22: Finalização da camada de vegetação com grama Esmeralda

Fonte: Do autor, 2016.



Figura 23: Camada de vegetação finalizada

Fonte: Do autor, 2016.

3.3. MATERIAL UTILIZADO NO MONITORAMENTO

Para a medição da temperatura, foi feito um sistema de Open Hardware, com sensores, módulos de gravação de dados e baterias para que tudo seja feito automaticamente e durante um longo período de tempo.

Para a montagem do sistema, foi utilizada uma placa Nano V3.0 para Arduino, assim como mostra a figura 24:

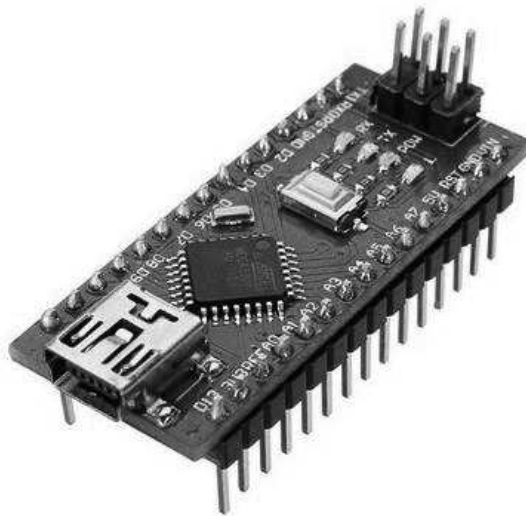


Figura 24: Placa Nano V3.0 para Arduino

Fonte: Filipeflop, 2016.

Essa placa possibilita a ligação de vários componentes, sendo que para a medição da temperatura do ar interno será utilizado um sensor de umidade e temperatura AM2302 DHT22, que permite fazer leituras de temperaturas entre -40 a +80 °C e umidade entre 0 a 100%. O sensor é mostrado na figura 25:

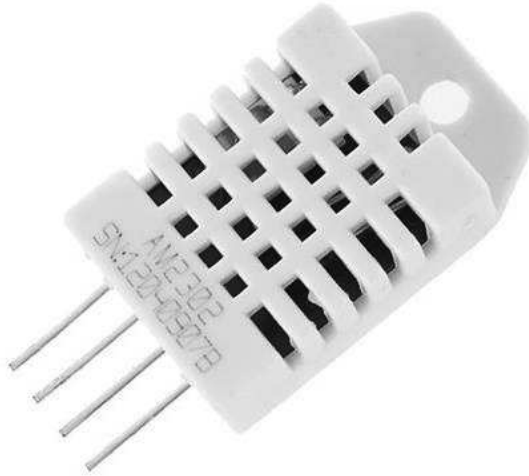


Figura 25: Sensor de umidade e temperatura AM2302 DHT22.

Fonte: Filipeflop, 2016.

Para a medição da temperatura da superfície interna foi utilizado um sensor de temperatura Mlx90614 que utiliza infravermelho sem a necessidade de contato com o objeto para a medição de temperatura. Este sensor atua em uma faixa de -20 a +120 °C com uma resolução de 0,14 °C. O sensor é o mesmo mostrado na figura 26:



Figura 26: Sensor de temperatura Mlx90614

Fonte: Filipeflop, 2016.

Ainda, para que seja feita análise de desempenho da cobertura verde em situação de chuva foi utilizado um sensor de chuva, modelo YL-83, para indicar se no momento da medição dos dados de temperatura estava chovendo ou não.

Utilizou-se um módulo de data e horário, modelo RTC DS3231, para que os dados fossem medidos com data e hora da medição assim fez-se possível a criação de um gráfico diário com os dados obtidos.

Para o armazenamento dos dados foi utilizado um módulo que permitiu a gravação dos dados em um cartão SD fazendo com que depois das coletas (dados de temperatura interna, temperatura da superfície interna e se estava chovendo ou não) os dados fossem transferidos diretamente para um computador para a análise.

3.4. METODOLOGIA DE ANÁLISE

Para o acompanhamento da temperatura, o período de medição dos dados iniciou-se no dia 2 de abril e teve o seu término no dia 1º de maio. Devido a erros de software do sistema do arduino, houve alguns dias nos quais as medições foram interrompidas, sendo assim, a medição não foi realizada todos os dias desse período. Durante esse período as medições foram feitas 24 horas por dia com intervalos de 10 minutos a cada medição. Com estas medições pode-se revelar o acúmulo de calor interno nas distintas situações podendo fornecer a base da compreensão sobre a eficácia dos sistemas.

As medições foram feitas dessa forma para que se tenha um acompanhamento das variações da temperatura ao longo do dia e ao longo da noite com o resfriamento da cobertura. Podendo-se chegar a um resultado mais expressivo sobre a variação de temperatura do ambiente interno em relação às diferentes coberturas.

Obtidos os dados e temperatura dos dois protótipos fez-se então a comparação da temperatura máxima, mínima e média entre eles durante o período estudado. Analisou-se o comportamento em dias quentes e frios, com isso, os gráficos gerados forneceram o resultado sobre o conforto térmico no interior da obra em relação aos dois tipos de coberturas adotados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a instalação dos equipamentos necessários às medições e análises deu-se início a investigação e neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos a partir das medições experimentais com base nos episódios representativos e com a comparação entre o desempenho dos dois tipos de coberturas em estudo.

Para a análise dos dados e para a obtenção de uma resposta que seja satisfatória ao estudo, as análises foram realizadas em dias de frio e dias de calor, assim como mostra os capítulos seguintes.

4.1. DESEMPENHO TÉRMICO NO CALOR

Os monitoramentos de dias de calor ocorreram em dois períodos o primeiro entre os dias 2 e 6 de abril e o segundo entre os dias 12 e 18 de abril, ambos em 2016. Devido a um erro de software a medição entre os dias 7 e 11 foram interrompidas e então os dados não foram obtidos.

O período de medição foi marcado por um longo período sem chuvas e com calor intenso o que auxiliou a pesquisa a analisar o desempenho da cobertura em dias extremamente quentes em relação às temperaturas já registradas na cidade.

4.1.1. Escolha do dia mais quente como episódio representativo

De acordo com a necessidade da análise climática voltada ao desempenho térmico se faz então a determinação da fase mais adequada a realização do experimento. Em relação ao dia de calor a escolha do dia mais quente foi feita de acordo com a maior temperatura registrada nas duas coberturas.

Durante o período do dia 2 a 18 de abril não teve a ocorrência de chuvas e houve a predominância de dias ensolarados e sem nebulosidade. A figura 27 e 28

mostra o período das máximas temperaturas atingidas na cobertura de fibrocimento e grama, respectivamente.

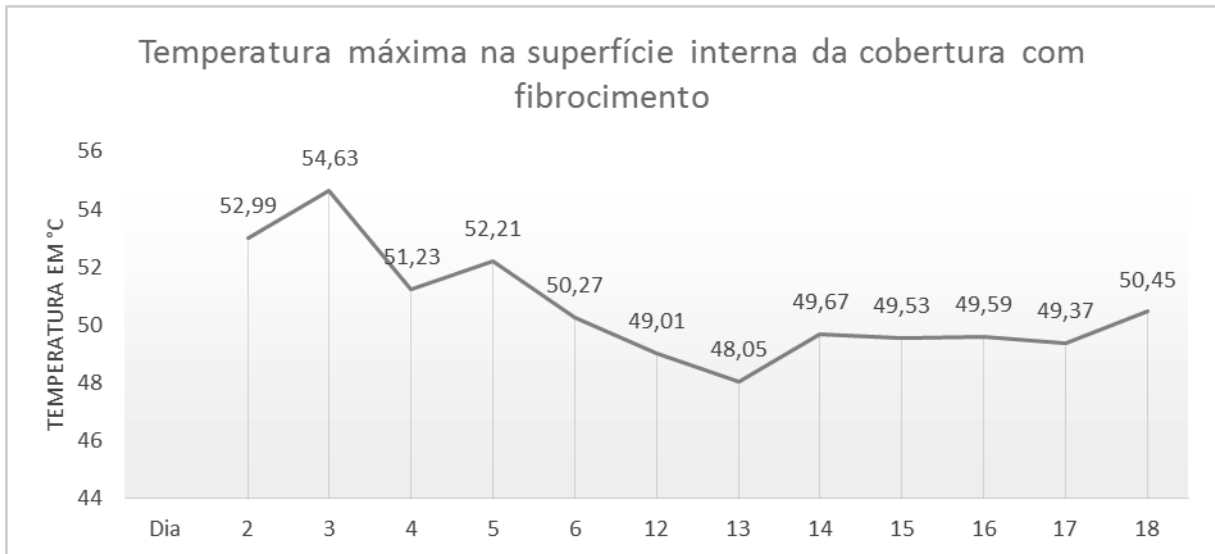


Figura 27: Temperaturas máximas na superfície interna da cobertura de fibrocimento entre os dias 2 e 18 de abril de 2016.

Fonte: O Autor, 2016.

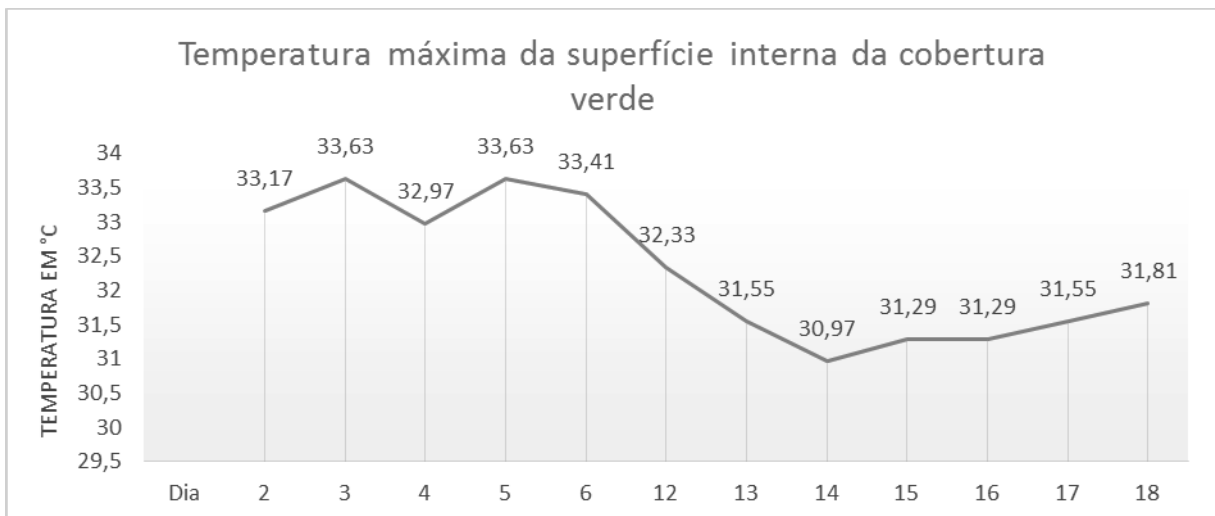


Figura 28: Temperaturas máximas na superfície interna da cobertura verde entre os dias 2 e 18 de abril de 2016.

Fonte: O Autor, 2016.

Com base nas imagens anteriores o dia 3 foi escolhido como o dia mais quente com a temperatura máxima superficial da cobertura de fibrocimento sendo de 54,63 °C. No mesmo dia a temperatura máxima da superfície interna da cobertura

verde foi de 33,63 °C, assim como mostra a figura 28. Sendo assim pode-se definir o dia 3 de abril de 2016 como o dia mais quente (ou com mais radiação solar) durante o período estudado.

4.1.2. Análise do dia mais quente na cobertura de fibrocimento

Para analisar os dados obtidos foram colocados os dados das temperaturas no dia representativo. Sendo assim, o gráfico da figura 29 mostra as variações que ocorreram nas temperaturas durante todo o dia 3 de abril de 2016. Para a elaboração desse gráfico, faz-se necessários todos os dados coletados ao longo do dia, esses dados são mostrados no apêndice A.

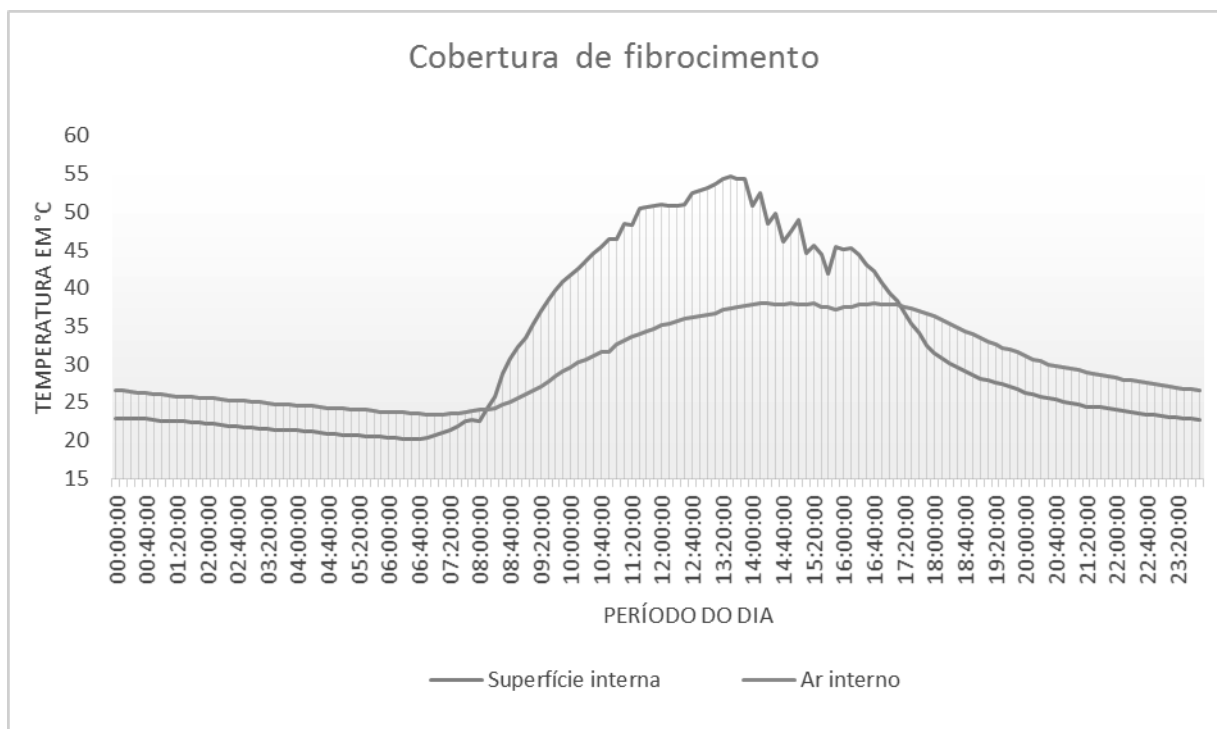


Figura 29: Temperaturas na cobertura de fibrocimento ao longo do dia 3 de abril de 2016.

Fonte: O Autor, 2016.

Como se pode observar a temperatura máxima na cobertura de fibrocimento ocorreu às 13h30min onde foi registrado uma temperatura de 54,63 °C. Porém, a temperatura do ar sofre um atraso para que chegue ao seu máximo, atingindo o

máximo somente às 14h10min e novamente às 16h40min com uma temperatura de 38 °C.

De acordo com o gráfico a temperatura mínima na superfície interna da cobertura de fibrocimento ocorreu às 6h30min com uma temperatura de 20,15 °C. O que pode ter ocasionado esse horário com a temperatura mínima é devido a cobertura não receber radiações solares durante a noite, ocorrendo, assim, um esfriamento da mesma. Com a temperatura do ar acontece o mesmo, então, a temperatura mínima aconteceu às 7h com uma mínima de 23,40 °C.

Ainda analisando o gráfico, pode-se obter as amplitudes térmicas registradas na superfície e no ar interno. Na superfície registra-se uma amplitude de 34,48 °C e no ar uma amplitude de 14,96 °C.

4.1.3. Análise do dia mais quente na cobertura verde

Para a análise dos dados obtidos com a cobertura verde foi gerado um gráfico representado na figura 30, com todos os dados de temperaturas coletadas na cobertura verde ao longo do dia 3 de abril de 2016. Os dados utilizados para gerar o gráfico são encontrados no apêndice A.

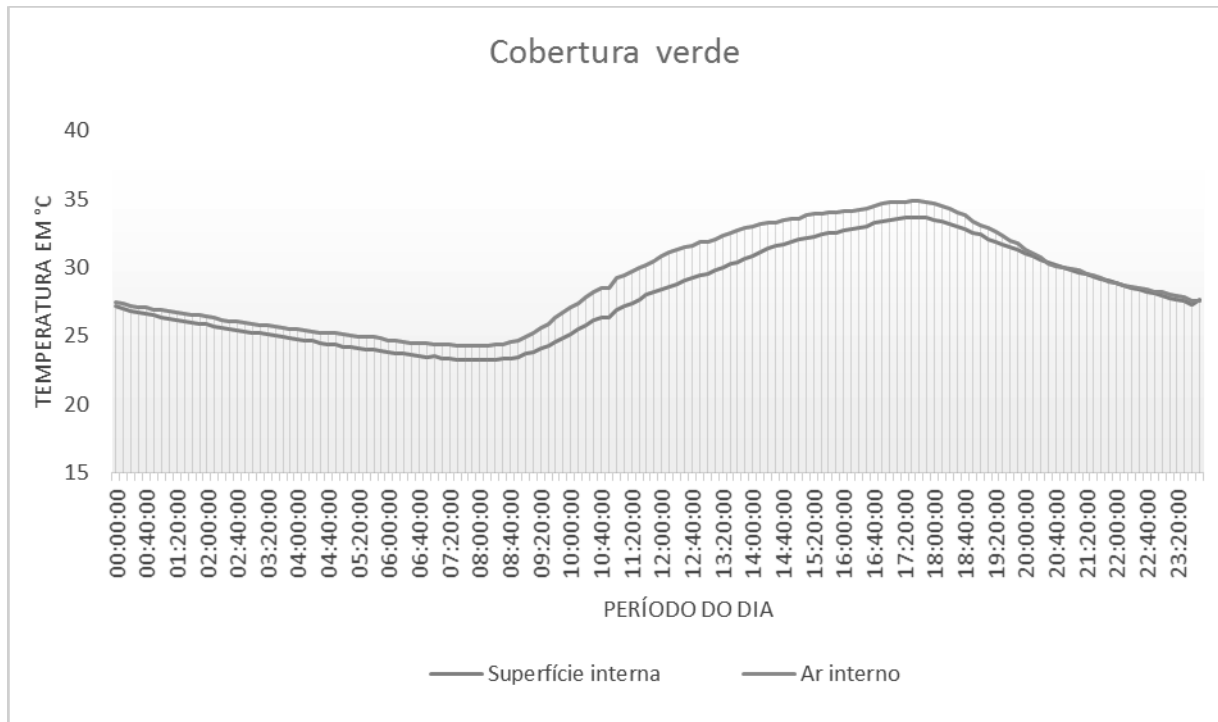


Figura 30: Temperaturas na cobertura verde ao longo do dia 3 de abril de 2016

Fonte: O Autor, 2016.

Como pode-se observar, a temperatura máxima na cobertura verde ocorreu às 17h30min, onde foi registrado uma temperatura de 33,63 °C. A temperatura do ar atingiu a temperatura máxima no mesmo horário, às 17h30min com uma máxima de 34,9 °C.

De acordo com o gráfico, a temperatura mínima na superfície interna da cobertura verde ocorreu às 8h20min, onde a superfície interna atingiu a temperatura mínima de 23,27 °C. A temperatura do ar varia menos, com isso ela manteve o mínimo das 7h30min até as 8h10min, com uma temperatura de 24,3 °C.

Ainda analisando o gráfico, pode-se obter as amplitudes térmicas registradas na superfície e no ar interno. Na superfície registra-se uma amplitude de 10,36 °C e no ar uma amplitude de 10,60 °C.

4.1.4. Análise do dia mais quente, comparação entre os dois tipos de cobertura

Seguindo o dia 3 como episódio representativo, o gráfico da figura 31 mostra o comparativo entre as duas coberturas no dia de calor mais intenso. Para fins de comparação, são colocados no mesmo gráfico a temperatura da superfície interna de ambas as coberturas ao longo do dia. Os dados utilizados na geração do gráfico estão no apêndice A.

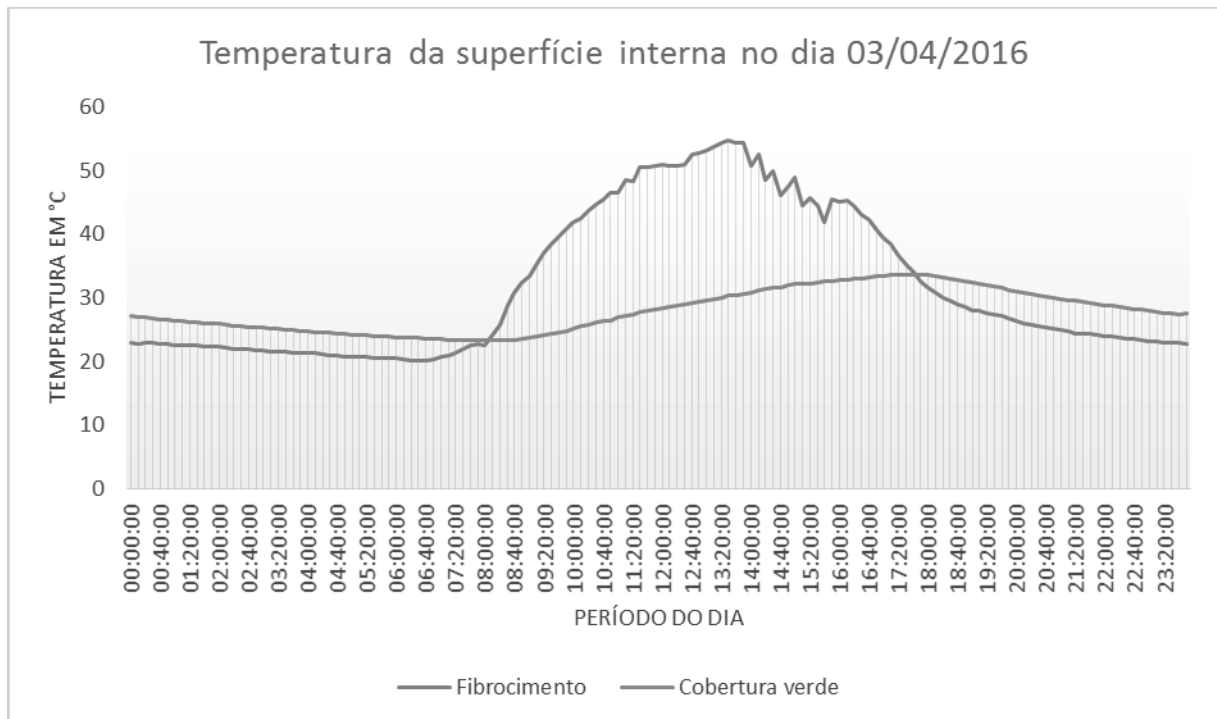


Figura 31: Temperatura na cobertura de fibrocimento e cobertura verde ao longo do dia 3 de abril de 2016.

Fonte: O Autor, 2016.

Como pode-se observar na figura 30, o atraso térmico ou a diferença de horário em que o fibrocimento e a cobertura verde atingem o limite é considerável. A primeira atinge o limite às 13h30min e a segunda às 17h30min, totalizando uma diferença de 4 horas.

A maior diferença de temperatura entre as duas superfícies foi registrado às 13h20min, quando nesse período a temperatura da cobertura de fibrocimento estava

em 54,39 °C, enquanto a cobertura verde estava a 29,97 °C. Resultando, então, em uma diferença de 24,42 °C.

A temperatura da superfície interna da cobertura verde então, contribui no comportamento térmico da edificação, visto que ela absorve energia durante o dia e mantém a temperatura no período noturno.

A cobertura de fibrocimento foi a única que ultrapassou a temperatura de 37 °C, ficando acima dessa temperatura das 9h30min às 17h20min. Salienta-se que, de acordo com Guyton e Hall, em média, a temperatura corporal é de 37 °C, o que significa que, se a temperatura superficial interna for maior do que essa temperatura, o corpo humano passa a ganhar calor por irradiação. Logo, a cobertura de fibrocimento estará trocando calor por energia radiante com todos os ocupantes da edificação por 7h50min por dia.

As temperaturas do ar interno permitem, junto com as temperaturas superficiais das coberturas, estimar o comportamento térmico dos ambientes internos às edificações (Figura 32). Ressalta-se, no entanto, que como está sendo analisado o desempenho térmico das coberturas, a contribuição mais precisa para o estudo é em relação às temperaturas superficiais internas, devido à forte influência da radiação solar que incide na superfície dos sistemas de coberturas.

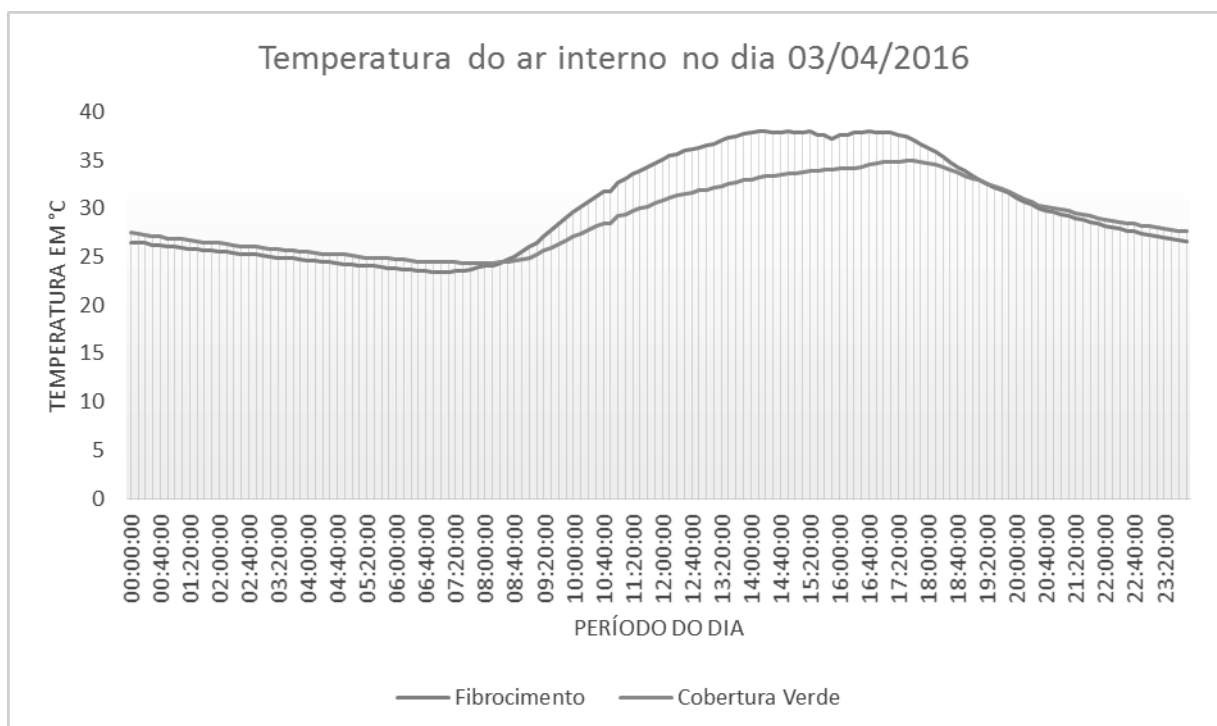


Figura 32: Temperatura interna do ar na cobertura de fibrocimento e cobertura verde ao longo do dia 3 de abril de 2016

Fonte: O Autor, 2016.

De acordo com a figura 32, a variação da temperatura interna do ar não é tão grande. A maior diferença entre as duas coberturas acontece às 14h onde a temperatura do ar interno na cobertura de fibrocimento é de 37,9 °C e na cobertura verde a temperatura é de 33 °C, totalizando uma diferença de 5 °C.

Assim como acontece na temperatura de superfície, na cobertura verde a temperatura se mantém mais alta durante a noite. Durante o dia, a cobertura de fibrocimento se mantém com a temperatura do ar mais elevada em decorrência da maior facilidade em que a cobertura tem em variar sua temperatura.

4.2. DESEMPENHO TÉRMICO NO FRIO

Durante o período de medição houve um período de chuvas seguido de dias de frio intenso, com início em 27 de abril e acabando em 2 de maio. Após esse período as temperaturas voltaram a ser mais coerentes com o período do outono.

O período com dias de frio foram marcados por temperaturas do ar em torno de 5 °C e sem chuva o que auxiliou a pesquisa a analisar o desempenho da cobertura em dias extremamente frios em contraponto com o que ocorreu no início das medições.

4.2.1. Escolha do dia mais frio como episódio representativo

As figuras 33 e 34 mostram as temperaturas mínimas registradas nas superfícies das duas coberturas para que assim seja definido o episódio representativo com o dia mais frio do período.

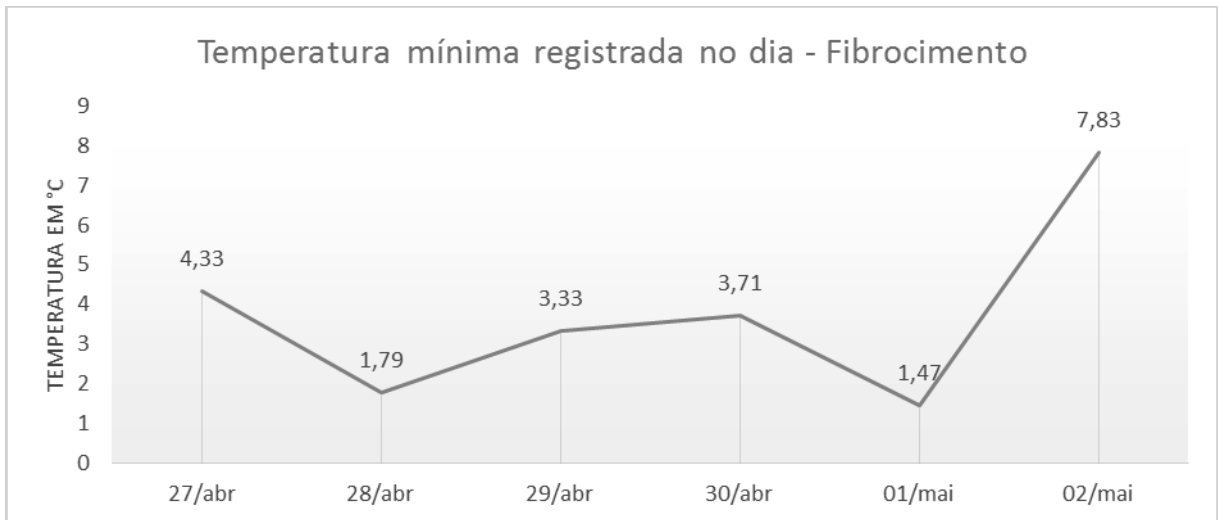


Figura 33: Temperaturas mínimas na superfície interna da cobertura de fibrocimento entre os dias 27 de abril a 02 de maio de 2016

Fonte: O Autor, 2016.



Figura 34: Temperaturas mínimas na superfície interna da cobertura verde entre os dias 27 de abril a 02 de maio de 2016

Fonte: O Autor, 2016.

De acordo com o gráfico da figura 33 pode-se observar que na cobertura de fibrocimento a temperatura mais baixa ocorreu no dia 1º de maio com uma mínima registrada de 1,47 °C. Porém, na cobertura verde a temperatura mais baixa foi registrada no dia 28 de abril, registrando 5,23 °C. Como foi observado a cobertura de fibrocimento está mais sujeita a variações, assim, para seguir com a pesquisa, foi considerado o dia mais frio como sendo o que mais impactou na temperatura da cobertura verde, que é menos suscetível a variações térmicas. Diante destas

reflexões o episódio representativo como um dia de frio adotado foi o dia 28 de maio de 2016.

4.2.2. Análise do dia mais frio na cobertura de fibrocimento

A escolha do dia 28 de maio de 2016 fez possível a geração do apêndice B, que foi utilizado para a geração do gráfico da figura 35, na qual mostra toda a variação de temperatura que ocorreu durante o dia na superfície interna e ar interno da cobertura de fibrocimento.

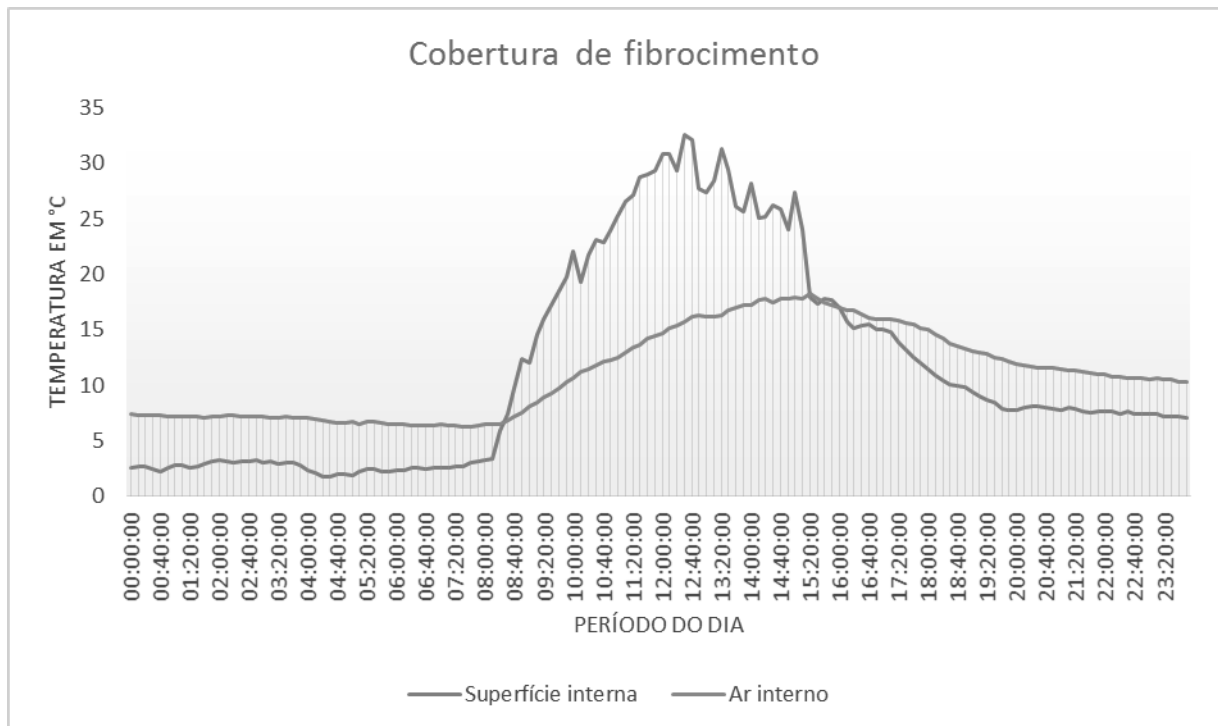


Figura 35: Temperaturas na cobertura de fibrocimento ao longo do dia 28 de abril de 2016.

Fonte: O Autor, 2016.

Como mostra o gráfico da figura 35 a máxima temperatura na superfície interna da cobertura de fibrocimento ocorreu às 12h30min com uma temperatura máxima de 32,55 °C. O ar interno apresentou sua temperatura máxima às 15h20min com uma temperatura de 18,3 °C.

Ainda de acordo com o gráfico da figura 35, a mínima temperatura registrada no dia 28 na superfície interna ocorreu às 4h20min com uma temperatura registrada de 1,79 °C. O ar interno teve sua menor temperatura às 7h40min registrando 6,3 °C.

A amplitude térmica ocorreu de forma semelhante aos dias quentes, na superfície interna da cobertura de fibrocimento a amplitude foi de 30,76 °C que, comparado à amplitude térmica em um dia extremamente quente (34,48 °C de amplitude) houve uma diferença de apenas 3,72 °C. Isso acontece pelo fato de que o aquecimento da cobertura é causado pela ação do sol e, em ambos os casos, os dias em análise foram dias ensolarados. No ar interno a amplitude registrada foi de 12 °C novamente próxima a variação em um dia de calor (14,96 °C) o que gera uma diferença de apenas 2,96 °C.

Pode-se verificar que em comparação a um dia quente a temperatura da superfície e até mesmo do ar interno no dia de frio tem várias pequenas variações. Isso acontece devido ao vento que em um dia de frio causa muito mais impacto do que em dias quentes. Fazendo com que essas oscilações de temperaturas aconteçam durante o dia e a noite.

As trocas de calor que ocorrem em uma cobertura, é feita com o ar que envolve a mesma, quando o vento é mais forte essa camada de ar que fica imediatamente acima da cobertura é trocada mais constantemente, fazendo assim com que as trocas de calor com a cobertura sejam feitas mais rapidamente, gerando uma maior variação de temperatura em um período de tempo menor.

4.2.3. Análise do dia mais frio na cobertura verde

Com a utilização do apêndice B que relata todos os dados coletados no dia 28 de abril de 2016 faz-se possível a criação do gráfico representado na figura 36. Onde é feita a relação da temperatura superficial interna e do ar interno na cobertura verde.

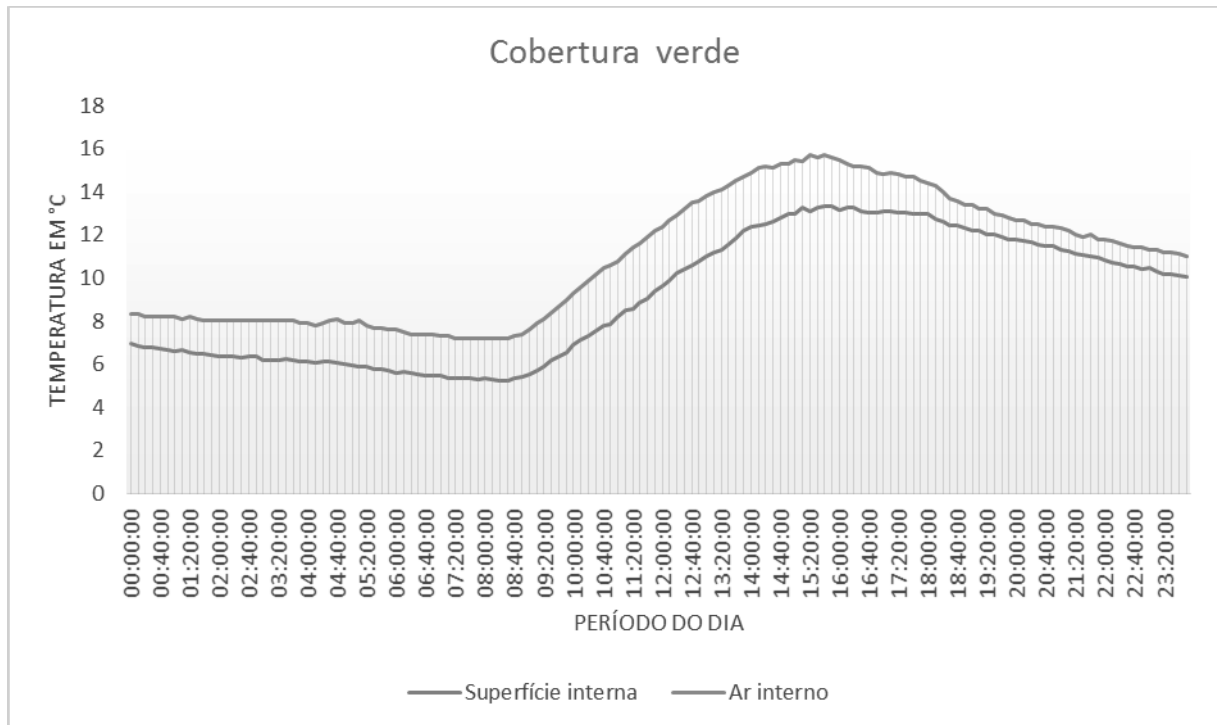


Figura 36: Temperaturas na cobertura verde ao longo do dia 28 de abril de 2016

Fonte: O Autor, 2016.

De acordo com os dados do gráfico da figura 36 nota-se que a temperatura máxima na superfície da cobertura verde acontece às 15h40min registrando 13,35 °C. A máxima registrada no ar interno acontece no mesmo horário às 15h40min com uma temperatura de 15,7 °C.

As mínimas também acontecem no mesmo horário, a superfície interna tem sua mínima às 8h20min e o ar tem sua mínima começando às 7h20min e seguindo até às 8h30min. Na superfície interna a temperatura mínima é de 5,23 °C enquanto no ar, tem-se 7,2 °C.

A superfície da cobertura verde gerou uma amplitude térmica ao longo do dia de 8,12 °C, que em comparação a amplitude do dia mais quente (10,36 °C) resulta em uma diferença de 2,24 °C. Na temperatura do ar a amplitude registrada foi de 8,5 °C, novamente comparando com a amplitude do dia quente (10,60 °C) resulta em uma diferença de 2,1 °C.

De acordo com o gráfico pode-se constatar que a cobertura verde faz com que a temperatura de sua superfície acompanhe a temperatura do ar interno. Isso acontece, pois a temperatura do ar interno é influenciada pela temperatura das paredes do protótipo, sendo que, as paredes são mais aptas à elevação de temperatura com a radiação solar. Fazendo assim com que a diferença entre as

temperaturas do ar fique mais próxima a temperatura da superfície interna da cobertura durante o dia.

4.2.4. Análise do dia mais frio, comparação entre os dois tipos de cobertura

Para a comparação do desempenho das duas coberturas fez-se necessário a geração de um gráfico, conforme a figura 37, que mostra a temperatura da superfície da cobertura de fibrocimento e cobertura verde ao longo do dia 28 de abril de 2016.

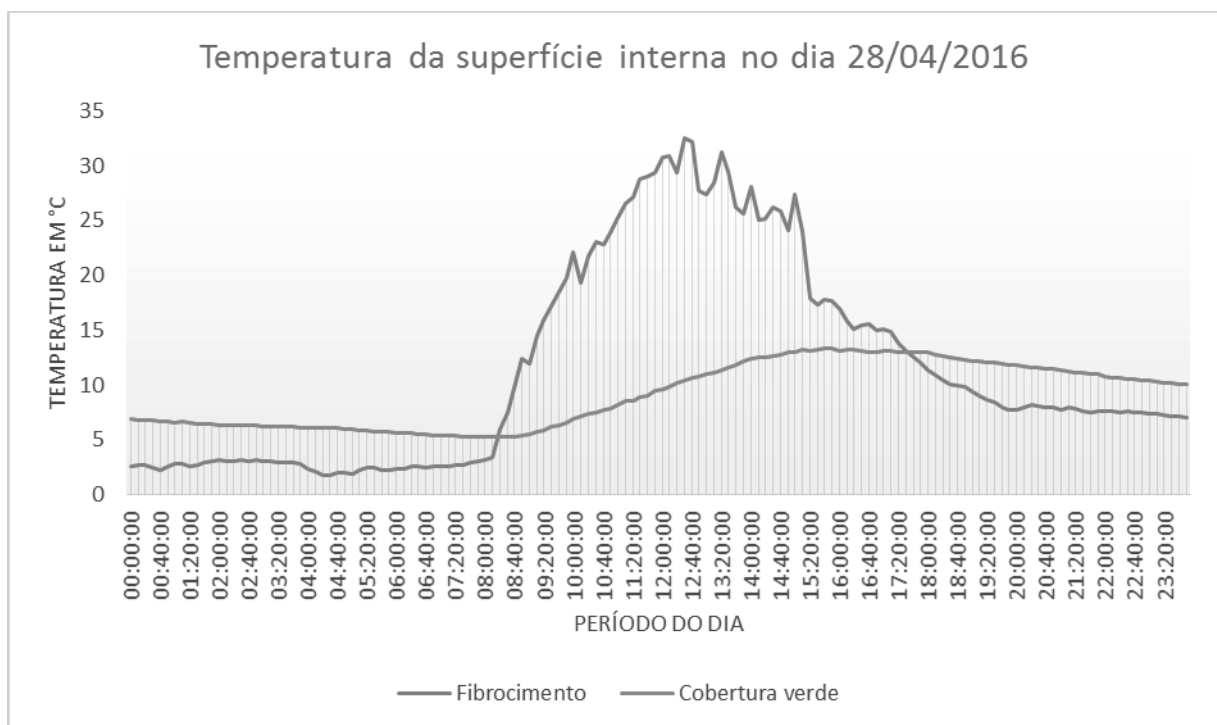


Figura 37: Temperatura na cobertura de fibrocimento e cobertura verde ao longo do dia 28 de abril de 2016

Fonte: O Autor, 2016.

A máxima temperatura da superfície da cobertura de fibrocimento, como vimos anteriormente, ocorreu as 12h30min e na cobertura verde acontece as 15h40min. Como se pode observar, o atraso térmico entre as duas coberturas no dia de frio é de 3h10min, ou seja, no dia em específico foi de 50min a menos que o dia

de calor intenso. Esse atraso térmico menor pode ter sido causado pela menor amplitude térmica na qual estão sujeitas as duas coberturas em dias de frio fazendo com que assim suas máximas sejam mais próximas.

Em relação a maior diferença de temperatura na superfície da cobertura, temos que às 12h30min a temperatura das duas coberturas difere-se em 16,85 °C. Essa foi a maior diferença entre os dias de frio e dias de calor, no episódio representativo do dia de calor (dia 3 de abril de 2016) foi registrado que a maior diferença entre as duas coberturas foi de 24,42 °C.

Pode-se, portanto dizer que a cobertura de fibrocimento é mais quente durante o dia, porém em dias de frio o desempenho da cobertura verde está diretamente ligado a como ela vai manter a edificação aquecida durante a noite, logo temos que a maior diferença de temperatura entre as duas coberturas, sendo a cobertura verde a mais quente, aconteceu as 00h40min do dia 28 de abril de 2016, onde a cobertura verde estava 4,46 °C mais quente do que a cobertura de fibrocimento.

Assim como feito com dias de calor, podemos analisar e comparar a temperatura do ar em ambos os protótipos, então, de acordo com o apêndice B foi gerado o gráfico da figura 38, que relaciona a temperatura do ar interno das duas coberturas no dia 28 de abril de 2016.

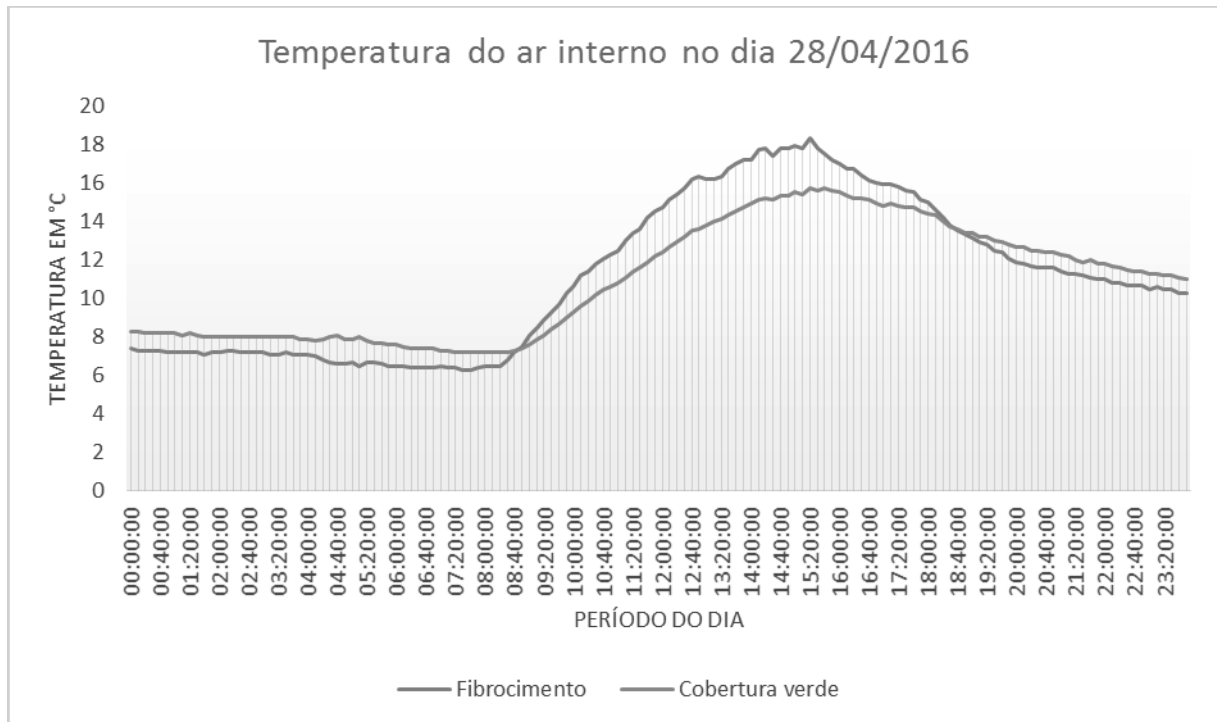


Figura 38: Temperatura interna do ar na cobertura de fibrocimento e cobertura verde ao longo do dia 28 de abril de 2016

Fonte: O Autor, 2016.

A cobertura de fibrocimento manteve o ar mais aquecido durante o dia onde essa diferença chegou a 2,6 °C por volta das 14h10min. A análise de desempenho da cobertura verde na temperatura do ar interno novamente será relacionada com a temperatura durante a noite onde a maior variação de temperatura ocorreu as 4h40min e as 5h10min com o ar dentro do protótipo da cobertura verde estando 1,5 °C mais quente do que na cobertura de fibrocimento.

4.3. ANÁLISE A LONGO PRAZO

Para que a análise de todo o período fosse feita, conforme dados presentes no apêndice C, registrou-se todos os dados (temperaturas e umidade do ar) a cada hora. Assim, foi possível que os dados pudessem ser analisados junto aos dados obtidos no site do Inmet. O instituto não possui estação em Toledo, então foi utilizada a estação localizada na cidade de Marechal Cândido Rondon a qual localiza-se no município limítrofe à Toledo-PR. Essas temperaturas retratam bem a

temperatura da região e podem ser utilizadas para análise do desempenho térmico da cobertura verde na região.

4.3.1. Análise a longo prazo da temperatura de superfície

Com os dados apresentados no apêndice C, faz-se possível a geração dos gráficos das figuras a seguir.

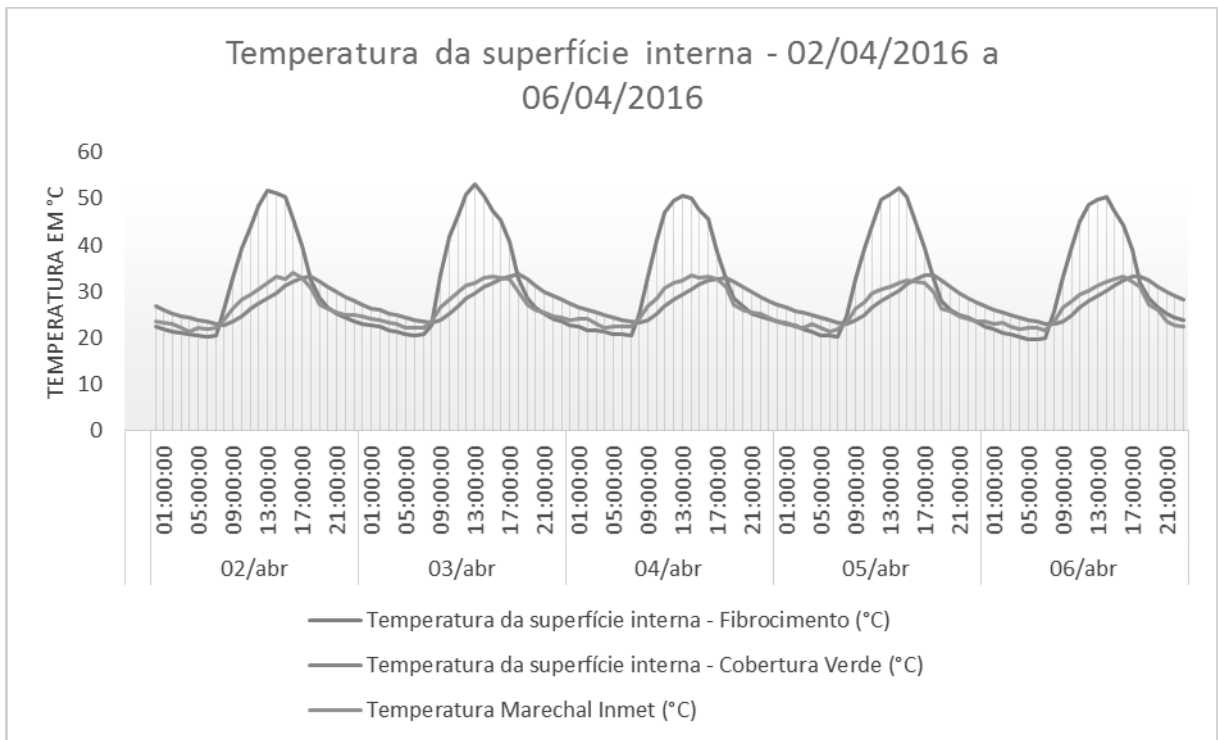


Figura 39: Temperatura da superfície interna ao longo do período de 02/04/2016 a 06/04/2016

Fonte: O Autor, 2016.

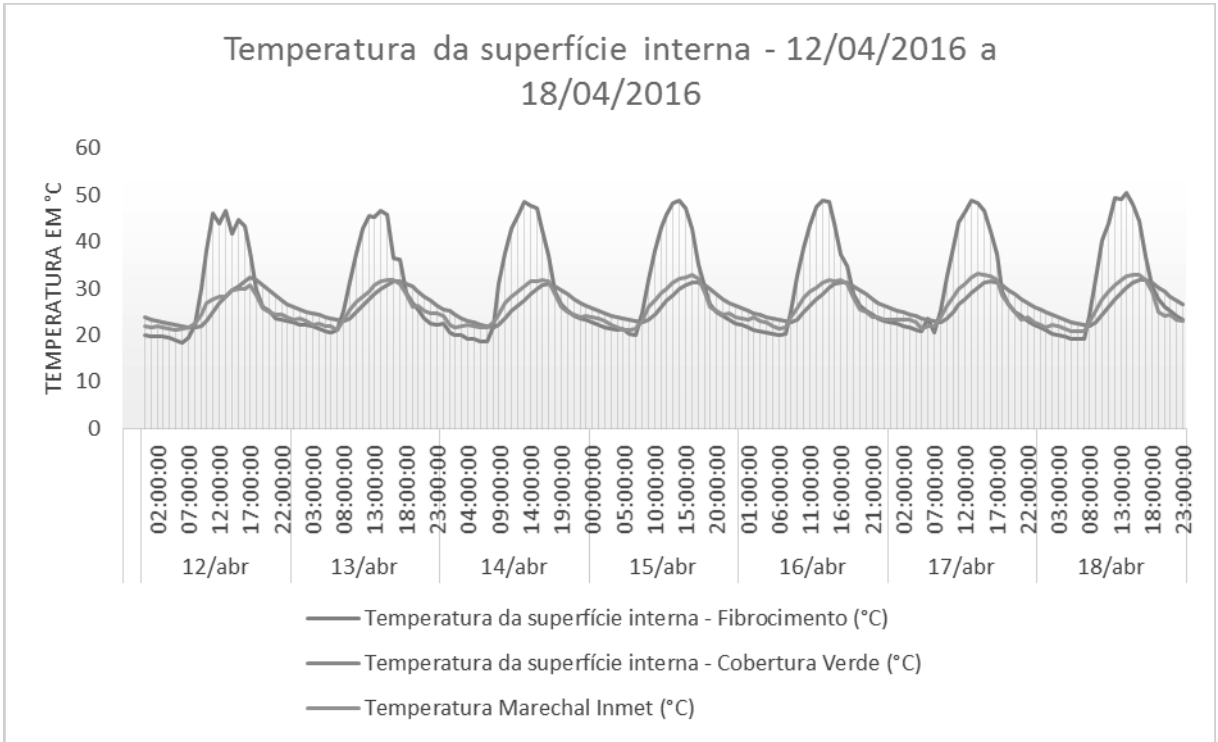


Figura 40: Temperatura da superfície interna ao longo do período de 12/04/2016 a 18/04/2016

Fonte: O Autor, 2016.

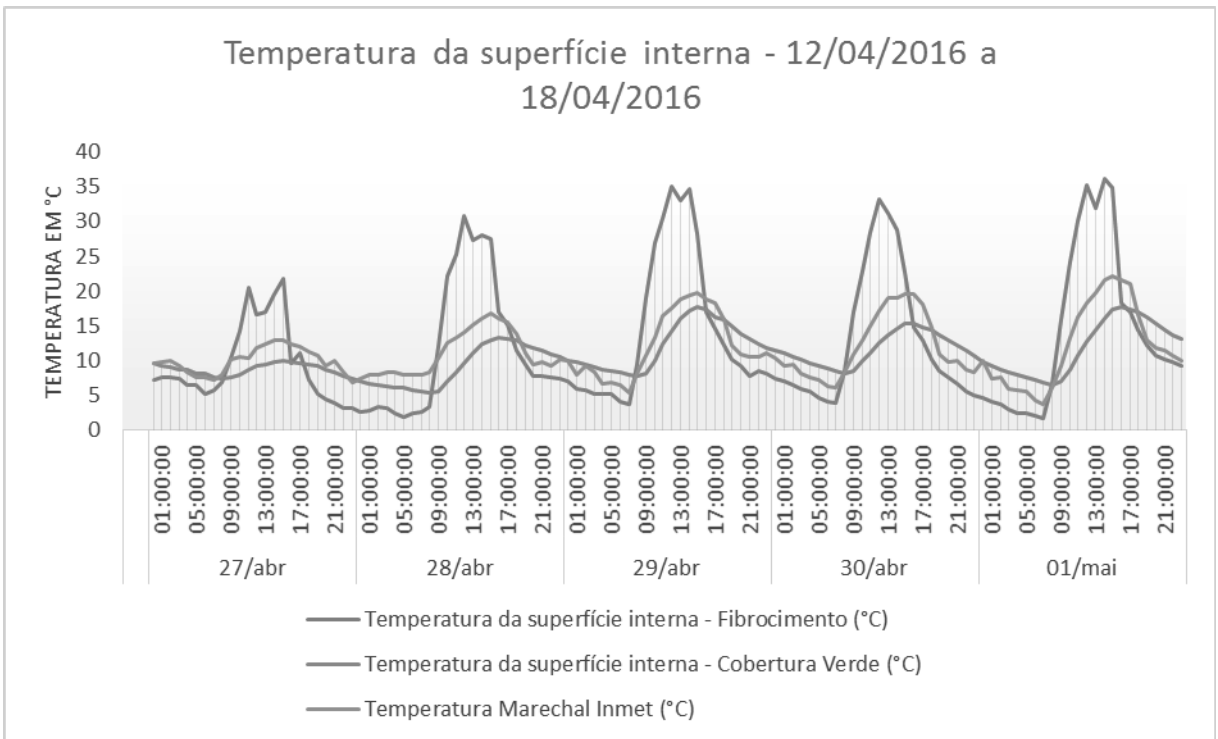


Figura 41: Temperatura da superfície interna ao longo do período de 27/04/2016 a 01/05/2016

Fonte: O Autor, 2016.

Como mostra as figuras 39, 40 e 41 a temperatura da cobertura com fibrocimento sempre ultrapassa a temperatura do ar durante o dia e durante a noite a cobertura tem sua temperatura abaixo da temperatura do ar.

O comportamento da cobertura verde é totalmente diferente devido a sua velocidade de aquecimento menor, sendo assim, a cobertura verde acompanha a mesma variação da temperatura ambiente, porém com um atraso. Outro evento que pode ser analisado é que são raras as vezes que a temperatura da superfície interna em seu pico ultrapassa a temperatura de pico do ar externo.

4.3.2. Análise a longo prazo da temperatura do ar interno dos protótipos

O apêndice C fornece os dados necessários para a geração dos gráficos representados pelas figuras 42, 43 e 44.

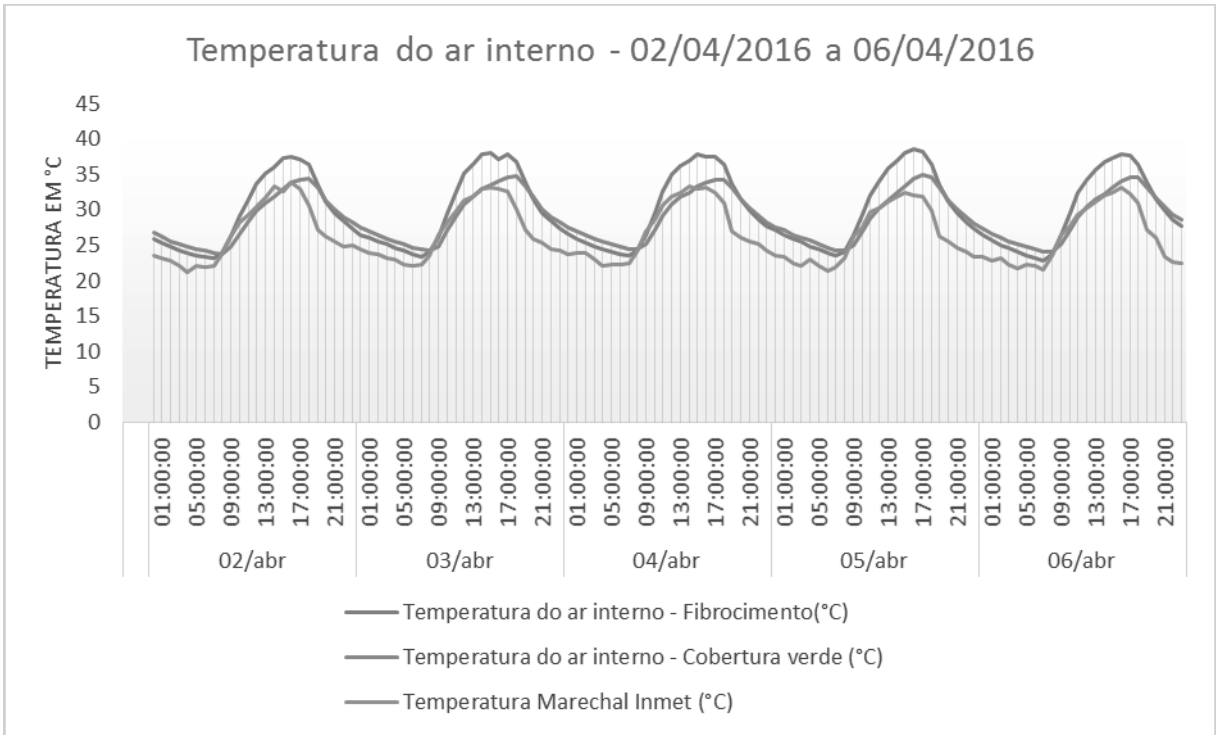


Figura 42: Temperatura do ar interno ao longo do período de 02/04/2016 a 06/04/2016

Fonte: O Autor, 2016.

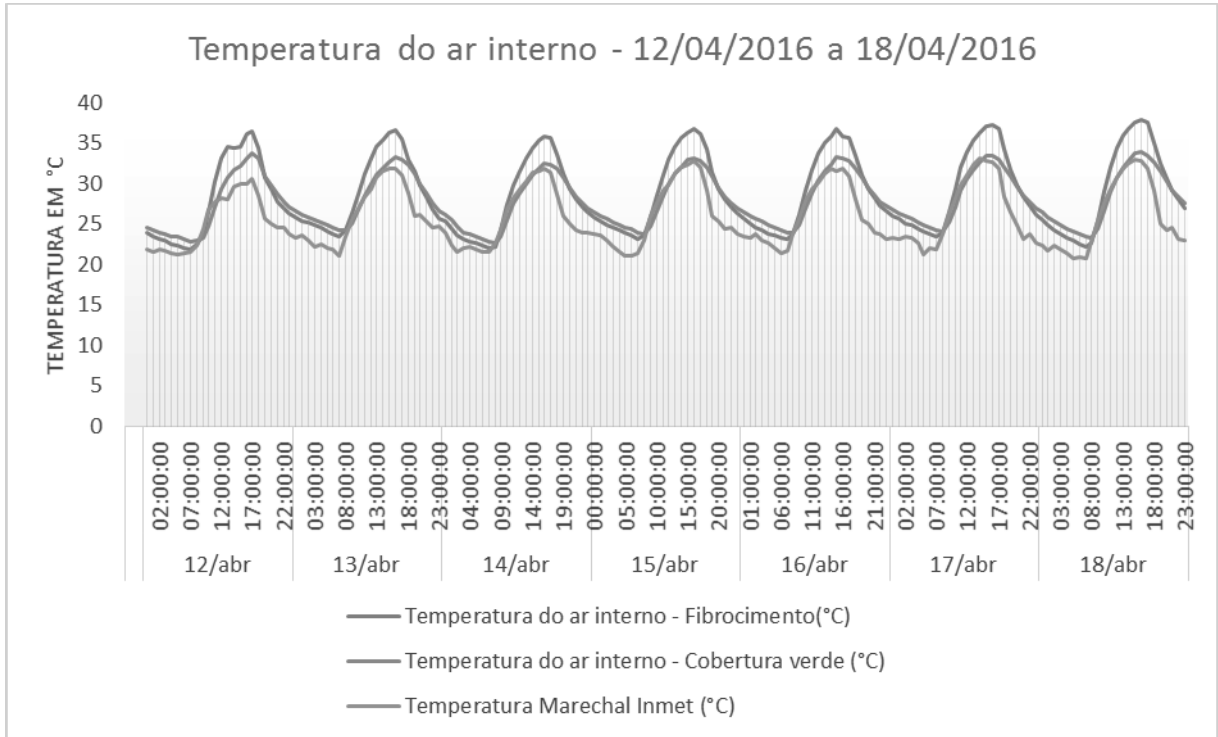


Figura 43: Temperatura do ar interno ao longo do período de 12/04/2016 a 18/04/2016

Fonte: O Autor, 2016.

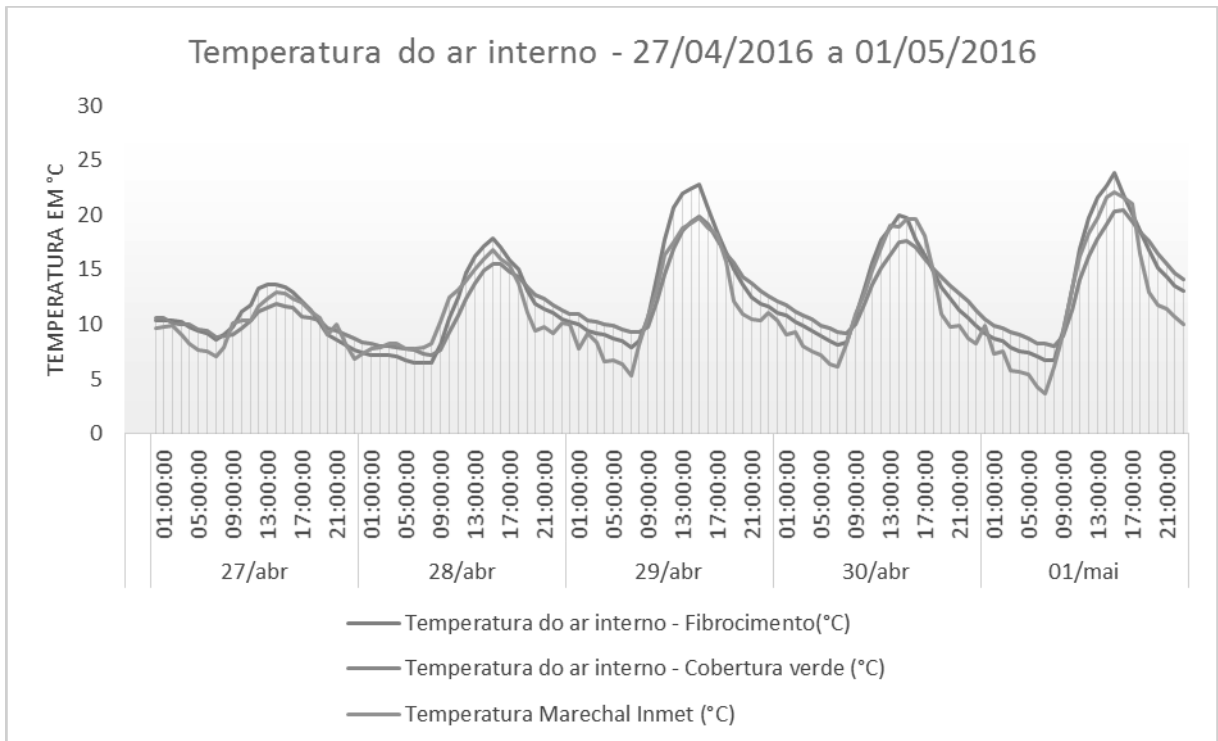


Figura 44: Temperatura do ar interno ao longo do período de 27/04/2016 a 01/05/2016

Fonte: O Autor, 2016.

Observando as figuras 42, 43 e 44, podemos observar que a temperatura do ar interno da cobertura verde, no geral, se mantém com amplitudes térmicas menores do que as amplitudes da temperatura do ar interno ao protótipo com cobertura de fibrocimento e até mesmo, menor do que a amplitude térmica do ar externo.

Pode-se notar que em dias de calor as temperaturas máximas diárias na cobertura verde são maiores do que a temperatura máxima diária externa. No frio isso não ocorre, a temperatura máxima diária no ar interno do protótipo com cobertura verde é menor do que a máxima temperatura do ar externo. Isso faz com que em dias de frio a cobertura de fibrocimento contribua com uma casa mais aquecida durante o dia, em comparação a cobertura verde. Quando a análise é feita no período noturno essa comparação se inverte, a cobertura verde mantém o ar mais aquecido.

4.3.3. Análise a longo prazo da umidade do ar interna dos protótipos

Os dados de umidade do ar se tornam relevantes quando analisados a longo prazo, já que a sua variação diária não depende apenas das condições diárias, mas sim de outros fatores que aconteceram antes do dia em questão. Com isso, foi gerado a partir do apêndice C os gráficos das figuras 45, 46 e 47.

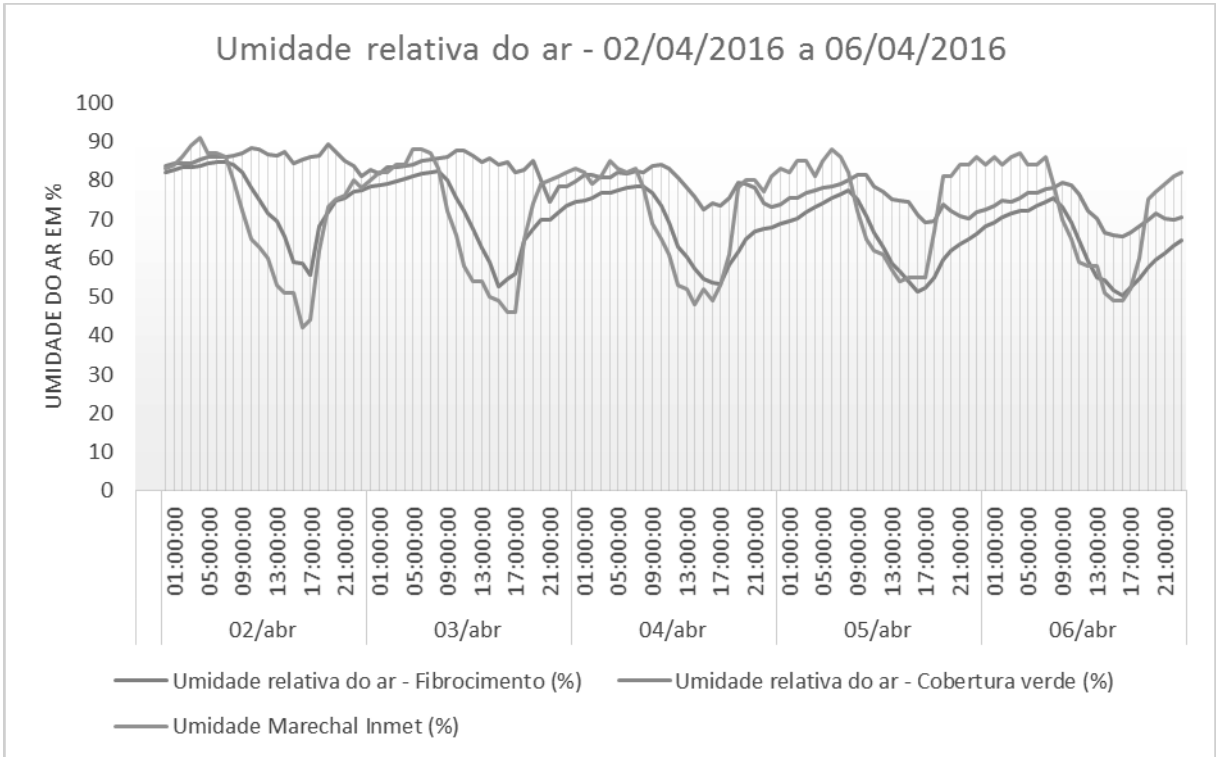


Figura 45: Umidade relativa do ar interno dos protótipos – 02/04/2016 a 06/04/2016

Fonte: O Autor, 2016.

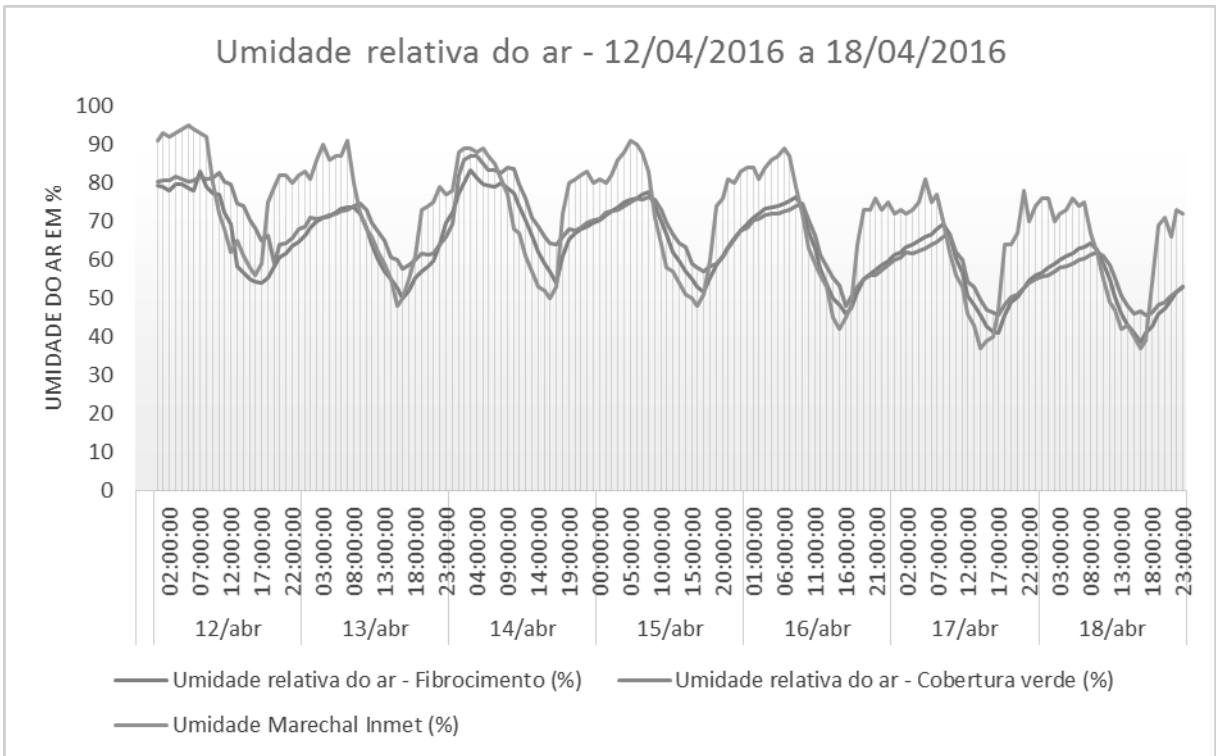


Figura 46: Umidade relativa do ar interno dos protótipos – 12/04/2016 a 18/04/2016

Fonte: O Autor, 2016.

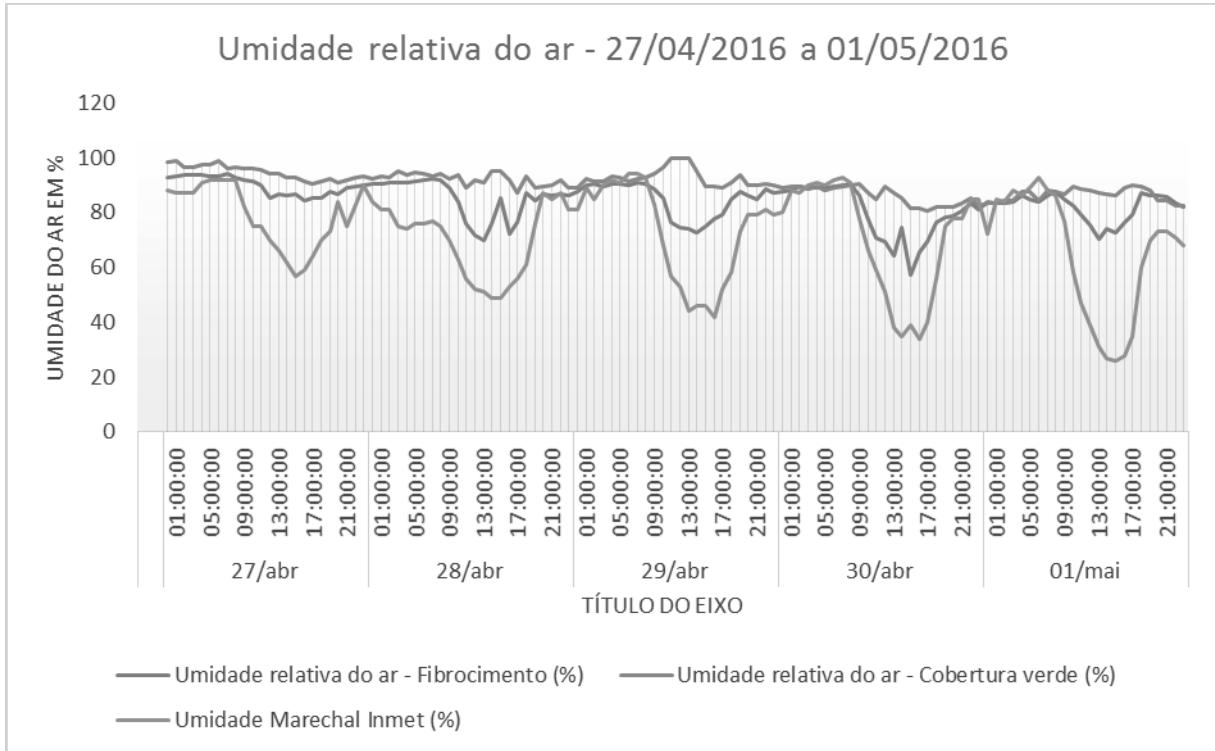


Figura 47: Umidade relativa do ar interno dos protótipos – 12/04/2016 a 18/04/2016

Fonte: O Autor, 2016.

Na figura 45, pode-se observar que durante o dia a cobertura verde faz com que a umidade do ar fique maior dentro do protótipo, chegando a valores de até 99,9% (conforme apêndice C). Isso é causado devido a água que se encontra no substrato da cobertura verde e até na camada de brita que serve como camada de drenagem. Essa água faz com que a cobertura verde condense o ar do seu interior, esse fenômeno foi verificado in loco, ao passar os dedos na superfície interna da cobertura foi verificado a existência de água condensada, semelhante a um copo de água gelado deixado a temperatura ambiente.

Porém, após um longo período sem chuvas, na figura 46 observa-se que a umidade do ar na cobertura verde começou a acompanhar com mais fidelidade o comportamento da cobertura de fibrocimento. Isso aconteceu devido ao longo período sem chuvas que fez com que o substrato e toda a reserva de água da cobertura verde acabassem. Assim, sem água acumulada, o fenômeno de condensação interna não acontece.

Depois de um período de chuvas, iniciou-se a medição da figura 47, e constata-se novamente o aumento da umidade do ar durante o dia, assim como acontecia no calor. Não foi verificado se existia condensação de água na superfície

interna devido a temperatura mais baixa, porém, devido aos valores de umidade do ar acima de 90% em quase todo o período após as chuvas, deduz-se que ocorreram condensação de ar no interior do protótipo.

4.4. ANALISE GERAL E ESTATÍSTICA DOS DADOS OBTIDOS

Para justificar se a pesquisa foi expressiva é preciso mais que um dia de análise para que os resultados não partam de situações atípicas. Para isso, a análise de temperaturas máximas e mínimas foram realizadas durante todo o período de medições.

4.4.1. Temperaturas máximas, mínimas e amplitudes térmicas

Para que fosse possível realizar uma análise dos dados, fez-se necessário a divisão do período de frio e calor, já que foram coletadas apenas 5 dias no frio e 12 dias no calor. Além disso, há intervalos entre esses períodos, o que justifica mais ainda a utilização de uma análise separada dos dados. Portanto, primeiramente foi elaborada a tabela 1 contendo análise e médias dos dados de máximas e mínimas em dias de calor e em seguida a tabela 2 contendo a análise e médias dos dados de máximas e mínimas em dias de frio.

Dia	Temp. máxima superfície fibroc. (°C)	Temp. mínima superfície fibroc. (°C)	Temp. máxima superfície cobertura verde (°C)	Temp. mínima superfície cobertura verde (°C)	Amplitude térmica fibroc. (°C)	Amplitude térmica cobertura verde (°C)	Diferenças de máximos entre as duas coberturas (°C)	Diferenças de mínimas entre as duas coberturas (°C)
02/abr	52,99	20,21	33,17	22,75	32,78	10,42	19,82	-2,54
03/abr	54,63	20,15	33,63	23,27	34,48	10,36	21	-3,12
04/abr	51,23	20,31	32,97	23,21	30,92	9,76	18,26	-2,9
05/abr	52,21	20,09	33,63	23,03	32,12	10,6	18,58	-2,94
06/abr	50,27	19,55	33,41	22,75	30,72	10,66	16,86	-3,2
12/abr	49,01	18,27	32,33	21,57	30,74	10,76	16,68	-3,3
13/abr	48,05	20,51	31,55	23,03	27,54	8,52	16,5	-2,52
14/abr	49,67	18,63	30,97	21,71	31,04	9,26	18,7	-3,08
15/abr	49,53	20,05	31,29	22,69	29,48	8,6	18,24	-2,64
16/abr	49,59	19,93	31,29	22,65	29,66	8,64	18,3	-2,72
17/abr	49,37	20,37	31,55	22,75	29	8,8	17,82	-2,38
18/abr	50,45	18,85	31,81	21,95	31,6	9,86	18,64	-3,1
Média	50,58	19,74	32,30	22,61	30,84	9,69	18,28	-2,87

Tabela 1: Análise e médias dos dados de máximas e mínimas em dias de calor.

Fonte: O Autor, 2016.

Dia	Temp. máxima superfície fibroc. (°C)	Temp. mínima superfície fibroc. (°C)	Temp. máxima superfície cobertura verde (°C)	Temp. mínima superfície cobertura verde (°C)	Amplitude térmica fibroc. (°C)	Amplitude térmica cobertura verde (°C)	Diferenças de máximos entre as duas coberturas (°C)	Diferenças de mínimas entre as duas coberturas (°C)
27/abr	23,03	4,33	10,03	7,33	18,7	2,7	13	-3
28/abr	32,55	1,85	13,35	5,23	30,7	8,12	19,2	-3,38
29/abr	38,19	3,33	17,99	7,73	34,86	10,26	20,2	-4,4
30/abr	33,69	3,71	15,57	8,01	29,98	7,56	18,12	-4,3
01/mai	37,13	1,47	17,93	6,39	35,66	11,54	19,2	-4,92
Média	32,92	2,94	14,97	6,94	29,98	8,04	17,94	-4

Tabela 2: Análise e médias dos dados de máximas e mínimas em dias de frio.

Fonte: O Autor, 2016.

De acordo com a tabela 1, a média das temperaturas máximas que a cobertura de fibrocimento atingiu no período de calor foi de 50,58 °C e a média das mínimas na mesma cobertura foi de 19,74 °C. Com isso, tem-se uma amplitude média de 30,84 °C ao longo do dia na cobertura de fibrocimento.

Assim como o procedimento da tabela 1 para o calor foi elaborada a tabela 2 para a situação de frio extremo. De acordo com a tabela 2, no frio a média das temperaturas máximas da cobertura com fibrocimento foi de 32,92 °C e a média das mínimas resultou em 2,94 °C. Com isso, a amplitude térmica varia em média 29,98 °C.

No calor (tabela 1) verifica-se que na cobertura verde tem-se uma média das temperaturas máximas de 32,30 °C e a média das mínimas resultou em 22,61 °C. Com isso, tem-se uma média da amplitude térmica na cobertura verde de 9,69 °C ao longo do dia na cobertura verde.

Durante o período de frio (tabela 2), a cobertura verde registrou uma média de temperaturas máximas de 14,97 °C e mínimas de 6,94 °C. Portanto uma amplitude térmica de 8,04 °C. Em comparação a medição no calor, esse valor de amplitude térmica no frio é 17% menor.

Outro dado que requer atenção é a diferença entre temperaturas quando comparada uma com a outra, de acordo com a tabela 1, pode-se notar que a cobertura de fibrocimento em sua máxima do dia, atinge 18,28 °C a mais do que a cobertura verde. Em contrapartida, a cobertura verde tem sua temperatura mínima 2,87 °C maior do que a cobertura de fibrocimento. Quando se trata do frio, a diferença entre as médias das temperaturas máximas registradas foi de 17,94 °C e mínimas de 4 °C.

4.4.2. Horários de temperaturas máximas e mínimas

Outra análise realizada durante esse período de medições foi a de horário de temperaturas máximas e mínimas assim como apresentado nas tabelas 3 em dias de calor e 4 em dias de frio.

Dia	Horário da temp. mínima Fibrocimento (°C)	Horário da temp. mínima Cobertura verde (°C)	Horário da temp. máxima Fibrocimento (°C)	Horário da temp. máxima Cobertura verde (°C)
02/abr	05:56	08:06	14:47	17:57
03/abr	06:39	07:39	13:39	18:00
04/abr	06:51	08:01	12:52	17:53
05/abr	06:54	08:14	14:05	17:35
06/abr	06:27	07:47	14:08	17:38
12/abr	06:01	08:01	12:52	17:22
13/abr	05:54	07:54	13:45	16:55
14/abr	06:40	08:00	13:41	17:11
15/abr	06:53	08:13	13:14	17:14
16/abr	06:36	08:06	13:26	15:37
17/abr	06:28	07:49	12:59	15:59
18/abr	06:41	07:41	14:02	15:52
Média	06:30	07:57	13:37	17:06

Tabela 3: Médias dos horários de máximas e mínimas em dias de calor.

Fonte: O Autor, 2016.

Dia	Horário da temp. mínima Fibrocimento (°C)	Horário da temp. mínima Cobertura verde (°C)	Horário da temp. máxima Fibrocimento (°C)	Horário da temp. máxima Cobertura verde (°C)
27/abr	06:19	08:09	13:30	15:10
28/abr	05:01	08:22	12:32	15:42
29/abr	06:54	07:34	11:34	15:25
30/abr	06:46	08:16	12:17	15:27
01/mai	06:49	07:59	12:40	15:40
Média	06:21	08:04	12:30	15:28

Tabela 4: Médias dos horários de máximas e mínimas em dias de frio.

Fonte: O Autor, 2016.

As tabelas 3 e 4 servem para mostrar a diferença entre os horários que ocorrem os picos de temperatura nas duas coberturas em dias de calor intenso. Esses valores refletem na capacidade de aumento de temperatura de cada

cobertura sendo que quanto mais tempo a cobertura precisa para aquecer, maior é sua inércia térmica.

Assim, a cobertura de fibrocimento atinge sua mínima em média às 6h30min no calor e 6h21min no frio, que é o momento em que a radiação solar começa a atingir e aquecer a cobertura. No mesmo instante o sol começou a aquecer a cobertura verde, porém, esse calor leva um tempo para que seja transferido até a superfície interna da cobertura verde, assim sendo, a média do horário onde a temperatura é mínima na cobertura verde é às 7h57min no calor e 8h04min no frio, praticamente 1h30h mais tarde do que a cobertura de fibrocimento.

Para a temperatura máxima, tem-se que na cobertura de fibrocimento ocorrem em média às 13h37min no calor e no frio às 12h30min. Na cobertura verde, a máxima no calor ocorre as 17h06min e no frio às 15h28min.

Como se pode observar a cobertura verde mantém-se aquecendo por todo o período de insolação, assim a temperatura de pico acontece perto do final do dia. Isso melhora o quesito de conforto, visto que no momento mais quente do dia a cobertura não está mais aquecida. Na cobertura de fibrocimento a temperatura varia de acordo com a radiação solar e temperatura do ar externo, assim a temperatura de pico acontece com mais regularidade entre meio dia e uma hora da tarde.

4.4.3. Análise estatística Anova e teste de Tukey

O teste de Tukey foi realizado a fim de verificar se os dados obtidos podem ser relacionados estatisticamente. Logo, foram separadas em dois grupos as temperaturas máximas e mínimas de cada dia e para cada cobertura. Para a análise das temperaturas máximas nas duas coberturas foi gerado o apêndice D que indica que a relação entre as máximas da cobertura verde e cobertura de fibrocimento possui dados significativos a nível de 1% de probabilidade. Isso quer dizer que a relação a ambas as coberturas quando se refere a temperatura máxima que elas atingiram ao longo do período não condizem com dados estatisticamente iguais. Este fato ocorre devido a maior variação que acontece na cobertura de fibrocimento que atinge temperaturas muito elevadas que podem, muitas vezes, ser o dobro da temperatura da cobertura de fibrocimento.

Com isso, estatisticamente pode-se dizer que o tipo de cobertura interfere na temperatura máxima que essa cobertura vai atingir ao longo do dia, mesmo que, de acordo com o apêndice D o coeficiente de variação seja de 22,74%. Esse coeficiente indica a precisão do experimento ou o desvio médio em relação à média. Se tratando de tempo e outros fatores naturais, tem-se variações maiores.

Ao analisar estatisticamente os dados de menor temperatura diária de cada cobertura elaborou-se o apêndice E o qual indica que as duas coberturas são semelhantes, mesmo que, o coeficiente de variação seja de 44,32%. Ou seja, as coberturas são iguais estatisticamente, porém, a temperatura mínima variou muito no período.

Para dizer se uma cobertura é igual a outra estatisticamente, verifica-se a diferença mínima significativa (DMS), onde na análise dos valores de temperaturas máximas o valor do DMS obtido foi 5,51 °C e a diferença entre a temperatura média das máximas das duas coberturas resultou em 18,51 °C. No caso das mínimas o DMS encontrado foi 4,77 °C e a diferença entre as coberturas foi de 3,18 °C.

Assim, a cobertura verde se mostra mais eficiente quando o assunto é a redução da temperatura máxima, visto que o teste mostrou que em análise as temperaturas máximas as duas coberturas se comportam de forma totalmente diferente. Já em relação as mínimas, as duas coberturas se comportam como se fossem semelhantes. Isso acontece pois se analisado a média das temperaturas máximas, temos um resultado de uma diferença de 18,5 (médias do apêndice D), já quando se trata de temperaturas mínimas a diferença é de 3,2 (médias de tratamento do apêndice E).

5. CONCLUSÃO

Depois de realizado o experimento os dados foram analisados e diversas situações foram encontradas. As variações que determinam o rendimento da cobertura verde são diversas e apesar disso, em todos os casos quando o assunto é conforto térmico a cobertura verde se destaca.

Primeiramente, deve-se esclarecer o motivo da análise dos dados de temperatura do ar interno ser menos relevante. Isso aconteceu porque o protótipo tem dimensões reduzidas, com aproximadamente 1 m² de cobertura e 1 m² cada parede. Em outra edificação, essa proporção iria mudar, e se a proporção aumentar a quantidade de cobertura e diminuir a quantidade de parede, esse valor de temperatura do ar interno irá tender a temperatura da superfície interna da cobertura, pois menos área de parede estará fazendo trocas térmicas com o ar interno.

Com relação ao desempenho da cobertura verde, ao analisar os dados experimentais chegou-se à conclusão que o bom comportamento térmico da cobertura verde está relacionado com a capacidade térmica da camada do substrato. Desta forma, o calor recebido por radiação térmica é passado gradativamente para as camadas mais internas da cobertura da edificação, não acompanhando de forma imediata as variações que acontecem na temperatura externa do ar.

Então, com os dados analisados, pode-se dizer que a cobertura verde:

- Em dias de calor o atraso térmico em relação a cobertura de fibrocimento é de em média 3h30min e durante os dias de frio esse valor diminui para 3 horas.

- A amplitude térmica, tanto no ar interno quanto na superfície interna do sistema de cobertura, foi menor do que a amplitude do ar externo (de acordo com as medições realizadas pelo Inmet).

- Em relação a cobertura de fibrocimento, a cobertura verde com amplitudes térmicas em média de 9,69 °C no calor e 8,04 °C no frio, evidenciaram que a cobertura verde reduziu as flutuações térmicas diárias em 67,7 e 73,2% no calor e no frio, respectivamente.

- A retenção de água na camada de substrato da cobertura faz com que a umidade do ar dentro da edificação se mantenha maior durante o dia, desde que não haja trocas de ar com o ambiente externo.

A temperatura superficial interna da cobertura verde se manteve menos propensa a variações térmicas diárias, tanto em dias de frio quanto em dias de calor. Tal resultado pode ser atribuído a capacidade da cobertura verde de amortecer as amplitudes térmicas diárias, uma consequência da ação conjunta de sua umidade retida na camada de solo com a maior espessura da cobertura em si.

Diante dos resultados apresentados, pode-se concluir que as coberturas verdes são alternativas que propiciam um ganho técnico e econômico para o clima local, não apenas para o tipo de protótipo estudado, mas com amplas possibilidades de utilização. Também se pode considerar que esses benefícios não atingem somente a edificação que utiliza o sistema, mas sim, toda uma região no entorno da mesma, com melhoria na qualidade do ar e incorporação harmoniosa entre vegetação e áreas edificadas.

REFERÊNCIAS

AMBIENTALISTAS EM REDE, **O telhado verde de Le Corbusier**, Disponível em: <<http://ambientalistasemrede.org/o-telhado-verde-de-le-corbusier/>> Acesso em: 11 out. 2015.

BEZERRA, Izabelle M.T.; CURI, Rosires C. **Telhados verdes como alternativa para o aproveitamento de água de chuva**. Campina Grande, 2009.

BLANCO, Karoline Cunha; OLIVEIRA, Leonardo Pinto de; NASSER, Luiz Carlos Bhering. **COBERTURAS VERDES: RELATO HISTÓRICO, UTILIZAÇÃO NO TERRITÓRIO BRASILEIRO E EM BRASÍLIA**. Brasília, 2015.

ÇENGEL, Yunus A. **TRANSFERÊNCIA DE CALOR E MASSA: Uma Abordagem Prática**. São Paulo: Editora Josie Rogero, 2009.

COSTA, Ennio Cruz da. **Física aplicada à construção: conforto térmico**. São Paulo: Editora Bluscher, 1991.

COSTA, Luís Miguel Loureiro. **Espaços Verdes Sobre Cobertura; Uma Abordagem Estética e Ética**. Lisboa, 2010

DUMLAP, Amber. **Green Roofs**. Disponível em: <<https://poweredup2012.wordpress.com/tag/green-roofs/>> Acesso em: 11 out. 2015.

FERRAZ, Iara L. **O desempenho térmico de um sistema de cobertura verde em comparação ao sistema tradicional de cobertura com telha cerâmica**. São Paulo, 2012.

FIBROCIMENTO, Disponível em: <<http://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-fibrocimento.html>> Acesso em: 20 set. 2015.

FILIPEFLOP, Disponível em: < <http://www.filipeflop.com/> > , Acesso em: 19 jan. 2016.

GRACIELA, P. “**Muito além da beleza de um jardim**”. Revista eletrônica de sustentabilidade. Disponível em: <<http://www.revistasustentabilidade.com.br/sustentabilidade/noticias/muito-alem-da-beleza-de-um-jardim/>>. Acesso em: 28 set. 2015.

GONÇALVES, Cristina. I. F., **Projecto e Concepção de Espaços Verdes sobre Cobertura**. 1999, Dissertação (Graduação em Arquitetura Paisagista) – Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 1999.

Green Roofs For Healthy Cities, Disponível em: <<http://www.greenroofs.org/> > Acesso em: 14 set. 2015.

Guyton, Arthur C.; Hall, John E. **Textbook of Medical Physiology 9th edition**. Philadelphia, 2006.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, **Estações automáticas**. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas> > . Acesso em: 10 mai. 2016.

ITWTG-2000, **Termômetro de globo**. Disponível em: <<http://instrutemp.provisorio.ws/2010_09/manuaispdf/ITWTG-2000.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2015.

JOHNSTON, Jacklyn; NEWTON, John. **Building green: a guide to using plants on roof, walls and pavements**. London: Greater London Authority. Disponível em: <http://legacy.london.gov.uk/mayor/strategies/biodiversity/docs/Building_Green_main_text.pdf>. Acesso em: 28 set. 2015.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, F. O.R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW, 2014.

Lei municipal da cidade de Recife Nº 18.112 /2015, disponível em:
<<https://ecotelhado.com/wp-content/uploads/2015/03/Lei-telhado-verde-Recife-2015.pdf>>. Acesso em 10 set. 2015.

LOPES, Daniela Arantes Rodrigues. **Análise do comportamento térmico de uma cobertura verde leve (CVL) e diferentes sistemas de cobertura**. 2007. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

MASCARÓ, Lucia; MASCARÓ, Juan J.: **Ambiência urbana**. 3. ed. Porto Alegre: +4 Editora, 2009.

MARTINI, Angeline. **Microclima e conforto térmico proporcionado pelas árvores de rua na cidade de Curitiba – PR**. 2013. 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

MASTECH MS6550B, **Infrared Thermometer**. Disponível em: <<http://indogeotech.com/product/mastech-ms6550b-infrared-thermometer/>>. Acesso em: 26 out. 2015.

Mecanismos de Transferência de Calor, Disponível em:
<<http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap2/cap2-9.html>>. Acesso em: 15 set. 2015

MORAIS, Caroline S.; **Desempenho térmico de coberturas vegetais em edificações na cidade de São Carlos – SP**. 2004. 108 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

MOREIRA, João Carlos; SENE, Eustáquio. **Geografia Geral e do Brasil**. São Paulo, 2004.

PECK, Steven W. et al . **Greenbacks from green roofs: forging a new industry in Canada**. Peck and Associates. Disponível em:

<<http://www.w.carmelacanzonieri.com/3740/readings/greenroofs%2Bgreen%20design/Greenbacks%20from%20greenroofs.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2015.

POUEY, Maria T. F. **Estudo experimental do desempenho térmico de coberturas planas – Vegetação e Terraço –**. 1998. 166 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

VIVAGREEN, **Conheça 6 construções surpreendentes de arquitetura sustentável**, Disponível em: <<http://vivagreen.com.br/conheca-6-construcoes-surpreendentes-de-arquitetura-sustentavel/>> . Acesso em: 03 out. 2015.

WONG, Michae. **Environmental Benefits of Green Roofs**. Disponível em URL: <<http://www.nea.gov.sg/cms/sei/PSS23slides.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2015.

APÊNDICE A – DADOS OBTIDOS DURANTE O DIA 3 DE ABRIL DE 2016

Hora	Temperatura da superfície interna - Fibrocimento (°C)	Temperatura da superfície interna - Cobertura Verde (°C)	Temperatura do ar interno – Fibrocimento (°C)	Umidade relativa do ar - Fibrocimento (%)	Temperatura do ar interno - Cobertura verde (°C)	Umidade relativa do ar - Cobertura verde (%)
00:00:00	22,89	27,17	26,5	78,4	27,5	82,6
00:10:00	22,81	26,97	26,5	78,8	27,4	82,3
00:20:00	22,83	26,85	26,4	78,5	27,2	82,6
00:30:00	22,87	26,73	26,2	78,6	27,1	82,4
00:40:00	22,81	26,61	26,2	78,4	27,1	82,1
00:50:00	22,77	26,53	26,1	78,7	26,9	81,5
01:00:00	22,57	26,35	26	78,9	26,9	81,7
01:10:00	22,53	26,27	25,9	78,7	26,8	82,7
01:20:00	22,59	26,15	25,8	78,9	26,7	82,4
01:30:00	22,53	26,05	25,8	78,9	26,6	82,5
01:40:00	22,41	25,97	25,7	79	26,5	82,7
01:50:00	22,37	25,91	25,6	79	26,5	82,9
02:00:00	22,25	25,87	25,5	79,1	26,4	83,3
02:10:00	22,17	25,69	25,5	79,3	26,3	82,7
02:20:00	22,01	25,61	25,4	79,3	26,2	82,7
02:30:00	21,91	25,49	25,3	79,4	26,1	83,1
02:40:00	21,85	25,37	25,2	79,7	26,1	83,3
02:50:00	21,71	25,35	25,2	79,9	26	83,3
03:00:00	21,67	25,25	25,1	79,9	25,9	83,5
03:10:00	21,51	25,23	25	80,3	25,8	83,5
03:20:00	21,49	25,11	24,9	80,3	25,8	83,2
03:30:00	21,43	24,99	24,8	80,4	25,7	83,5
03:40:00	21,37	24,89	24,8	80,4	25,6	83,3
03:50:00	21,37	24,83	24,7	80,4	25,5	83,1
04:00:00	21,29	24,77	24,6	80,5	25,5	83,6
04:10:00	21,23	24,63	24,6	80,4	25,4	83,4
04:20:00	21,15	24,63	24,5	80,6	25,3	83,8
04:30:00	20,99	24,45	24,4	80,5	25,2	83,8
04:40:00	20,89	24,39	24,3	80,9	25,2	84
04:50:00	20,81	24,33	24,2	80,8	25,2	84,2
05:00:00	20,73	24,23	24,2	81	25,1	84,2
05:10:00	20,67	24,15	24,1	81,4	25	84,6
05:20:00	20,61	24,11	24	81,2	24,9	84,7
05:30:00	20,51	23,99	24	81,4	24,9	84,8
05:40:00	20,51	23,97	23,9	81,4	24,9	84,9
05:50:00	20,51	23,91	23,8	81,6	24,8	84,7

06:00:00	20,43	23,81	23,8	81,7	24,7	84,9
06:10:00	20,37	23,75	23,7	81,9	24,7	84,9
06:20:00	20,17	23,75	23,7	81,9	24,6	85
06:30:00	20,15	23,63	23,6	81,9	24,5	85,3
06:40:00	20,17	23,53	23,5	82,2	24,5	85,4
06:50:00	20,27	23,45	23,4	82,2	24,5	85,6
07:00:00	20,65	23,51	23,4	82,2	24,4	85,5
07:10:00	20,95	23,35	23,4	82,4	24,4	85,1
07:20:00	21,37	23,33	23,5	82,8	24,4	85,4
07:30:00	21,89	23,27	23,6	82,6	24,3	85,1
07:40:00	22,47	23,27	23,7	82,5	24,3	85,5
07:50:00	22,65	23,27	23,9	82,7	24,3	85,4
08:00:00	22,53	23,27	24	82,4	24,3	85,6
08:10:00	24,15	23,29	24,1	82,6	24,3	85,6
08:20:00	25,75	23,27	24,3	82,3	24,4	85,9
08:30:00	28,69	23,33	24,7	81,5	24,4	85,7
08:40:00	30,81	23,33	25	81,2	24,6	85,9
08:50:00	32,31	23,47	25,5	80,2	24,7	85,8
09:00:00	33,41	23,69	26	80,1	24,9	86
09:10:00	35,35	23,85	26,5	79,8	25,2	86,2
09:20:00	36,93	24,11	27,1	80,1	25,6	86,6
09:30:00	38,51	24,29	27,8	78,2	25,9	86,9
09:40:00	39,71	24,53	28,4	79	26,3	87,3
09:50:00	40,93	24,83	29,1	77,6	26,7	86,9
10:00:00	41,75	25,13	29,6	75,6	27,1	87,8
10:10:00	42,49	25,47	30,2	76,2	27,4	87
10:20:00	43,57	25,81	30,7	74,9	27,8	87,3
10:30:00	44,63	26,15	31,2	75,3	28,2	87,7
10:40:00	45,49	26,35	31,7	72,9	28,5	86,7
10:50:00	46,45	26,35	31,7	72,9	28,5	86,7
11:00:00	46,39	26,87	32,7	72,2	29,2	87,8
11:10:00	48,51	27,17	33,1	72	29,4	85,6
11:20:00	48,23	27,37	33,6	70,4	29,7	86,1
11:30:00	50,55	27,67	33,9	67,5	30	85,6
11:40:00	50,59	27,99	34,3	68	30,2	87,6
11:50:00	50,79	28,17	34,7	62,2	30,5	85,2
12:00:00	50,91	28,43	35,1	67,6	30,8	86,3
12:10:00	50,73	28,63	35,4	66,9	31,1	86,4
12:20:00	50,77	28,79	35,6	65,7	31,3	85,6
12:30:00	50,95	29,03	36	65,9	31,5	85,2
12:40:00	52,43	29,25	36,1	64	31,6	83,8
12:50:00	52,77	29,39	36,3	63,3	31,9	84,9
13:00:00	53,13	29,57	36,5	62,6	31,9	84,8
13:10:00	53,69	29,83	36,7	59	32,1	85,7
13:20:00	54,39	29,97	37,1	62,4	32,3	83,5

13:30:00	54,63	30,29	37,3	59,7	32,5	87,3
13:40:00	54,35	30,37	37,5	57,8	32,7	86,8
13:50:00	54,41	30,67	37,7	60,7	32,9	83,7
14:00:00	50,75	30,85	37,9	58,8	33	85,7
14:10:00	52,49	31,11	38	57,5	33,2	83
14:20:00	48,39	31,41	38	56,2	33,3	86,9
14:30:00	49,81	31,55	37,8	58,4	33,3	84,1
14:40:00	46,13	31,67	37,9	57,6	33,5	82,4
14:50:00	47,41	31,89	38	52,5	33,6	84
15:00:00	48,97	32,09	37,8	56	33,6	83,8
15:10:00	44,55	32,11	37,8	55,6	33,8	81,3
15:20:00	45,59	32,25	38	57,2	33,9	81,2
15:30:00	44,41	32,47	37,6	51,8	33,9	84,9
15:40:00	41,81	32,53	37,6	52,8	34	83,5
15:50:00	45,39	32,53	37,2	57,5	34	84,6
16:00:00	45,15	32,69	37,6	54,9	34,1	82,8
16:10:00	45,19	32,77	37,6	55,4	34,1	81
16:20:00	44,41	32,91	37,8	55,1	34,2	82,1
16:30:00	43,09	33,03	37,9	56,3	34,3	81,4
16:40:00	42,15	33,25	38	55,9	34,5	80,5
16:50:00	40,67	33,33	37,9	56,1	34,7	82
17:00:00	39,37	33,43	37,9	56,5	34,8	81,3
17:10:00	38,33	33,55	37,8	57,6	34,8	79,4
17:20:00	36,61	33,63	37,6	61,7	34,8	80
17:30:00	35,27	33,63	37,4	60,6	34,9	80,6
17:40:00	34,09	33,61	37	62,8	34,9	82,3
17:50:00	32,53	33,63	36,7	64,7	34,8	82,9
18:00:00	31,53	33,49	36,3	64,1	34,7	83,3
18:10:00	30,79	33,35	35,8	64,9	34,5	83,8
18:20:00	30,05	33,19	35,3	65,5	34,3	83,5
18:30:00	29,57	32,99	34,8	66,3	34	84,3
18:40:00	29,03	32,77	34,3	66,9	33,8	84,2
18:50:00	28,57	32,55	33,9	67,4	33,4	85
19:00:00	28,05	32,39	33,4	68,1	33,1	84,8
19:10:00	27,87	32,09	33	68,5	32,9	83,1
19:20:00	27,59	31,89	32,6	68,6	32,6	82,6
19:30:00	27,43	31,69	32,2	69,4	32,3	82,1
19:40:00	27,11	31,49	31,9	69,3	32	82,9
19:50:00	26,67	31,27	31,6	69,8	31,8	80
20:00:00	26,29	31,05	31,1	68,3	31,3	75,6
20:10:00	26,03	30,81	30,7	38,3	31	73,2
20:20:00	25,75	30,57	30,4	69	30,7	76
20:30:00	25,55	30,33	30	69,4	30,3	73,9
20:40:00	25,35	30,17	29,7	68,5	30,1	72,7
20:50:00	25,11	29,99	29,6	70	30	74,5

21:00:00	24,89	29,83	29,4	70,5	29,9	74,5
21:10:00	24,71	29,65	29,2	71,2	29,8	76
21:20:00	24,41	29,49	29	71,3	29,5	78,9
21:30:00	24,39	29,35	28,8	81,1	29,4	79,1
21:40:00	24,33	29,15	28,6	71,4	29,2	79,3
21:50:00	24,17	29,03	28,4	71,8	29	78,4
22:00:00	24,03	28,85	28,2	72,2	28,9	77,1
22:10:00	23,85	28,69	28	72,7	28,7	77,3
22:20:00	23,65	28,51	27,9	72,4	28,6	77,8
22:30:00	23,57	28,37	27,7	73,1	28,5	78,3
22:40:00	23,45	28,23	27,6	73,1	28,4	78,2
22:50:00	23,35	28,13	27,4	73,6	28,2	78,4
23:00:00	23,21	27,93	27,2	73,8	28,2	78,8
23:10:00	23,03	27,79	27,1	74,2	28	79,8
23:20:00	22,99	27,63	27	74,5	27,9	79,6
23:30:00	22,89	27,53	26,8	74	27,8	79,6
23:40:00	22,83	27,31	26,7	74,3	27,6	79,5
23:50:00	22,77	27,63	26,6	74,5	27,6	79,8

**APÊNDICE B – DADOS OBTIDOS DURANTE O DIA 28 DE ABRIL DE
2016**

Hora	Temperatura da superfície interna - Fibrocimento (°C)	Temperatura da superfície interna - Cobertura Verde (°C)	Temperatura do ar interno – Fibrocimento (°C)	Umidade relativa do ar - Fibrocimento (%)	Temperatura do ar interno - Cobertura verde (°C)	Umidade relativa do ar - Cobertura verde (%)
00:00:00	2,55	6,97	7,4	90,4	8,3	92,1
00:10:00	2,69	6,83	7,3	90,3	8,3	93,4
00:20:00	2,65	6,75	7,3	90,4	8,2	92
00:30:00	2,47	6,75	7,3	90,3	8,2	92,4
00:40:00	2,27	6,73	7,3	90,2	8,2	92,5
00:50:00	2,59	6,65	7,2	90,3	8,2	93,9
01:00:00	2,77	6,57	7,2	90,5	8,2	93,4
01:10:00	2,81	6,65	7,2	90,9	8,1	93,2
01:20:00	2,61	6,53	7,2	90,5	8,2	94,1
01:30:00	2,65	6,47	7,2	90,4	8,1	93,2
01:40:00	2,95	6,47	7,1	90,9	8	93,3
01:50:00	3,11	6,39	7,2	90,8	8	92,9
02:00:00	3,23	6,33	7,2	90,7	8	92,9
02:10:00	3,11	6,35	7,3	90,6	8	93,2
02:20:00	3,03	6,33	7,3	91	8	93,8
02:30:00	3,19	6,29	7,2	90,9	8	94
02:40:00	3,11	6,33	7,2	91,3	8	93,8
02:50:00	3,23	6,35	7,2	91,7	8	94,5
03:00:00	3,03	6,21	7,2	90,8	8	94,9
03:10:00	3,11	6,21	7,1	91,5	8	94,5
03:20:00	2,95	6,21	7,1	92,2	8	94,1
03:30:00	2,99	6,25	7,2	91,9	8	94,8
03:40:00	2,99	6,17	7,1	91,6	8	94,6
03:50:00	2,81	6,13	7,1	91,2	7,9	93,9
04:00:00	2,39	6,11	7,1	91	7,9	93,6
04:10:00	2,09	6,07	7	91,7	7,8	94,1
04:20:00	1,79	6,11	6,8	91	7,9	94,8
04:30:00	1,79	6,11	6,7	91,3	8	95,7
04:40:00	2,01	6,07	6,6	91,5	8,1	95,6
04:50:00	2,01	5,99	6,6	91	7,9	94,7
05:00:00	1,85	5,95	6,7	91,4	7,9	94,6
05:10:00	2,27	5,89	6,5	91,3	8	95,6
05:20:00	2,51	5,89	6,7	91,1	7,8	94,7
05:30:00	2,43	5,77	6,7	91,1	7,7	94,4
05:40:00	2,21	5,77	6,6	91,7	7,7	94,5

05:50:00	2,27	5,71	6,5	92	7,6	94,7
06:00:00	2,35	5,59	6,5	92	7,6	94,3
06:10:00	2,39	5,67	6,5	92,3	7,5	94,2
06:20:00	2,55	5,59	6,4	91,8	7,4	94,2
06:30:00	2,61	5,51	6,4	92,8	7,4	94,2
06:40:00	2,51	5,49	6,4	92,2	7,4	93,7
06:50:00	2,59	5,45	6,4	91,9	7,4	93,9
07:00:00	2,59	5,45	6,5	92,1	7,3	93,4
07:10:00	2,61	5,37	6,4	91,2	7,3	93,5
07:20:00	2,69	5,37	6,4	91,2	7,2	93,3
07:30:00	2,65	5,33	6,3	91,7	7,2	93,4
07:40:00	2,99	5,33	6,3	91,6	7,2	93,4
07:50:00	3,11	5,27	6,4	91,9	7,2	94,1
08:00:00	3,23	5,33	6,5	91,9	7,2	94,2
08:10:00	3,41	5,27	6,5	91,7	7,2	93,6
08:20:00	5,95	5,23	6,5	91,4	7,2	93,2
08:30:00	7,47	5,23	6,8	91,4	7,2	93,2
08:40:00	9,71	5,33	7,2	90,5	7,3	93
08:50:00	12,39	5,41	7,5	89,9	7,4	92,9
09:00:00	11,99	5,55	8,1	88,8	7,6	92,2
09:10:00	14,55	5,73	8,5	87,7	7,9	92,8
09:20:00	15,91	5,89	8,9	87,3	8,1	93,5
09:30:00	17,21	6,17	9,3	86,9	8,4	93,5
09:40:00	18,49	6,33	9,7	86	8,7	93,7
09:50:00	19,77	6,53	10,3	85,9	9	94
10:00:00	22,11	6,87	10,6	83,8	9,3	93,8
10:10:00	19,29	7,11	11,2	83,1	9,6	94,9
10:20:00	21,71	7,33	11,4	83	9,9	93,6
10:30:00	23,05	7,55	11,8	81	10,2	93,6
10:40:00	22,83	7,79	12,1	80	10,5	91,6
10:50:00	23,91	7,83	12,3	75,5	10,6	87,5
11:00:00	25,29	8,19	12,5	76	10,8	88,9
11:10:00	26,59	8,51	13	76,6	11,1	89,8
11:20:00	27,17	8,59	13,4	76,9	11,4	91,5
11:30:00	28,77	8,87	13,6	74,5	11,6	89,5
11:40:00	28,99	9,07	14,2	73,9	11,9	91,8
11:50:00	29,35	9,43	14,5	75,1	12,2	92,6
12:00:00	30,81	9,63	14,7	71,9	12,4	91,8
12:10:00	30,87	9,89	15,1	71,4	12,7	91
12:20:00	29,37	10,23	15,4	71,5	12,9	91,3
12:30:00	32,55	10,43	15,7	76,3	13,2	94,3
12:40:00	32,11	10,61	16,2	71,6	13,5	93,4
12:50:00	27,73	10,75	16,3	69,1	13,6	90,9
13:00:00	27,35	10,99	16,2	69,7	13,8	90,8
13:10:00	28,37	11,17	16,2	69,4	14	90

13:20:00	31,27	11,33	16,3	66,5	14,1	91,2
13:30:00	29,45	11,57	16,7	70,2	14,3	89,9
13:40:00	26,15	11,85	17	79,3	14,5	94,4
13:50:00	25,63	12,23	17,2	73,7	14,7	94,3
14:00:00	28,13	12,37	17,2	76,1	14,9	95,2
14:10:00	25,01	12,47	17,7	84	15,1	95,8
14:20:00	25,17	12,51	17,8	84,1	15,2	94,7
14:30:00	26,17	12,61	17,4	82,5	15,1	93,3
14:40:00	25,87	12,81	17,8	86,4	15,3	95,9
14:50:00	24,05	12,95	17,8	78,4	15,3	92
15:00:00	27,41	12,95	17,9	85,4	15,5	95,1
15:10:00	23,99	13,25	17,8	74,6	15,4	91,2
15:20:00	17,95	13,11	18,3	84,4	15,7	95
15:30:00	17,31	13,27	17,8	82	15,6	92,7
15:40:00	17,75	13,35	17,5	82,4	15,7	92,6
15:50:00	17,63	13,35	17,2	75,8	15,6	89,8
16:00:00	16,99	13,17	17	72,4	15,5	92
16:10:00	15,77	13,27	16,7	69,3	15,3	88,3
16:20:00	15,11	13,25	16,7	79	15,2	93,2
16:30:00	15,41	13,11	16,4	78,4	15,2	92,4
16:40:00	15,51	13,05	16,1	73	15,1	89,3
16:50:00	15,01	13,05	16	74,1	14,9	90,8
17:00:00	15,05	13,11	15,9	76,2	14,8	87,1
17:10:00	14,85	13,07	15,9	81,5	14,9	92,4
17:20:00	13,85	13,05	15,8	77,6	14,8	90,6
17:30:00	13,15	13,05	15,6	80,9	14,7	91,8
17:40:00	12,47	12,95	15,5	85,1	14,7	92,5
17:50:00	12,03	12,95	15,1	81,8	14,5	91,3
18:00:00	11,41	12,97	15	87	14,4	93,4
18:10:00	10,89	12,73	14,6	84,6	14,3	92,7
18:20:00	10,41	12,61	14,2	82	14	88,9
18:30:00	10,03	12,47	13,8	82,3	13,7	86,7
18:40:00	9,91	12,43	13,5	81,6	13,6	86,1
18:50:00	9,85	12,33	13,3	83	13,4	88,5
19:00:00	9,39	12,23	13,1	84,3	13,4	88,9
19:10:00	9,07	12,23	12,9	82,8	13,2	88,6
19:20:00	8,69	12,05	12,8	85,1	13,2	90,4
19:30:00	8,47	12,05	12,5	83,8	13	88,1
19:40:00	7,91	11,93	12,4	87,3	12,9	90,4
19:50:00	7,73	11,81	12,1	84,8	12,8	89
20:00:00	7,79	11,81	11,9	86,7	12,7	89,7
20:10:00	7,97	11,71	11,8	85	12,7	89,5
20:20:00	8,15	11,65	11,7	84,7	12,5	88,5
20:30:00	8,09	11,57	11,6	87,5	12,5	90,6
20:40:00	7,97	11,47	11,6	85	12,4	89,8

20:50:00	7,91	11,47	11,6	85	12,4	92,2
21:00:00	7,77	11,31	11,4	86,3	12,3	90,1
21:10:00	7,95	11,27	11,3	87,6	12,2	90,3
21:20:00	7,87	11,13	11,3	87,5	12	88,9
21:30:00	7,65	11,09	11,2	86	11,9	88,1
21:40:00	7,55	10,99	11,1	86,4	12	90,8
21:50:00	7,61	10,95	11	86,6	11,8	90,1
22:00:00	7,59	10,83	11	86,7	11,8	91,7
22:10:00	7,59	10,71	10,8	85,7	11,7	91,1
22:20:00	7,47	10,65	10,8	86	11,6	87,8
22:30:00	7,59	10,55	10,7	87	11,5	88,8
22:40:00	7,47	10,51	10,7	88,5	11,4	89,8
22:50:00	7,45	10,43	10,7	87,1	11,4	89,5
23:00:00	7,37	10,47	10,5	86,3	11,3	89
23:10:00	7,37	10,27	10,6	87,4	11,3	90,4
23:20:00	7,23	10,17	10,5	87,4	11,2	89,1
23:30:00	7,15	10,19	10,5	87,4	11,2	89,1
23:40:00	7,19	10,09	10,3	87,9	11,1	90
23:50:00	7,09	10,03	10,3	87,8	11	90,1

APÊNDICE C – DADOS OBTIDOS DO DIA 02/04/2016 AO DIA 01/05/2016

Dia	Hora	Temp. da superfície interna – Fibroc. (°C)	Temp. da superfície e interna - Cobertura Verde (°C)	Temp. do ar interno – Fibroc. (°C)	Umidade relativa do ar – Fibroc. (%)	Temp. do ar interno - Cobertura Verde (°C)	Umidade relativa do ar - Cobertura verde (%)	Temp. Mal. Cândido Rondon - Inmet (°C)	Umidade Mal. Cândido Rondon - Inmet (%)
02/abr	00:00:00	22,31	26,79	25,9	82,1	26,8	83,8	23,6	83
	01:00:00	21,79	25,97	25,4	82,8	26,3	84,5	23,1	84
	02:00:00	21,33	25,23	24,8	83,4	25,6	84,3	22,8	86
	03:00:00	20,93	24,65	24,3	83,5	25,1	84,5	22	89
	04:00:00	20,71	24,21	23,9	83,8	24,8	85,3	21,2	91
	05:00:00	20,43	23,71	23,6	84,3	24,4	86	22,1	87
	06:00:00	20,23	23,35	23,3	84,6	24,2	86,2	21,9	87
	07:00:00	20,55	22,95	23,2	84,6	23,9	86,1	22	86
	08:00:00	25,85	22,75	23,9	84	23,8	86,3	23,8	80
	09:00:00	32,97	23,51	26,2	82	24,8	87	26,3	72
	10:00:00	39,31	24,65	29,1	78	26,7	88,2	28,2	65
	11:00:00	44,15	26,17	31,6	75,1	28,4	88	29,3	63
	12:00:00	48,41	27,41	33,7	71,4	29,9	86,7	30,4	60
	13:00:00	51,83	28,57	35,1	69,5	30,9	86,4	31,7	53
	14:00:00	51,25	29,65	36,1	65,5	31,8	87,3	33,3	51
	15:00:00	50,45	31,13	37,4	59,1	33	84,3	32,6	51
	16:00:00	45,61	32,13	37,6	58,6	33,8	85,4	33,9	42
	17:00:00	39,75	32,89	37,2	55,6	34,2	86,1	33	44
	18:00:00	32,45	33,13	36,4	68,3	34,4	86,3	30,6	62
	19:00:00	28,47	32,17	33,5	71,8	33,1	89,3	27,2	73
	20:00:00	26,49	30,91	31,2	74,7	31,4	87,4	26,2	75
	21:00:00	25,23	29,85	29,6	75,5	30,1	84,9	25,5	76
	22:00:00	24,35	28,79	28,4	77	29	83,6	24,8	80
23:00:00	23,45	27,93	27,3	77,5	28,2	81	25	78	
03/abr	00:00:00	22,89	27,17	26,5	78,4	27,5	82,6	24,5	80
	01:00:00	22,57	26,35	26	78,9	26,9	81,7	23,9	82
	02:00:00	22,25	25,87	25,5	79,1	26,4	83,3	23,7	82
	03:00:00	21,67	25,25	25,1	79,9	25,9	83,5	23,2	84
	04:00:00	21,29	24,77	24,6	80,5	25,5	83,6	23	84
	05:00:00	20,73	24,23	24,2	81	25,1	84,2	22,2	88
	06:00:00	20,43	23,81	23,8	81,7	24,7	84,9	22	88
	07:00:00	20,65	23,51	23,4	82,2	24,4	85,5	22,2	87
	08:00:00	22,53	23,27	24	82,4	24,3	85,6	23,5	83
	09:00:00	33,41	23,69	26	80,1	24,9	86	26,5	72
	10:00:00	41,75	25,13	29,6	75,6	27,1	87,8	28,3	66

	11:00:00	46,39	26,87	32,7	72,2	29,2	87,8	29,9	58
	12:00:00	50,91	28,43	35,1	67,6	30,8	86,3	31,3	54
	13:00:00	53,13	29,57	36,5	62,6	31,9	84,8	31,8	54
	14:00:00	50,75	30,85	37,9	58,8	33	85,7	33	50
	15:00:00	47,41	31,89	38	52,5	33,6	84	33,1	49
	16:00:00	45,39	32,53	37,2	54,5	34	84,6	33	46
	17:00:00	40,67	33,33	37,9	56,1	34,7	82	32,7	46
	18:00:00	32,53	33,63	36,7	64,7	34,8	82,9	30	65
	19:00:00	28,57	32,55	33,9	67,4	33,4	85	27,1	74
	20:00:00	26,67	31,27	31,6	69,8	31,8	80	25,9	79
	21:00:00	25,11	29,99	29,6	70	30	74,5	25,3	80
	22:00:00	24,17	29,03	28,4	71,8	29	78,4	24,5	81
	23:00:00	23,35	28,13	27,4	73,6	28,2	78,4	24,2	82
04/abr	00:00:00	22,77	27,23	26,6	74,5	27,6	79,8	23,7	83
	01:00:00	22,35	26,49	25,9	74,9	27	81,5	23,9	82
	02:00:00	21,55	25,91	25,4	75,4	26,5	81,3	23,9	79
	03:00:00	21,57	25,55	24,9	76,7	25,9	80,8	23	81
	04:00:00	21,27	24,77	24,5	76,9	25,5	80,8	22,1	85
	05:00:00	20,71	24,29	24,1	77,6	25,2	82,1	22,3	83
	06:00:00	20,81	23,81	23,8	78,1	24,8	81,9	22,3	82
	07:00:00	20,45	23,45	23,6	78,6	24,5	82,3	22,4	83
	08:00:00	24,87	23,21	24,2	78,4	24,4	82,2	24,1	78
	09:00:00	33,11	23,79	26,5	76,8	25,2	83,7	26,9	69
	10:00:00	41,11	25,13	29,6	73,6	27,1	84,2	28,6	65
	11:00:00	46,99	26,87	32,6	69,2	29,2	83,2	30,6	61
	12:00:00	49,57	28,17	34,9	63	30,8	80,7	31,9	53
	13:00:00	50,73	29,29	36,2	60,2	31,8	78,1	32,4	52
	14:00:00	50,05	30,31	37	57,4	32,5	75,7	33,4	48
	15:00:00	47,53	31,41	37,8	54,8	33,3	72,5	33	52
	16:00:00	45,71	32,25	37,6	53,5	33,8	74,1	33,2	49
	17:00:00	38,53	32,67	37,6	53,3	34,3	73,4	32,5	53
	18:00:00	32,75	32,91	36,5	58,2	34,3	75,5	30,9	61
	19:00:00	28,57	32,11	33,7	61,6	33,1	79,3	27	78
	20:00:00	26,71	30,93	31,5	64,8	31,6	79,1	26,1	80
	21:00:00	25,25	29,83	29,9	66,8	30,3	78,2	25,5	80
	22:00:00	24,57	28,79	28,7	67,6	29,2	74,3	25,2	77
23:00:00	24,17	27,85	27,7	67,9	28,2	73,3	24,3	81	
05/abr	00:00:00	23,59	27,03	27,1	68,7	27,6	73,8	23,6	83
	01:00:00	22,89	26,43	26,4	69,4	27,1	75,4	23,3	82
	02:00:00	22,59	25,75	25,9	70,1	26,5	75,6	22,4	85
	03:00:00	21,85	25,29	25,5	71,8	26,1	76,7	22,1	85
	04:00:00	21,23	24,75	24,9	73,3	25,7	77,3	23	81
	05:00:00	20,49	24,23	24,4	74	25,2	78,1	22	85
	06:00:00	20,39	23,75	23,9	75,6	24,7	78,6	21,3	88
	07:00:00	20,23	23,29	23,6	76,6	24,3	79,2	21,9	86

	08:00:00	24,69	23,05	24	77,6	24,2	80,2	23,2	82
	09:00:00	32,67	23,69	26,5	75	25	81,5	26,2	72
	10:00:00	39,39	24,95	29,4	70,9	27	81,4	27,6	65
	11:00:00	44,39	26,41	32,1	66,6	28,8	78,3	29,7	62
	12:00:00	49,87	27,81	34	62,9	30,2	77,1	30,3	61
	13:00:00	51,07	29,03	35,8	58,7	31,4	75,1	31,1	57
	14:00:00	52,21	30,17	37	56,6	32,4	74,8	31,8	54
	15:00:00	50,35	31,49	38,1	53,9	33,4	74,5	32,4	55
	16:00:00	44,77	32,69	38,6	51,2	34,4	71,1	32	55
	17:00:00	39,37	33,43	38,2	52,4	35	69,2	31,8	55
	18:00:00	32,55	33,39	36,5	54,9	34,7	69,6	29,9	67
	19:00:00	27,81	32,31	33,5	59,7	33,2	73,7	26,3	81
	20:00:00	26,09	30,93	31,2	61,9	31,4	72,3	25,6	81
	21:00:00	24,95	29,65	29,5	63,5	30	70,9	24,7	84
	22:00:00	24,23	28,59	28,3	64,8	28,9	70,3	24,1	84
	23:00:00	23,47	27,63	27,4	66,2	28,1	71,9	23,4	86
06/abr	00:00:00	22,43	26,79	26,5	68,1	27,3	72,6	23,4	84
	01:00:00	21,71	26,05	25,8	69,1	26,7	73,4	22,8	86
	02:00:00	20,95	25,49	25	70,6	26,1	74,8	23,1	84
	03:00:00	20,71	24,83	24,6	71,4	25,6	74,6	22,3	86
	04:00:00	20,11	24,23	24	72	25,2	75,5	21,7	87
	05:00:00	19,61	23,75	23,5	72,2	24,8	76,8	22,2	84
	06:00:00	19,63	23,35	23,2	73,6	24,4	76,7	22	84
	07:00:00	19,93	23,03	22,9	74,4	24,1	77,7	21,5	86
	08:00:00	25,73	22,83	23,8	75,4	24	78	23,5	79
	09:00:00	33,11	23,51	26,5	73	25,1	79,5	26,4	70
	10:00:00	39,93	24,99	29,5	69,3	27,1	78,8	27,8	65
	11:00:00	45,25	26,53	32,4	64,7	29	76,6	29,3	59
	12:00:00	48,67	27,81	34,2	59,4	30,5	72,3	30,2	58
	13:00:00	49,91	28,99	35,7	54,9	31,6	70,1	31,2	58
	14:00:00	50,27	30,11	36,7	54,2	32,3	66,7	32	51
	15:00:00	47,29	31,27	37,4	51,7	33,1	65,9	32,5	49
	16:00:00	44,31	32,35	37,8	50,5	34	65,4	33,2	49
	17:00:00	39,09	33,07	37,7	52,4	34,6	66,6	32,2	52
	18:00:00	31,89	33,25	36,5	54,8	34,7	68,1	31	60
	19:00:00	28,53	32,25	33,8	57,5	33,2	70	27,1	75
	20:00:00	26,67	31,05	31,6	59,7	31,7	71,5	26	77
	21:00:00	25,23	29,97	29,9	61,4	30,5	70,3	23,4	79
	22:00:00	24,39	28,99	28,6	63,1	29,4	69,8	22,7	81
23:00:00	23,69	28,08	27,7	64,6	28,6	70,4	22,4	82	
12/abr	00:00:00	19,99	23,75	23,9	79,2	24,6	80,3	21,9	91
	01:00:00	19,61	23,33	23,5	79	24,2	80,5	21,5	93
	02:00:00	19,71	23,03	23,1	78,1	24	80,7	21,8	92
	03:00:00	19,57	22,75	23	79,6	23,7	81,7	21,7	93
	04:00:00	19,41	22,43	22,5	79,6	23,5	80,8	21,4	94

	05:00:00	18,81	22,19	22,3	78,7	23,4	80,4	21,2	95
	06:00:00	18,27	21,85	22	78	23,1	80,5	21,4	94
	07:00:00	19,35	21,67	21,9	83,1	22,8	81,6	21,6	93
	08:00:00	22,05	21,57	22,5	78,9	22,9	80,8	22,4	92
	09:00:00	29,91	21,95	23,8	77,4	23,3	81,3	24,4	80
	10:00:00	38,13	22,93	26,4	77	24,7	82,5	26,8	72
	11:00:00	46,15	24,87	30,2	72,4	27,1	80,3	27,8	68
	12:00:00	43,77	26,83	33,1	69,3	29,3	79,7	28,2	62
	13:00:00	46,71	28,33	34,5	58,4	30,7	74,7	28,1	65
	14:00:00	41,59	29,49	34,4	56,7	31,7	73,9	29,6	61
	15:00:00	44,83	30,51	34,6	55	32,2	70,2	29,9	58
	16:00:00	43,41	31,47	36,1	54,3	33,2	68,3	30	56
	17:00:00	37,75	32,25	36,5	53,9	33,7	64,9	30,6	59
	18:00:00	29,71	31,81	34,4	55,2	33,1	66,3	28,6	75
	19:00:00	26,03	30,57	30,7	58,2	30,9	59	25,7	79
	20:00:00	25,11	29,57	29,3	60,7	29,8	64	25	82
	21:00:00	23,65	28,43	27,8	61,7	28,7	64,4	24,5	82
	22:00:00	23,41	27,49	27	63,6	27,7	65,6	24,5	80
	23:00:00	23,03	26,71	26,3	64,5	27,1	67,9	23,8	82
13/abr	00:00:00	22,69	26,15	25,9	66,3	26,6	68,7	23,3	83
	01:00:00	22,11	25,53	25,4	68,4	26,2	70,8	23,6	81
	02:00:00	22,31	25,05	25,2	69,9	25,9	70,6	22,9	86
	03:00:00	22,01	24,63	24,8	71	25,5	71,1	22,2	90
	04:00:00	21,47	24,27	24,5	71,2	25,2	71,5	22,5	86
	05:00:00	20,81	23,81	24,1	72,3	24,8	71,9	22	87
	06:00:00	20,65	23,45	23,8	73,3	24,5	72,5	21,8	87
	07:00:00	20,95	23,15	23,5	73,6	24,2	73	21	91
	08:00:00	25,11	23,05	24,3	73,5	24,3	73,8	23,4	80
	09:00:00	31,41	23,65	26,3	72	25,1	74,6	25,5	72
	10:00:00	37,51	24,87	28,7	68,3	26,8	72,8	27	68
	11:00:00	42,87	26,31	31,3	64	28,5	69,5	28,3	66
	12:00:00	45,41	27,55	33,1	60,1	30	67,3	29,4	62
	13:00:00	45,15	28,71	34,5	57,1	31,1	65,1	30,8	59
	14:00:00	46,63	29,79	35,3	55,1	31,9	60,6	31,5	55
	15:00:00	45,69	30,77	36,3	52,6	32,7	59,8	31,8	48
	16:00:00	36,57	31,41	36,6	50,1	33,3	57,6	31,8	50
	17:00:00	36,09	31,53	35,5	51,8	33	58,7	31	55
	18:00:00	28,95	31,05	33	55,3	32,3	59,8	28,8	61
	19:00:00	26,77	30,33	31,6	57	31,3	61,7	26	73
	20:00:00	25,37	29,31	29,8	58,2	30	61,3	26,2	74
	21:00:00	23,47	28,31	28,3	59,7	28,8	61,6	25,3	75
	22:00:00	22,41	27,29	26,8	63,9	27,6	64	24,6	79
23:00:00	22,29	26,41	25,6	69,5	26,6	66,1	24,7	77	
14/abr	00:00:00	22,57	25,61	25,4	72,3	26,1	69,4	24	78
	01:00:00*	20,65	25,11	24,4	77,3	25,5	81,9	22,3	88

	02:00:00*	19,93	24,29	23,6	80	24,7	86,1	21,5	89
	03:00:00*	19,95	23,63	23,2	83,2	24	87,1	22	89
	04:00:00*	19,29	23,1	22,8	81,2	23,8	86,8	22,1	88
	05:00:00	19,07	22,71	22,6	79,5	23,4	84,8	21,8	89
	06:00:00	18,71	22,29	22,3	79,2	23,1	83,4	21,5	87
	07:00:00	18,71	21,97	22	79	22,8	83,2	21,6	85
	08:00:00	21,83	21,71	22,2	80	22,7	82,7	22,7	81
	09:00:00	31,11	22,11	24,3	78,5	23,4	84,1	24,3	77
	10:00:00	37,45	23,59	27,4	77,4	25,5	83,6	26,8	68
	11:00:00	42,77	25,17	29,8	73,9	27,5	79,6	28,2	67
	12:00:00	45,67	26,37	31,6	70,2	28,8	75,8	29,4	61
	13:00:00	48,61	27,47	33,2	66,2	30	70,9	30,3	57
	14:00:00	47,61	28,71	34,4	62	31	68,5	31,4	53
	15:00:00	47,07	29,83	35,4	58,9	31,9	66	31,6	52
	16:00:00	42,49	30,67	35,9	57	32,5	64,3	31,9	50
	17:00:00	37,01	30,87	35,7	53,9	32,3	63,9	31,4	53
	18:00:00	29,45	30,51	33,6	60,9	31,8	65,8	28,7	72
	19:00:00	26,55	29,65	31,2	65,3	30,7	68	26	80
	20:00:00	25,13	28,69	29,4	66,9	29,5	67,5	25	81
	21:00:00	24,21	27,75	28,1	68	28,4	68,4	24,3	82
	22:00:00	23,51	26,91	27,1	68,7	27,6	69,6	23,9	83
	23:00:00	23,15	26,17	26,4	69,7	26,9	70,3	24	80
15/abr	00:00:00	22,63	25,67	25,9	70,3	26,4	70,7	23,7	81
	01:00:00	22,11	25,11	25,3	71,5	26	72,3	23,6	80
	02:00:00	21,67	24,65	24,8	72,5	25,6	72,6	22,9	82
	03:00:00	21,49	24,21	24,5	73,6	25,2	72,9	22,1	86
	04:00:00	21,07	23,91	24,2	74,9	24,9	74	21,6	88
	05:00:00	21,37	23,53	24	75,6	24,6	75	21	91
	06:00:00	20,23	23,29	23,6	76,1	24,4	76	21	90
	07:00:00	20,11	22,89	23,2	76,9	24	75,7	21,4	88
	08:00:00	24,65	22,69	23,6	77,5	23,8	76,2	23	83
	09:00:00	31,71	23,21	25,8	74	24,7	75,7	26	71
	10:00:00	38,05	24,51	28,6	69,8	26,6	72,9	27,5	64
	11:00:00	43,07	25,97	31,1	66,5	28,5	69,7	29,1	58
	12:00:00	45,89	27,29	33	62,1	29,9	66,7	29,8	57
	13:00:00	48,35	28,43	34,6	59,6	31,2	64,3	31,2	54
	14:00:00	48,73	29,75	35,7	56,8	32,1	63,4	32,1	51
	15:00:00	47,19	30,71	36,3	54,8	32,9	59,1	32,3	50
	16:00:00	42,87	31,27	36,8	53,1	33,2	57,8	32,8	48
	17:00:00	35,13	31,27	36,2	51,7	32,8	56,9	32,1	51
	18:00:00	30,05	30,81	34,2	55,2	32,1	58,3	29,1	60
	19:00:00	26,49	29,79	31,4	58,7	30,9	59	26	74
	20:00:00	24,99	28,79	29,4	60,8	29,5	60,6	25,3	76
	21:00:00	23,97	27,8	28,1	63,4	28,4	63	24,4	81
22:00:00	23,15	26,97	27,1	65,7	27,6	65,2	24,6	80	

	23:00:00	22,53	26,27	26,3	67,5	27	67,5	23,8	83
16/abr	00:00:00	22,05	25,67	25,6	69,3	26,5	68,3	23,5	84
	01:00:00	21,55	25,17	25,1	71	26	70,4	23,3	84
	02:00:00	21,17	24,75	24,6	72,1	25,6	70,6	23,7	81
	03:00:00	20,83	24,29	24,2	73,3	25,3	71,6	23	84
	04:00:00	20,59	23,91	23,8	73,7	24,9	71,8	22,6	86
	05:00:00	20,37	23,53	23,6	74,1	24,6	72,1	22	87
	06:00:00	20,11	23,17	23,3	74,5	24,3	72,5	21,4	89
	07:00:00	20,15	22,89	23,1	75,3	24	72,9	21,7	87
	08:00:00	24,95	22,65	23,7	76,4	23,9	74,1	23,7	79
	09:00:00	32,71	23,39	26,1	73,8	24,9	74,5	25,7	72
	10:00:00	38,59	24,81	29,1	67,4	27	70,4	27,9	63
	11:00:00	43,73	26,31	31,7	62,8	28,9	66,3	29,4	59
	12:00:00	47,45	27,67	33,8	57,7	30,5	61,4	30,1	56
	13:00:00	48,81	28,83	35	53,7	31,5	58,2	31,3	53
	14:00:00	48,51	30,11	35,8	50	32,4	55,4	31,8	45
	15:00:00	43,83	31,05	36,8	48,2	33,3	53,3	31,5	42
	16:00:00	37,33	31,19	35,8	45,9	33,1	47,9	31,8	45
	17:00:00	34,71	31,15	35,6	47,4	32,8	50,3	30,9	48
	18:00:00	28,77	30,51	33,4	51,7	31,9	52,9	28	64
	19:00:00	26,41	29,57	31,1	54,9	30,7	55	25,5	73
	20:00:00	25,13	28,65	29,4	56,2	29,5	56,1	25	73
	21:00:00	24,39	27,69	28,2	57,2	28,5	56	23,9	76
	22:00:00	23,65	26,97	27,3	58,6	27,8	57,3	23,8	73
	23:00:00	23,11	26,27	26,6	59,6	27,2	58,7	23,2	75
17/abr	00:00:00	22,69	25,79	26	61,3	26,8	59,8	23,3	72
	01:00:00	22,47	25,25	25,6	61,8	26,3	60,5	23,2	73
	02:00:00	21,79	24,81	25,1	63,2	26	62	23,4	72
	03:00:00	21,71	24,41	24,8	64	25,6	61,7	23,3	73
	04:00:00	21,21	24,03	24,4	64,8	25,2	62,4	22,6	75
	05:00:00	20,89	23,69	24,1	65,8	24,9	62,9	21,3	81
	06:00:00	23,43	23,33	23,7	66,6	24,6	63,8	22	75
	07:00:00	20,43	22,95	23,5	68	24,2	64,6	21,8	77
	08:00:00	25,17	22,77	24	69,3	24,1	65,9	23,8	70
	09:00:00	32,59	23,45	26,4	66,6	25,2	66,7	26,3	62
	10:00:00	38,87	24,89	29,3	60,4	27,1	62	28,2	56
	11:00:00	44,23	26,47	32,1	56,6	29,1	59,9	29,8	53
	12:00:00	46,23	27,75	34	50,6	30,6	54,4	31	46
	13:00:00	48,89	29,03	35,4	48,2	31,7	53	32,4	43
	14:00:00	48,41	30,11	36,3	45,6	32,7	49,5	33,1	37
	15:00:00	46,73	31,15	37,1	42,7	33,5	46,9	32,8	39
	16:00:00	42,21	31,41	37,3	41,2	33,5	46,2	32,6	40
	17:00:00	37,25	31,25	36,8	41,1	32,9	45,5	31,8	47
	18:00:00	29,37	30,59	34,3	45,8	32,1	48,4	28,4	64
19:00:00	26,59	29,65	31,7	48,9	30,9	50,4	26,5	64	

	20:00:00	25,01	28,65	29,8	50,3	29,6	51,1	24,8	67
	21:00:00	23,97	27,75	28,3	52,6	28,6	52,7	23,2	78
	22:00:00	22,87	26,85	27,2	54,5	27,8	53,9	23,8	70
	23:00:00	22,23	26,11	26,2	55,9	27	55	22,7	74
18/abr	00:00:00	21,51	25,43	25,5	56,7	26,4	55,5	22,3	76
	01:00:00	20,99	24,87	24,8	58	25,8	55,8	21,7	76
	02:00:00	20,27	24,27	24,2	58,9	25,4	56,9	22,3	70
	03:00:00	19,95	23,71	23,7	59,8	24,9	57,9	21,8	72
	04:00:00	19,61	23,23	23,3	61,1	24,4	58,3	21,4	73
	05:00:00	19,23	22,83	22,9	61,5	24,1	59,1	20,7	76
	06:00:00	19,09	22,47	22,5	62,9	23,7	59,8	20,9	74
	07:00:00	19,17	22,11	22,2	63,4	23,5	60,4	20,7	75
	08:00:00	23,97	21,97	22,7	64,4	23,3	61,3	22,8	67
	09:00:00	32,05	22,63	25,4	62,6	24,4	62,1	25,3	62
	10:00:00	40,39	24,29	29	59,1	26,6	60,9	27,6	55
	11:00:00	43,97	26,15	32	55	29	58,5	29,4	49
	12:00:00	49,31	27,79	34,4	50,4	30,7	55,2	30,8	47
	13:00:00	49,13	29,03	36	46,1	32	50,6	31,8	42
	14:00:00	50,45	30,19	36,8	43	32,8	48,1	32,5	43
	15:00:00	48,11	31,33	37,6	41	33,8	46	33	40
	16:00:00	44,53	31,77	37,9	38,8	34	46,6	32,8	37
	17:00:00	36,73	31,69	37,6	40,9	33,5	45,8	31,8	39
	18:00:00	30,47	31,19	35,1	42,8	32,7	46,2	29,2	54
	19:00:00	27,69	30,25	32,5	45,9	31,5	48,2	25	69
	20:00:00	26,11	29,25	30,6	47,3	30,2	48,9	24,2	71
	21:00:00	25,07	28,35	29,1	49,6	29,2	50,5	24,5	66
	22:00:00	23,97	27,45	28	51,5	28,4	51,7	23,2	73
23:00:00	23,33	26,71	27	52,9	27,6	52,8	22,9	72	
27/abr	00:00:00	7,15	9,57	10,3	92,6	10,6	98,6	9,6	88
	01:00:00	7,45	9,15	10,4	93,2	10,6	98,7	9,8	87
	02:00:00	7,45	8,97	10,3	93,6	10,1	96,7	9,9	87
	03:00:00	7,29	8,71	10,2	93,5	10	96,5	9,1	87
	04:00:00	6,43	8,59	9,8	93,6	10	97,4	8,2	91
	05:00:00	6,39	8,15	9,4	93,2	9,5	97,5	7,6	92
	06:00:00	5,07	8,09	9,2	93,2	9,4	98,7	7,5	92
	07:00:00	5,59	7,55	8,6	94	8,8	96,1	7,1	92
	08:00:00	6,75	7,33	9	92,9	8,9	96,5	7,9	92
	09:00:00	10,31	7,47	9,8	91,8	9,1	96	10,1	82
	10:00:00	14,25	7,91	11,2	91,4	9,6	96,1	10,4	75
	11:00:00	20,55	8,61	11,8	90,2	10,4	95,6	10,3	75
	12:00:00	16,65	9,15	13,3	85,5	11,2	94,3	11,7	70
	13:00:00	16,95	9,43	13,6	86,8	11,5	94,2	12,4	66
	14:00:00	19,61	9,75	13,6	86,3	11,9	92,8	12,9	62
	15:00:00	21,77	9,99	13,4	86,7	11,6	92,9	12,8	57
16:00:00	9,61	9,81	12,9	84,3	11,5	91,5	12,4	59	

	17:00:00	11,09	9,47	12,1	85,3	10,7	90,3	12	64
	18:00:00	7,19	9,39	11,3	85,2	10,6	91,4	11,2	70
	19:00:00	5,07	9,11	10,1	87,5	10,4	92,2	10,6	73
	20:00:00	4,37	8,59	9,1	86,5	9,7	90,8	9,1	84
	21:00:00	3,79	8,23	8,6	88,9	9,4	91,9	10	75
	22:00:00	3,07	7,73	8,1	89,7	9	92,8	8,2	83
	23:00:00	2,99	7,33	7,7	89,8	8,7	93,1	6,8	90
28/abr	00:00:00	2,55	6,97	7,4	90,4	8,3	92,1	7,3	84
	01:00:00	2,77	6,57	7,2	90,5	8,2	93,4	7,8	81
	02:00:00	3,23	6,33	7,2	90,7	8	92,9	7,9	81
	03:00:00	3,03	6,21	7,2	90,8	8	94,9	8,2	75
	04:00:00	2,39	6,11	7,1	91	7,9	93,6	8,2	74
	05:00:00	1,85	5,95	6,7	91,4	7,8	94,6	7,8	76
	06:00:00	2,35	5,59	6,5	92	7,6	94,3	7,8	76
	07:00:00	2,59	5,45	6,5	92,1	7,3	93,4	7,9	77
	08:00:00	3,23	5,33	6,5	91,9	7,2	94,2	8,2	75
	09:00:00	11,99	5,55	8,1	88,8	7,6	92,2	10,2	70
	10:00:00	22,11	6,87	10,6	83,8	9,3	93,8	12,5	63
	11:00:00	25,29	8,19	12,5	76	10,8	88,9	13,2	56
	12:00:00	30,81	9,63	14,7	71,9	12,4	91,8	14	52
	13:00:00	27,35	10,99	16,2	69,7	13,8	90,8	15,1	51
	14:00:00	28,13	12,37	17,2	76,1	14,9	95,2	16	49
	15:00:00	27,41	12,95	17,9	85,4	15,5	95,1	16,8	49
	16:00:00	16,99	13,17	17	72,4	15,5	92	16	53
	17:00:00	15,05	13,11	15,9	76,2	14,8	87,1	15,4	56
	18:00:00	11,41	12,97	15	87	14,4	93,4	13,8	61
	19:00:00	9,39	12,23	13,1	84,3	13,4	88,9	11	76
	20:00:00	7,79	11,81	11,9	86,7	12,7	89,7	9,4	87
	21:00:00	7,77	11,31	11,4	86,3	12,3	90,1	9,8	85
	22:00:00	7,59	10,83	11	86,7	11,8	91,7	9,2	87
23:00:00	7,37	10,47	10,5	86,3	11,3	89	10,1	81	
29/abr	00:00:00	7,01	9,99	10,2	87,4	10,9	88,8	10	81
	01:00:00	5,93	9,71	10	90	10,9	92,3	7,8	89
	02:00:00	5,59	9,39	9,4	90,5	10,4	91,5	9,2	85
	03:00:00	5,05	9,03	9,2	89,7	10,2	91,4	8,3	90
	04:00:00	5,07	8,71	9	90,5	10	93,4	6,6	92
	05:00:00	5,05	8,47	8,7	90,5	9,9	93	6,7	91
	06:00:00	4,05	8,19	8,5	90,2	9,5	91,2	6,4	94
	07:00:00	3,63	7,87	7,9	90,8	9,3	92,4	5,3	94
	08:00:00	9,35	7,77	8,5	90,6	9,3	92,7	8,1	93
	09:00:00	18,95	8,05	10,6	88,6	9,8	94,3	10,7	83
	10:00:00	26,85	9,91	14,4	85,3	12,1	96,4	13,2	68
	11:00:00	30,39	12,33	17,7	76,3	14,6	99,8	16,4	57
	12:00:00	35,05	14,19	20,7	74,7	16,9	99,9	17,5	53
	13:00:00	32,99	16,11	22	74,2	18,6	99,6	18,8	44

	14:00:00	34,77	17,11	22,4	72,8	19,4	95,2	19,3	46
	15:00:00	28,27	17,75	22,8	75	19,9	89,5	19,7	46
	16:00:00	17,01	17,37	20,6	78	19,2	89,7	18,8	42
	17:00:00	14,59	16,29	18,4	79	17,7	89,1	18,2	52
	18:00:00	12,17	15,75	16,6	84,6	16,5	90,8	15,8	58
	19:00:00	10,17	14,91	15	87,5	15,6	93,5	12,1	73
	20:00:00	9,21	13,85	13,6	86,2	14,3	90,2	10,9	79
	21:00:00	7,61	13,11	12,5	84,6	13,8	89,9	10,5	79
	22:00:00	8,47	12,29	11,9	88,5	13	90,6	10,4	81
	23:00:00	8,15	11,81	11,6	87,1	12,6	90,1	11	79
30/abr	00:00:00	7,33	11,37	11,1	87,8	12,1	89,1	10,3	80
	01:00:00	6,93	10,99	10,8	88,1	11,8	89,5	9,1	88
	02:00:00	6,33	10,55	10,2	89,4	11,2	89,5	9,3	87
	03:00:00	5,81	10,05	9,9	89	10,8	88,6	8	90
	04:00:00	5,45	9,57	9,4	89	10,5	89,3	7,5	91
	05:00:00	4,57	9,15	8,9	89	9,9	88,3	7,2	90
	06:00:00	3,97	8,75	8,5	89,4	9,6	89,1	6,3	92
	07:00:00	3,89	8,37	8,1	90	9,3	89,5	6,1	93
	08:00:00	8,45	8,13	8,4	90,3	9,2	90,1	8,2	91
	09:00:00	16,91	8,47	10,7	86,1	10	90,3	10,9	78
	10:00:00	22,93	9,85	13,3	77,5	11,9	87,2	12,8	66
	11:00:00	28,45	11,09	15,6	70,9	13,6	84,7	14,9	59
	12:00:00	33,27	12,57	17,8	69,2	15,2	89,4	17,1	51
	13:00:00	31,11	13,71	18,8	64,4	16,4	87	19	38
	14:00:00	28,75	14,59	20	74,7	17,5	85,5	18,9	35
	15:00:00	22,65	15,35	19,7	57,1	17,6	81,5	19,6	39
	16:00:00	14,81	15,25	17,8	65,8	17,1	81,6	19,6	34
	17:00:00	12,83	14,81	16,4	69,6	16	80,6	18,1	40
	18:00:00	10,19	14,31	14,8	76,4	15,1	82	14,7	56
	19:00:00	8,51	13,61	13,4	78,2	14,3	81,9	10,9	75
	20:00:00	7,59	12,83	12,3	78,6	13,5	81,9	9,8	78
	21:00:00	6,53	12,09	11,3	80,5	12,8	83,5	9,9	78
	22:00:00	5,55	11,41	10,6	83,5	12,1	85,1	8,7	85
23:00:00	4,85	10,57	9,9	81	11,3	82,4	8,2	85	
01/mai	00:00:00	4,59	9,77	9,2	83,8	10,5	83,4	9,9	72
	01:00:00	4,05	9,15	8,7	83,2	9,9	83,5	7,3	85
	02:00:00	3,55	8,71	8,5	83,4	9,6	84,3	7,5	84
	03:00:00	2,85	8,27	7,9	84	9,3	84,5	5,8	88
	04:00:00	2,31	7,87	7,5	86,2	9	87,7	5,6	86
	05:00:00	2,27	7,55	7,4	84,7	8,7	87,4	5,4	89
	06:00:00	1,93	7,11	7,1	83,9	8,2	84,3	4,2	93
	07:00:00	1,55	6,75	6,7	86,2	8,2	88,2	3,6	88
	08:00:00	6,57	6,39	6,7	87,7	8	87,4	6,1	86
	09:00:00	15,75	6,97	9,4	84,7	8,9	86,6	9,2	77

10:00:00	24,21	8,55	13,2	82,5	11,3	89,6	13,3	58
11:00:00	30,05	10,75	16,9	79,2	14,1	88,6	16,2	47
12:00:00	35,19	12,71	19,8	75,3	16,2	88,2	18,3	39
13:00:00	31,89	14,41	21,6	70,4	17,9	87,3	19,8	31
14:00:00	36,21	15,97	22,7	74,2	19,2	86,7	21,6	27
15:00:00	34,85	17,33	23,9	72,7	20,3	86,2	22,1	26
16:00:00	18,27	17,75	21,9	76,4	20,4	88,8	21,6	28
17:00:00	16,99	17,25	20,1	79,4	19,4	89,8	21,1	35
18:00:00	14,39	16,89	18,6	87	18,5	89,3	16,5	60
19:00:00	12,09	16,17	16,8	86,2	17,6	88,1	12,9	70
20:00:00	10,75	15,25	15,2	86,2	16,5	84,4	11,8	73
21:00:00	10,05	14,45	14,3	85,6	15,5	84,2	11,4	73
22:00:00	9,81	13,65	13,5	83,3	14,7	82,6	10,7	71
23:00:00	9,15	13,01	13	82,2	14,1	82,4	10	68

* Chovendo no momento da medição

**APÊNDICE D – RESULTADO DO TESTE DE TUKEY PARA
TEMPERATURAS MÁXIMAS**

=====

ASSISTAT Versão 7.7 beta (2016) - Homepage <http://www.assistat.com>
Por Francisco de A. S. e Silva - UFCG-Brasil - Atualiz. 01/03/2016

=====

Arquivo resultado_maxima.txt Data 11/05/2016 Hora 13:27:48

EXPERIMENTO INTEIRAMENTE CASUALIZADO

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	1	3254.33567	3254.33567	46.3862 **
Resíduo	36	2525.66741	70.15743	
Total	37	5780.00308		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
1	36	7.3969	46.3862	<.0001

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de tratamento

1	46.08789 a
2	27.57947 b

dms = 5.51495

MG = 36.83368

CV% = 22.74

Ponto médio = 32.33000

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Normalidade dos dados (alfa = 5%)

Teste (Estatística)	Valor	p-valor	Normal
Shapiro-Wilk (W)	0.90810	0.00435	Não

OBSERVAÇÕES

Estes resultados terão validade se só se as exigências da ANOVA foram atendidas, ela não é apenas cálculos para dados quaisquer

O Assistat não é responsável por resultados incoerentes devidos a utilização inadequada de análise ou teste, feita pelo usuário

Quando F se aproxima mas não atinge a significância mesmo assim o Teste de Tukey poderá encontrar diferença significativa entre a maior e a menor média e também poderá ocorrer o inverso. Esse caso é previsto na literatura e também ocorre com outros testes de comparação. Não entenda essa ocorrência como erro na análise

SIGLAS E ABREVIACÕES

FV = Fonte de variação GL = Graus de liberdade
 SQ = Soma de quadrado QM = Quadrado médio
 F = Estatística do teste F MG = Média geral
 CV% = Coeficiente de variação em %
 dms = Diferença mínima significativa

REFERÊNCIAS DO ASSISTAT

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA:

American

Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: Anais...

Orlando:

American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006.

p.393-396.

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.4,n.1,

p71-78,2002.

Silva, F.de A.S.e. The ASSISTAT Software: statistical assistance.

In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 6,

Cancun, 1996. Anais... Cancun: American Society of Agricultural Engineers, 1996. p.294-298.

**APÊNDICE E – RESULTADO DO TESTE DE TUKEY PARA
TEMPERATURAS MÍNIMAS**

=====

ASSISTAT Versão 7.7 beta (2016) - Homepage <http://www.assistat.com>

Por Francisco de A. S. e Silva - UFCG-Brasil - Atualiz. 01/03/2016

=====

Arquivo resultado_minimas.txt Data 11/05/2016 Hora 13:29:55

EXPERIMENTO INTEIRAMENTE CASUALIZADO

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	1	97.47209	97.47209	1.8517 ns
Resíduo	36	1894.96829	52.63801	
Total	37	1992.44039		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
1	36	4.1134	1.8517	0.1819

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de tratamento

1	14.76895 a
2	17.97211 a

dms = 4.77700

MG = 16.37053

CV% = 44.32

Ponto médio = 12.37000

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Normalidade dos dados (alfa = 5%)

Teste (Estatística)	Valor	p-valor	Normal
Shapiro-Wilk (W)	0.79608	0.00001	Não

OBSERVAÇÕES

Estes resultados terão validade se só se as exigências da ANOVA foram atendidas, ela não é apenas cálculos para dados quaisquer

O Assistat não é responsável por resultados incoerentes devidos a utilização inadequada de análise ou teste, feita pelo usuário

Quando F se aproxima mas não atinge a significância mesmo assim o Teste de Tukey poderá encontrar diferença significativa entre a maior e a menor média e também poderá ocorrer o inverso. Esse caso é previsto na literatura e também ocorre com outros testes de comparação. Não entenda essa ocorrência como erro na análise

SIGLAS E ABREVIações

FV = Fonte de variação GL = Graus de liberdade

SQ = Soma de quadrado QM = Quadrado médio

F = Estatística do teste F MG = Média geral

CV% = Coeficiente de variação em %

dms = Diferença mínima significativa

REFERÊNCIAS DO ASSISTAT

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: Anais... Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. p.393-396.

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.4,n.1, p71-78,2002.

Silva, F.de A.S.e. The ASSISTAT Software: statistical assistance. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 6, Cancun, 1996. Anais... Cancun: American Society of Agricultural Engineers, 1996. p.294-298.