

# Programa de Pós-Graduação em **Engenharia Civil e Ambiental**

Universidade Federal de Campina Grande  
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais  
Departamento de Engenharia Civil

**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO TÉRMICO DO FORRO DE RESÍDUO DE  
COMPOSTO EVA+SBR EM HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL  
NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE -PB**

**MARIANA PORTO VIANA**

**Campina Grande**  
**Data: MAIO/2011**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS - CTRN  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GEOTECNIA

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO TÉRMICO DO FORRO DE RESÍDUO DE  
COMPOSTO EVA+SBR EM HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL  
NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE - PB

MARIANA PORTO VIANA

CAMPINA GRANDE - PB

MAIO/2011



MARIANA PORTO VIANA

**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO TÉRMICO DO FORRO DE RESÍDUO DE  
COMPOSTO EVA+SBR EM HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL  
NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE – PB**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia civil e ambiental, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do curso, para obtenção do título de Mestre.

**Orientador: Prof. Dr. João Batista Queiroz de Carvalho**  
**Orientador: Prof. Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento**

CAMPINA GRANDE - PB

MAIO/2011



MARIANA PORTO VIANA

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO TÉRMICO DO FORRO DE RESÍDUO DE COMPOSTO EVA+SBR EM HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE - PB

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCC

V614a Viana, Mariana Porto.  
**Análise do Comportamento Térmico do Forro de Resíduo de Composto EVA + SBR em Habitação de Interesse Social na Cidade de Campina Grande – PB / Mariana Porto Viana. – Campina Grande, 2011. 143 f. ; il. col.**

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.  
Referências.

Orientadores: Prof. Dr. João Batista Queiroz de Carvalho, Prof. Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento.

Orientador Prof. Dr. João Batista Queiroz de Carvalho  
Orientador Prof. Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento  
1. Habitação de Interesse Social. 2. Resíduo EVA+SBR. 3. Forro. 4. Conforto Térmico. I. Título.

CDU – 620.171(043)

CAMPINA GRANDE - PB

MAR 2011

MARIANA PORTO VIANA

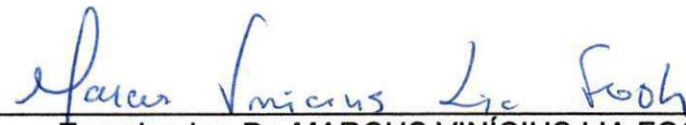
ANÁLISE DO COMPORTAMENTO TÉRMICO DO FORRO DE RESÍDUO DE  
COMPOSTO EVA+SBR EM HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL  
NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE – PB

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 30/05/2011

BANCA EXAMINADORA

  
Orientador: Dr. JOÃO BATISTA QUEIROZ DE CARVALHO  
Departamento de Engenharia Civil  
Universidade Federal de Campina Grande

  
Orientador: Dr. JOSÉ WALLACE BARBOSA DO NASCIMENTO  
Departamento de Engenharia Agrícola  
Universidade Federal de Campina Grande

  
Examinador: Dr. MARCUS VINÍCIUS LIA FOOK  
Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais  
Universidade Federal de Campina Grande

  
Examinadora: Msc. MIRIAM DE FARIAS PANET  
Departamento de Engenharia de Produção  
Universidade Federal de Campina Grande



"Sê humilde para evitar o orgulho,  
mas voa alto para alcançar a  
sabedoria."

Santo Agostinho

A meus pais (*Maria Emilia e José Marcos*), minhas irmãs (*Anna Paula e Maira*), meu cunhado (*Yuri*), meu avô (*Antônio Viana*) e aos demais que tanto me incentivaram e junto comigo acreditaram na minha conquista, DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

Antes e acima de tudo a **Deus**, essência de nossa existência, por ter me concedido o dom da vida e a graça de conquistar cada passo na minha caminhada.

A **minha família**, bem divino que me guia e orienta, razão do que hoje sou, com quem tanto compartilho e aprendo.

Ao professor **Dr. João Batista Queiroz de Carvalho**, pela orientação e auxílio oferecidos durante as várias etapas de desenvolvimento desta pós-graduação.

Ao professor **Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento**, pela orientação, confiança, atenção e dedicação para comigo, durante toda pesquisa.

A secretária **Josete Barros**, pela atenção e amizade.

Ao funcionário do laboratório **Jadilson**, sempre a disposição quando foi solicitado.

Aos companheiros de turma **Solange Maria da Rocha, Virgiane Mélo e José de Arimatéia Almeida**, com os quais dividi momentos importantes durante todo o mestrado.

Aos amigos **Nerandi Camerini e Tiago Araújo** pelo essencial apoio e demonstração sincera do desejo da minha conquista.

Ao colega **Bergson Guedes**, pela disposição e partilha de conhecimentos.

Ao vizinho e amigo **Crisóstimo** pelo auxílio e atenção em todas as fases da pesquisa.

A **Maria Cândida Dionízio, Taciana Lima, Luciana Mota, Vitória Gonçalves, Mayara Magna**, ao meu círculo **Unidos Pela Fé** e todos os demais amigos, por tudo aquilo que partilhamos na certeza da amizade e companheirismo verdadeiros.

A todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho.



## **BIOGRAFIA DA AUTORA**

Mariana Porto Viana, filha de José Marcos Gonçalves Viana e Maria Emília Porto Viana, nasceu em 11 de março de 1985.

Em 2003, iniciou o Curso de Arquitetura e Urbanismo na Universidade Federal da Paraíba, em João Pessoa – PB, diplomando-se em 2008.

Em março de 2009, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande, em Campina Grande – PB.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE SÍMBOLOS

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO.....	01
1.1 – Objetivo Geral.....	05
1.2 – Objetivo Específico.....	05
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	06
2.1 – Conforto Térmico.....	07
2.2 – Transferência de Calor em Coberturas.....	08
2.2.1 – Alguns Tipos de Telha.....	12
2.2.2 – Estratégias arquitetônicas para eficiência energética das edificações..	13
2.2.3 – Conceito de Isolamento Térmico.....	15
2.3 – Índices Térmicos ambientais.....	16
2.4 – Habitação de interesse social.....	17
2.5 – Modelos reduzidos.....	18
2.6 – Desenvolvimento sustentável/Reciclagem de resíduos sólidos.....	19
2.7 – Resíduo de Composto de Copolímero (Etileno-Acetato de Vinila) – EVA....	26
2.8 – Resíduo de Composto de Copolímero (Estireno Butadieno) – SBR.....	28
2.9 – Materiais alternativos na construção civil.....	30
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
3.1 – Aplicação de questionário de avaliação do nível de satisfação dos moradores.....	34
3.2 – Caracterização climática de Campina Grande.....	35
3.3 – Características de edificação de habitação de interesse social.....	36

3.4 – Características dos modelos reduzidos.....	38
3.5 – Produção das placas.....	41
3.5.1 – Granulometria.....	42
3.5.2 – Preparo das placas.....	44
3.6 – Instalação do modelo reduzido no local da pesquisa.....	46
3.6.1 – Utilização das placas no modelo reduzido.....	47
3.7 – Instrumentação para coleta de dados.....	48
3.7.1 – Sensores.....	50
3.8 – Cálculo dos índices.....	52
3.8.1 – Índice de Temperatura e Umidade (ITU).....	52
3.8.2 – Índice de Bulbo Úmido e Globo Negro (IBUTG).....	53
3.8.3 – Correção do valor de IBUTG.....	55
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
4.1 – Avaliação do nível de satisfação dos moradores.....	57
4.2 – Análise da eficiência do forro EVA+SBR, através de avaliação de conforto térmico.....	65
4.2.1 – Unidades do pavimento superior.....	66
4.2.1.1 – Temperatura da superfície superior e inferior da telha e do forro.....	66
4.2.1.2 – Temperatura Ambiente (Temperatura de Bulbo Seco – TBS).....	71
4.2.1.3 – Temperatura de Globo Negro (TGN).....	74
4.2.1.4 – Temperatura de Bulbo Úmido (TBU).....	76
4.2.1.5 – Índice de Temperatura e Umidade (ITU).....	78
4.2.1.6 – Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo (IBUTG).....	81
4.2.2 – Unidades do pavimento térreo.....	84
4.3 – Informações adicionais.....	85
5. CONCLUSÕES.....	86
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
7. ANEXOS.....	99
7.1 – Anexo I – NR 15.....	100
7.2 – Anexo II – Questionário de avaliação de nível de satisfação	



dos moradores.....	104
7.3 – Anexo III – Projeto arquitetônico do bloco de habitação popular usado como referência.....	106
7.4 – Anexo IV – Projeto do modelo reduzido utilizado na pesquisa.....	110
7.5 – Anexo V – Gráficos do pavimento térreo.....	112
7.5.1 – Temperatura Ambiente (Temperatura de Bulbo Seco – TBS).....	113
7.5.2 – Temperatura de Globo Negro (TGN).....	114
7.5.3 – Temperatura de Bulbo Úmido (TBU).....	115
7.5.4 – Índice de Temperatura e Umidade (ITU).....	116
7.5.5 – Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo (IBUTG).....	117
7.6 – Anexo VI – Gráficos adimensionais.....	118
7.7 – Anexo VII – Tabela com temperaturas máximas e mínimas atingidas nas unidades do pavimento superior.....	123
7.7.1 – Temperatura da Superfície Superior e Inferior da Telha.....	124
7.7.2 – Temperatura da Superfície Superior e Inferior do Forro.....	128
7.7.3 – Temperatura Ambiente (Temperatura de Bulbo Seco – TBS).....	132
7.7.4 – Temperatura de Globo Negro (TGN).....	136
7.7.5 – Temperatura de Bulbo Úmido (TBU).....	140

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Representação das trocas de calor em um telhado.....	10
Figura 02 – Representação das trocas de calor em um forro.....	10
Figura 03 – Resíduos de Composto EVA separador por cor, estocados em galpão fabril.....	24
Figura 04 – Resíduos de Composto EVA de cores variadas, estocados em galpão fabril.....	24
Figura 05 – Placas de resíduos de Composto EVA estocados em galpão fabril.....	25
Figura 06 – Resíduo de Composto EVA.....	28
Figura 07 – Resíduo de Composto SBR.....	29
Figura 08 – Conjunto Habitacional Novo Araxá.....	36
Figura 09 – Conjunto Habitacional do Pedregal.....	36
Figura 10 – Planta baixa do pavimento superior da habitação.....	37
Figura 11 – Planta baixa do pavimento superior do modelo reduzido.....	38
Figura 12 – Vista interna do modelo reduzido.....	39
Figura 13 – Vista frontal do modelo reduzido em fase de teste.....	40
Figura 14 – Vista posterior do modelo reduzido em fase de teste.....	40
Figura 15 – Resíduo EVA utilizado.....	41
Figura 16 – Resíduo SBR utilizado.....	41
Figura 17 – Agitador mecânico.....	42
Figura 18 – Peneiras granulométricas.....	43
Figura 19 – Forma utilizada na pesquisa.....	44
Figura 20 – Conjunto (forma com resíduo+carga).....	45
Figura 21 – Placa de EVA+SBR.....	45
Figura 22 – Modelo reduzido instalado na posição Norte-Sul.....	46
Figura 23 – Modelo reduzido instalado na posição Leste-Oeste.....	46
Figura 24 – Suporte para aplicação das placas no modelo (vista superior, que fica voltada para cobertura).....	47
Figura 25 – Vista das placas voltada para o interior do modelo.....	47
Figura 26 – Estação Meteorológica da Unidade Acadêmica de Meteorologia da UFCG.....	48
Figura 27 – Datalogger CR 1000 com placa multiplexadora.....	49
Figura 28 – Desenho ilustrativo do corte BB com a instalação do sensor de bulbo seco no modelo reduzido.....	50
Figura 29 – Desenho ilustrativo do corte BB com a instalação do sensor de globo negro no modelo reduzido.....	51
Figura 30 – Desenho ilustrativo do corte BB com a instalação do sensor de bulbo úmido no modelo reduzido.....	52
Figura 31 – Avaliação dos moradores quanto à área dos dormitórios.....	60

Figura 32 – Avaliação dos moradores quanto à área da cozinha/serviço.....	60
Figura 33 – Avaliação dos moradores quanto à área da sala.....	61
Figura 34 – Avaliação dos moradores quanto à temperatura do apartamento no verão.....	62
Figura 35 – Avaliação dos moradores quanto à temperatura do apartamento no inverno.....	62
Figura 36 – Avaliação dos moradores quanto à luz natural da sala e dos dormitórios.....	63
Figura 37 – Avaliação dos moradores quanto à luz natural da cozinha.....	63
Figura 38 – Avaliação dos moradores quanto à ventilação natural do banheiro.....	64
Figura 39 – Avaliação dos moradores quanto à ventilação natural da cozinha.....	64
Figura 40 – Avaliação dos moradores quanto à ventilação natural da sala e dos dormitórios.....	65
Figura 41 – Valores médios da temperatura superior e inferior da telha, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período frio.....	67
Figura 42 – Valores médios da temperatura superior e inferior da telha, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, período frio.....	67
Figura 43 – Valores médios da temperatura superior e inferior da telha, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período quente.....	68
Figura 44 – Valores médios da temperatura superior e inferior da telha, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, no período quente.....	68
Figura 45 – Valores médios da temperatura superior e inferior do forro, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período frio.....	69
Figura 46 – Valores médios da temperatura superior e inferior do forro, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, no período frio.....	69
Figura 47 – Valores médios da temperatura superior e inferior do forro, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período quente.....	70
Figura 48 – Valores médios da temperatura superior e inferior do forro, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, no período quente.....	70
Figura 49 – Valores médios da temperatura ambiente, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período frio.....	71
Figura 50 – Valores médios da temperatura ambiente, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, no período frio.....	72
Figura 51 – Valores médios da temperatura ambiente, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período quente.....	72
Figura 52 – Valores médios da temperatura ambiente, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, no período quente.....	73
Figura 53 – Valores médios da temperatura de globo negro, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período frio.....	74
Figura 54 – Valores médios da temperatura de globo negro, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, no período frio.....	74



Figura 55 – Valores médios da temperatura de globo negro, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período quente.....	75
Figura 56 – Valores médios da temperatura de globo negro, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, no período quente.....	75
Figura 57 – Valores médios da temperatura de bulbo úmido, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período frio.....	76
Figura 58 – Valores médios da temperatura de bulbo úmido, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, no período frio.....	76
Figura 59 – Valores médios da temperatura de bulbo úmido, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período quente.....	77
Figura 60 – Valores médios da temperatura de bulbo úmido, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, no período quente.....	77
Figura 61 – Valores médios do índice de temperatura e umidade, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período frio.....	78
Figura 62 – Valores médios do índice de temperatura e umidade, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, no período frio.....	78
Figura 63 – Valores médios do índice de temperatura e umidade, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período quente.....	79
Figura 64 – Valores médios do índice de temperatura e umidade, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, no período quente.....	79
Figura 65 – Valores médios do índice de temperatura de bulbo úmido e globo negro, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período frio.....	81
Figura 66 – Valores médios do índice de temperatura de bulbo úmido e globo negro, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, no período frio.....	81
Figura 67 – Valores médios do índice de temperatura de bulbo úmido e globo negro, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período quente.....	82
Figura 68 – Valores médios do índice de temperatura de bulbo úmido e globo negro, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, no período quente.....	82

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Resultado do ensaio granulométrico.....	43
Tabela 02 – Tabela do regime de trabalho intermitente, desenvolvida em função do IBUTG.....	54
Tabela 03 – Gênero do entrevistado.....	57
Tabela 04 – Idade do entrevistado.....	57
Tabela 05 – Tempo de Moradia em Campina Grande.....	57
Tabela 06 – Escolaridade.....	58
Tabela 07 – Estado civil do chefe de família.....	58
Tabela 08 – Número de pessoas residentes na habitação.....	58
Tabela 09 – Fonte de renda.....	59
Tabela 10 – Faixa salarial do chefe da família.....	59

## LISTA DE SÍMBOLOS

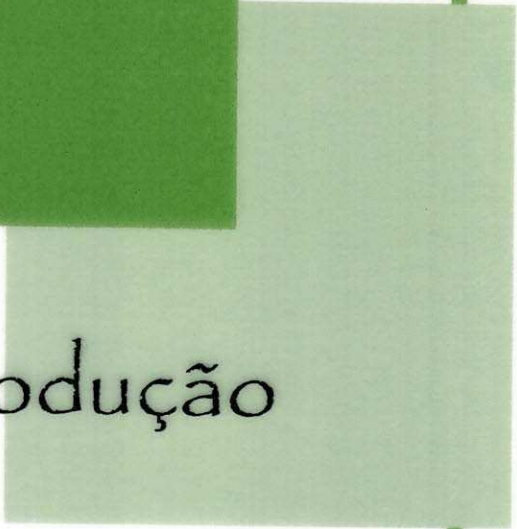
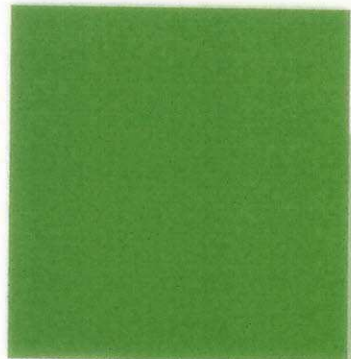
ACF – Abaixo da Unidade Com Forro  
ANTAC – Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído  
APO – Avaliação Pós-Ocupação  
ASF – Abaixo da Unidade Sem Forro  
CF – Com Forro  
CTR – Carga Térmica de Radiação  
ESBR – SBR produzido por polimerização em emulsão  
EVA – Etileno-Acetato de Vinila  
GRS – Government Rubber-Styrene  
HSI – Índice de Stress por Calor  
IBUTG – Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo  
ITS – Índice de Stress Térmico  
ITU – índice de Temperatura e Umidade  
MME – Ministério de Minas e Energia  
P4SR – Taxa de Suor estimada para 4 horas  
PEP – Plano Empresarial Popular  
PMCG – Prefeitura Municipal de Campina Grande  
PROHAP – Programa de Habitação Popular  
RSI – Índice Relativo De Tensão  
SBR – Co-polímero Estireno Butadieno Rubber  
SF – Sem Forro  
SSBR – SBR produzido por polimerização em solução  
SWreq – taxa requerida de suor  
TAR – Relação de Aceitação Térmica  
TBS – Temperatura de Bulbo Seco  
TBU – Temperatura de Bulbo Úmido  
TGN – Temperatura de Globo Negro  
TSI – Índice de Tensão Térmica  
SIF – Superfície Inferior do Forro  
SIT – Superfície Inferior da Telha  
SSF – Superfície Superior do Forro  
SST – Superfície Superior da Telha  
UFCG – Universidade Federal de Campina Grande

VIANA, Mariana Porto. **Análise do Comportamento Térmico do Forro de Resíduo de Composto EVA+SBR em Habitação de Interesse Social na Cidade de Campina Grande – PB.** 2011. 143 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB.

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo geral avaliar o comportamento térmico do forro do composto de Copolímero (Etileno-Acetato de Vinila) – EVA + Copolímero (Estireno Butadieno) – SBR, em edificações de habitação de interesse social. A pesquisa foi realizada em um modelo reduzido de um bloco da habitação, que contém quatro unidades habitacionais (duas térreas e duas no pavimento superior). Tal modelo foi produzido na classe geometricamente similar, em escala de 1:5, estruturado em folhas de madeira compensada, com cobertura em telha de cimento-amianto. A coleta de dados foi feita nas quatro unidades, sendo, no pavimento superior, uma com o forro (CF) e outra sem forro (SF). O registro dos dados foi feito tanto no período frio, como no quente, sendo 45 dias com o modelo no sentido Norte-Sul e 45 dias com o modelo no sentido Leste-Oeste, em intervalos de vinte em vinte minutos, estando os sensores na parte interna e na superfície da cobertura do modelo. O fio termopar tipo T, captou dados referentes às seguintes variáveis: temperatura da superfície superior da telha (SST), temperatura da superfície inferior da telha (SIT), temperatura da superfície superior do forro (SSF), temperatura da superfície inferior do forro (SIF), bulbo seco (temperatura ambiente), bulbo úmido e globo negro. Com base nos dados coletados, foi determinado o comportamento do ambiente no interior dos modelos reduzidos CF e SF, com o auxílio dos seguintes índices: índice de temperatura e umidade (ITU) e índice de bulbo úmido e temperatura de globo (IBUTG). Nas condições em que este trabalho foi realizado, e com os resultados obtidos, conclui-se que a presença do forro do composto em questão proporciona conforto térmico nas edificações de habitação de interesse social, reduzindo a temperatura do ambiente nos períodos mais críticos de calor e conservando o ambiente aquecido por mais tempo, nos períodos mais frios.

Palavras chaves: habitação de interesse social, resíduo EVA+SBR, forro, conforto térmico.



Introdução



## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Mascaró (1991), tempo é o estado atmosférico em certo momento, considerado em relação a todos os fenômenos meteorológicos: temperatura, vento, umidade, entre outros. Esse estado é essencialmente variável. Entretanto num determinado lugar, em meio às essas contínuas mudanças, distingue-se algo de constante, de previsível, que constitui o que se chama CLIMA.

Já Olgay (1963) *apud* Almeida Júnior (2005) afirma que o tempo é um conjunto de todas as variáveis meteorológicas, em um dado momento, e que os elementos aparecem em combinação. Dado o fato de que na sua obra o propósito geral é o estudo das sensações do conforto humano, os elementos que mais afetam esse conforto são temperatura, radiação e ventos; tratando de forma diferenciada os efeitos da umidade, tais como: chuva, névoa, neve, geada e pressão de vapor.

O clima local deve ser entendido como importante condicionante na elaboração e avaliação de projetos arquitetônicos e urbanos. Cabe, portanto, à arquitetura, entre outros aspectos a se considerar no projeto, neutralizar as condições climáticas desfavoráveis e potencializar as favoráveis, dando máxima satisfação possível às exigências humanas sobre o conforto térmico com base nos princípios do condicionamento natural (HERTZ, 1998 *apud* TORRES, 2006).

O conforto ambiental tem se mostrado um assunto bastante atual e controverso nas últimas décadas e tem recebido atenção especial de muitos estudiosos, motivados pela crise energética mundial que propicia trabalhos que busquem maneiras de economizar energia resfriando ou aquecendo o ambiente conforme a região climática do local, adequando novos materiais e técnicas que garantam o conforto dos usuários.



O desenvolvimento e estabelecimento de metodologias para avaliar o desempenho térmico e energético de edificações tem sido uma preocupação de pesquisadores envolvidos com a qualidade do ambiente construído (LEMOS & BARBOSA, 1999).

De acordo com Pacheco (2007), as culturas do viver, do construir, do ocupar e do habitar são as principais temáticas ou referências conceituais que envolvem conforto térmico em teoria, prática e aplicabilidade.

A questão da habitação popular brasileira é um tema que se agrava cada vez mais. Nos conjuntos habitacionais, a casa-padrão é projetada para um morador abstrato, cuja única referência concreta considerada é a sua condição social de membro e de classe definida pelo seu nível de renda. Propõe-se apenas uma moradia economicamente indiferenciada e socialmente controlada, sem a preocupação pós-ocupação da satisfação do ambiente construído. (NOGUEIRA et al., 2006).

A ausência de normas e critérios locais para a orientação projetual e avaliação da qualidade construtiva de conjuntos habitacionais em Campina Grande – PB, revela a desconsideração pelas especificidades climáticas locais. Este fato, portanto, pode resultar na construção de unidades residenciais que pouco atendem às exigências de conforto térmico humano, aumentando o consumo de energia elétrica nestes espaços através da utilização de dispositivos artificiais de climatização.

No que tange à Construção Civil, o desenvolvimento em bases sustentáveis pode ser buscado, por exemplo, através da realização de edificações com menos perdas de energia, redução de impactos ambientais e melhor aproveitamento dos recursos naturais, voltando a análise para elaboração de sistemas construtivos alternativos e para gestão e reciclagem de resíduos.

De maneira geral, o aumento dos resíduos sólidos têm sido em função do aumento populacional, pois, o aumento da população implicará no uso maior das reservas do planeta, na produção de bens, dando como conseqüência a geração de resíduos. Em áreas urbanas, os resíduos sólidos são responsáveis direto pelo desequilíbrio ambiental principalmente próximo aos lixões e aos aterros (BRITO, 1999).

Com o progresso tecnológico na área de reciclagem, o resíduo de borracha vem sendo visto como uma matéria prima de valor em algumas aplicações, tais como:



cargas de reforço/enchimento; incorporação em asfalto; pisos para áreas de lazer e recreação entre outros.

As parcelas de resíduos produzidos pelo setor calçadista são partes incômodas, mas se estes podem ser reutilizados, as indústrias transformam o que hoje é passivo ambiental num produto eficiente.

As propriedades técnicas dos componentes produzidos com agregados leves de EVA (Etileno-Acetato de Vinila) e SBR (Co-polímero Estireno Butadieno Rubber) mostram que há melhoria do conforto térmico nas edificações, que é algo bem vindo nas regiões de temperaturas altas. Além disso, por serem componentes mais leves garantem um alívio de carga na estrutura dos edifícios e podem representar uma maior produtividade no fechamento de painéis de paredes, considerando que poderão ser utilizados elementos (blocos de vedação) com maior dimensão.

Entre as aplicações e vantagens possíveis dos compósitos leves na construção civil podem ser citadas: enchimento para lajes rebaixadas, isolamento acústico entre pavimentos, blocos e/ou painéis para vedação com redução da carga estrutural, isolamento térmico nas lajes de forro etc. Essas características evidenciam a grande potencialidade desses resíduos para uso em diversos componentes e sistemas na construção civil, sem função estrutural.

Na avaliação de conforto térmico, é importante considerar o comportamento dos materiais da cobertura, dos pisos e paredes, a localização e dimensão das aberturas, bem como forma e orientação da edificação. Em edificações baixas, de até dois pavimentos, um dos principais fatores no conforto térmico ambiental é o material da cobertura. Em função de suas características, tem-se a quantidade de calor que entra e que sai da construção (CAMERINI, 2008). Para proporcionar um ambiente mais confortável nas habitações populares, melhorias adicionais em uma cobertura podem ser conseguidas com associação de materiais isolantes e utilização de forros.

Segundo Camerini (2008), vários trabalhos desenvolvidos na área de conforto térmico, envolvem o uso de modelos reduzidos. Neste aspecto, o uso de modelos reduzidos foi usado para determinar o desempenho técnico de uma habitação popular doada pela Prefeitura Municipal de Campina Grande (PMCG) a comunidades carentes da cidade, verificando a importância do uso de forro na diminuição da temperatura no

interior da edificação, almejando economia em energia elétrica, investimentos em ventiladores, nebulizadores e aspersores.

Nesse contexto, esse trabalho visou analisar o uso de forro de composto de EVA + SBR em modelos reduzidos de habitação popular, com cobertura de telha fibrocimento, comparando com um modelo reduzido sem forro, para proporcionar um melhor ambiente para o morador.

## **1.1- Objetivos**

### **1.1.1 – Objetivo geral**

Este trabalho tem como objetivo geral analisar o comportamento térmico do forro de resíduo do composto EVA + SBR, em uma edificação de conjunto habitacional de interesse social, na cidade de Campina Grande – PB.

### **1.1.2 – Objetivos específicos**

- Avaliar o nível de satisfação dos moradores, com relação ao conforto térmico, de um conjunto habitacional popular da cidade de Campina Grande – PB;
- Contribuir para a redução do acúmulo de resíduos das borrachas em estudo, diminuindo assim, o impacto ambiental;
- Instalar forro de resíduo de EVA + SBR, em modelos reduzidos de uma edificação para habitação de interesse social;
- Calcular os índices ITU e IBUTG, para avaliar o conforto ambiental, nas unidades habitacionais dotadas com e sem forro.



## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 - Conforto Térmico

O conforto ambiental abrange, além do aspecto térmico, aspectos relacionados ao conforto lumínico, ergométrico entre outros. Neste, focaremos a linha voltada ao conforto térmico, linha esta diretamente relacionada ao objetivo do produto em questão.

O conforto térmico é um dos requisitos básicos para que os ambientes apresentem o melhor nível de habitabilidade. Sua importância relaciona-se não só à sensação de conforto dos seus usuários, como também ao seu desempenho no trabalho e à sua saúde. Sendo assim, enquanto para a população de classe média e alta a qualidade térmica insatisfatória das edificações significa aumento de consumo energético com climatização artificial, para a população de menor poder aquisitivo a inadequação térmica das habitações significa desconforto térmico (DUMKE, 2002 *apud* TORRES, 2006).

Segundo PACHECO (2007), as culturas do viver, do construir, do ocupar e do habitar são as principais temáticas ou referências conceituais que envolvem conforto térmico em teoria, prática e aplicabilidade.

A criação de zonas de conforto, internas e/ou externas, no caso específico do clima brasileiro, demanda análises bastante profundas, haja vista a diferença entre os estados da região norte, com os estados da região sul do país, por exemplo.

Cada região tem suas técnicas construtivas, empíricas que sejam, de compreender e atuar no espaço ocupado, interno ou externo, e adequar a inserção (o objeto construído) aos fatores condicionantes e determinantes para pleno uso (no

sentido da adequação micro-climática) desse espaço. Os suportes objetivos e subjetivos devem estar disponíveis ao usuário, sempre, permitindo a ele a compreensão e o uso correto e adequado do espaço que ocupará.

De acordo com Leão (2006), as questões climáticas mundiais da atualidade requerem soluções constantes, específicas e cada vez mais tecnologicamente avançadas para adequação dos espaços já existentes à necessidade de conforto térmico. Mudanças climáticas praticamente passam despercebidas, até o momento em que são observadas no contexto individual do ser humano e nos micro-climas dos quais ele está inserido.

A relação ser humano/conforto térmico é bastante complexa. Sempre se apresenta com inúmeros graus de dificuldade para que se chegue a propostas finais ou soluções adequadas. No entanto, esta complexidade – das abordagens iniciais às propostas aplicadas – é que garante um resultado final correto para necessidades do ser humano em busca de melhores condições individuais ou coletivas de para o seu bem estar físico.

No Brasil, dentre os trabalhos sobre conforto térmico a nível acadêmico de maior saliência, poder-se-ia destacar Roriz (1987), Scarazzato (1988), Frota & Schiffer (1999) com a edição de um manual, entre outros. No contexto atual são de relevância ainda os trabalhos da ANTAC – Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, que promove e consolida a interação entre grupos de pesquisa nessa área (PACHECO, 2007).

## 2.2– Transferência de Calor em Coberturas

Nos países tropicais, o maior ganho térmico em edificações térreas ocorre principalmente através da cobertura, por ser a superfície mais exposta à radiação solar (MICHELS, 2007). Nas edificações horizontais, a maior parte exposta à radiação solar é o telhado, que absorve grande parte desta energia e a transfere para o interior dos ambientes, aumentando os ganhos térmicos e, conseqüentemente, elevando a temperatura interna.



De acordo com Nããs (1989), dentro de uma estrutura, existem duas formas de trocas de calor: através do calor sensível e do calor latente. O sensível envolve variação de temperatura como: convecção, radiação e condução; o latente envolve mudanças de estado como: condensação e evaporação.

O acréscimo na temperatura interna é percebido principalmente nas residências que possuem telhas aparentes, ou seja, quando a mesma não possui forro (ou laje) para separar o espaço do ático do restante da edificação. Sabe-se que com o uso de telhas de cimento amianto o desconforto térmico é maior do que nas telhas de barro, pois uma parte da energia que incide na superfície das telhas de barro é gasta no processo de evaporação da água, absorvida durante a noite pelas telhas em função da condensação do vapor de água existente no ar, assim, o fluxo de calor que atinge o interior da residência é menor quando comparada com telhas cerâmicas esmaltadas.

Desta maneira, o uso de materiais que minimizem a transferência de calor através da cobertura para o ambiente interno se faz necessário, a fim de reduzir a temperatura interna, proporcionar conforto térmico aos moradores e diminuir o consumo de energia para resfriamento da edificação.

De acordo com Vittorino et al. (2003), dentre os produtos utilizados para isolar termicamente, existem os que dificultam a transferência do calor por condução (isolantes resistivos) e os que minimizam a passagem por radiação (isolantes reflexivos).

A radiação solar é composta por radiação infravermelha de onda curta que, ao incidir sobre a superfície das telhas, aquece-as. Parte desse calor é perdido por convecção e por irradiação ao ambiente externo e outra parte, absorvida pelas telhas, é transmitida ao espaço correspondente entre o forro e o telhado. Nesse espaço, o calor é transferido por convecção e por radiação (VITTORINO et al., 2003). Absorvido pelo forro, uma parcela desse calor é transmitido para o ambiente interno.



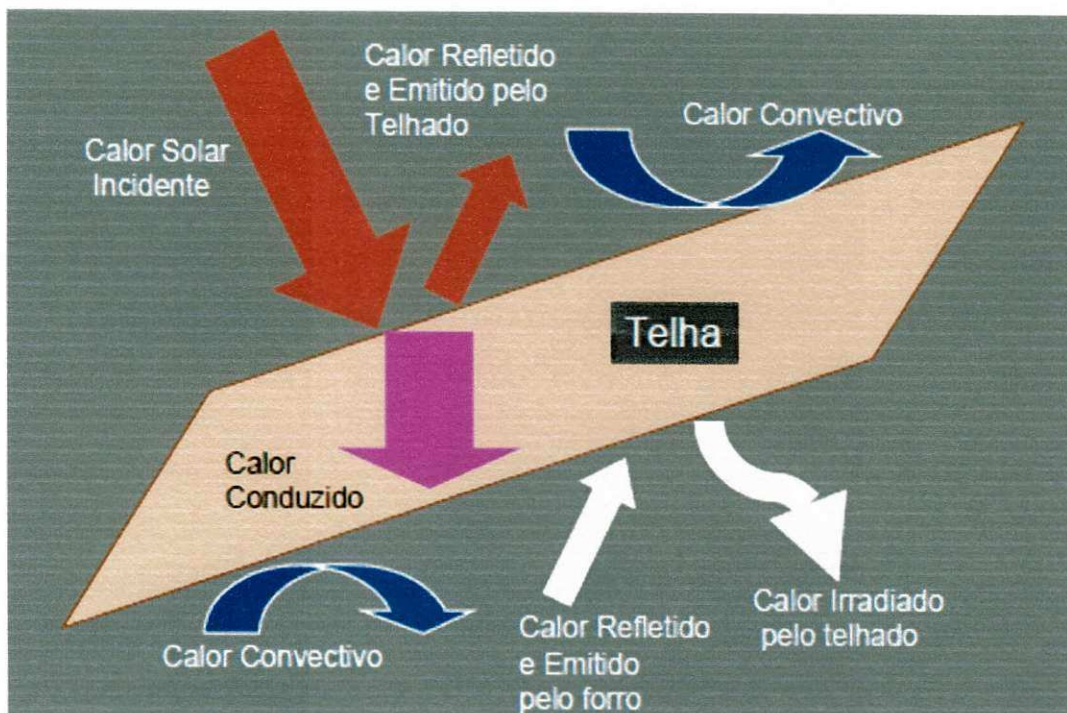


Figura 01 – Representação das trocas de calor em um telhado. Fonte: *Vittorino et al., 2003.*

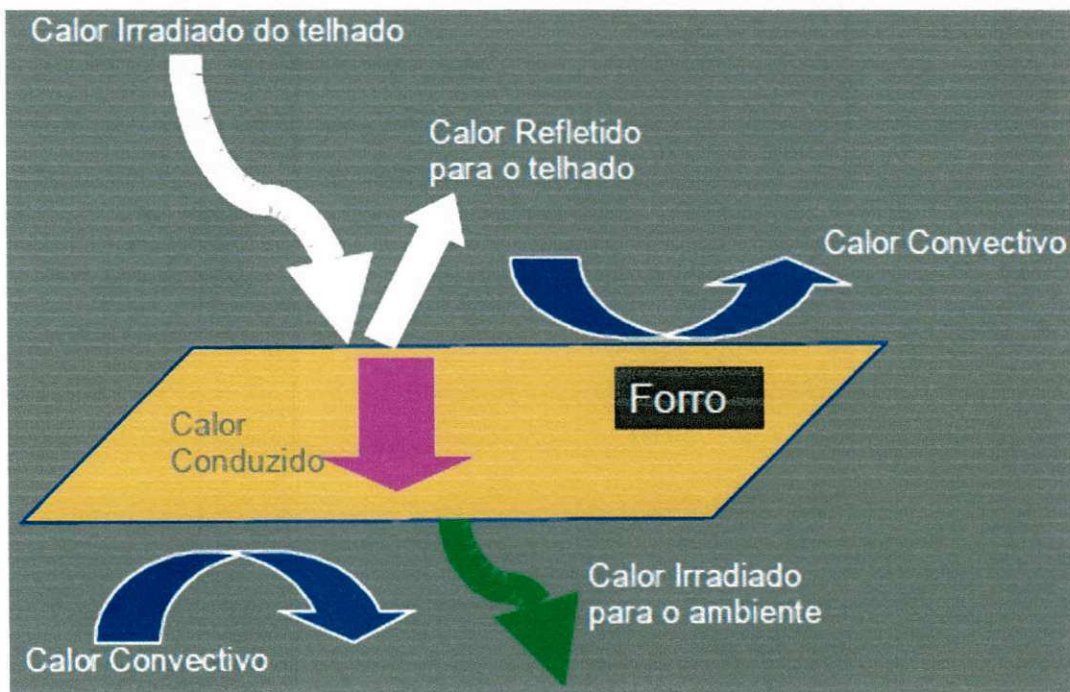


Figura 02 – Representação das trocas de calor em um forro. Fonte: *Vittorino et al., 2003.*

O desempenho térmico das coberturas depende das características dos elementos que compõem o telhado, como por exemplo, o material das telhas, a cor da superfície externa, a emissividade, e a ventilação existente na camada de ar correspondente ao ático.

Segundo Camerini (2008), no Brasil, as telhas frequentemente utilizadas na construção são constituídas de dois materiais: cimento amianto e barro. As telhas de fibrocimento geralmente são utilizadas em edificações de baixa renda, por possuir um custo menor em relação às telhas de barro, porém seu desempenho é pior. Como já mencionado, o que faz com que as telhas cerâmicas tenham melhor desempenho térmico do que as de fibrocimento é a capacidade de absorção de água. Uma vez que, durante a noite, como a temperatura superficial da telha é menor que a do ar, uma quantidade de água pode condensar e ser absorvida pela telha, desta maneira parte da radiação incidente durante o dia é gasta no processo de evaporação da água absorvida. Somente depois de terminado este processo é que as telhas começam a se aquecer. Outra razão para que as telhas cerâmicas apresentem melhor desempenho térmico refere-se à infiltração do ar pelos espaços entre as telhas.

No Brasil, este tema ainda é pouco explorado. Foi pesquisado por Lamberts (1983) e por Vittorino et al. (2003), onde o cálculo da redução no fluxo de calor foi realizado com base nas temperaturas superficiais e nos valores de emissividade dos elementos que formaram a cobertura.

A radiação solar represente cerca de 75% da carga térmica transferida, e os principais fatores que interferem nessa transferência térmica são o material de cobertura, a orientação da construção, a projeção do telhado, e insolação e a vegetação presente na circunvizinhança (MORGAN, 1990).

As barreiras radiantes somente entraram efetivamente no mercado nacional por volta de 1995, e desde então, é cada vez mais comum encontrarmos este tipo de material sendo aplicado em coberturas de edificações residenciais, industriais e comerciais (GÜTHS & PAGHI, 2004).



### 2.2.1 – Alguns Tipos de Telhas

#### ▪ Telha de Barro

De acordo com Moraes (1999), as telhas de barro são peças queimadas de argila a, aproximadamente, 900°C e podem ser encontradas no mercado, principalmente, nas formas planas e curvadas. Uma boa telha de barro caracteriza-se por: bom cozimento, serem lisas, impermeáveis, de encaixes perfeitos, ter dimensões uniformes e de boa resistência mecânica.

#### ▪ Telha de cimento amianto

As telhas de cimento amianto são obtidas a partir da adição de fibras de amianto ao cimento e podem ser encontradas no mercado, principalmente nas formas onduladas. Esse tipo de telha apresenta as seguintes características: boa resistência, baixo peso relativo, boa resistência aos ácidos (CAMERINI, 2008).

#### ▪ Telha metálica

Segundo Camerini (2008), as telhas metálicas podem ser chapa de alumínio ou zinco. As telhas de alumínio têm aparência, trabalhabilidade e resistência à corrosão superior às do aço, embora com menor resistência mecânica e podem ser encontradas no mercado nos tipos onduladas e trapezoidais. Esse tipo de telha tem alto poder de condutividade térmica e possuem grande emissão de sons, fácil manuseio e grande dilatação térmica.

Leal (1981) realizou pesquisa que estudou o micro-clima gerado dentro de oito modelos reduzidos, sendo alguns com diferentes formas geométricas, com cobertura de telhas de barro, de cimento-amianto e de alumínio. Concluíram que os modelos com formas geometricamente paralelepipedoidais, telhado duas-águas, telhas de barro e telhados orientados no sentido leste-oeste foram as que possibilitaram melhores coeficientes de conforto térmico, em relação aos demais modelos reduzidos testados.

Silva et al. (1990), verificaram os efeitos da carga térmica de radiação (CTR) e o índice de bulbo úmido e temperatura globo negro (IBUTG) sob três coberturas: telhas de barro (canal), cimento-amianto (ondulada) e dupla cobertura de cimento-amianto,

formando um colchão de ar com 5cm de espessura. Os autores concluíram que a utilização da camada de ar entre as telhas de cimento-amianto possibilitou comportamento próximo ao da cobertura de telhas de barro, principalmente nos horários de maior incidência da radiação solar.

### **2.2.2 – Estratégias arquitetônicas para eficiência energética das edificações**

Entender os fatores climáticos locais (orientação solar, umidade do ar, ventos predominantes de cada local) é importante para observar o custo versus os benefícios proporcionados pela utilização de estratégias de projeto que melhoram o conforto térmico do empreendimento. Vale ressaltar que o custo deve ser analisado do ponto de vista do usuário final, pois os benefícios se estendem por toda a vida útil da edificação (NERBAS, 2009).

Os fatores dinâmicos do clima afetam o desempenho térmico do edifício. Os ganhos e perdas de calor da edificação também dependem de algumas variáveis arquitetônicas. Alguns exemplos de influência térmica dos elementos da arquitetura (MASCARÓ, 1991; LAMBERTS, 2004 *apud* NERBAS, 2009) destacam os seguintes fatores:

- As características dos materiais das fachadas externas (expostas às condições climáticas);
- A cor utilizada nas fachadas externas;
- A orientação solar;
- A forma e a altura da edificação;
- A orientação e o tamanho das vedações transparentes;
- As características do entorno da edificação;
- A orientação em relação à ventilação;
- O desempenho das aberturas, quanto às possibilidades de iluminação natural, bem como suas devidas proteções à insolação inadequada;
- A localização estratégica dos condicionadores de ar artificiais.



Cada região tem estratégias específicas para as soluções arquitetônicas a serem adotadas nas edificações, já que as cidades brasileiras apresentam características climáticas bem diferenciadas entre elas.

A forma da edificação deve respeitar a orientação solar mais favorável ao local. Antes de projetar os espaços do empreendimento, deve-se analisar as condições da orientação solar do terreno, conforme análises qualitativas e quantitativas dos lotes. Dessa forma, deve ser observado qual é a orientação solar de cada face limite do terreno.

Ao distribuir os ambientes no terreno, deve ser analisada a orientação solar mais favorável a cada ambiente. As condições de habitabilidade da edificação dependem da iluminação e ventilação naturais disponíveis em cada ambiente. A adequada orientação solar segue princípios do movimento do sol, observando que o nascer do sol ocorre no leste e o pôr-do-sol acontece na orientação oeste. O horário mais quente do dia é logo após o meio-dia, por isso as fachadas orientadas para o oeste tendem a ser mais quentes do que as fachadas orientadas para o leste, por exemplo.

Segundo Tinôco (1998), para o clima tropical e sub-tropical, o eixo das instalações deve estar orientado no sentido leste-oeste. Com isso, conseguindo que a superfície exposta a oeste seja a menor possível, evita-se o sobreaquecimento pela forte insolação provocada pelo pôr do sol.

A ventilação sudeste é predominante na região nordeste. Assim, é importante que os ambientes de maior permanência estejam no sul ou no leste, para melhor aproveitamento da nossa ventilação natural.

Nerbas (2009) diz que o sucesso ou o fracasso de um espaço depende de várias circunstâncias, mas está claro que se o ambiente não apresenta características de conforto térmico esse espaço está condenado ao abandono. Uma das maneiras mais eficazes de garantir micro-climas agradáveis ao convívio humano em espaços públicos abertos é a utilização potencial da vegetação, seja a partir de espécies arbóreas isoladas e/ou grupamentos arbóreos. Conforme Duarte (1997) *apud* Nerbas (2009), a vegetação tem papel fundamental nos dias de calor, visto que as sombras por ela proporcionadas tornam esses locais mais confortáveis, provocando sensações de bem-estar na população.

Isso se dá pelo fato de que a vegetação tem menos capacidade e condutividade térmica do que os materiais de construção. A radiação solar é absorvida, principalmente pelas folhas, e a reflexão dessa radiação é muito pequena; além disso, a transferência de calor para o solo é lenta. A velocidade dos ventos também é modificada com a inserção de vegetação: adensamentos verdes podem reduzir a velocidade do vento perto do solo, além de a umidade relativa do ar ser mais elevada nessas áreas (DELBIN & FONTES, 2002).

### 2.2.3 – Conceito de Isolamento Térmico

O isolamento térmico consiste em proteger as superfícies aquecidas, como a parede de um forno, ou resfriadas, como a parede de um refrigerador, através da aplicação de materiais de baixa condutividade térmica (NETO, 2009).

Conforme Al-Homoud (2005), o isolamento térmico é formado por um material ou combinação de materiais, que, quando aplicados corretamente, retardam a passagem do fluxo de calor que atravessa o envelope da edificação por condução, convecção e/ou radiação. Esta capacidade de reduzir as trocas de calor é função da resistência térmica que materiais isolantes proporcionam.

Segundo Camerini (2008), o termo materiais isolantes refere-se a materiais que possuem alto grau de resistência ao fluxo de calor e são usados principalmente para este fim. Os isolantes podem ser formados a partir de materiais fibrosos ou granulares e contêm pequenas bolsas de ar.

A finalidade de isolar termicamente é dificultar a transferência de calor entre dois sistemas que se encontram a níveis diferentes de temperatura. O isolamento térmico visa: economia de energia, estabilidade operacional, conforto térmico, evitar a condensação e proteger a estrutura (TORREIRA, 1980). Assim, a razão de isolar termicamente é controlar ao máximo as condições térmicas de um meio habitado diante dos agentes térmicos hostis do meio imediato (RIVERO, 1985).

De acordo com Michels (2007), para reduzir a transferência de calor de um corpo para o outro, é necessário instalar uma camada entre eles que não seja um bom condutor térmico. Não existe nenhum material que possa impedir totalmente a



passagem de calor. Um bom isolante térmico é um material cuja condutividade térmica é baixa em relação à dos materiais usuais. Normalmente os materiais isolantes térmicos são formados por células de gás ou simplesmente de ar, pois gases estagnados são maus condutores (CUNHA & NEUMANN, 1979).

Nas edificações de interesse social, geralmente os moradores não utilizam isolantes térmicos devido ao custo que são acrescentados ao valor total da obra. Assim, existe a necessidade de realizar estudos sobre formas alternativas e baratas para viabilizar o seu emprego em habitações de baixo custo.

### 2.3– Índices térmicos ambientais

De acordo com Frota & Schiffer (2001), 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 estresse, 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.

Por outro lado, a intervenção humana, expressa no ato de construir seus espaços internos e externos, altera as condições climáticas locais, das quais, por sua vez, também depende a resposta térmica da edificação.

De acordo com Rivero (1986), os fatores térmicos ambientais considerados mais importantes são: temperatura, umidade, movimento do ar e radiação térmica; o e conforto térmico de um indivíduo pode ser alcançado quando as condições do meio permitiram que o sistema termorregulador esteja em estado mínimo de tensão.

Na tentativa de estabelecer critérios para a classificação dos ambientes, foram desenvolvidos diversos índices de conforto térmico que visam a englobar, em um único parâmetro, o efeito conjunto dos elementos meteorológicos e do ambiente construído sobre o indivíduo estudado, homem. Exemplos de índices térmicos desenvolvidos para humanos são: índice de temperatura e umidade (ITU), além do índice de estresse térmico - SW, o índice de bulbo úmido e temperatura do globo negro (IBUTG) (SOUZA

et al, 2010), além da temperatura absoluta do ar ou o bulbo seco (TBS), a temperatura de bulbo úmido (TBU) e a temperatura de globo negro (TGN).

## 2.4– Habitação de Interesse Social

Segundo Maia et al. (1995), na década passada, as casas dos conjuntos habitacionais possuíam de um até três quartos, além de sala, cozinha e banheiro. Entretanto, a alternativa encontrada para reduzir os custos destas residências, usada pelos empresários e pelo Sistema Financeiro de Habitação para aumentar o número de moradias executadas, foi a execução de habitações com apenas um quarto, sala, cozinha e banheiro. Um exemplo deste comportamento foi mostrado pela imprensa em casas embrião financiadas pelo PEP (Plano Empresarial Popular), e PROHAP (Programa de Habitação Popular), onde além do número de dependências ser inferior ao mínimo necessário às atividades diárias, as áreas dos ambientes eram extremamente reduzidas.

Conforme Krüger e Lamberts (2000), as pesquisas nessa área da habitação de interesse social no Brasil, vem aumentando consideravelmente nos últimos anos, incluindo trabalhos que vão desde a avaliação dos programas de habitação de baixo custo, como as técnicas construtivas e os padrões de qualidade (QUALHARINI, 1993), como também fatores relacionados à melhoria das condições de conforto térmico no ambiente construído (MASCARÓ & MASCARÓ, 1992; BARBOSA, 1997).

Já Nogueira et al, (2005), diz que a preocupação humana com a melhoria da qualidade de vida vem crescendo ao longo dos anos proporcionalmente ao desenvolvimento tecnológico. Isto propicia um aumento positivo nos estudos de soluções e alternativas que melhorem o desempenho térmico e conforto ambiental nas habitações para nossa região; comprovando métodos de mensuração de sensações, para comparar parâmetros de índices utilizados e padronizados mundialmente.

O desempenho térmico de uma edificação está diretamente ligado às características climáticas, às quais está submetido. É importante ressaltar que o clima varia de região para região de acordo com as características geográficas locais, como



já comentado neste. O conhecimento do clima e da geografia local é essencial no auxílio para todo profissional executar um bom projeto arquitetônico, utilizando-se dos recursos naturais, que atendam às exigências de conforto do usuário. (NOGUEIRA; NOGUEIRA, 2003).

Na cultura do construir, no acadêmico e profissionalizado, são estudadas e aplicadas técnicas e materiais que permitam a adequação do espaço construído, servindo-se desses suportes, para a qualificação desse espaço como ambiente detentor de condições ambientais internas que possam ser categorizadas como minimamente funcionais. Diferentemente do meio empírico, onde essas técnicas e materiais são utilizados sem o conhecimento do seu benefício, sob a ótica da ausência de experiências que envolvem análise científica com apresentação de dados concretos, pormenorizados em laudos formais.

As habitações populares no Brasil, que são planejadas apenas para cumprir metas sociais e políticas, são as que mais sofrem sob a influência dos diferentes climas existente no país (LEÃO, 2006).

## **2.5– Modelos reduzidos**

A utilização de protótipos – primeiro exemplar de um objeto – para o estudo do desempenho das edificações, presente como vantagem a possibilidade de realizar, em condições de produção, permitindo estudar não apenas o comportamento térmico, mas também a avaliação do efeito sobre a produtividade e sobre a rentabilidade. Entretanto, o custo envolvido para a realização do experimento é elevado por envolver a construção de uma edificação completa, além de dificultar a otimização do produto, pois qualquer alteração no projeto para melhorar o desempenho, envolve um custo de mão de obra, material e tempo, sendo que estas alterações podem não ter o efeito visado (JENTZCH, 2002).

O uso de modelos reduzidos para edificações tem como principal limitação a impossibilidade de realizar os testes em condições de uso. No entanto, para avaliações do comportamento térmico do projeto, a realização de experimentos do tipo desta

pesquisa, apresenta várias vantagens como: o baixo custo do material, a mão de obra e o tempo envolvido.

Vários já foram os estudos em modelos reduzidos. Modera (1982), para obter uma base de dados para validação dos resultados obtidos em simulações do comportamento térmico de uma edificação, utilizando computador, construiu um modelo reduzido de 1m<sup>3</sup> de volume. O objetivo foi verificar a habilidade da simulação em computador e determinar a evolução da temperatura interna e da troca de calor em função da radiação solar, da temperatura externa e de fontes internas de calor. Os dados coletados foram: temperatura de globo negro, posicionado de forma a eliminar a possibilidade de incidência de radiação solar direta, temperatura de bulbo seco, temperaturas das superfícies do modelo reduzido e dados ambientais. Todas as temperaturas foram obtidas com o uso de termopares tipo T.

Uma pesquisa realizada por Smith et al. (1966) *apud* Jentzch (2002), utilizando a teoria da similitude para estudar a configuração das aberturas de entrada de ar de um sistema de ventilação, constataram que o modelo pode descrever adequadamente a distribuição da velocidade e a forma dos jatos de ar. Quanto ao número de Reynolds, a geometria das entradas de ar são similares entre o modelo e o protótipo e é obtida a similaridade geométrica entre os perfis de velocidade dos jatos do ar.

Savegnani et al. (1994) compararam vários materiais de cobertura (cerâmica, cimento-amianto, fibra de vidro, alumínio, zinco e telha térmica), utilizando-os em modelos em escala, chegando à conclusão de que as telhas de cerâmicas foram os melhores materiais de cobertura neste experimento.

## **2.6– Desenvolvimento sustentável/Reciclagem de resíduos sólidos**

O desenvolvimento tecnológico e o crescimento econômico, sem dúvida, trouxeram grandes benefícios à sociedade. Mas, aliados ao crescimento populacional e a um comportamento de consumo inadequado, provocaram vários efeitos colaterais, ensejando a necessidade de adoção de um novo tipo de desenvolvimento: o desenvolvimento sustentável (TESSARI, 2006).



O conceito de Desenvolvimento Sustentável foi publicado em 1987, pela Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas. O relatório publicado enfatizava a necessidade de utilizar os recursos naturais, sem comprometer as reservas de capital ecológico do planeta. Ou seja, a extração da matéria prima sem que haja um esgotamento das reservas naturais, visando diminuir o processo de degradação ambiental causado pela cultura capitalista. Desta maneira, seria necessária a inclusão de fatores ambientais nos processos de tomadas de decisões econômicas para o desenvolvimento da sociedade.

*“Desenvolvimento Sustentável deve, portanto, significar desenvolvimento social e econômico estável, com distribuição de riquezas geradas, considerando a fragilidade, a interdependência e as escalas de tempos próprios dos recursos naturais.” (Organização Pan-Americana de Saúde, 2005, Conceito).*

Isto implica dizer que as novas políticas econômicas devem incluir paralelamente à geração de empregos e riqueza, um maior cuidado no que diz respeito aos aspectos econômicos que podem agredir o meio ambiente.

O Desenvolvimento Sustentável considera a educação um fator-chave para atingir seus objetivos. Portanto, as Instituições de Ensino Superior têm um papel fundamental, relacionado ao ensino, à pesquisa e à implementação prática dos conceitos e princípios de sustentabilidade nas próprias universidades (SOTO & MORALES, 2006).

Meadows et al. (1992) *apud* Teixeira e Milanez (2001) conceituaram que para se alcançar a sustentabilidade seriam necessárias diversas medidas. Primeiramente, a sociedade precisaria aprender a monitorar seu bem-estar e as condições ambientais. Posteriormente, seria preciso reduzir o tempo de aplicação das ações corretivas, para que as soluções fossem implementadas antes que os impactos fossem irreversíveis. Seria desejável, ainda, uma minimização no uso dos recursos naturais não-renováveis, com o máximo de eficiência e reciclagem e com um consumo inferior à velocidade de substituição por recursos renováveis. Quanto a estes últimos defendeu a proteção de suas fontes e o respeito à sua taxa de recuperação.

Cabe salientar que o desenvolvimento sustentável não nega a necessidade do progresso tecnológico. O grande paradoxo é que as nações industrializadas conseguiram o progresso desvinculando temporariamente a humanidade da natureza, através da exploração sem controle da biodiversidade e dos recursos, (produzidos pela natureza e finitos), que estão sendo esgotados com rapidez.

Contudo, a civilização, ainda depende do ambiente natural, não apenas para energia e materiais, mas também para os processos essenciais de manutenção da vida. Ainda mais os países em desenvolvimento, com necessidades sociais imensas e cujo equacionamento não desconhece a necessidade de desenvolvimento (TESSARI, 2006).

Assim, o desenvolvimento deve ser orientado para metas de equilíbrio com a natureza, buscando evitar situações irreversíveis como a destruição da biodiversidade ou o esgotamento de recursos. Desta maneira, o adequado gerenciamento de resíduos constitui uma alternativa que contribui para alcançar o desenvolvimento sustentável, uma vez que permite economia de capital natural (matéria-prima, energia, água) e de saneamento ambiental (reduz poluição do ar, água, solo e subsolo) (CALDERONI, 1997).

Este modelo está ligado à qualidade de vida e as novas construções devem conceber os princípios da sustentabilidade, produzindo mais com menos desperdício, reduzindo a geração de resíduos a um mínimo reciclável, reciclando os resíduos, buscando materiais alternativos, como também otimizando ao máximo os recursos de iluminação e ventilação natural. Atualmente, as edificações são responsáveis por 42% do consumo de energia elétrica (LAMBERTS et al., 1997), sendo parte desse consumo devido aos sistemas de climatização.

Todo esse esforço para a qualidade e eficiência não terá valia se não for voltado para o “bem estar do ser humano”. Sendo assim, a construção não atingirá seu real benefício que é de abrigar seus moradores com adequado conforto térmico, se o projetista não souber lidar com os três ingredientes básicos da arquitetura: o clima, a edificação e as pessoas que a ocupam. Projetar, então, torna-se um trabalho importantíssimo quando se pretende melhorar a qualidade de vida das pessoas,



possibilitando que elas se sintam bem no ambiente construído e, por consequência, mais felizes (VAGHETTI, et al. 2010).

A indústria da Construção Civil é uma grande consumidora de matérias-primas e a eficiência dos ambientes projetados está diretamente relacionada às características desses materiais. Pesquisas de Avaliação Pós-Ocupação têm revelado uma insatisfação dos clientes no que tange ao isolamento térmico e principalmente, isolamento acústico dos ambientes construídos (JOBIM, 2003).

É notório o consumo excessivo de energia para que as exigências de conforto sejam atendidas. De acordo com o Ministério de Minas e Energia (MME, 2003), *apud* Matos (2007), o setor residencial representava 22% do consumo de energia elétrica no país.

Segundo Morello (2005), nos últimos anos, vários profissionais ligados à construção civil vêm demonstrando sua preocupação com o esgotamento dos recursos naturais do planeta. Mas nem sempre isso foi um fator preponderante a ser considerado por engenheiros e arquitetos no momento de projetar edificações. Muitos projetistas contemporâneos simplesmente desconsideraram os pressupostos básicos de conforto térmico da arquitetura vernácula.

A dependência, quase que exclusiva do potencial hidrelétrico, ocorre no Brasil porque essa ainda é a forma mais barata de geração de energia.

Cabe a sociedade a tarefa de buscar soluções viáveis a curto e médio prazo, estruturando as estratégias para longo prazo.

Não podemos nos dar o luxo de utilizar a natureza de maneira abusiva, estamos na era da preservação. Esta mesma preservação pode nos fornecer outras vantagens, podem nos dar novas idéias. Tornando interessante a pesquisa de novas técnicas e materiais para substituir os antigos. Em nossa atual situação, seja ambiental, social ou de mercado, necessitamos de inovação. (SANTOS et al., 2009).

Giansanti (1998), em seu livro *O Desafio do Desenvolvimento Sustentável*, comenta que:

*[...] Não é possível equacionar a finitude dos recursos sem mudar os hábitos e práticas do consumo. Existem*

*vários procedimentos que economizam recursos, evitam desperdícios e geram hábitos mais adequados”.*

Para ele, a base do desenvolvimento sustentável deve começar a partir da conscientização da sociedade sobre a necessidade de dar preferência aos produtos que atestem “respeito ao ambiente”. Esta seria uma das alternativas para poupar recursos naturais e evitar a degradação do meio ambiente causada pelo homem.

Segundo Zanchet (2006), o problema da poluição ambiental é alarmante, especialmente em relação aos resíduos produzidos por indústrias de grande porte. Uma das grandes preocupações atuais da sociedade é a questão da utilização de resíduos e o seu gerenciamento. A partir de décadas passadas até os dias atuais, a demanda de artefatos poliméricos vem apresentando um crescente aumento devido às suas diversas aplicações e desempenhos. Como os materiais poliméricos não se decompõem facilmente, a deposição de seus resíduos constitui um sério problema ambiental. Ao lado da preocupação da sociedade com o desenvolvimento sustentável, consideráveis pressões legislativas voltam-se para as indústrias de polímeros a fim de que seja minimizado o impacto dos resíduos gerados sobre o meio ambiente.

Rezende et al. (2006) diz que um dos problemas deste novo milênio é o gerenciamento da grande quantidade de rejeitos, em geral, com contribuição efetiva de polímeros.

Os resíduos sólidos de indústrias de calçados têm sido um problema de gerenciamento na indústria, ou seja, tem causado dificuldade para efetuar a sua remoção da área industrial, e também de se encontrar um local para sua disposição. Atualmente, tais resíduos tem sido lançados em rios e enterrados no solo, acarretando danos ao meio ambiente por conter produtos químicos tóxicos (Germann, 1985).

Os aterros foram um dos primeiros meios de dispor resíduos de borracha. Essa alternativa é cara, pois envolve um custo elevado de transporte desse material até o local e a manutenção do aterro em condições adequadas. Deve-se considerar também que, durante a decomposição da borracha, muitos dos aditivos irão se decompor antes e migrar para a superfície do aterro, causando sérios problemas ao meio ambiente.





Figura 03 – Resíduos de Composto EVA separador por cor, estocados em galpão fabril. Fonte: Lyra, 2007.



Figura 04 – Resíduos de Composto EVA de cores variadas, estocados em galpão fabril. Fonte: Lyra, 2007.





Figura 05 – Placas de resíduos de Composto EVA estocados em galpão fabril. Fonte: Lyra, 2007.

De acordo com Massarotto et al. (2006), a reciclagem de resíduos na forma de materiais para as mais diversas aplicações tem sido uma alternativa para solucionar diversos problemas relacionados à questão ambiental, quer seja na diminuição do volume de resíduos gerados e seus perigos de descarte, quer seja na diminuição da utilização de recursos naturais cada vez mais escassos.

Entre os tipos de materiais poliméricos, as borrachas ou elastômeros têm características próprias e únicas. Possuem a elasticidade, que é a capacidade de permitir grande deformação sob baixa tensão e, removida a tensão, retornar quase imediatamente à condição inicial, sem perda significativa de forma e dimensões em um processo reversível.

Um dos setores com maior potencial para absorver os resíduos sólidos industriais é a indústria da Construção Civil (CINCOTTO, 1988). A reciclagem de resíduos na forma de materiais e componentes para a Construção Civil tem sido uma alternativa



bem-sucedida em diversos casos, gerando à sociedade uma série de benefícios, como a redução do volume de matérias-primas extraídas da natureza, a redução do consumo de energia na produção de materiais e a diminuição na emissão de poluentes.

Reciclar resíduos tem sido uma das maneiras de diversificar e aumentar a oferta de materiais de construção, viabilizando, eventualmente, a redução de preço, que gera benefícios sociais adicionais através da política habitacional. Esta situação pode ser favorecida pela adoção de medidas de incentivo específicas para produção de habitações de baixo custo, utilizando-se produtos reciclados de desempenho comprovado (SILVA et al., 2008).

## 2.7 – Resíduo de Composto de Copolímero (Etileno-Acetato de Vinila) – EVA

Conforme Silva et al. (2009), anualmente no Brasil são produzidos mais de 80 milhões de tênis que são responsáveis por mais de 17.600 toneladas de resíduo de EVA que degradam o meio ambiente.

Atualmente, cerca de 700 Milhões de calçados são produzidos anualmente no Brasil. A Paraíba ocupa posição privilegiada, contribuindo com 28,60% deste total, com destaque para as cidades de João Pessoa, Campina Grande e Patos (SEBRAE-PB *apud* SILVA et al., 2009). No segmento de tênis, principal gerador de resíduo de EVA, a quantidade produzida é de 80.000.000 de pares, o que implica na geração de 17.600 toneladas de resíduo, ou seja, uma enorme quantidade de material descartado no meio ambiente. Alguns desses resíduos são moídos para ocupar menos espaço em galpões, outros são incinerados, degradando a camada de ozônio, e uma baixa porcentagem é reaproveitada ou reciclada. A disposição desses resíduos sólidos em aterros representa uma disposição vigiada de um problema não solucionado (VALLE, 1995).

O EVA é um polímero semicristalino e de fácil reticulação (VARGAS, 2004). Um polímero (que significa “muitas partes”) é uma molécula de alto peso molecular obtida pelo encadeamento sucessivo de pequenas unidades repetitivas de baixo peso molecular chamadas monômeros (HANSMANN & MUSTAFA, 1993 *apud* ROLIN, 200?). Quanto ao comportamento térmico os polímeros podem ser classificados em

dois tipos: termoplásticos e termofixos. Termoplásticos são polímeros que permitem a fusão por aquecimento e após o resfriamento podem ser novamente moldados; eles podem ser processados várias vezes. Termofixos (ou termorígidos) são polímeros que, uma vez moldados não permitem mais a possibilidade de fusão, ou seja não podem ser reprocessados; eles não fundem, porém se decompõem quando reaquecidos. O EVA é um polímero termofixo, sendo, portanto de difícil reprocessamento (ROLIN, 2007).

O polímero em questão é obtido através do processo de copolimerização dos monômeros de acetato de vinila e etileno em um sistema de alta pressão. Os EVA's utilizados no design de calçados, em geral, possuem teores de acetato de vinila, variando entre 18% e 28%, sendo que quanto maior o teor de acetato de vinila maior o custo do material (ZATTERA, 2005). Essa resina possui uma excelente compatibilidade com diferentes termoplásticos e cargas inorgânicas. Apresenta bom conjunto de propriedades mecânicas, especificamente no que se refere à resistência às intempéries, ao impacto e baixas temperaturas. Zattera (2005) diz que o EVA é amplamente usado na indústria calçadista, na confecção de placas expandidas para o corte de solados, palmilhas e entressolas. O EVA-19 (o número indica o teor percentual de acetato de vinila no copolímero) é usado na confecção de brinquedos, móveis e brindes injetados. Este tipo de resina apresenta ótima miscibilidade com ceras, parafinas e agentes de pega e pode fazer parte da composição de adesivos Hot-Melt (BRASKEM® S/A *apud* SILVA et al., 2009).

Por se tratar de um resíduo que possui baixa massa específica, grande capacidade de se deformar, tem boas características acústicas e térmicas, é estável, inerte e não suscetível a fungos, pode-se, a partir dele, desenvolver-se vários tipos de material, a exemplo de um tipo de bloco que permita associar à função de vedação o conforto térmico e a leveza (FILHO et al., 2003).



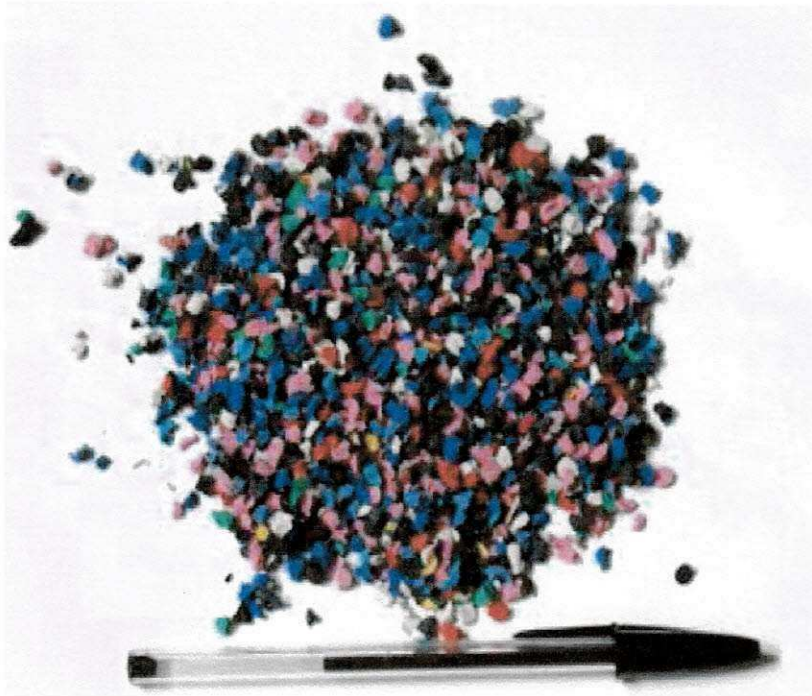


Figura 06 – Resíduo de Composto EVA. Fonte: Lyra, 2007.

## 2.8– Resíduo de Composto de Copolímero (Estireno Butadieno) – SBR

A borracha de butadieno estireno (SBR) foi elaborada primeiro na Alemanha na década de 1930 com o nome de Buna S., e posteriormente estudada nos Estados Unidos durante a 2ª Guerra Mundial com a denominação de GRS (Government Rubber-Styrene) sendo esta denominação posteriormente substituída por SBR (GOMES, 2010).

O SBR é um copolímero de estireno e butadieno em bloco, obtido a partir do estireno e do 1,4-butadieno tendo como catalisador o sódio metálico. Sendo uma borracha sintética, facilmente vulcanizável e com custo de fabricação menor em relação à obtenção da borracha natural, rapidamente foi incorporada no desenvolvimento de produto dos diversos setores produtivos (ANJOS, 2007).

A polimerização do SBR pode ser por emulsão ou por solução. O SBR produzido por polimerização em emulsão (ESBR) foi o primeiro a ser desenvolvido, e é o mais utilizado, devido ao bom balanço entre propriedades e custo. O produzido por

polimerização em solução (SSBR), desenvolvido na década de 1960, possui algumas vantagens, como cura mais rápida e melhores propriedades de resistência ao rasgamento e à abrasão (WEBER, 2006).

Segundo Gomes (2010), cerca de 85 a 90% do SBR, é **polimerizado por emulsão**, sendo os restantes 10 a 15% polimerizados em solução. Em função da temperatura de polimerização, a borracha obtida é classificada de “*hot rubber*” se a temperatura de polimerização é de cerca de 55 °C e de “*cold rubber*” se a temperatura de polimerização se situa entre 5-10 °C, possuindo esta última melhores características de laboração.

Artefatos de borracha não podem ser obtidos sem que haja a vulcanização do elastômero, uma vez que a borracha crua não apresenta resistência suficiente para as solicitações de serviço. A vulcanização busca através do uso de um acelerador (enxofre) e um ativador (óxido de zinco) aumentar a força retrátil, reduzir a quantidade de deformação permanente, melhorar a elasticidade e diminuir a plasticidade (VIEIRA 1994 *apud* ANJO, 2007).

O SBR é amplamente utilizado na indústria de artefatos de borracha para a produção de componentes para autopeças, fabricação de forros de carpetes, artigos médico-hospitalares, calçados, entre outros.



Figura 07 – Resíduo de Composto SBR.



## 2.9– Materiais alternativos na construção civil

Os materiais não convencionais são atualmente uma alternativa viável para investimentos públicos no setor social. Seu surgimento no âmbito da construção civil se deu devido ao crescimento da industrialização e a propagação dos seus manufaturados através da mídia. Com o tempo, as sociedades foram marginalizando as técnicas antigas de construção por considerá-las obsoletas, assim como as novas técnicas e materiais alternativos criados por métodos diferentes dos produzidos industrialmente. Como o acúmulo de riquezas e a segregação social aumentaram vertiginosamente após a revolução industrial, uma parcela cada vez maior da população se viu excluída e incapacitada de adquirir os manufaturados industriais, considerados convencionais, para suas obras.

Isto gerou um déficit habitacional que se mantém atualmente enquanto a distribuição das riquezas continua desigual, principalmente em países como o Brasil. Além disso, como já citado neste, vemos a possibilidade de adequar estes materiais não convencionais para usos que respeitem não apenas a eficiência econômica, como também a eficiência funcional e ambiental, poupando a natureza e seus recursos.

As vantagens dos Materiais não Convencionais são:

- Baixo custo da matéria-prima;
- Produção rápida, de fácil aprendizado e com poucos equipamentos (em alguns casos);
- Uso de materiais locais para a construção (em alguns casos);
- Podem ser compostos de materiais reciclados ou de resíduos industriais;

A utilização de insumos reciclados e resíduos industriais na mistura que compõem os materiais não convencionais tem o potencial de contribuir para a correta disposição do lixo gerado pela própria sociedade. Desta forma podemos criar materiais que são economicamente viáveis para a produção em grande escala e reduzir a poluição do meio ambiente, um dos nossos maiores problemas sociais da atualidade.

Outra vantagem é a substituição de insumos naturais, como os agregados usados no concreto, por resíduos e materiais reciclados, diminuindo o impacto causado ao meio ambiente com a extração de matéria prima de jazidas.



Como há um déficit habitacional no Brasil e a necessidade de recuperar os impactos causados pelas atividades humanas, tornam-se realidade pesquisas buscando meios para inserir novas tecnologias construtivas utilizando materiais mais eficazes e baratos para as obras públicas e privadas.

Como já citado neste, a reciclagem e a reutilização de resíduos provenientes de diferentes processos industriais, têm sido objeto de pesquisas em diversas instituições, que buscam soluções que conciliem vários aspectos, como custo de deposição, tratamentos, tipo e quantidade de resíduo, tecnologia e processos de utilização e, finalmente, o impacto econômico e ambiental da reciclagem (SOARES et al, 2007) .

Segundo Gomes et al. (2005) a utilização de materiais alternativos na construção de instalações animais é uma das opções para pequenos produtores diminuírem os custos na produção e aumentarem a produtividade.

Vários são os materiais alternativos, já pesquisados e tidos como eficientes na construção civil.

Os elementos de concreto com aproveitamento de resíduos de EVA podem também ser exemplos de materiais não convencionais.

De acordo com pesquisa de Kazmierczak (2003), o contraforte é um componente à base de polímeros utilizado na região do calcanhar do calçado, com a finalidade de armar, reforçar, dar forma, beleza e segurança, e buscar a perfeita reprodução da forma do sapato (LUZ, 1987). Os contrafortes termoplásticos são fabricados a partir de uma manta de tecido ou não-tecido, fornecida em rolos de um metro de largura, que é impregnada por resinas e recebe uma camada de adesivo hot melt em sua superfície. Na pesquisa desenvolvida, partiu-se da hipótese de que o resíduo de contraforte moído, devido à sua forma lamelar, adicionado a matrizes de materiais normalmente utilizados na construção civil, como o cimento e o gesso, teria o comportamento semelhante ao de uma fibra, proporcionando melhorias em certas propriedades mecânicas.

Um outro material utilizado na construção civil é o bambu. O crescente interesse pelo bambu como material alternativo para construções rurais simples, em nível de pequenas propriedades, está baseado em fatores estruturais pela sua leveza,

resistência e flexibilidade, fácil manejo e transporte (BERALDO & AZZINI, 2004; SONDY, 1940).

A eficiência da utilização do alumínio presente nas embalagens de leite e de outros alimentos "longa vida", pós-uso, como refletor de calor, para aumentar o conforto térmico nas edificações, também tem sido comprovado através de pesquisas. Nestas embalagens, o alumínio protege os alimentos da incidência de luz, entrada de oxigênio e de vírus. As embalagens são utilizadas, então, como: subcoberturas, sob telhados, na forma de mantas feitas com as caixinhas abertas e coladas lado a lado; refletindo o calor e a luz solar incidente, na forma de persianas e cortinas. Em qualquer das formas utilizadas, o material das embalagens não é alterado (SCHMUTZLER, 2007).



### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa foi desenvolvida com modelos reduzidos de edificações de habitação popular, no Laboratório de Engenharia Civil (Departamento de Engenharia Civil e Ambiental) e no Laboratório de Construções Rurais e Ambientação (Departamento de Engenharia Agrícola) da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. No período de março de 2010 a maio de 2010: foi aplicado aos moradores de um dos conjuntos habitacionais tomado como referência, um questionário de avaliação pós-ocupação, para analisar a satisfação das pessoas quanto ao conforto térmico da edificação; em seguida foi construído o modelo reduzido e foram produzidas as placas do composto EVA+SBR para o forro. Ainda em maio de 2010 foi instalado na UFCG o modelo reduzido, bem como os sensores de temperatura. A coleta de dados iniciou definitivamente em junho de 2010 e concluída em janeiro de 2011.

#### 3.1- Aplicação de questionário de avaliação do nível de satisfação dos moradores

A Avaliação Pós-Ocupação (APO) é uma alternativa metodológica para avaliação de desempenho de ambientes construídos e um instrumental capaz de aferir, por realimentação, os erros e acertos encontrados no objeto de estudo avaliado a partir do ponto de vista dos usuários (LAY; REIS, 1994, 29). Ela permite a avaliação de aspectos técnico-construtivos, funcionais, econômicos, estéticos e comportamentais do ambiente construído. Os resultados podem ser usados como novos insumos e diretrizes para



futuros projetos com características semelhantes, mas podem, sobretudo, ser utilizados para adaptações, renovações, reformas e reorganizações naqueles ambientes estudados (ORNSTEIN, 1992).

Baseando-se nesse tipo de ferramenta, com o objetivo de analisar a satisfação dos moradores com relação ao conjunto habitacional no qual residem, foi aplicado um questionário de avaliação, contendo perguntas referentes a várias questões. Porém, para direcionar o foco desta pesquisa, aqui foram analisadas somente as respostas referentes ao conforto térmico da habitação, na parte interna da edificação. No anexo II consta o modelo do questionário utilizado, que pergunta, dentre outras coisas, a respeito de temperatura, ventilação e iluminação natural de cada ambiente da unidade em estudo. Este questionário foi desenvolvido baseado na avaliação pós-ocupação de Vianna e Roméro (2002). Foram entrevistados 100 pessoas, em um universo total de 500 moradores.

### **3.2- Caracterização climática de Campina Grande**

Campina Grande está localizada a 7°14'latitude Sul e 36°12'longitude Norte, no agreste paraibano. A temperatura média anual oscila em torno de 27°C, podendo atingir 30°C nos dias mais quentes e 15°C nas noites mais frias do ano. A umidade relativa do ar na área urbana, varia entre 75 a 83%. De acordo com a classificação de Koeppen, o clima da região é AWi, caracterizado como clima tropical chuvoso (megatérmico) com total anual médio de chuva (P) em torno de 750mm.

É importante mencionar que existem estratégias bioclimáticas para cada tipo de clima. Para climas como o de Campina Grande, que apresenta uma amplitude térmica elevada entre o dia e a noite (cerca de 10°C), materiais construtivos que apresentam boa inércia térmica são os mais recomendados (baixa condutibilidade térmica). Assim, é interessante destacar que o forro estudado pode ter comportamentos diferentes em regiões com características climáticas distintas.

### 3.3- Características da edificação de habitação de interesse social

A edificação escolhida como referência, faz parte do conjunto habitacional de interesse social doado pela Prefeitura Municipal de Campina Grande (PMCG) para a população. Cada conjunto é constituído por vários blocos iguais, onde cada bloco é formado por quatro habitações (duas no térreo e duas no pavimento superior). As edificações são construídas em alvenaria, com coberta em telha cerâmica, sem forro nas habitações do pavimento superior.

Com relação à locação dos blocos no terreno, em todos os conjuntos construídos na cidade de Campina Grande, não há preocupação com a ventilação das edificações, uma vez que os blocos são construídos em todas as orientações, de modo a aproveitar o terreno para o maior número de edificações.

Nas figuras 08 e 09, estão dois dos conjuntos habitacionais de interesse social em questão.



Figura 08 – Conjunto Habitacional Novo Araxá.



Figura 09 – Conjunto Habitacional do Pedregal.



Cada habitação possui 40,00m<sup>2</sup> de área, constituída por uma sala, uma cozinha/área de serviço, dois quartos e um banheiro, conforme ilustrado na figura 10 (ver projeto arquitetônico completo no anexo III).

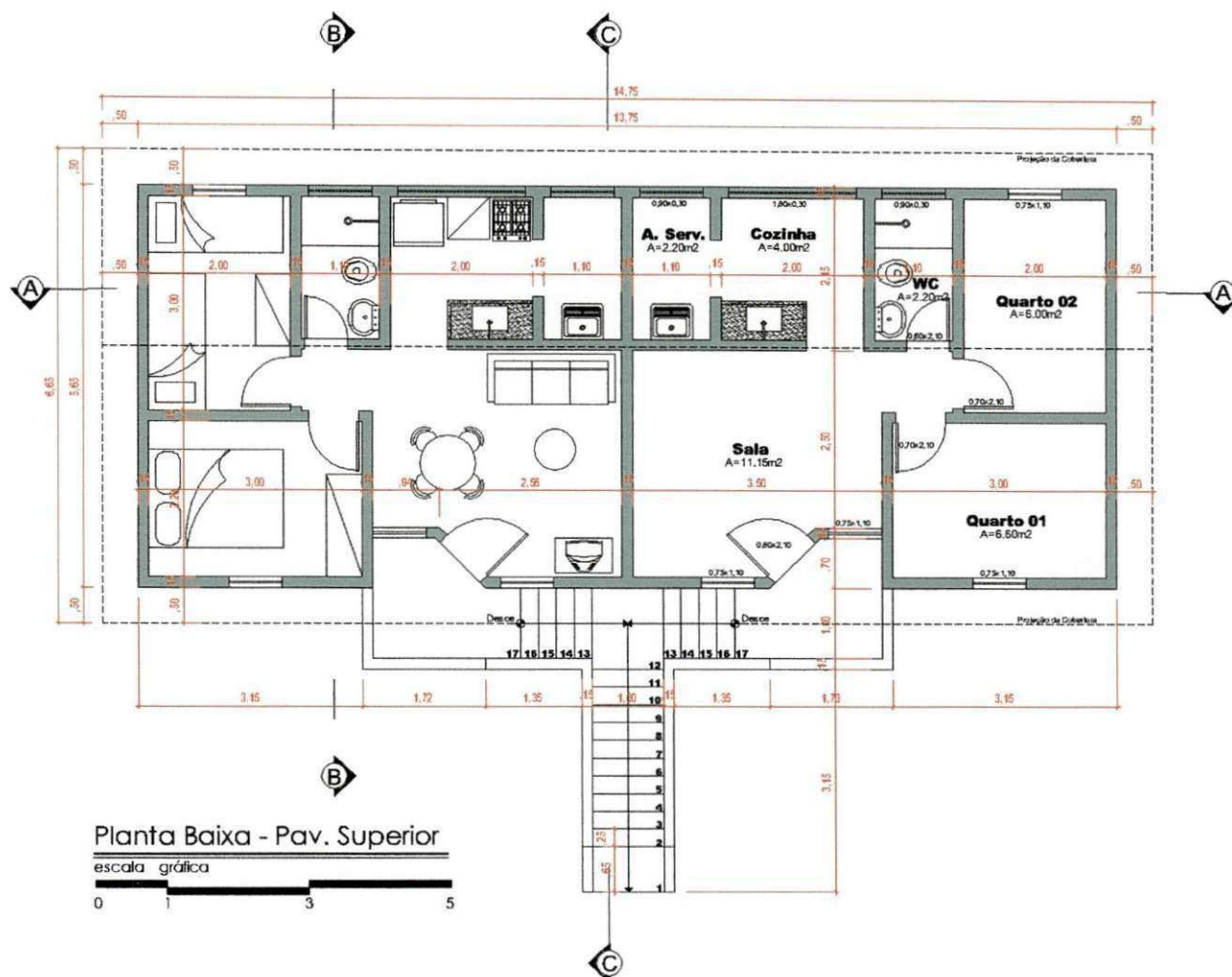


Figura 10 – Planta baixa do pavimento superior da habitação.

A idéia inicial da pesquisa era de aplicar o forro numa habitação real. Já se possuía autorização dos moradores que iriam disponibilizar suas residências para coleta de dados, quando a PMCG impediu qualquer interferência nos blocos, uma vez que os conjuntos não haviam sido entregues oficialmente, e como 2010 era ano eleitoral, solicitou que aguardássemos a liberação para entrega, o que inviabilizaria o cronograma da pesquisa. Assim, optou-se por construir um modelo reduzido de um bloco do conjunto de habitação de interesse social em questão.



### 3.4- Características dos modelos reduzidos

Foi produzido um modelo reduzido de um bloco da edificação já apresentada (contendo quatro habitações). Para o dimensionamento do mesmo, foi utilizada a classe geometricamente similar, em escala 1:5, determinada a partir da relação entre as dimensões reais e aquelas possíveis de serem reproduzidas em estação experimental. Assim, cada bloco teve como dimensões gerais (sem contar projeção de telhado): 2,75 de comprimento; 1,13m de largura; 1,38m de altura, onde o pé direito da casa térrea foi de 0,52m, como indicado na figura 11 (ver projeto completo do modelo no anexo IV).

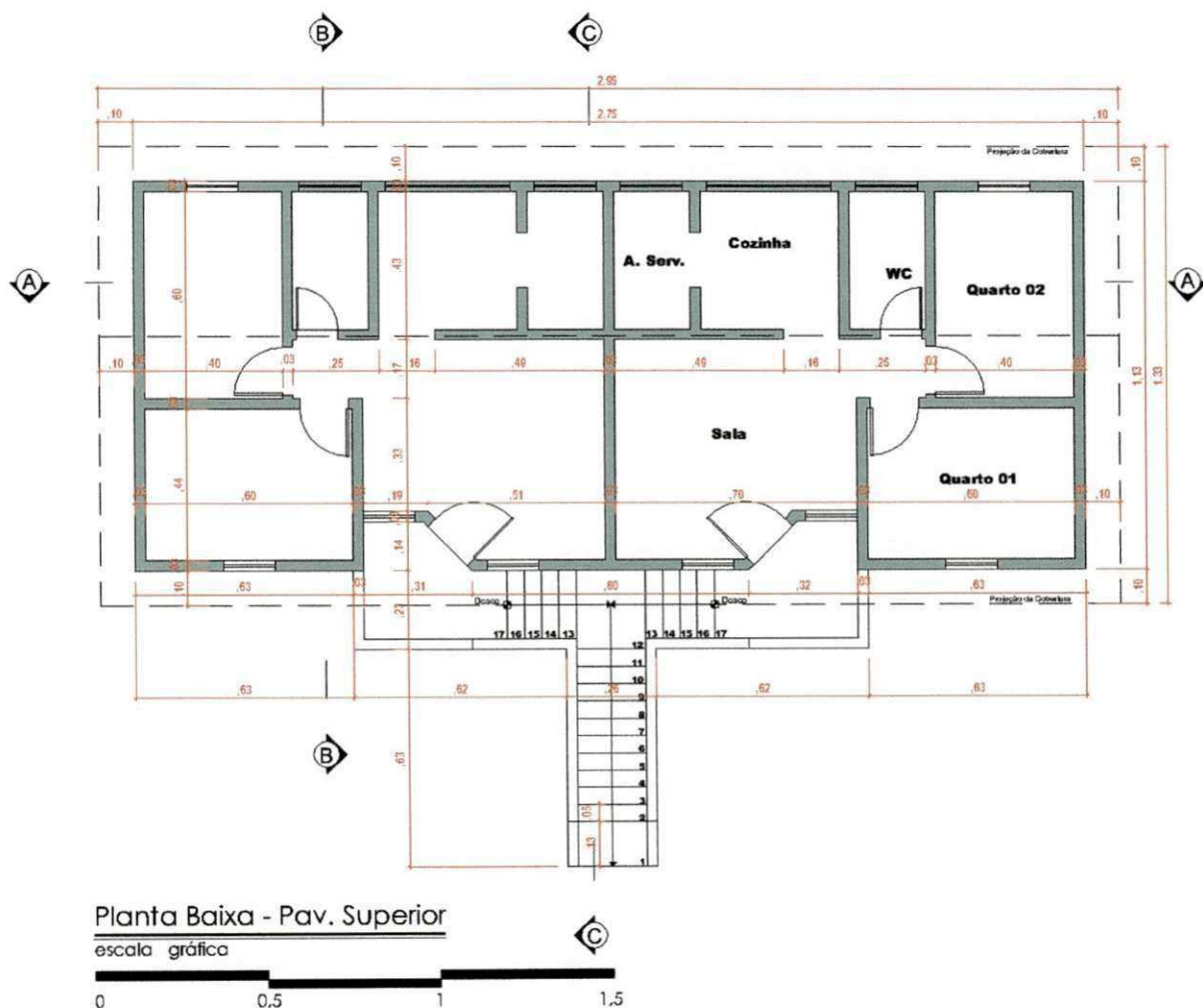


Figura 11 – Planta baixa do pavimento superior do modelo reduzido.

O modelo foi estruturado com blocos de madeira compensada, pintada externamente com tinta acrílica na cor branca, como se observa das figuras 12, 13 e 14. A cobertura utilizada foi de telha fibrocimento. Esta telha proporciona maior calor no interior da edificação, do que a telha cerâmica utilizada na edificação referência. No entanto, as condições às quais foram submetidas as habitações em estudo, foram as mesmas, independente do tipo de telha a ser utilizada, ou seja, tanto a unidade com forro, como a sem forro estavam com o mesmo tipo de telha, não importando de o modelo difere da habitação real.



Figura 12 – Vista interna do modelo reduzido.





Figura 13 – Vista frontal do modelo reduzido em fase de teste.



Figura 14 – Vista posterior do modelo reduzido em fase de teste.



### 3.5- Produção das placas

Para produção das placas, foram utilizados resíduos de EVA e SBR proveniente da indústria calçadista. As aparas do resíduo são moídas ainda na fábrica e fornecidas na forma de pequenos grãos.



Figura 15 – Resíduo EVA utilizado.



Figura 16 – Resíduo SBR utilizado.



### 3.5.1 – Granulometria

Foi realizada a classificação granulométrica do resíduo para determinar o tamanho da partícula, com o propósito de utilizar a matéria prima uniforme. A granulometria foi realizada no Laboratório de Engenharia Civil da UFCG. Foram usadas as peneiras: 9,5mm, 4,8mm, 2,36mm, 1,18mm, 0,6mm, 0,3mm e 0,15mm. Em um agitador mecânico (ilustrado na figura 17), as peneiras, mostradas na imagem 18, vibraram por 1 minuto, com 200g do resíduo.



Figura 17 – Agitador mecânico.





Figura 18 – Peneiras granulométricas.

Na tabela 01 está o resultado do ensaio granulométrico, identificando que a maior parte do resíduo de EVA ficou retida na peneira 0,3mm e que foi a peneira 0,15 que reteve a maioria do resíduo de SBR. A pequena quantidade de material retida nas outras peneiras, mostra a homogeneidade no tamanho das partículas do resíduo utilizado.

Tabela 01 – Resultado do ensaio granulométrico.

Peneira (mm)	Material Retido (g)	
	Amostra EVA	Amostra SBR
9,5	2,30	0,00
4,8	2,93	1,98
2,36	3,15	6,15
1,18	3,90	7,34
0,6	15,04	14,10
0,3	133,20	16,50
0,15	30,14	141,87
Passante 0,15	8,57	11,35
<b>TOTAL</b>	<b>199,23</b>	<b>199,29</b>



### 3.5.2 – Preparo das placas

Vários testes foram feitos, com relação à: proporção dos materiais a serem misturados, temperatura da estufa para plastificar os resíduos, bem como carga a ser utilizada para pressionar o resíduo na forma, dentro da estufa.

Assim, foi determinada a proporção de 90% de EVA, para 10% de SBR, totalizando 1,3kg, ou seja, 1,17kg de EVA + 0,13kg de SBR. Após pesado e bem misturado, o composto foi colocado numa forma de aço, com as seguintes dimensões: 45cm de comprimento; 40cm de largura; 8cm de altura, como ilustrado na figura 19.



Figura 19 – Forma utilizada na pesquisa.

Estando o resíduo espalhado de maneira uniforme na forma, colocou-se a tampa, também em aço, adicionando-se acima dois pesos de 4kg, totalizando 8kg (conforme mostra figura 20, na página seguinte), que gerou uma carga de 78,49N para pressão do resíduo.



Figura 20 – Conjunto (fôrma com resíduo+carga).

O conjunto (fôrma com resíduo + carga) foi colocado na estufa com temperatura de 110°C, permanecendo nela por 12hs. Após esse tempo, retirou-se o conjunto da estufa, permanecendo aproximadamente 12hs em temperatura ambiente para esfriar completamente e, então, a placa ser desformada, placa esta com espessura final de 1,5cm (ver figura 21). Todos esses procedimentos foram realizados também no Laboratório de Engenharia Civil da UFCG.

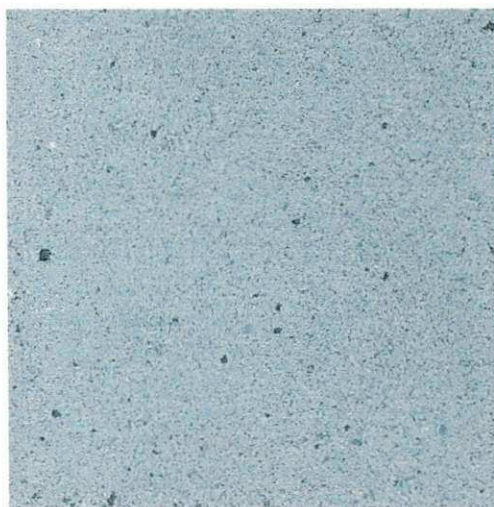


Figura 21 – Placa de EVA+SBR.



### 3.6 – Instalação do modelo reduzido no local de pesquisa

O modelo reduzido foi locado no sentido Norte-Sul por 45 dias e no sentido Leste-Oeste por mais 45 dias, tanto no período frio, como no período quente, em terreno plano, livre de sombreamento natural e artificial, na Universidade Federal de Campina Grande, indicado nas figuras 22 e 23.



Figura 22 – Modelo reduzido instalado na posição Norte-Sul.



Figura 23 – Modelo reduzido instalado na posição Leste-Oeste.



### 3.6.1 – Utilização das placas no modelo reduzido

Utilizadas como forro, as placas foram colocadas em uma das habitações superiores do modelo reduzido, na altura do pé direito (0,52m no modelo, que equivale a 2,60m no real). O apoio, que segura as placas, foi feito em madeira, instalada de maneira a não ser visto pelo interior da edificação. Nas figuras 24 e 25 são apresentados suporte e placas utilizadas. Formado o forro, cria-se com ele um isolamento físico entre cobertura e interior do modelo, como um forro padrão.

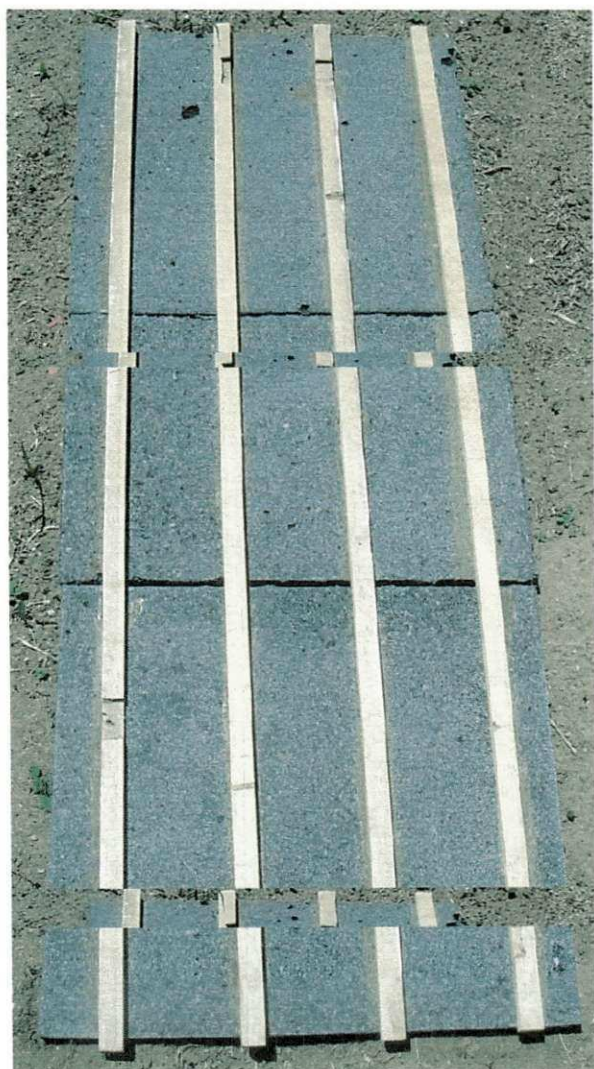


Figura 24 – Suporte para aplicação das placas no modelo (vista superior, que fica voltada para cobertura).



Figura 25 – Vista das placas voltada para o interior do modelo.



### 3.7 – Instrumentação para coleta de dados

Os modelos reduzidos foram instalados ao lado na Estação Meteorológica da Universidade Federal de Campina Grande, estação onde foram coletados dados de umidade relativa do ar, bem como direção e velocidade do vento, informações estas armazenadas para referência e não discutidas neste. A figura 26 ilustra a estação citada.

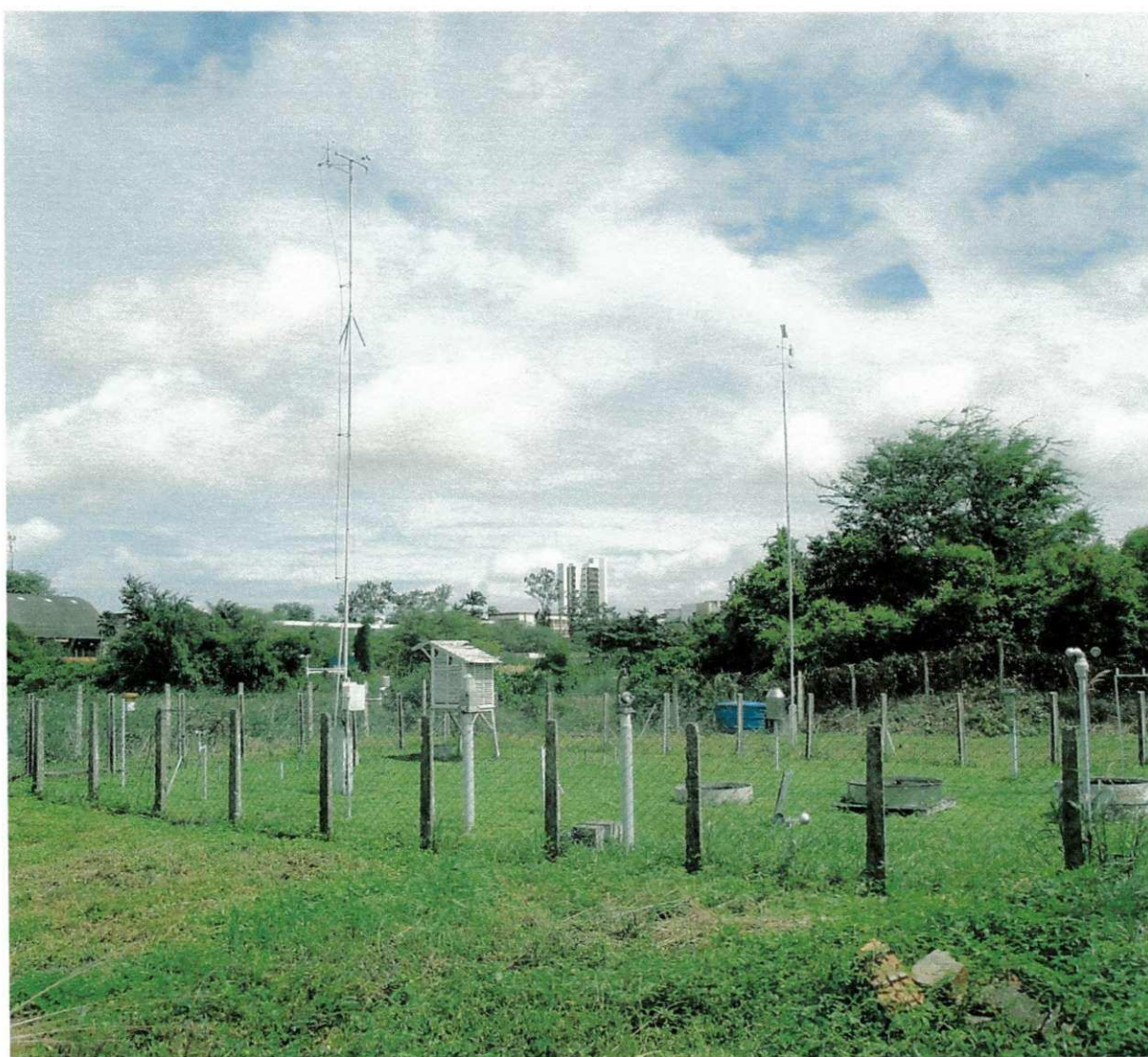


Figura 26 – Estação Meteorológica da Unidade Acadêmica de Meteorologia da UFCG.



Nos modelos reduzidos, foi utilizado um sistema de aquisição de dados composto por um módulo de medição e de controle, datalogger, modelo CR1000 da Campbell Scientific, mostrado na figura 27. Como o equipamento só aceita 8 sensores, foi utilizada uma placa multiplexadora, que anexada ao equipamento, permite usar 32 sensores.

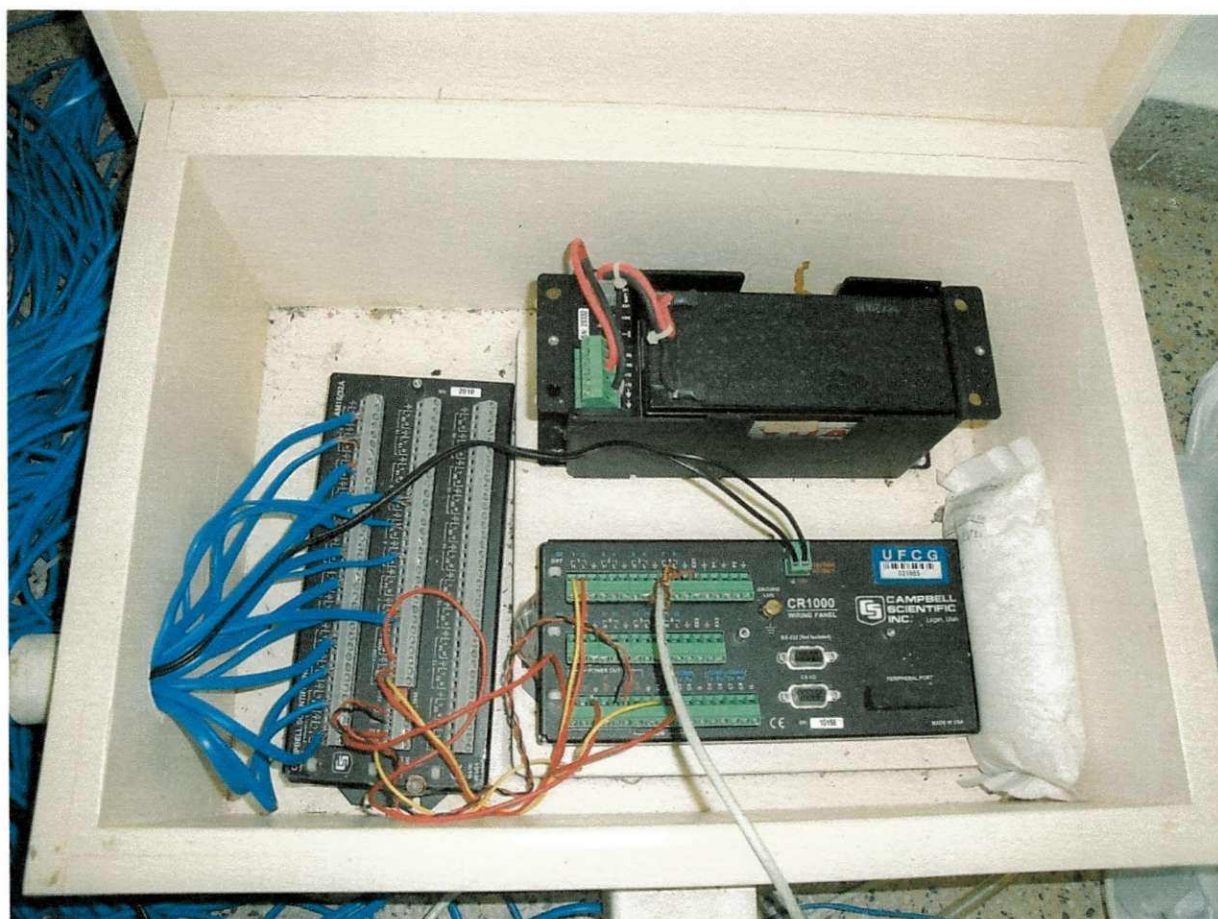


Figura 27 – Datalogger CR 1000 com placa multiplexadora.

Na programação do equipamento, foram coletados dados a cada 5 segundos e registrada a média a cada 20 minutos, durante todo o período do ensaio, ou seja, 45 dias.



### 3.7.1 – Sensores

Foram utilizados sensores para medição de temperaturas: de bulbo seco, de bulbo úmido, do globo negro, da superfície superior da telha (SST), da superfície inferior da telha (SIT), da superfície superior do forro (SSF) e da superfície inferior do forro (SIF) na habitação do pavimento superior com forro; de bulbo seco, de bulbo úmido, do globo negro, do superior da telha (SST) e do inferior da telha (SIT) na habitação do pavimento superior sem forro; de bulbo seco, de bulbo úmido e do globo negro nas habitações térreas. Assim, foram necessários 18 fios termopar do tipo T.

Os sensores foram fixados respeitando geometricamente os mesmo locais em todas as habitações. Os cabos que captaram bulbo seco, bulbo úmido e globo negro foram colocados a altura equivalente a 1,20m na edificação real, que gera uma altura de 0,24m no modelo reduzido. Na figura 28 ilustra-se a instalação do termopar tipo T para coleta de bulbo seco (temperatura ambiente).

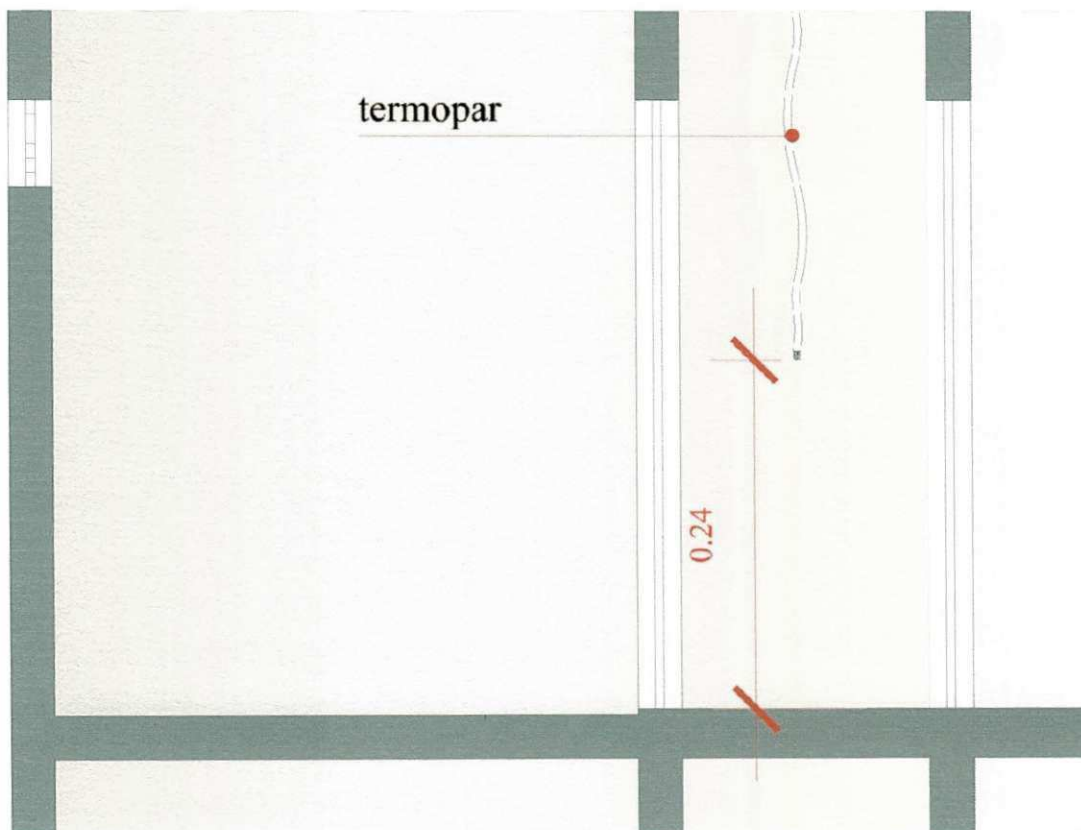


Figura 28 – Desenho ilustrativo do corte BB com a instalação do sensor de bulbo seco no modelo reduzido.

Para confecção dos globos negros, foram utilizadas bolas de plástico de ping-pong com 3,5cm de diâmetro, pintadas com três camadas de tinta preta fosca. Foi feita a calibração desses globos, com um globo negro padrão, que tem 12cm de diâmetro. Na figura 29 é ilustrada a instalação do sensor de temperatura no globo negro com bolas de ping-pong.

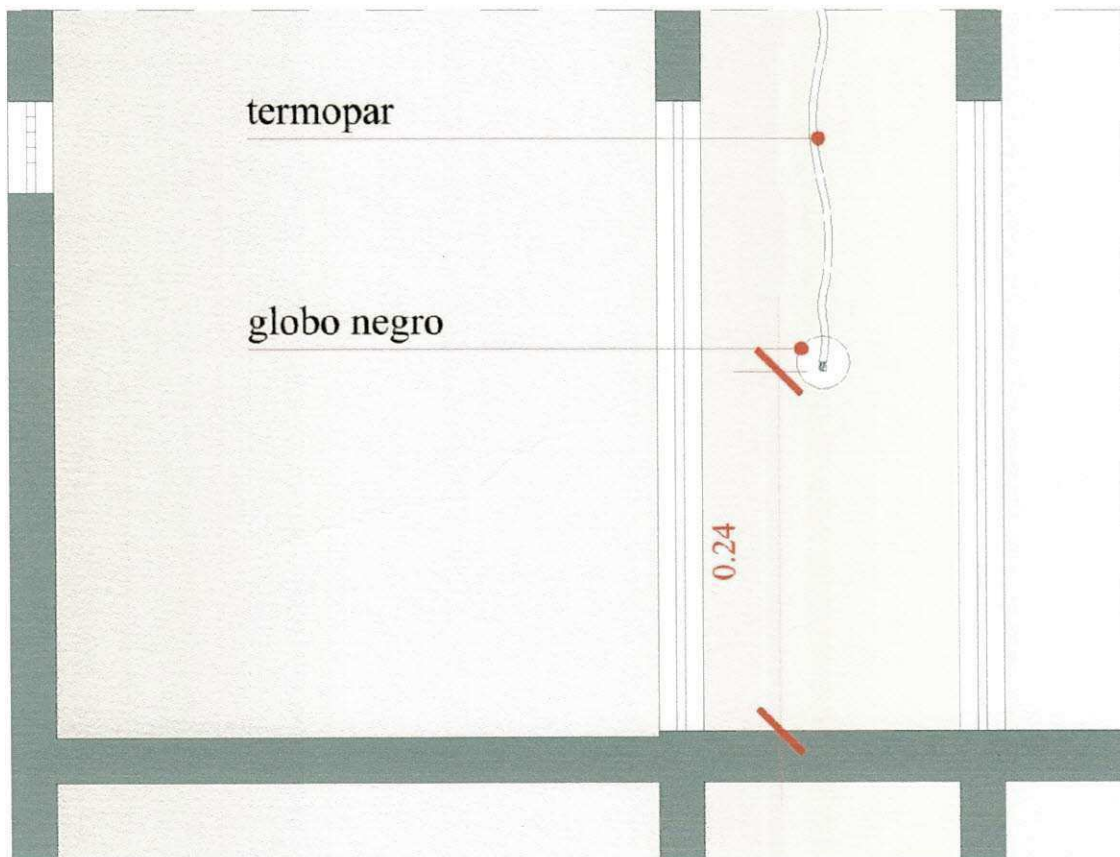


Figura 29 – Desenho ilustrativo do corte BB com a instalação do sensor de globo negro no modelo reduzido.

Para o bulbo úmido, em substituição do psicrômetro, a ponta do sensor foi revestida com um cordão de algodão. Este cordão foi mergulhado em um depósito com água, de modo que apenas o cordão tivesse contato direto com a água, fazendo com que a umidade chegasse ao sensor por capilaridade. Na figura 30, vemos a ilustração da instalação desse termopar.



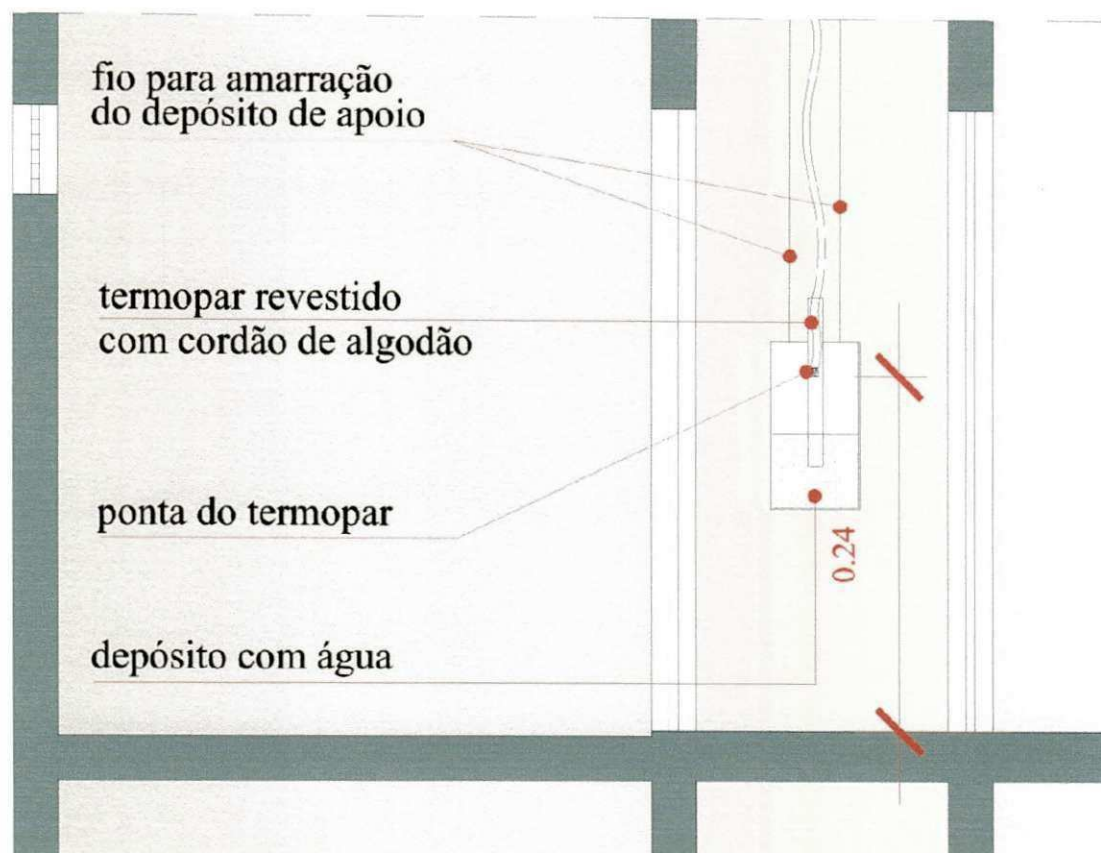


Figura 30 – Desenho ilustrativo do corte BB com a instalação do sensor de bulbo úmido no modelo reduzido.

### 3.8– Cálculo dos índices

#### 3.8.1 – Índice de Temperatura e Umidade (ITU)

O ITU, originalmente desenvolvido por Thom (1985), tem sido o mais empregado para determinar o índice de conforto ambiente, sendo dado por:

$$\text{ITU} = 0,72 (\text{TBS} + \text{TBU}) + 40,6$$

Em que:

TBS = Temperatura de bulbo seco, °C;

TBU = Temperatura de bulbo úmido, °C.

Segundo Oliveira et al. (2006), quatro intervalos de ITU foram usados para classificar o desempenho humano (ITU < 74: conforto; 74 < ITU < 79: quente; 79 < ITU < 84: muito quente, e ITU > 84: extremamente quente).

No entanto, de acordo com Bond & Kelly (1955), estamos sempre trocando calor com o ambiente, na forma radiante. Assim, o ITU não reflete a carga térmica, não podendo ser efetivamente empregado para prever o desconforto e a subsequente perda de produção nessas condições.

### 3.8.2 – Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo (IBUTG)

Conforme Szokolay e Auliciems (1997), os ambientes são caracterizados por condições ambientais que levam a ocorrência de stress por calor. Vários estudos e pesquisas tem sido feitos para estudar essas condições, bem como para fixar um índice aceitável que caracterize esses ambientes ou situações particulares. Os principais índices existentes para essa caracterização são:

- a) Relação de aceitação térmica (TAR) - Plummer, 1945
- b) Taxa de suor estimada para 4 horas (P4SR) - McArdle, 1947
- c) Índice de stress por calor (HSI) - Belding e Hatch, 1955
- d) Índice de bulbo úmido e temperatura de globo (WBGT) - Yaglou e Minard, 1957
- e) Índice de tensão térmica (TSI) - Lee, 1958
- f) Índice relativo de tensão (RSI) - Lee e Henschel, 1963
- g) Índice de stress térmico ou taxa requerida de suor (ITS) - Givoni, 1963.

Devido à consistência e maior ou menor aceitação dos índices citados, além do ITU, já comentado, dois merecem estudos mais aprofundados, pois são referências normativas para a avaliação e determinação de stress térmico. São eles: “Índice de bulbo úmido e temperatura de globo (WBGT ou IBUTG em português)” e o “Índice de stress térmico” atualmente mais conhecido como “taxa requerida de suor (SWreq)” (LAMBERTS & XAVIER, 2008).



Porém, não foi possível, nesta pesquisa, calcular o stress térmico, por não se tratar de uma coleta de dados com o ambiente habitado, para que seja possível medições fisiológicas do corpo humano.

De acordo com Grzybowski (2004), nas normas brasileiras, a NR 15 recomenda o método do IBUTG para avaliação da exposição ocupacional ao calor de trabalhadores durante o ciclo de trabalho, em seus postos (ver norma completa no Anexo I).

É nessa norma que encontramos a seguinte tabela:

Tabela 02 – Tabela do regime de trabalho intermitente, desenvolvida em função do IBUTG.

REGIME DE TRABALHO INTERMITENTE COM DESCANSO NO PRÓPRIO LOCAL DE TRABALHO (por hora)	TIPO DE ATIVIDADE		
	LEVE	MODERADA	PESADA
Trabalho contínuo	até 30,0	até 26,7	até 25,0
45 minutos trabalho 15 minutos descanso	30,1 a 30,5	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9
30 minutos trabalho 30 minutos descanso	30,7 a 31,4	28,1 a 29,4	26,0 a 27,9
15 minutos trabalho 45 minutos descanso	31,5 a 32,2	29,5 a 31,1	28,0 a 30,0
Não é permitido o trabalho, sem a adoção de medidas adequadas de controle	acima de 32,2	acima de 31,1	acima de 30,0

Para ambientes internos, ou seja, sem radiação direta do sol, o IBTGU pode ser calculado pela seguinte expressão:

$$\text{IBUTG} = 0,7 (\text{TBU}) + 0,3 (\text{TGN})$$

Em que:

TBU = Temperatura de bulbo úmido, °C.

TGN = Temperatura de globo negro, °C;

A temperatura de globo negro é obtida a partir de uma esfera oca, de cobre, com 0,15m de diâmetro e 0,5mm de espessura, pintada externamente com tinta preta fosca, contanto um sensor de temperatura no centro.

### 3.8.3 – Correção do valor de IBUTG

Pereira et al. (1976) estudaram alternativas para substituição do globo negro (padrão) na confecção do globo-termômetro. Os autores concluíram que, apesar das limitações, a bola de ping-pong pode ser considerada importante ferramenta na avaliação do ambiente térmico, funcionando como globo-termômetro.

Silva (1996) realizou estudos sobre índices calculados de conforto térmico com dados coletados em globos-termômetro de alumínio, de latão e de plástico com diferentes diâmetros durante o verão, e obteve fatores de correção para os valores de IBUTG, de cada globo negro testado, em relação aos valores obtidos com o globo negro de cobre (padrão).

A seguir está a equação de regressão para correção dos valores de IBUTG para dados obtidos em globos de plástico com 0,036m de diâmetro (bola de ping-pong).

$$IBUTG_{corr} = 12,9651 + 0,80531 \times IBUTG$$

Em que:

$IBUTG_{corr}$  = índice de temperatura de bulbo úmido e globo negro corrigido;

$IBUTG$  = índice de temperatura de bulbo úmido e globo negro, calculado a partir da temperatura de globo negro (globo com 0,036m de diâmetro).

Neste estudo, o coeficiente de determinação de para correção do IBUTG, obtido em termômetros de globo padrão, foi de 0,99.



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 – Avaliação do nível de satisfação dos moradores

Nas tabelas 03 a 10 são apresentados alguns itens da pesquisa sócio-econômica, feita através da aplicação dos questionários de avaliação pós-ocupação, aos 100 moradores da comunidade Novo Araxá, localizada na divisa dos bairros Universitário e Araxá, no município de Campina Grande.

Tabela 03 – Gênero do entrevistado.

Homem	35,00%
Mulher	65,00%

Percebe-se que 65% dos entrevistados, encontram-se entre 26 e 55 anos, faixa economicamente ativa, conforme mostrado na tabela 04.

Tabela 04 – Idade do entrevistado.

15 a 25 anos	21,00%
26 a 45 anos	23,00%
46 a 55 anos	42,00%
56 anos ou mais	14,00%

Na tabela 05, nota-se que um grande percentual dos moradores já está adaptado ao clima da cidade, uma vez que já residem nela por mais de 16 anos.

Tabela 05 – Tempo de Moradia em Campina Grande.

0 a 5 anos	5,00%
6 a 10 anos	8,00%
11 a 15 anos	7,00%
16 anos ou mais	80,00%

Nessa comunidade, observa-se uma tendência de baixa escolaridade, já que a maioria dos entrevistados só fez até o 5º ano, além de não encontrarmos nenhum morador com ensino superior, como indicado na tabela 06.

Tabela 06 – Escolaridade.

1º ao 5º ano	58,00%
6º ao 9º ano	31,00%
Ensino Médio	11,00%
Ensino Superior	0%

Podemos perceber da tabela 07 que mais da metade dos entrevistados são casados, sendo o menor percentual de viúvos, seguidos de solteiros.

Tabela 07 – Estado civil do chefe de família.

Casado	55,00%
Solteiro	14,00%
Separado	23,00%
Viúvo	8,00%

As famílias da comunidade Novo Araxá são formadas geralmente de marido e/ou esposa + 3 a 5 filhos, já que o número de pessoas por unidade habitacional varia em sua maioria entre 4 a 7 pessoas, conforme mostrado na tabela 08.

Tabela 08 – Número de pessoas residentes na habitação.

1 a 3	7,00%
4 a 5	42,00%
6 a 7	40,00%
8 ou mais	11,00%

Um número considerável de moradores (31) está desempregado e não possui fonte de renda, como mostra a tabela 09. De acordo com relatos dessas pessoas, as doações que elas procuram são seus meios de sobrevivência. Pode-se observar ainda o notório índice de trabalho sem registro, caracterizando a informalidade dos empregos dos habitantes dessa comunidade.



Tabela 09 – Fonte de renda.

Trabalha registrado	28,00%
Trabalha sem registro	32,00%
Sem renda	31,00%
Aposentado/pensionista	9,00%

Observando-se o número de pessoas por habitação, bem como a renda da família, percebe-se a precariedade da comunidade, quem tem quase a totalidade de seus moradores com renda de até 1 salário mínimo, de acordo com o apresentado na tabela 10. Importante destacar que não foi encontrada nenhuma família com renda superior a 3 salários mínimos.

Tabela 10 – Faixa salarial do chefe da família.

Menos de 1 salário mínimo	55,00%
1 salário mínimo	42,00%
Entre 1 e 2 salários mínimos	3,00%
3 ou mais salários mínimos	0,00%

O resultado da avaliação dos moradores quanto ao conforto dos ambientes, são apresentados nas figuras 31 a 40.

Com relação às áreas dos ambientes, identifica-se que poucos são os entrevistados que reclamam dos tamanhos dos ambientes.

Na figura 31, quase metade dos moradores classificam a área dos dormitórios como sendo ótimo/bom, sendo de apenas 15% o percentual que classificou como péssima a área dos quartos. Este é o maior grau de insatisfação encontrado na avaliação das áreas dos ambientes da habitação.

### Área dos dormitórios

■ Ótimo ■ Bom ■ Razoável ■ Péssimo ■ Não avaliado

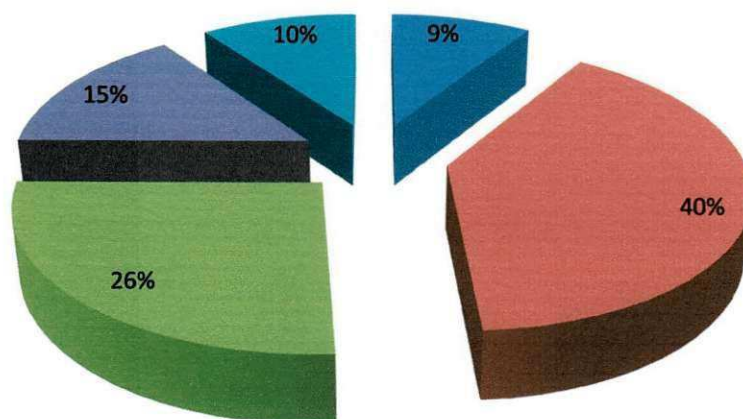


Figura 31 – Avaliação dos moradores quanto à área dos dormitórios.

Já com relação à cozinha e ao serviço, mais de 50% estão satisfeitos com as dimensões, como indicado na figura 32. Poucos não souberam avaliar as áreas em questão, sendo pequeno também o percentual de moradores que classificam como péssimos os espaços da cozinha e do serviço.

### Área cozinha/serviço

■ Ótimo ■ Bom ■ Razoável ■ Péssimo ■ Não avaliado

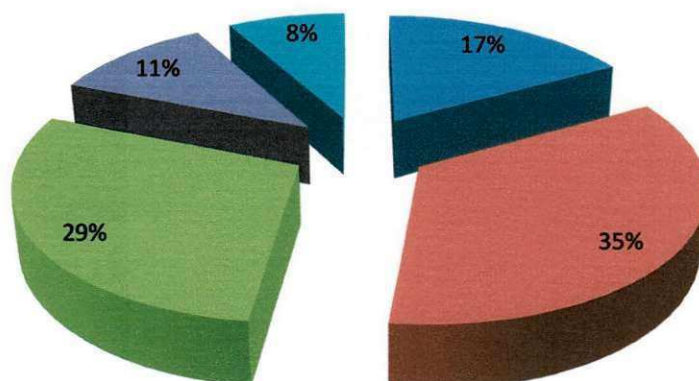


Figura 32 – Avaliação dos moradores quanto à área da cozinha/serviço.



De acordo com a figura 33, a área da sala é a que mais agrada aos moradores, já que somam 58% as avaliações de ótimo/bom. Está neste item também, o menor número de pessoas que não souberam classificar o ambiente.

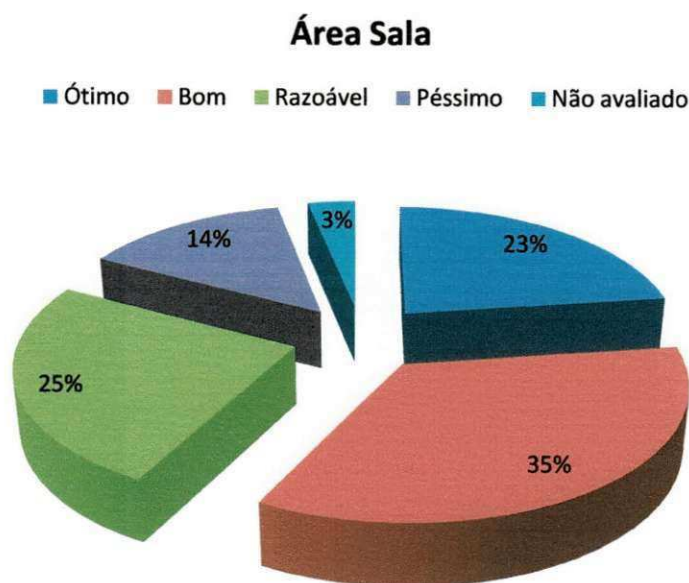


Figura 33 – Avaliação dos moradores quanto à área da sala.

Jaques (2008) mostra um resultado semelhante ao encontrado nesta pesquisa, em seu estudo de avaliação pós-ocupação no Núcleo Habitacional Santa Marta, em Santa Maria, onde para a maioria dos ambientes, não é percebida insatisfação dos moradores, com relação ao seu tamanho.

Por mais que se perceba a precariedade da edificação quanto às áreas, a população residente é de classe humilde, que possuíam casas, muitas vezes com apenas um vão. Assim, a habitação provavelmente tenha dimensões satisfatórias para eles, devido à referência de moradia que essas pessoas tem.

Quanto ao conforto térmico no verão, a insatisfação alcança 73%, conforme indicado na figura 34. Grande parte dos entrevistados destaca que não sabem até quando irão poder residir naquelas habitações, devido à necessidade de utilização de ventiladores, bem como pagamento de contas de energia muito altas. Alguns moradores chegaram a comentar que é difícil até a permanência na habitação, em horários próximos ao meio-dia, por causa das altas temperaturas.

### Temperatura no verão

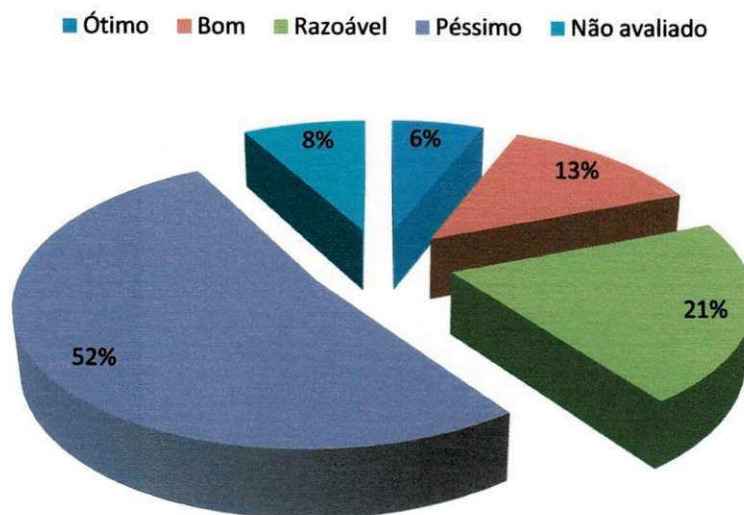


Figura 34 – Avaliação dos moradores quanto à temperatura do apartamento no verão.

Já no inverno, a habitação possui clima mais agradável, não atingindo ainda uma maioria que avaliasse a temperatura como ótimo/bom, como indicado na figura 35.

### Temperatura no Inverno

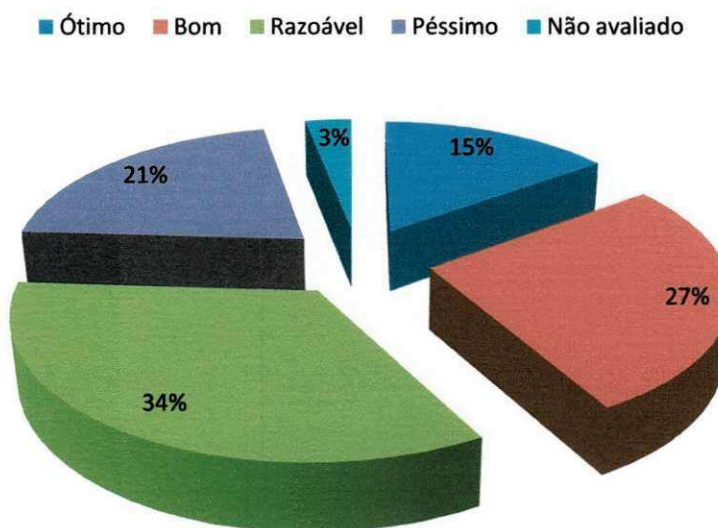


Figura 35 – Avaliação dos moradores quanto à temperatura do apartamento no inverno.



A luz natural dos quartos e da sala satisfazem mais os moradores, por possuírem estes ambientes basculantes em vidro, enquanto a cozinha apresenta maior índice de insatisfação, por terem somente abertura em cobogó, que permite passar pouca iluminação (ver figuras 36 e 37). Essa situação exige, muitas vezes, a utilização de luz artificial durante o dia, o que faz com que, mais uma vez, a energia seja utilizada, gerando aumento na despesa dos moradores.

### Luz Natural Sala/Dormitórios

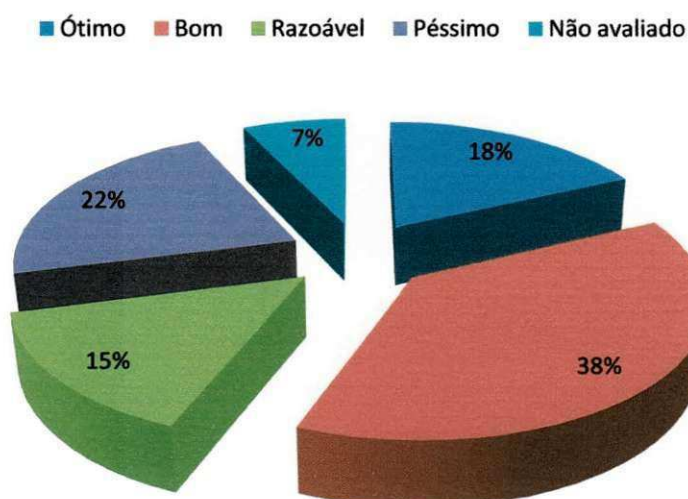


Figura 36 – Avaliação dos moradores quanto à luz natural da sala e dos dormitórios.

### Luz Natural Cozinha

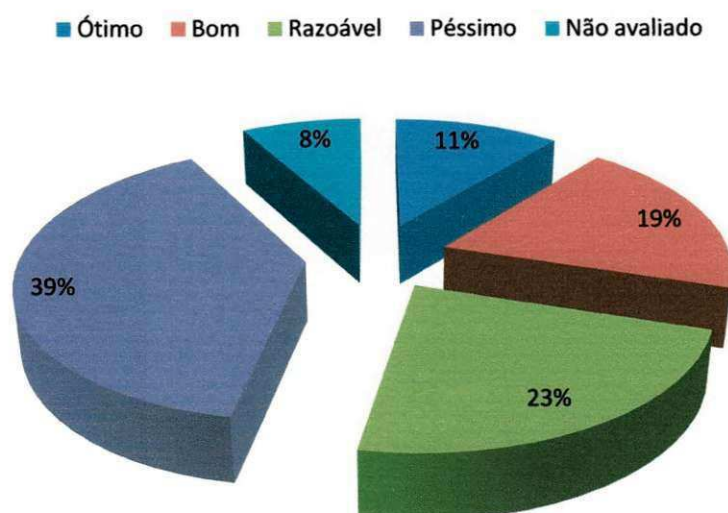


Figura 37 – Avaliação dos moradores quanto à luz natural da cozinha.

A ventilação do banheiro e da cozinha é classificada como ruim, uma vez que a maioria dos entrevistados indicou razoável/péssimo para este item. Percebe-se pelas figuras 38 e 39 que as respostas são bem semelhantes para esses dois ambientes.

### Ventilação Banheiro

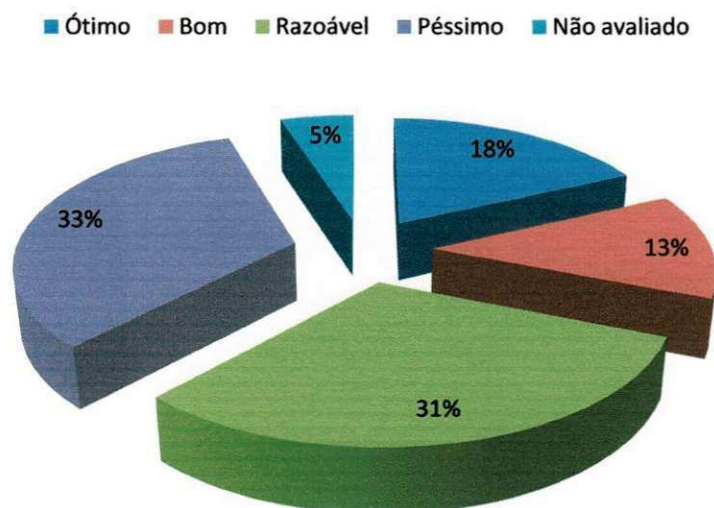


Figura 38 – Avaliação dos moradores quanto à ventilação natural do banheiro.

### Ventilação Cozinha

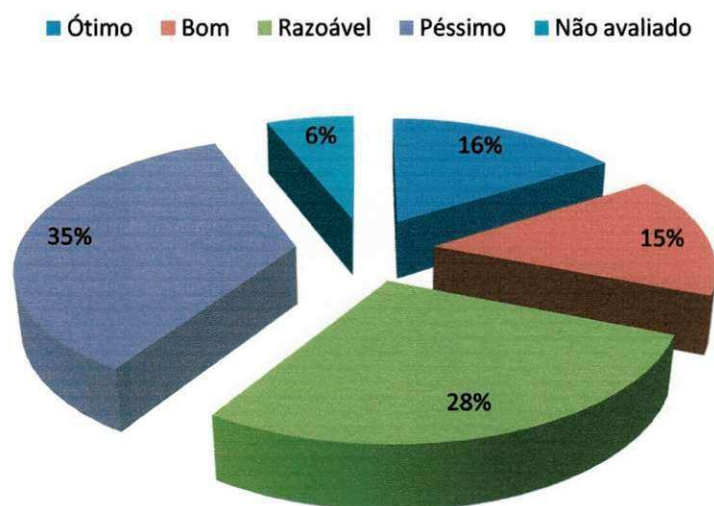


Figura 39 – Avaliação dos moradores quanto à ventilação natural da cozinha.

O cobogó utilizado não funciona de maneira satisfatória, de acordo com o testemunho dos moradores. Porém, essa insatisfação é percebida, quase na mesma intensidade, para sala e dormitórios, que possuem janelas em vidro, tipo basculante,



conforme mostrado na figura 40. Mesmo o sistema de esquadrias utilizado na sala e nos dormitórios, não sendo um dos mais eficientes, por impedir parte da circulação do vento, provavelmente, essa precariedade apresentada em toda a habitação, seja devido a locação inadequada das edificações.

### Ventilação Sala/Dormitórios

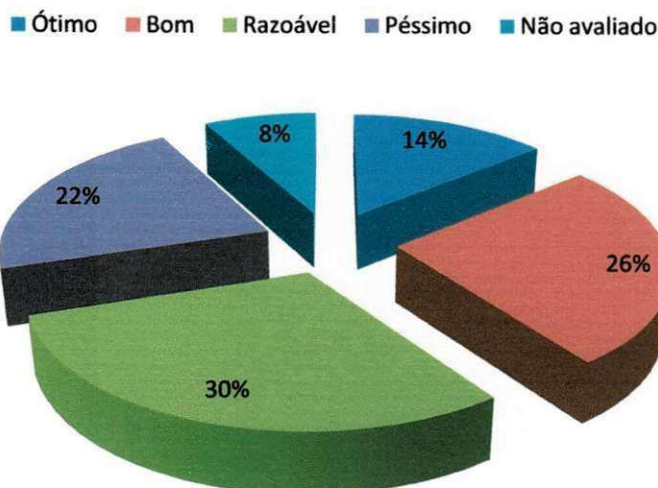


Figura 40 – Avaliação dos moradores quanto à ventilação natural da sala e dos dormitórios.

Uma avaliação pós-ocupação de conjuntos habitacionais populares implantados pelo programa viver melhor no Candeal Pequeno, feita por Andrade (2005), trás um grau de satisfação bastante considerável dos moradores quanto à conforto quanto à temperatura, iluminação e ventilação natural, onde os percentuais variam de 69% a 100% de satisfação, resultado este, oposto ao encontrado nesta pesquisa.

#### 4.2 – Análise do comportamento do forro EVA+SBR, através de avaliação de conforto térmico

Segundo ABREU et al. (2001), o forro, por agir como segunda barreira física, permite a formação de uma camada de ar junto à cobertura, contribuindo na redução da transferência de calor para o interior da construção.

A efetiva proteção contra insolação direta em climas quentes, pode ser feita com uso de materiais que apresentam alto poder reflexivo, bom isolamento térmico, grande

inércia e, simultaneamente, adequados ângulos de inclinação, em adição de forros e outras associações que contribuam para o melhor comportamento térmico do conjunto (COSTA, 1982). Com a correta combinação desses artifícios citados, segundo Neubauer e Cramer (1966), pode-se reduzir de 7 a 10°C na temperatura ambiente abaixo da cobertura, em condições de verão.

Um estudo sobre o uso do forro, realizado por Costa (1982), observou a redução da quantidade de calor advinda da insolação máxima sobre a cobertura. Os resultados obtidos demonstraram redução de 62% e 90% do calor que atravessa a cobertura, em relação a uma instalação sem forro, quando comparado com uso de forro simples e ventilado. Segundo esse autor, o forro constitui proteção econômica e permanente, contribuindo para a redução da transferência de calor para o interior das edificações.

Para avaliar o comportamento térmico do forro em estudo, observaram-se os valores médios da temperatura da superfície superior e inferior da telha e do forro, da temperatura de bulbo seco, da temperatura de bulbo úmido e da temperatura de globo negro, como já mostrado neste.

Objetivando qualificar o ambiente avaliado, foi calculado o índice de temperatura e umidade (ITU) e o índice de temperatura de bulbo úmido e globo negro (IBUTG), correspondentes ao experimento em modelo reduzido, tanto nas unidades do pavimento superior com forro (CF) e sem forro (SF), como nas unidades térreas, uma abaixo da unidade com forro (ACF) e outra abaixo da unidade sem forro (ASF).

#### **4.2.1 – Unidades do pavimento superior**

##### **4.2.1.1 – Temperatura da superfície superior e inferior da telha e do forro**

Nas figuras 41 e 42, verifica-se o comportamento dos valores médios da temperatura superior da telha (SST) e inferior da telha (SIT), no período frio, nas posições Norte-Sul e Leste-Oeste. Pode-se observar que o comportamento das temperaturas SST e SIT são semelhantes nos dois sentidos. A temperatura SST, no



horário das 12:00h, atingiu médias de 38,5°C para posição Norte-Sul e 38,1°C para a posição Leste-Oeste; a temperatura SIT chegou a 37,1°C e 36,3°C nos dois sentidos, respectivamente. Já se confirma, então, que a cobertura é a primeira barreira física para radiação solar, contribuindo assim para diminuição da temperatura no ambiente. No caso em estudo se tem diferença de 1,6°C, em média.

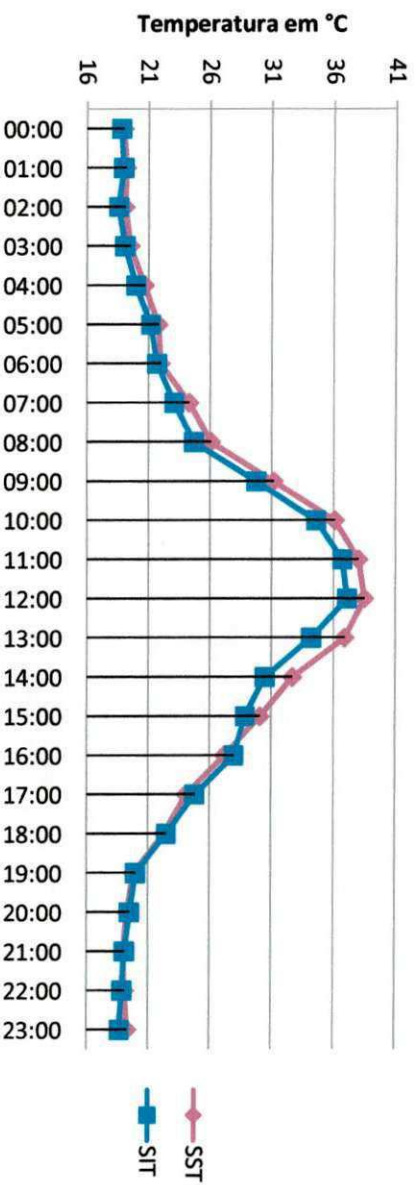


Figura 41 – Valores médios da temperatura superior e inferior da telha, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período frio.

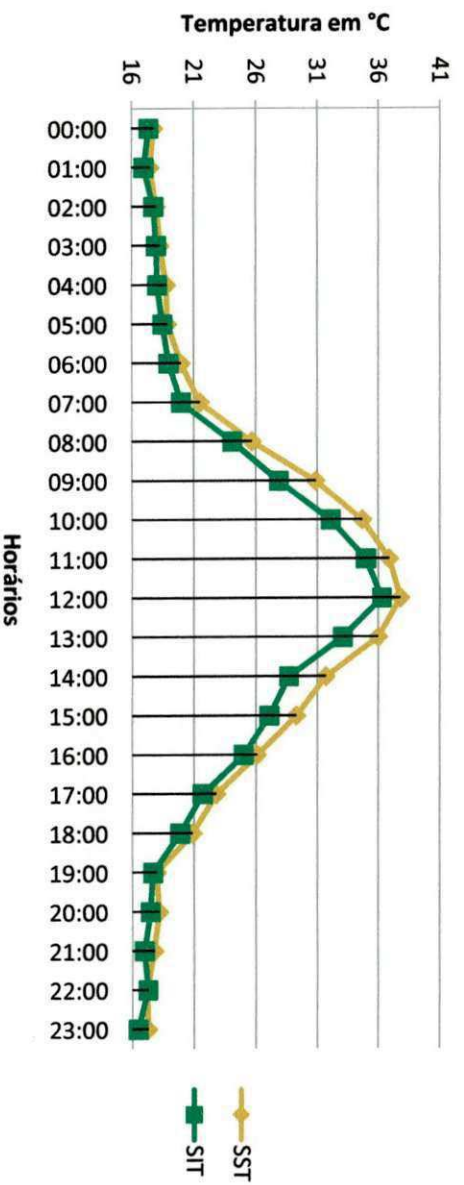


Figura 42 – Valores médios da temperatura superior e inferior da telha, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, período frio.

No período quente as temperaturas SST ultrapassam 46°C ao meio dia, tanto no sentido Norte-Sul como no Leste-Oeste, como se observa nas figuras 43 e 44. As temperaturas SIT atingiram, nesse mesmo horário, 42°C e 41,5°C, nos sentidos Norte-

Sul e Leste-Oeste respectivamente. A barreira feita pela cobertura, nesse período, faz diminuir a temperatura em pouco mais de 4°C entre SST e SIT. Essa diferença se mantém na maior parte do dia.

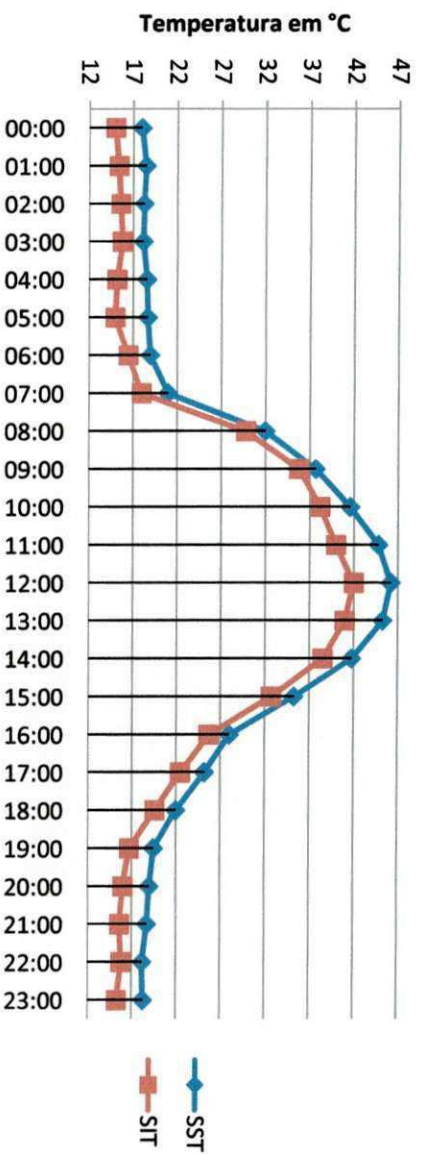


Figura 43 – Valores médios da temperatura superior e inferior da telha, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período quente.

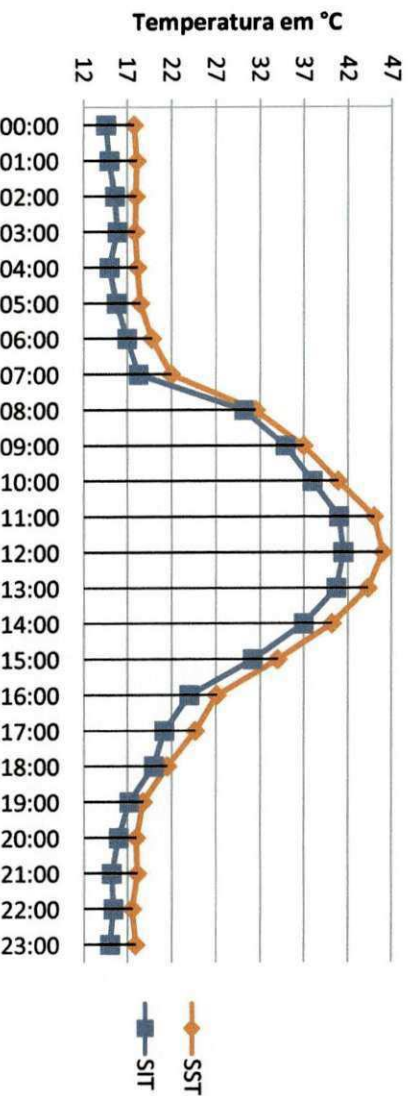


Figura 44 – Valores médios da temperatura superior e inferior da telha, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, no período quente.

As curvas de temperaturas das superfícies superior do forro (SSF) e inferior do forro (SIF), no período frio, são mostradas nas figuras 45 e 46. Percebe-se que no modelo locado no sentido Leste-Oeste, foram determinadas temperaturas inferiores às do modelo locado no sentido Norte-Sul, o que permite afirmar que a orientação Leste-Oeste, somada a adição do forro proporcionam ao ambiente melhores condições térmicas.



Nota-se que a partir das 7:00h as temperaturas começam a se distanciar. Às 12:00h tem-se 27,1°C para Norte-Sul e 26°C para Leste-Oeste. Nos dois casos, a diferença de temperatura é observada em mais de 2°C.

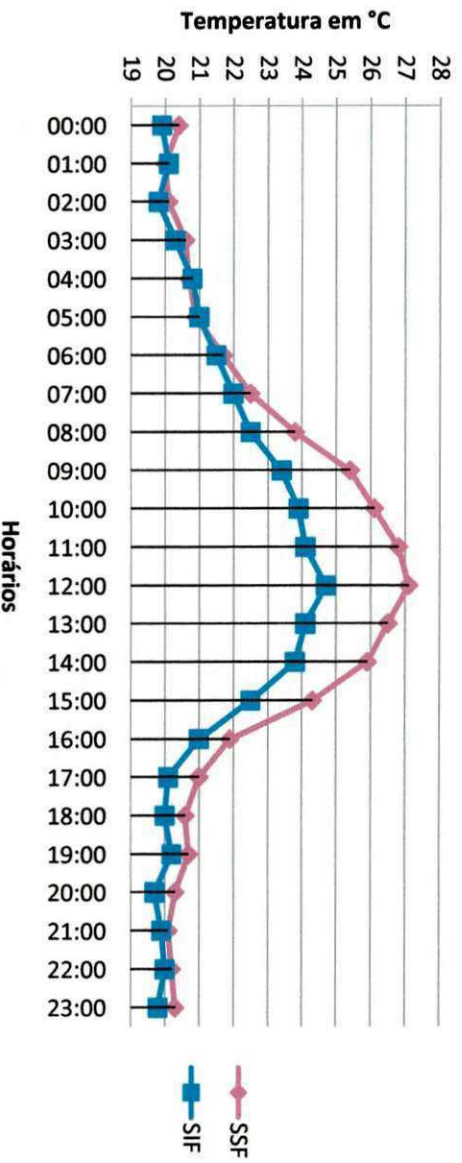


Figura 45 – Valores médios da temperatura superior e inferior do forro, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período frio.

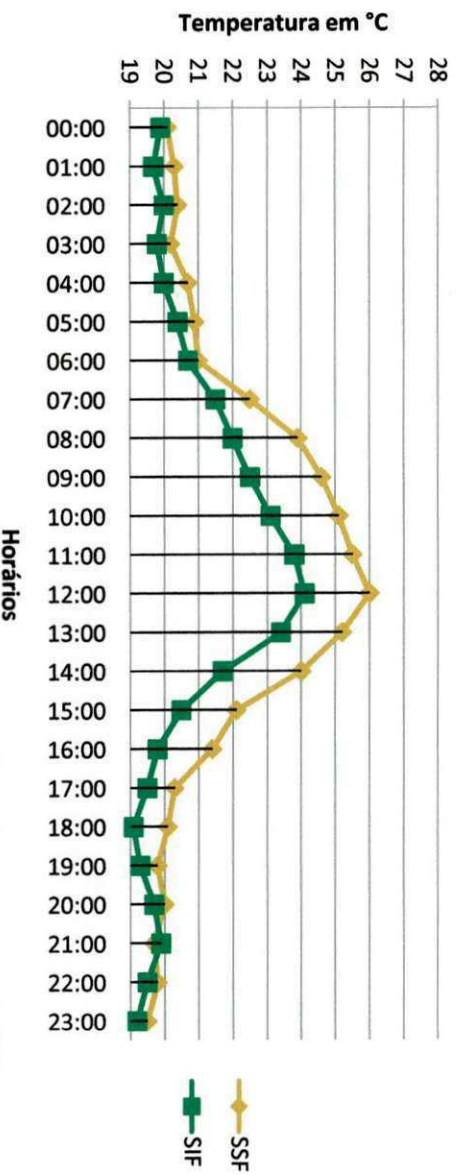


Figura 46 – Valores médios da temperatura superior e inferior do forro, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, no período frio.

Comparando as temperaturas da telha e do forro entre as 19:00h e 6:00h, vemos que, apesar do resfriamento da telha, a temperatura do forro é mais alta, o que mostra a capacidade que o forro tem de contribuir para manter o ambiente aquecido. Neste mesmo intervalo de tempo, observa-se que as temperaturas SSF e SIF são bem próximas.

Nas figuras 47 e 48, percebe-se que, também para o horário do meio-dia, a temperatura SSF era de 34,5°C e a temperatura SIF era de 29,5°C, na posição Norte-Sul. Já posicionado Leste-Oeste, no mesmo horário, a temperatura SSF foi de 33,1°C e a temperatura SIF foi de 28,9°C.

O comportamento das temperaturas são semelhantes para os períodos frio e quente, ampliando-se, neste último caso, a diferença das temperaturas SSF e SIF que no horário crítico (12:00h) chega a 5,0°C para o sentido Norte-Sul e 4,3°C para o sentido Leste-Oeste.

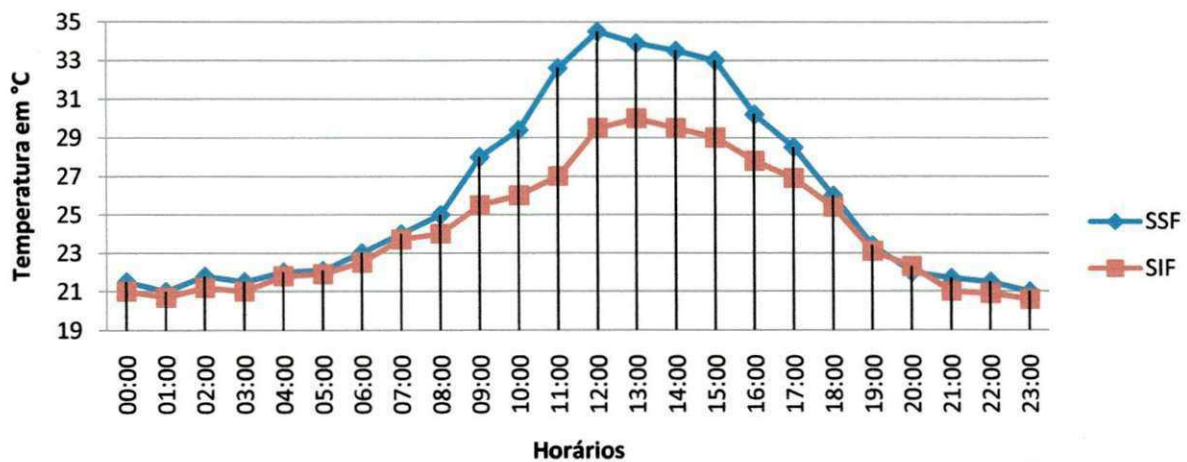


Figura 47 – Valores médios da temperatura superior e inferior do forro, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período quente.

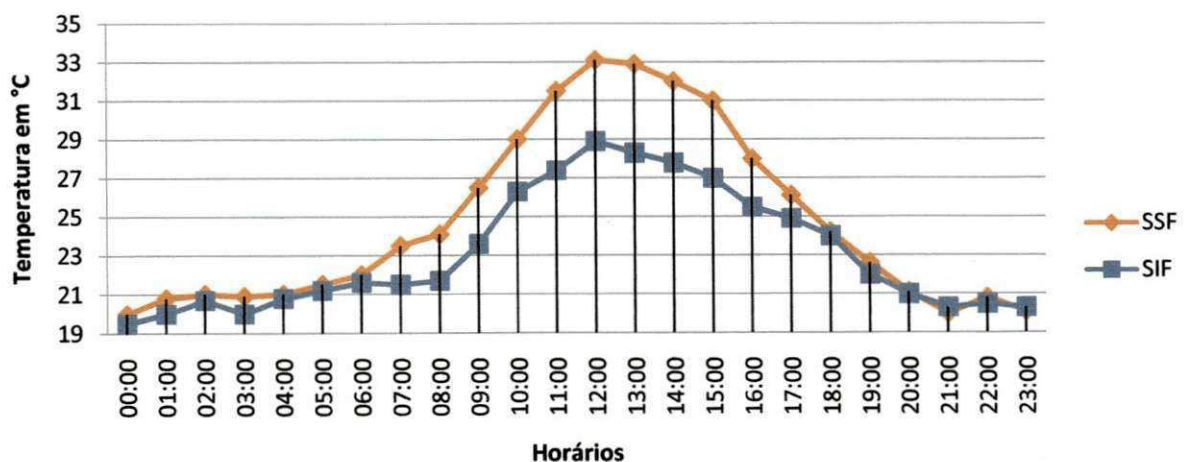


Figura 48 – Valores médios da temperatura superior e inferior do forro, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, no período quente.



Também no período quente, a temperatura inferior do forro, nos dois sentidos estudados, apresenta baixa amplitude térmica no período de 18:00h a 6:00h e a faixa de temperatura neste período pode ser considerada confortável, demonstrando que o forro de EVA+SBR possui bom comportamento térmico, o que proporciona conforto térmico ao ambiente, como já destacado para o período frio.

#### 4.2.1.2 – Temperatura Ambiente (Temperatura de Bulbo Seco – TBS)

As curvas de temperatura ambiente, no período frio, para os sentidos Norte-Sul e Leste-Oeste, respectivamente, mostram que a diferença de temperatura nas unidades CF e SF, às 12:00h, chega a 2,5°C.

No sentido Norte-Sul, as temperaturas mais altas estão entre 9:00h e 15:00h, como se observa na figura 49. Nesse intervalo de tempo a temperatura atinge 26,6°C para o modelo SF e 24,4°C para o modelo CF.

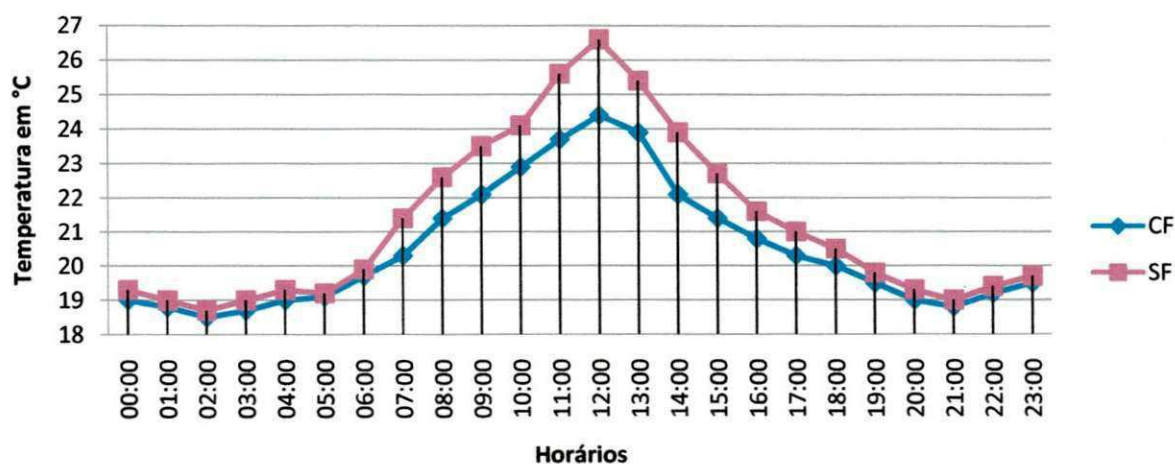


Figura 49 – Valores médios da temperatura ambiente, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período frio.

Na figura 50, que informa as curvas de temperatura ambiente para o sentido Leste-Oeste, identifica-se que a temperatura às 12:00h chega a 25,9°C na unidade SF e 23,5°C na unidade CF. Percebe-se que o comportamento das temperaturas são semelhantes para os dois sentidos.

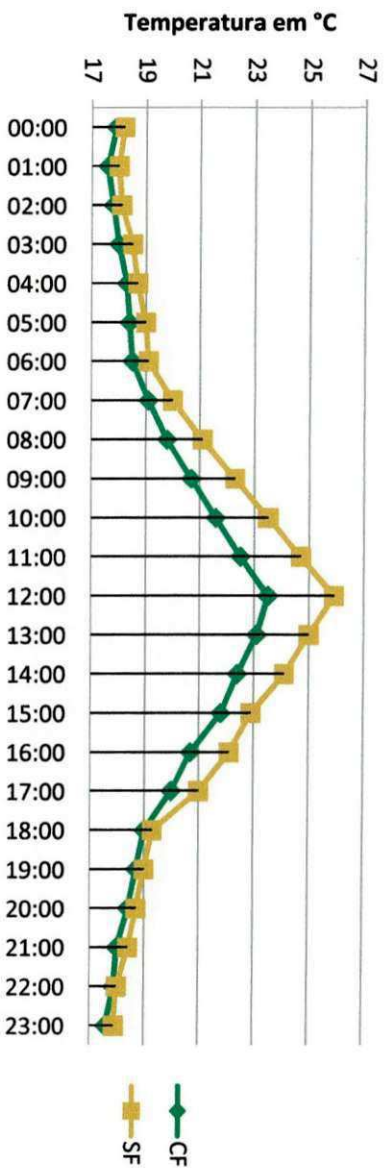


Figura 50 – Valores médios da temperatura ambiente, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, no período frio.

Verifica-se ainda que a partir das 18:00h os modelos reduzidos CF e SF mantiveram temperaturas semelhantes até as 6:00h, o que significa que o forro é fonte armazenadora de calor para períodos mais frios, possibilitando, melhor conforto para os moradores nos horários noturno e vespertino.

Na figura 51, são apresentadas as curvas dos valores médios de temperatura ambiente nos sentidos Norte-Sul, no período quente. Observa-se que a maior temperatura ocorreu no modelo reduzido SF no horário de 12:00h, atingindo até 30,5°C. Já no modelo reduzido CF, nesse mesmo período de tempo, foi atingida a temperatura de 25,8°C.

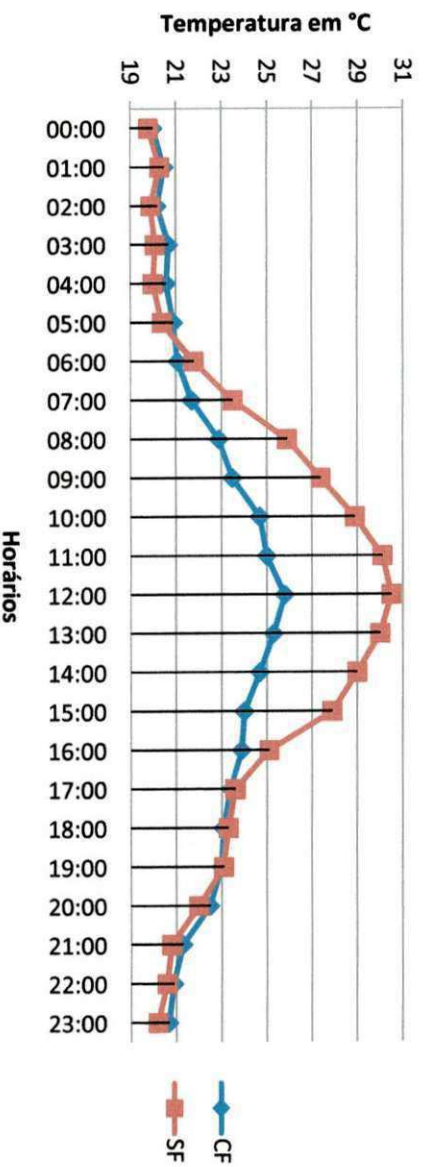


Figura 51 – Valores médios da temperatura ambiente, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período quente.



Já no sentido Leste-Oeste, as temperaturas ambiente foram menores que as do sentido Norte-Sul, como mostra a figura 52. No mesmo intervalo de tempo mencionado para a posição anterior, atingiu-se 28,3°C e 24,1°C, para os modelos SF e CF, respectivamente. Também se verificou que após as 17:00h, as temperaturas dos dois modelos permanecem iguais até as 19:00h, bem como que a partir desse horário, o modelo reduzido CF manteve temperaturas maiores até quase 5:00h, o que demonstra mais uma vez, que forro proporciona conforto térmico ao ambiente.

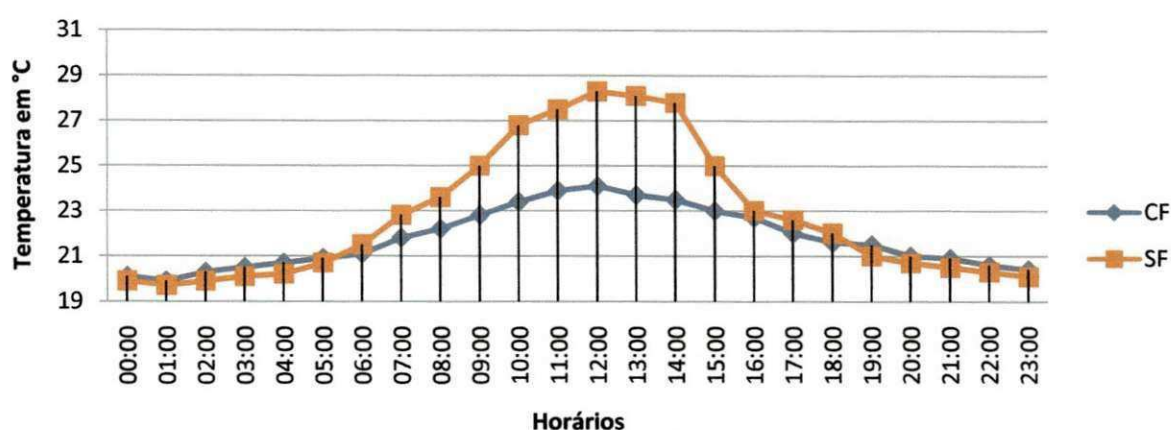


Figura 52 – Valores médios da temperatura ambiente, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, no período quente.

A diferença de 4,7°C no sentido Norte-Sul e 4,2°C no sentido Leste-Oeste, faz perceber a importância da barreira formada pelo forro EVA+SBR, principalmente no semi-árido paraibano, onde as temperaturas são muito altas e a procura por artifícios para ampliar o conforto térmico é cada vez mais crescente.

O projeto Forro Vida Longa, da Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp é um dos projetos mais visados, quando se trata de materiais alternativos para conforto térmicos em habitação de interesse social, com grande reconhecimento, pela eficiência no resultado de sua aplicação. As caixas de leite utilizadas como forro na posição ‘achatada’ proporcionam uma diminuição de 4,6°C, dado bem semelhante aos encontrados para o forro EVA+SBR.

#### 4.2.1.3 – Temperatura de Globo Negro (TGN)

Os valores de TGN obtidos em relação à radiação solar exercem um significado importante para os humanos, bem como os animais irracionais, principalmente, para aqueles que estão nos trópicos. Por radiação, entende-se o calor recebido de tudo que rodeia o animal: o sol, as paredes de construção, outras pessoas/animais, entre outros (FERREIRA, 2005). A radiação é um componente significativo do ambiente térmico, exercendo influência acentuada no processo de transferência de calor animal-ambiente. A avaliação completa do conforto animal depende, em grande parte, da quantificação desse fator (SOUZA et al., 2002).

Na figura 53, são apresentadas as curvas correspondentes aos valores médios de temperatura de globo negro (TGN) dos modelos reduzidos SF e CF, no sentido Norte-Sul, no período frio. Verifica-se que os maiores valores de TGN ocorreram no período entre 12:00h e 15:00h, atingindo no modelo SF temperatura máxima de 28°C no modelo SF e 26,7°C no modelo CF. A partir de 15:00h, observa-se um decréscimo nos valores de TGN, estabilizando às 22:00h e permanecendo assim até 4:00h, voltando então a subir. As 7:00h percebe-se o significado aumento de temperatura.

O modelo no sentido Leste-Oeste, mostra comportamento semelhante ao modelo no sentido Norte-Sul e atinge, no mesmo intervalo de tempo, 26,7°C e 24,2°C para SF e CF, respectivamente.

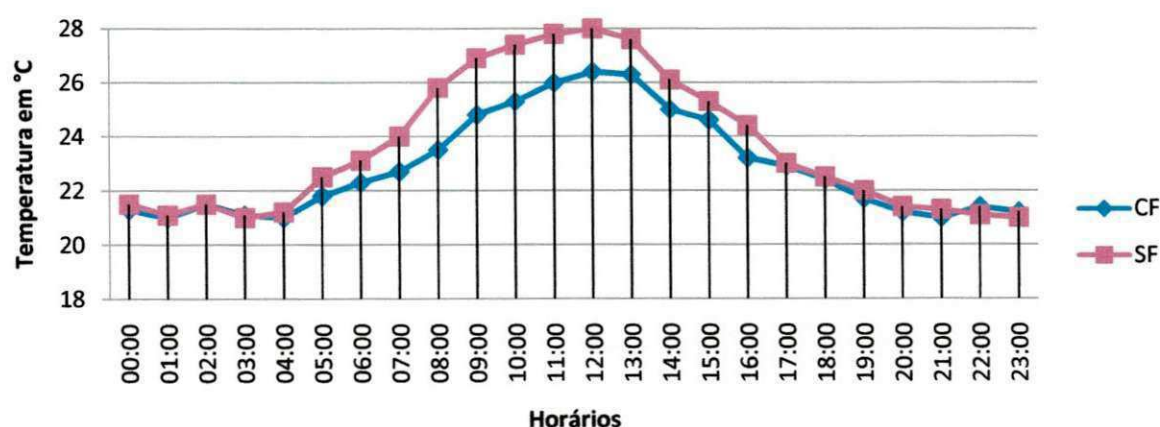


Figura 53 – Valores médios da temperatura de globo negro, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período frio.



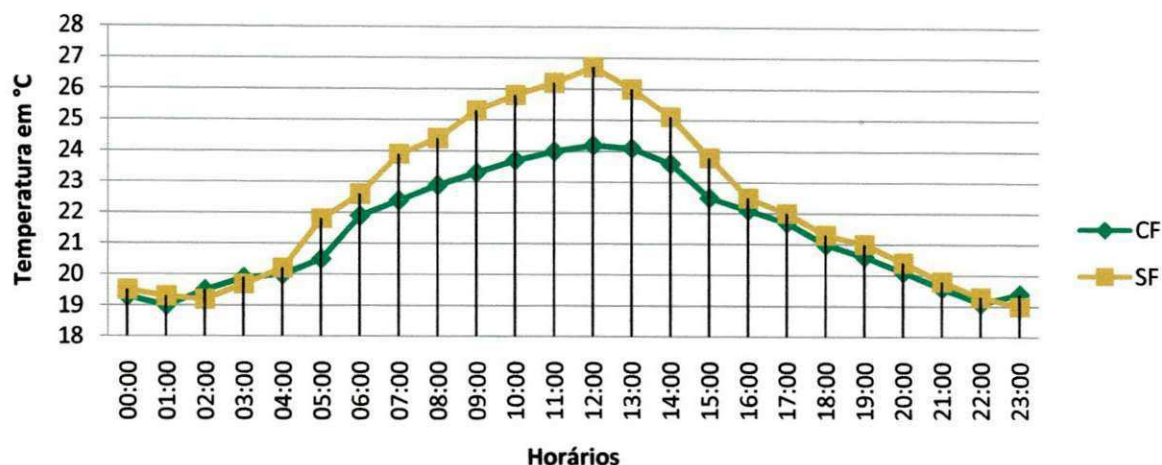


Figura 54 – Valores médios da temperatura de globo negro, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, no período frio.

No período quente, os maiores valores de TGN também se encontram no período de 12:00 até 15:00 horas, apresentando temperatura máxima de 31,5°C e 28,3°C para a posição Norte-Sul e 31°C e 27,9°C, para Leste-Oeste, nos modelos reduzidos SF e CF, respectivamente. As curvas correspondentes aos valores médios de TGN, são mostradas na figura 56 e 57.

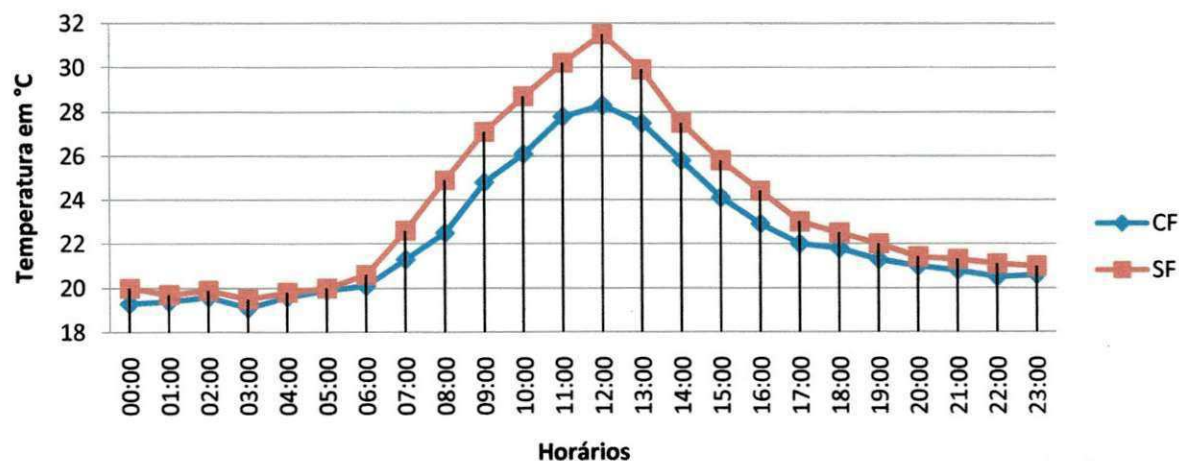


Figura 55 – Valores médios da temperatura de globo negro, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período quente.

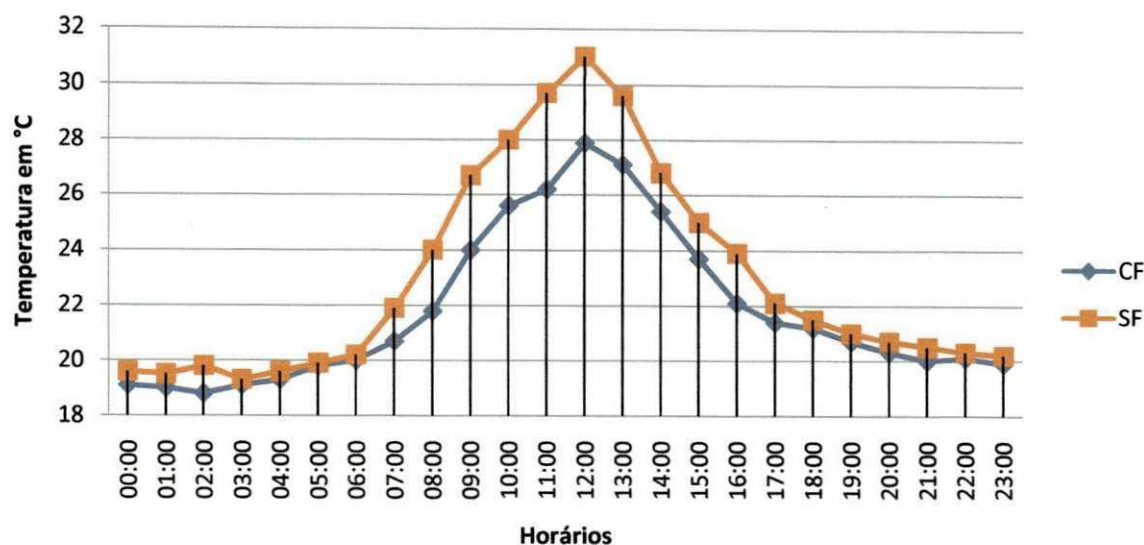


Figura 56 – Valores médios da temperatura de globo negro, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, no período quente.

Assim como observado na temperatura ambiente, o modelo no sentido Leste-Oeste apresenta as temperaturas menores que o modelo no sentido Norte-Sul.

#### 4.2.1.4 – Temperatura de Bulbo Úmido (TBU)

Mais uma vez observam-se comportamentos similares entre os modelos nas posições Norte-Sul e Leste-Oeste, tendo o último sentido, temperaturas um pouco mais amenas. As figuras 57 e 58 mostram que os valores de TBU entre 9:00h e 15:00h, permanecem inferiores nos modelos reduzidos CF, se comparadas às temperaturas no mesmo período nos modelos reduzidos SF. No período entre 18:00h e 7:00h as temperaturas se mantiveram semelhantes nas duas unidades (CF e SF). Nesse intervalo de tempo, muitos foram os períodos em que as temperaturas se mostraram quase estáveis.



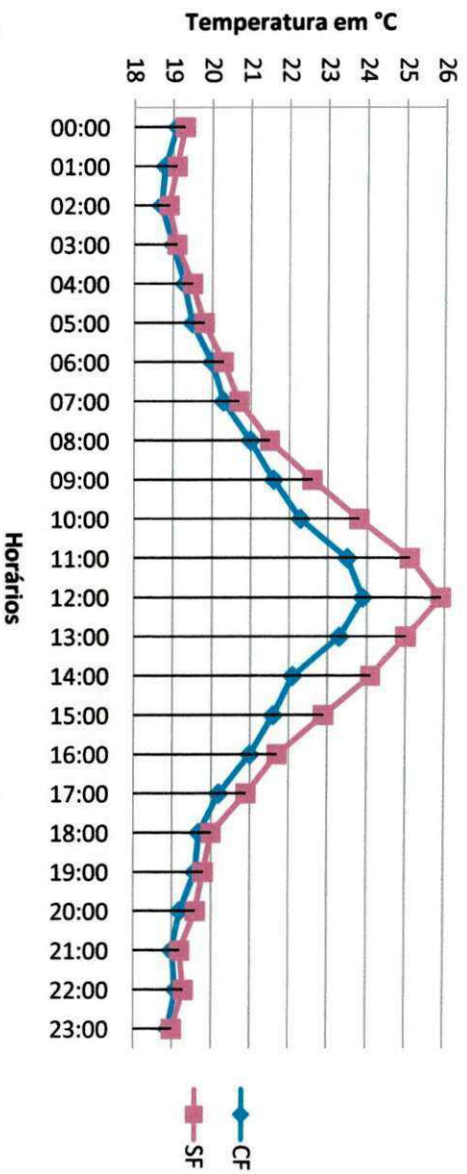


Figura 57 – Valores médios da temperatura de bulbo úmido, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período frio.

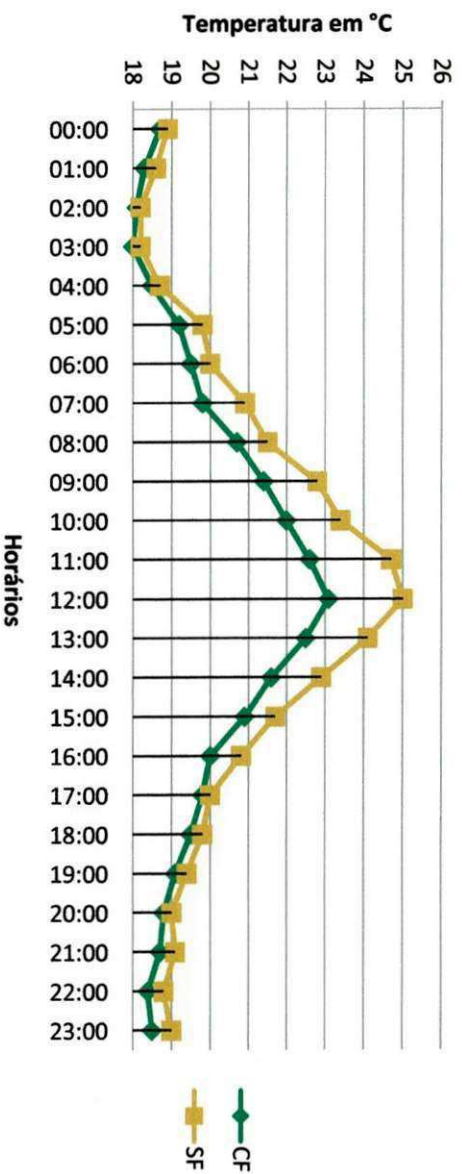


Figura 58 – Valores médios da temperatura de bulbo úmido, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, no período frio.

No período quente, percebe-se a quase estabilidade nos valores de TBU de 18h às 5h. Estando a área crítica de temperatura no intervalo de 9h às 15h, identifica-se aproximação das temperaturas nos modelos CF e SF, nos intervalos em que as temperaturas começam a crescer (de 6h às 8h) e decrescer (de 16h às 18h).

O modelo no sentido Norte-Sul atinge ao meio dia 28,9°C e 26,1°C e no sentido Leste-Oeste 28°C e 24,5°C, para unidades SF e CF, respectivamente.

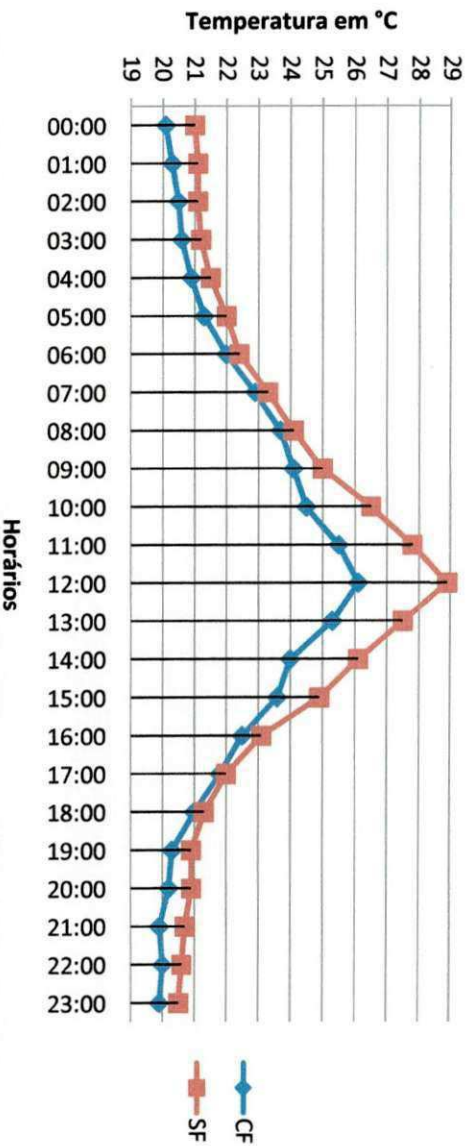


Figura 59 – Valores médios da temperatura de bulbo úmido, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período quente.

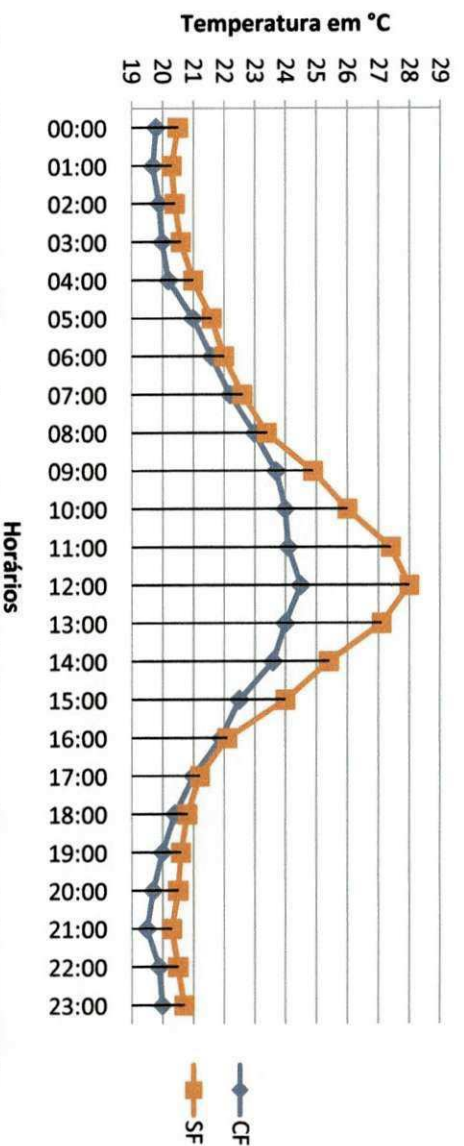


Figura 60 – Valores médios da temperatura de bulbo úmido, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, no período quente.

Com mais esses dados analisados, podemos afirmar mais uma vez, que o fato das temperaturas serem menores no modelo CF, está associada à capacidade do composto de EVA+SBR de manter um ambiente diferenciado, devido às propriedades que constituem os materiais.

#### 4.2.1.5 – Índice de Temperatura e Unidade (ITU)

Na figura 61, observam-se os valores de ITU, para o modelo na posição Norte-Sul, no período frio, onde se verificam valores máximos de 78 no modelo reduzido SF e 75



no modelo reduzido CF, nos horários mais críticos, ou seja, entre 12h e 15h. Após 15h horas, os valores de ITU começam a diminuir gradativamente, mantendo-se praticamente iguais de 21h até 5h.

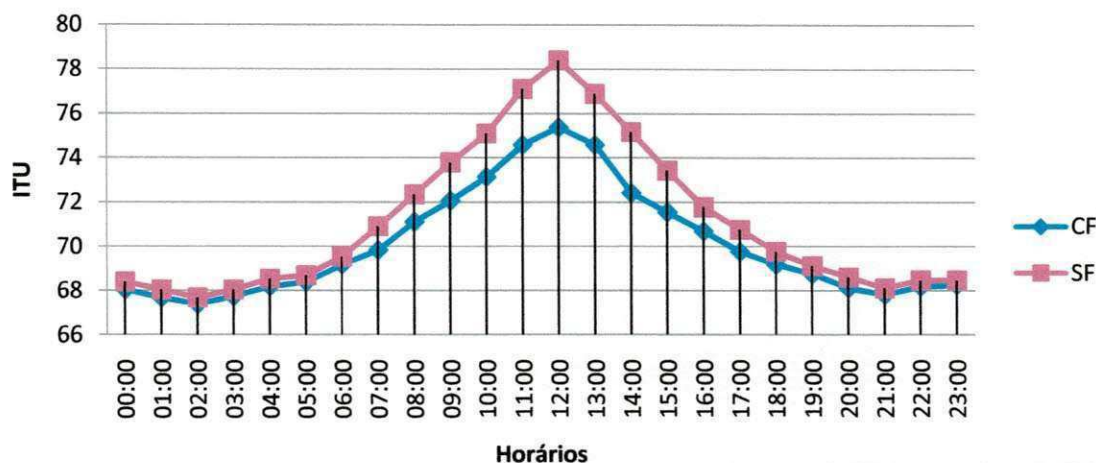


Figura 61 – Valores médios do índice de temperatura e umidade, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período frio.

Comportamento semelhante é identificado no modelo locado no sentido Leste-Oeste, atingindo-se ITU de até 77 e 74 nos modelos SF e CF, respectivamente, conforme curvas mostradas na figura 62.

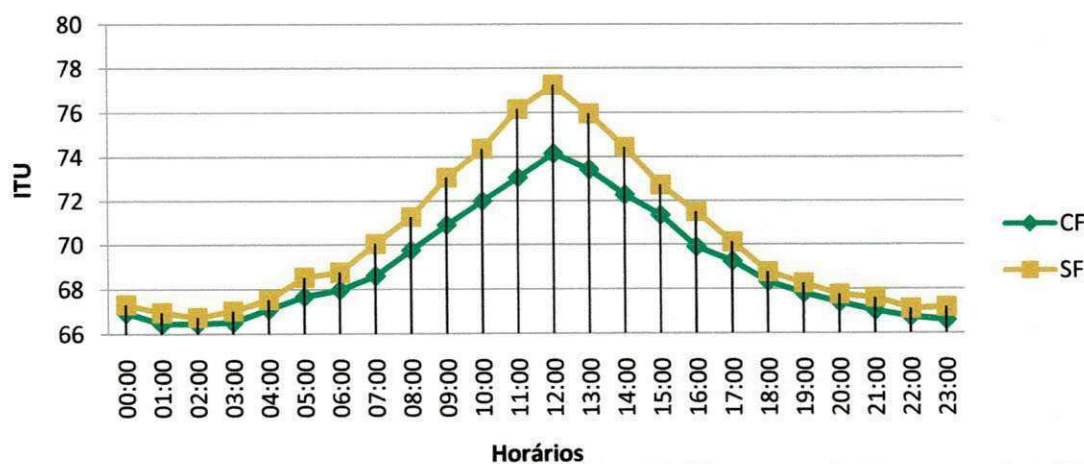


Figura 62 – Valores médios do índice de temperatura e umidade, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, no período frio.

Observa-se, na figura 63, o comportamento do ITU, para o modelo na posição Norte-Sul, no período quente. Os valores máximos atingem 83 no modelo reduzido SF e 78 no modelo reduzido CF. É também de 9h às 15h o intervalo mais crítico verificado.

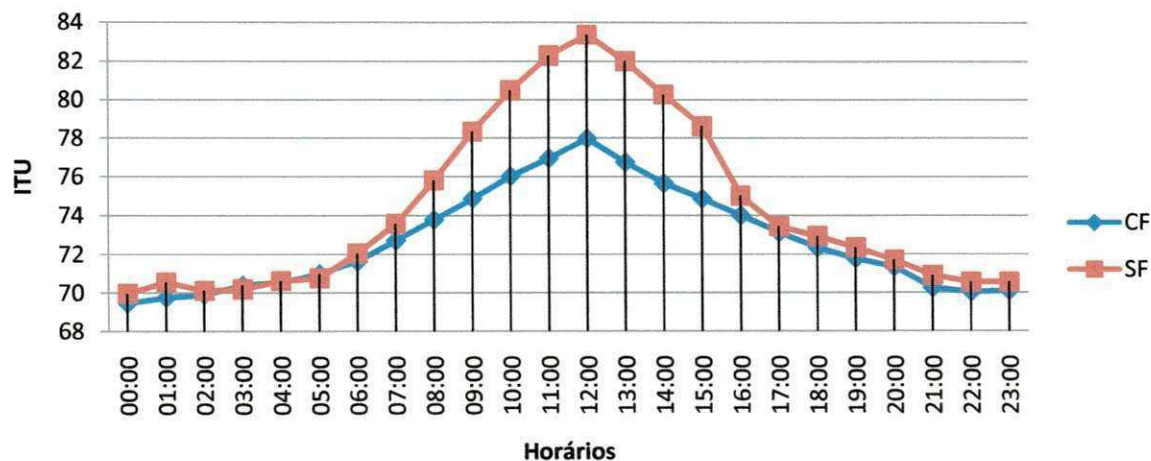


Figura 63 – Valores médios do índice de temperatura e umidade, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período quente.

Curvas semelhantes são observadas para os valores de ITU, nos modelos reduzidos locados nos sentido Leste-Oeste, também para o período quente. A figura 64 mostra que os valores atingem 81 no modelo SF e 76 no modelo CF.

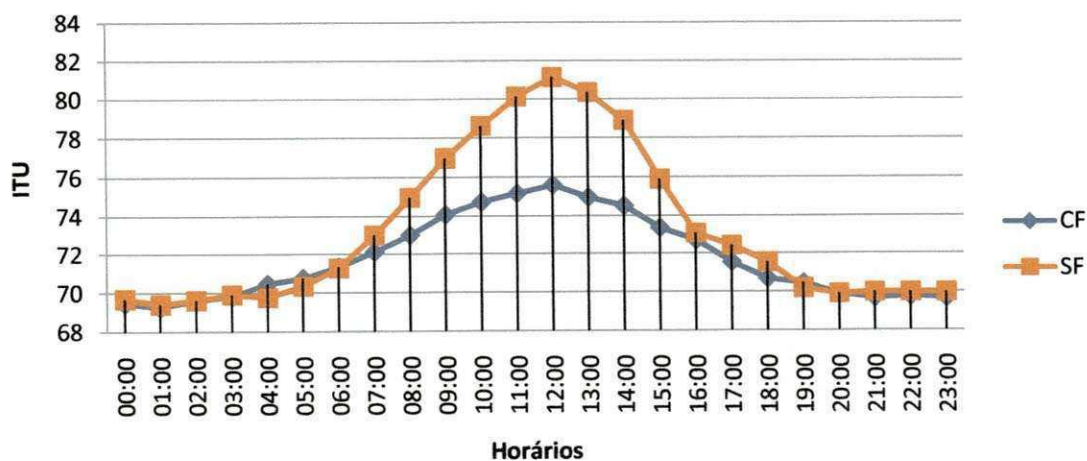


Figura 64 – Valores médios do índice de temperatura e umidade, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, no período quente.



De acordo com Oliveira et al. (2006) e já mencionado neste, quatro intervalos de ITU foram usados para classificar o desempenho humano:  $ITU < 74$ : conforto;  $74 < ITU < 79$ : quente;  $79 < ITU < 84$ : muito quente, e  $ITU > 84$ : extremamente quente (OLIVEIRA, 2006). Nota-se então que, para os horários críticos de temperatura, mesmo não conseguindo atingir a zona de conforto, de acordo com esta classificação, o uso do forro EVA+SBR permite proporcionar conforto térmico ao ambiente, conseguindo retirar a edificação da classificação muito quente.

Comprova-se assim, que o fato dos valores de ITU do modelo reduzido CF serem inferiores aos do SF, expressa a importância de se ter material com propriedades de isolamento térmico que melhore o conforto térmico dos ambientes.

É interessante mencionar que, no modelo CF, em quase todos os horários, os valores de ITU foram menores, o que possivelmente diminui o stress térmico ocasionado pela temperatura. A utilização do forro do composto EVA+SBR, pode ser associada, então, a eficiência energética, uma vez que, a utilização de artifícios para diminuir o calor nos ambientes será cada vez menos necessária, ou seja, os moradores das comunidades de habitação de interesse social irão usar menos os ventiladores, na busca de conforto térmico, diminuindo assim o uso de energia elétrica da unidade.

#### 4.2.1.6 – Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo (IBUTG)

Para o período frio, estando locado o modelo reduzido no sentido Norte-Sul, observam-se as curvas para o IBUTG na figura 65. Entre 9h e 15h, mais uma vez, verifica-se o horário crítico, onde os valores máximos de IBUTG atingem 26,5 para o modelo SF e 24,6 para o modelo CF.

Na posição Leste-Oeste, a diferença entre os valores máximos de IBUTG foi de 2,1, diferença esta semelhante à da posição Norte-Sul, que foi de 1,9. As 12h, locados a Leste-Oeste, encontra-se IBUTG de 25,5 para o modelo SF e 23,4 para o modelo CF.

Analisando o índice em questão e considerando os ambientes estudados, locais de realização de atividades, de acordo com a NR-15 (anexo I), verifica-se que não era possível realizar trabalho contínuo e pesado em nenhum dos sentidos do modelo SF.

Com a adição do forro EVA+SBR, o ambiente passou a não ter objeção quanto aos tipos de atividade, ou seja, com o forro, a edificação proporciona ao morador, condições satisfatórias, quando se trata de conforto térmico, para realizar o trabalho que lhe seja necessário.

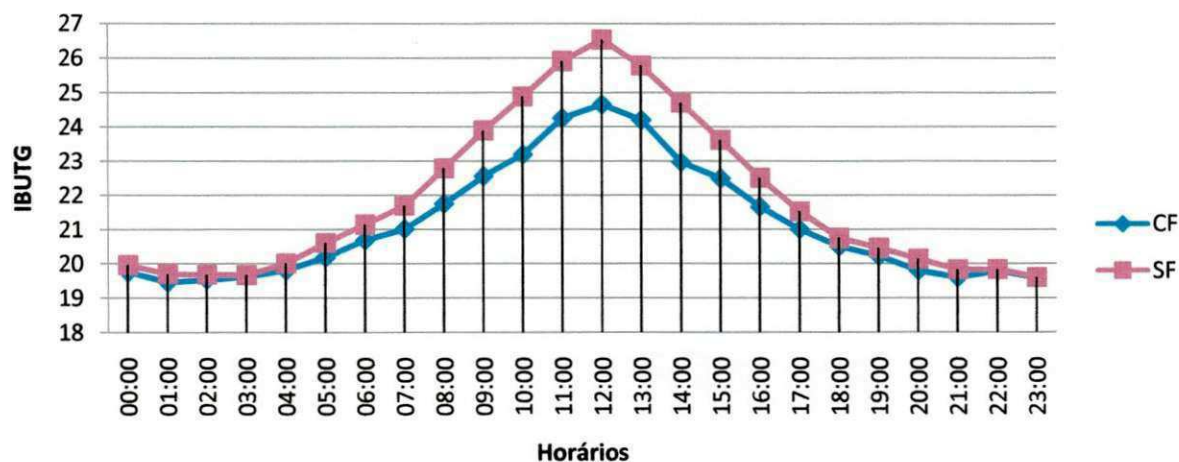


Figura 65 – Valores médios do índice de temperatura de bulbo úmido e globo negro, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período frio.

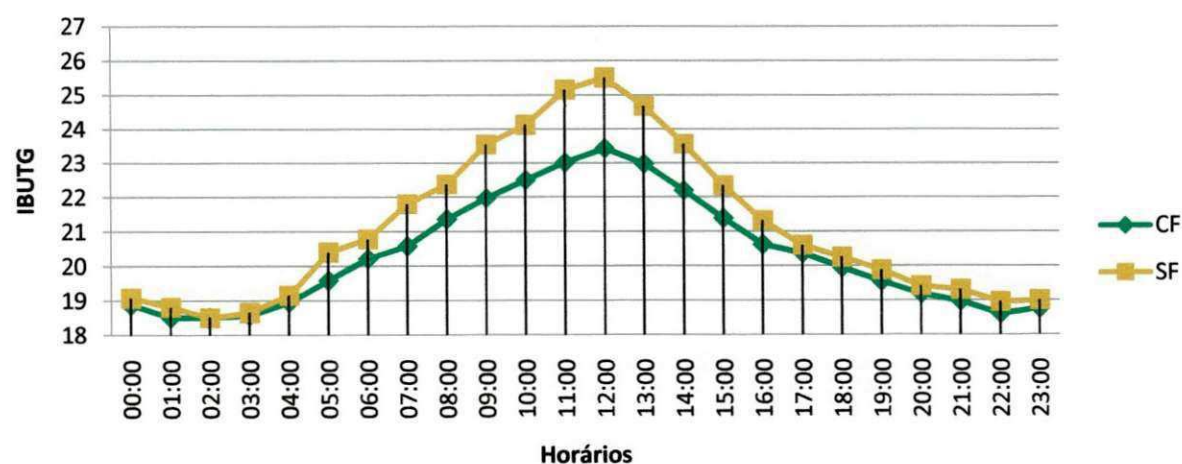


Figura 66 – Valores médios do índice de temperatura de bulbo úmido e globo negro, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, no período frio.

Na figura 67 são apresentados os valores médios de IBUTG, correspondentes ao modelo reduzido na posição Norte-Sul, no período quente. Observa-se que próximo ao meio dia o IBUTG do modelo SF atinge quase 30, enquanto que o modelo CF marca



aproximadamente 27. Percebe-se que os maiores valores desse índice, para este período, também estão no intervalo de 9h a 15h.

De 17h até 7h, nota-se que os valores são bem próximos para os dois modelos, tanto nas posições Norte-Sul e Leste-Oeste, como para os períodos frio e quente.

Assim como em todos os dados já analisados, com o comportamento semelhante ao da posição Norte-Sul do modelo, a posição Leste-Oeste mostra seus valores menores. Nesta posição, no horário crítico (12h), o modelo SF atinge o IBUTG de 29 e o modelo CF apresenta um valor de 25,5.

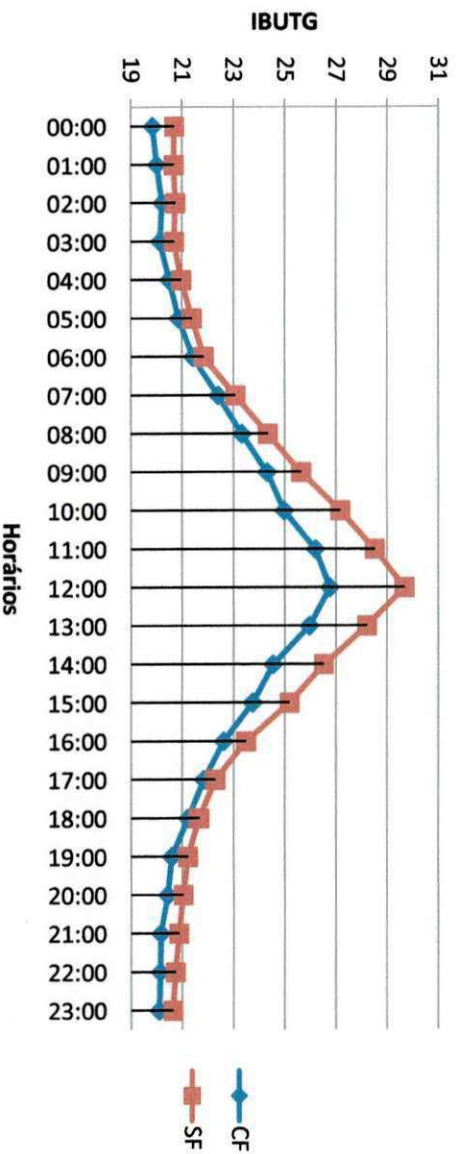


Figura 67 – Valores médios do índice de temperatura de bulbo úmido e globo negro, no modelo reduzido no sentido Norte-Sul, no período quente.

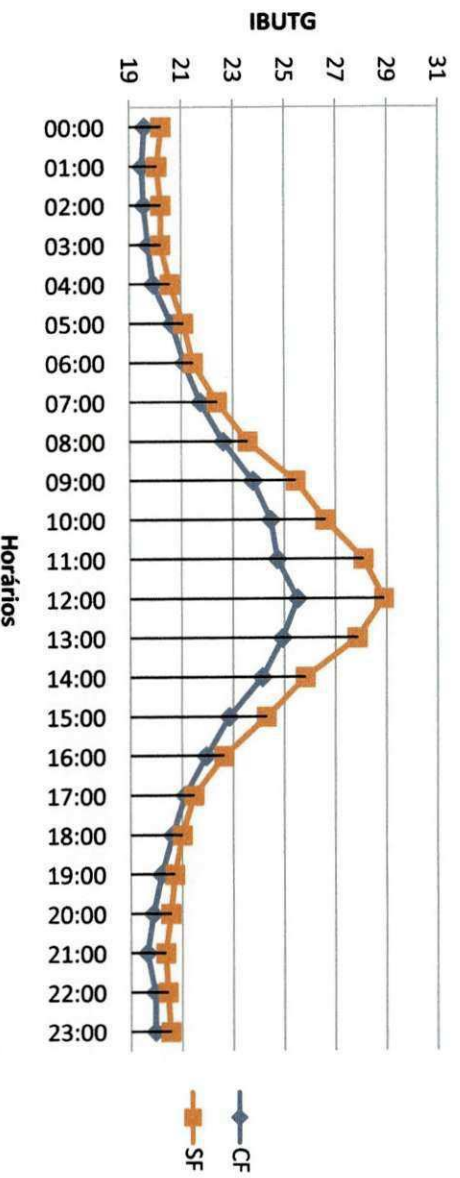


Figura 68 – Valores médios do índice de temperatura de bulbo úmido e globo negro, no modelo reduzido no sentido Leste-Oeste, no período quente.

Percebe-se uma diferença entre os valores de IBUTG nos modelos SF e CF de 3,0 (Norte-Sul) e 3,5 (Leste-Oeste), onde se verifica que o forro EVA+SBR contribui para o melhoramento térmico do ambiente, enquadrando-o numa maior quantidade de condições de trabalho.

É importante mostrar que, de acordo com o quadro da NR 15, definido em função do índice obtido e o regime de trabalho intermitente, o IBUTG encontrado para o modelo SF, no período quente, limita o morador de realizar na habitação alguns tipos de atividades moderadas e pesadas. Já no modelo reduzido CF, o IBUTG indica que podem ser realizados todos os trabalhos, até mesmo os contínuos tanto leves, como moderados e pesados.

#### **4.2.2 – Unidades do pavimento térreo**

Foram coletados, no pavimento térreo, dados referentes à temperatura ambiente, bulbo úmido e globo negro. Assim como para o pavimento superior, foram calculados os índices ITU e IBUTG, para estas unidades.

Percebeu-se que o comportamento de todas as temperaturas foi semelhante ao do pavimento superior. No entanto, apesar da habitação inferior não receber a radiação superior direta, pois as unidades superiores funcionam como barreira para elas, as temperaturas das habitações de baixo, foram superiores às das habitações de cima.

Mesmo os modelos térreos não possuindo o forro EVA+SBR, a utilização deste nos modelos superiores influenciou no conforto térmico dessas unidades. Notou-se que a habitação abaixo da unidade CF apresentou menores temperaturas e índices, se comparada ao modelo abaixo da unidade SF.

Os gráficos com todos os dados referentes ao pavimento térreo estão no anexo V. Com eles confirma-se a eficiência do forro EVA+SBR, já apresentada neste.



### **4.3 – Informações complementares em anexo**

Gráficos adimensionais foram desenvolvidos, com o objetivo de gerar curvas que sirvam de referência para comparativos com pesquisas futuras em condições reais. Esses gráficos estão no anexo VI.

Também como informações adicionais, apresentam-se, no anexo VII, tabelas com as temperaturas máximas e mínimas, para cada média de temperatura encontrada no pavimento superior, como forma de observar a margem de variação das temperaturas coletadas.

## 5. CONCLUSÕES

Nas condições de realização do experimento e pelos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- O uso de modelos reduzidos, possibilitou verificar a baixo custo, o desempenho das edificações de habitação de interesse social, com a presença do forro do composto EVA+SBR;
- Como os modelos com forro mantiveram níveis de temperatura menores do que os modelos sem forro, nos horários mais críticos, o forro atuou como anteparo ao calor, proporcionando conforto térmico à edificação;
- Todos os índices de conforto térmico verificados, foram menores nos modelos com forro, nos horários em que a radiação solar foi mais intensa;
- A utilização do forro EVA+SBR proporcionou uma diminuição de quase 5°C na temperatura ambiente, gerando maior conforto térmico;
- De acordo com o ITU calculado, o uso do forro EVA+SBR possibilitou retirar a edificação de zonas críticas e enquadrá-la em zonas admissíveis de conforto térmico, possibilitando a redução do uso de equipamentos elétricos na busca por sensação térmica de conforto, diminuindo, então a necessidade de gasto de energia elétrica;
- No período frio, o forro EVA+SBR contribuiu para manter o ambiente mais aquecido, confirmando a eficiência das placas nas variadas condições de temperatura;



- A possibilidade de reutilização eficiente de resíduos, contribui para diminuição da poluição do meio ambiente, bem como da utilização de matéria prima virgem para os mesmos fins;

Como sugestão para posteriores trabalhos, tem-se:

- Aplicar o forro EVA+SBR em edificação real, o que possibilitaria, com o IBUTG, estabelecer limites de tolerância para exposição ao calor, de acordo com a taxa de metabolismo e o tipo de atividade de cada indivíduo;
- Analisar a influência da cor das placas que compõem o forro, no comportamento térmico do ambiente;
- Desenvolver produto, com materiais biodegradáveis, que possua aderência suficiente à placa de EVA+SBR e que funcione como acabamento, para uso eficiente do forro na construção civil. Sendo o conjunto (forro 'EVA+SBR'+acabamento) criado com resíduos que seriam inutilizados, a contribuição do produto para o desenvolvimento sustentável será destacada;



R eferências  
bibliográficas



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P. G. de; ABREU, V. M. N.; DALLA COSTA, O. A.. **Avaliação de Coberturas de Cabanas de Maternidade em Sistema Intensivo de Suínos Criados ao Ar Livre (SISCAL), no Verão**. Revista Brasileira de Zootecnia, 30(6): 1728-1734, 2001.

AL-HOMOUD, **Mohammad S.** Performance characteristics and practical applications of common building thermal insulation materials. Building and Environment v. 40 p. 353-366, 2005.

ALMEIDA JR, N.. **Estudo de Clima Urbano: Uma Proposta Metodológica**. 2005. 94 f. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente), Departamento de Física, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá - MT.

ANDRADE, Karla Eugênia de Souza. **Avaliação Pós-Ocupação de Conjuntos Habitacionais Populares Implantados Pelo Programa Viver Melhor no Candeal Pequeno**. 2005. Disponível em:  
<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/ppgau/article/viewFile/1438/936>. Acesso em: Abril de 2010.

ANJOS, Márcia Regina Oliveira dos. **Avaliação do emprego de borrachas SBR Butilizadas em solas de calçados pretos de uso da marinha do Brasil**. 2007. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia metalúrgica e de Materiais), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

BARBOSA, M. J.. **Uma metodologia para especificar e avaliar o desempenho térmico de edificações residenciais**. 1997. 307 f. Tese (PhD em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

BERALDO, A. L.; AZZINI, A.. **Bambu: características e utilizações**. Guaíba: Agropecuária, 2004. 128 p.

BOND, T. E.; KELLY, C. F.. **The globe thermometer in agricultural research**. Agricultural Engineering, v. 36, n. 4, p. 7-8. 1955.

BRITO, André Luiz Fiquene de. **Codisposição de Resíduos Sólidos e Resíduos Sólidos de Indústria de Curtume**. 1999. 131 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal da Paraíba/Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande - PB. Disponível em: [http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/F7FDD3A7C70E9F0503256FF6004C9BEA/\\$File/NT000A71C2.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/F7FDD3A7C70E9F0503256FF6004C9BEA/$File/NT000A71C2.pdf). Acesso em: Abril de 2010.

CALDERONI, S. **Os Bilhões Perdidos no Lixo**. São Paulo: Humanitas. Publicações FFLCH/USP, 1998.

CAMERINI, Nerandi Luiz. **Análise de variáveis ambientais em modelos reduzidos de instalações agropecuárias com forro de resíduo EVA**. 2008. 59 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB.

CINCOTTO, M. A.. **Utilização de subprodutos e resíduos na indústria da Construção Civil**. Tecnologia de Edificações, São Paulo, PINI, 1988. 708 p.

COSTA, E. C.. **Arquitetura ecológica. Condicionamento térmico natural**. 5 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1982.

CUNHA, C. G. da; NEUMANN, Walter. **Manual de impermeabilização e isolamento térmico – Como projetar e executar**. Rio de Janeiro, RJ. 1979.

RIVERO, Roberto. **Arquitetura e Clima: acondicionamento térmico natural**. Porto Alegre: UFRGS, 1985.

DELBIN, S.; FONTES, M. S. G. C.. **Influência de diferentes agrupamento arbóreos no microclima do campus Unesp-Bauru**. Bauru, 2002.

FERREIRA, R. F.. **Maior produção com melhor ambiente para Aves, Suínos e Bovinos**. Ed. Aprenda Fácil, p. 371. Viçosa, 2005.

FILHO, Rômulo Soares Polari; MÉLO, Aluísio Bráz de; BARBOSA, Normando Perazzo. **A reciclagem de resíduos da indústria de calçados (EVA) na execução de painéis de vedação na construção civil: avaliação de desempenho**. II Encontro Temático Meio Ambiente e Educação Ambiental, João Pessoa, 2003.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico**. 5 ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

GERMANN, H. P. **Chrome Tannage From the Viewpoint of Ecology**. Journal of the Society of Leather Trades' Chemists. United Kingdom: v. 79, p.82-85, 1985.



GOMES, Manuel Morato. **Borracha de Butadieno Estireno (SBR)**. 2010. Disponível em: <http://www.rubberpedia.com/borrachas/borracha-butadieno-estireno.php>. Acesso em: Janeiro de 2010.

GOMES, Raphaela Christina Costa; MORAES, Sandra Regina Pires de; AMARAL, Adriana Garcia do; SOUZA, João Maurício Fernandes; JUNIOR, Evandro Ribamar Maranhão Araújo; STRINGHINI, José Henrique; FIORAVANTI, Maria Clorinda Soares. **Conforto Térmico em Abrigos Construídos com Bambu Utilizando Diferentes Coberturas**. Goiânia, 2005.

GRZYBOWSKI, Graziella Toledo. **Conforto térmico nas escolas públicas em Cuiabá – MT: estudo de caso**. 2004. 97 f. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente), Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá – MT.

GÜTHS, Saulo. PAGHI, C, E.. **Um método de análise da eficiência energética de mantas isolantes reflexivas**. In: I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2004, São Paulo, SP. Anais do ENTAC, 2004, São Paulo.

JAQUES, Cláudio Antunes. **Avaliação pós-ocupação do Núcleo Habitacional Santa Marta-SM**. 2008. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em: [http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=2415](http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2415). Acesso em: Abril de 2010.

JENTZSCH, R.. **Estudos de modelos reduzidos destinados à predição de parâmetros térmicos ambientais em instalações agrícolas**. 2002. 113 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

JOBIM, M. S. S.. **Análise dos principais problemas apontados pelos clientes em pesquisas de avaliação da satisfação**. III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção – III SIBRAGEC. Ufscar, São Carlos, SP, 2003.

KAZMIERCZAK, Claudio de Souza; KERN, Andrea Parisi; SANTOS, Ivana Suely Soares dos; RAMIRES, Marcus Vinícius Veleda; SILVA, Heitor da Costa. **Coletânea Habitare – Utilização de Resíduos na Construção Habitacional**, Cap. 5. Porto Alegre, 2003. Disponível em: <http://habitare.infohab.org.br/pdf/publicacoes/arquivos/129.pdf>. Acesso em: Março de 2010.

KRÜGER, E. L.; LAMBERTS, R.. **Avaliação do desempenho térmico de casas populares**. In: **Anais do VIII Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído: Modernidade e Sustentabilidade**. Proceedings. UFBA.Salvador, 2000. p.1-10.

- LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R.. **Eficiência energética na Arquitetura**. São Paulo: 1997.
- LAMBERTS, Roberto; XAVIER, Antônio Augusto de Paula; GOULART, Solange. **CONFORTO E STRESS TÉRMICO**. Florianópolis: 2008.
- LAY, Maria Cristina D.; REIS, Antônio T. L. **Métodos e Técnicas para levantamento de Campo e Análise de Dados: Questões Gerais**. In: WORKSHOP AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO, 1994, São Paulo. Anais...São Paulo: FAU-USP, ANTAC, NUTAU, 1994.
- LEAL, P. A.. **Determinação do microclima gerado dentro de uma estrutura a partir de dados ambientais**. 1981. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). UNICAMP, Campinas.
- LEÃO, Marlon. **Desempenho térmico em habitações populares para regiões de clima tropical: Estudo de caso em Cuiabá-MT**. 2006. 120 f. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente). Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá. 2006.
- LEMO, P. N.; BARBOSA, M. J.. **Desempenho térmico em habitação popular: adequação de métodos de avaliação**. Londrina, 1999.
- LUZ, J. A.. **Pré-fabricados para calçados: laboratório de processos industriais**. Escola do Calçado SENAI. Novo Hamburgo, out. 1987.
- MAIA, M. A. M.; MUNIZ, E. S.; FREITAS, M. C. D.; MELO, N. G. N. de. **Sistemas construtivos com uso de resíduos: uma alternativa para reduzir o custo da habitação popular**. Semina: Ci. Exatas/Tecnológicas, Londrina, v. 16, n. 4, p. 569-573, dez. 1995. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semexatas/article>. Acesso em: março/2010.
- MASCARÓ, J.L.; MASCARÓ L.. **Incidência das variáveis projetivas e de construção no consumo energético dos edifícios**. Porto Alegre: Luzzato, 1992.
- MASCARÓ, L. R. **Energia na edificação, estratégia para minimizar seu consumo**. Projeto de Editores Associados, São Paulo, n° 81, p. 69, nov. 1991.
- MASSAROTTO, M.; CRESPO, J. da S.; ZATTERA, A. J.; ZENI, M. **Caracterização do pó de sbr-r a partir de resíduos de SBR provenientes da indústria calçadista**. 17º CBECIMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais. Foz do Iguaçu, 2006. Disponível em: <http://www.metallum.com.br/17cbecimat/resumos/17Cbecimat-412-012.pdf>. Acesso em: Fevereiro de 2010.
- MATOS, Michele. **Simulação computacional do desempenho térmico de Residências em Florianópolis utilizando a ventilação natural**. 2007. 109 f.



Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em:  
[http://www.technobuild.com.br/arquivos/Dissertacao\\_MicheleMatos.pdf](http://www.technobuild.com.br/arquivos/Dissertacao_MicheleMatos.pdf). Acesso em: Fevereiro de 2010.

MICHELS, C.. **Análise da transferência de calor em coberturas com barreiras radiantes**. 2007. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MODERA, M. P.. Determination of thermal simulation performance with a reduced-scale structure. Las Vegas: ASHRAE/DOE Conference, 6-9 Dec, 1982.

MORAES, S. R. P. Conforto térmico em modelos reduzidos de galpões avícolas para diferentes coberturas, durante o verão. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 3, n. 1, p. 89-90, 1999.

MORELLO, Alessandro. **Avaliação do comportamento térmico do protótipo habitacional Alvorada**. 2005. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MORGAN, J. A.. **Semidwarfing genes concentrate photosynthetic machinery and affect leaf gas exchange of wheat**. Crop Science, Madison, v. 30, p. 602-608, 1990.

NERBAS, Patrícia Freitas. **Estudo Arquitetônico para Gestores Imobiliários**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., p. 91-100, 2009.

NETO, Carlos Boabaid. **Transferência de Calor – Isolamento Térmico**. São José: IFSC, 2009.

NEUBAUER, L. W.; CRAMER, R. D.. **Solar radiation control form small exposed houses**. Transactions of the ASAE, v. 9, n. 2, p. 194-197, 1966.

NOGUEIRA, M. C. J. A.; DURANTE, L. C.; NOGUEIRA, J. S.. **Educação, meio ambiente e conforto térmico: caminhos que se cruzam**. REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, 2005, Porto Alegre, RS. v. 10. p. 104-108. Janeiro a Junho de 2003. Online. Disponível em: <<http://remae.furg.br>>.

NOGUEIRA, M. C. J. A.; SAMPAIO, M.M.A., DURANTE, L.C., PINTO, P.L.R.R., **Estudo do Conforto Térmico em duas Habitações de Padrão Popular em Cuiabá/MT**. Anais I Simpósio Mato-grossense de Habitação de Interesse Social. CEFETMT, Cuiabá, 2005.

NOGUEIRA, Marta Cristina de Jesus Albuquerque; SANTOS, Flávia Maria de Moura; NOGUEIRA, José de Sousa; SAMPAIO, Mariza de Mello Arruda; MUSIS, Carlo Ralph De; OLIVEIRA, Ângela Santana de. **Análise da Eficiência Térmica de Duas**

**Habitações de Padrão Popular em Cuiabá-Mt: Uma Contribuição para o Meio Ambiente.** UNiCiências. Cuiabá, v10. 2006.

OLIVEIRA, Lutércia M. F. de; JUNIOR, Tadayuki Yanagi; FERREIRA, Elizabeth; CARVALHO, Luiz G. de; SILVA, Mariano P. da. **Zoneamento bioclimático da região sudeste do Brasil para o conforto térmico animal e humano.** Eng. Agrícola, v. 26, n-3, p. 823-831, Jaboticabal, 2006.

ORNSTEIN, Sheila; BRUNA, Gilda; ROMERO, Marcelo. **Ambiente construído e comportamento: avaliação pós-ocupação e qualidade ambiental.** São Paulo: Nobel; FAUUSP; FUPAM, 1995.

PACHECO, Elzio José Vitório. **Análise de Desempenho Térmico em Edificação Habitada e não Habitada na Cidade de Cuiabá-MT.** 2007. 129 f. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente). Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

PEREIRA, N.; BOND, T. E.; MORRISON, S. R.. **Ping-pong Ball into Black-globe thermometer.** Agricultural Engineering. v. 48, n. 6, p. 341-342. 1967.

**Projeto Forro Vida Longa.** Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp. Disponível em: [www.fem.unicamp.br/~vidalong/anexos/vidalonga.doc](http://www.fem.unicamp.br/~vidalong/anexos/vidalonga.doc). Acesso em: Março de 2010.

QUALHARINI, E. L.. **Gestão estratégica na avaliação de projetos de construção civil.** In: **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: Qualidade e Tecnologia na Habitação.** v 1. Rio de Janeiro, 1993.

REZENDE, Ricardo Luís de; GONELLA, Laura Berasain; OLIVEIRA, Ricardo V. B. de; ZENI, Mara; ZATTERA, Ademir José. **Reciclagem e reaproveitamento de resíduos de SBR.** Cricte, Caxias do Sul, 2006. Disponível em: <http://200.169.53.89/download/CD%20congressos/2006/CRICTE%202006/trabalhos/072972-egq-31-08-22552.pdf>. Acesso em: Janeiro de 2010.

RIVERO, R. O.. **Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural.** Porto Alegre: UFRGS, p. 32-56, 1985.

RIVERO, R. O.. **Condicionamento Térmico Natural; Arquitetura e Clima.** Porto Alegre: D. C. Luzzatto Editores, p. 240. 1986.

ROLIM, Aline Marques. **A reciclagem de resíduos de EVA da indústria calçadista.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 200?.

SANTOS, Eduardo Virgolino; DINIZ, Frederico Bentes. **Blocos para vedação de lajes pré-moldadas, em diversos materiais, para substituição do Eps.** Belem, 2009.

SCHMUTZLER, Luís Otto Faber. **Projeto Forro Vida Longa Unicamp.** 200?.



SILVA, E. P.; NASCIMENTO, J. W. B.; BARBOSA, N. P.; LEAL, A. F.. **Avaliação de painéis de tijolos prensados de solo-cimento incorporados com resíduos de calçados (EVA)**. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, Campina Grande, v.3.2, p. 44-49, 2008.

SILVA, I. J. O; FILHO, H. GHELFI; CONSIGLIERO, F. R.. **Influência dos materiais de cobertura no conforto térmico de abrigos**. Engenharia Rural, v. 1, n. 2, p. 43-55, 1990.

SILVA, Marivaldo Wagner Sousa; CARVALHO, Laura Hecker; FOOK, Marcus Vinicius Lia. **Desenvolvimento de materiais de baixo custo utilizando resíduos de EVA para aplicação no design de calçados**. V CIPED, Baurú, 2009.

SILVA, R. S.. **Correção dos valores dos índices térmicos ambientais calculados com dados coletados com globo termômetro de alumínio, latão e plástico de diferentes tamanhos, com relação ao globo termômetro de cobre (padrão)**. Viçosa, UFV, v. 2. 1996.

SOARES, Elvis Andrade; LEAL, Antonio Farias; CARDOSO, José A. Ferreira. **Argamassas Leves Produzidas com Resíduos de Calçados e de Cerâmicas**. Campina Grande, 2007. Disponível em: <http://www.deag.ufcg.edu.br/gcamb/Download/Artigo%20PIBIC%2007-081.pdf>. Acesso em: Março de 2010.

SONDY, L.. **O Bambu como estrutura e o seu aproveitamento no Brasil**. Concreto, Campinas, v. 6, n. 35, p. 51-52 , 1940.

SOTO, Magda Tirado; MORALES, Gudelia. **Gestão sustentável dos resíduos nas instituições de ensino superior estudo de caso: coleta seletiva na UENF**. XXVI ENEGEP, Fortaleza, 2006. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006\\_TR520346\\_7623.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR520346_7623.pdf). Acesso em: Fevereiro de 2010.

SOUZA, Amaury de; PAVÃO, Hamilton Germano; LASTORIA, Giancarlo; GABAS, Sandra Garcia; CAVAZZANA, Guilherme Henrique; FILHO, Antonio Conceição Paranhos. **Um Estudo de Conforto e Desconforto Térmico para o Mato Grosso do Sul**. Revista de Estudos Ambientais, v. 12, n 2, p. 15-25, 2010.

SOUZA, Cecília de Fátima; TINÓCO, Ilda de Fátima Ferreira; BAÊTA, Fernando da Costa; FERREIRA, Williams Pinto Marques; SILVA, Rogério Sabino da. **Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo**. Ciênc. agrotec., v.26, n.1, p.157-164. Lavras, 2002.

TEIXEIRA, B. A. do N.; MILANEZ, B.. **Contextualização de princípios de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos**. ABES 21, João Pessoa: 2001.



TESSARI, Janaina. **Utilização de Poliestireno Expandido e Potencial de Aproveitamento de seus Resíduos na Construção Civil**. 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <http://tede.ufsc.br/teses/PECV0443.pdf>. Acesso em: Janeiro de 2010.

TINÔCO, I. F. F.. **Resfriamento adiabático na produção de frangos de corte**. Viçosa: UFV, p. 98, 1998.

TORREIRA, Raul P.. **Isolamento térmico**. São Paulo, 1980.

TORRES, Simone Carnaúbas. **Arranjos Construtivos Urbanos: Um Estudo sobre a Influência da Configuração de Conjuntos Habitacionais Verticais na Qualidade Térmica de Edificações em Maceió-AL**. 2006. 94 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

VAGHETTI, Marcos A. O; PISANI, Ângela; LANA, Elinor F. Dalla; QUESADA, Priscila T.; DIEFENBACH, Samantha S.; SEFFRIN, Carlos F.G.; SOUZA, Alex P.; ANTUNES, Amilton S.; FERNANDES, Daniel B.; DONADUZZI, Felipe T.; ANTUNES, Josiele; ROSA, Larissa F.; MATTOS, Paulo Rafael M.; RETORE, Robson T.; KAUS, Rosana A.; TESSELE, Verônica. **Casa popular eficiente: um benefício ambiental aliado a um custo mínimo**. Porto Alegre, 2010.

VALLE, C. E. **Qualidade Ambiental: como ser competitivo protegendo o meio ambiente: como se preparar para as normas ISO 14000**. Pioneira, 1995.

VARGAS, E. Ramires et al; **Degradation effects on the rheological and mechanical properties of multi-extruded blends of impact-modified polypropylene and poly(ethylene-co-vinyl acetate)**. *Polymer Degradation and Stability*, p. 301-307, 2004.

VIANNA, Nelson Solano; ROMÉRO, Marcelo de Andrade. **Procedimentos metodológicos para avaliação pós-ocupação em conjuntos habitacionais de baixa renda com ênfase no conforto ambiental**. São Paulo, 2002.

VITTORINO, F.; SATO, N. M. N.; AKUTSU, M.. **Desempenho térmico de isolantes refletivos e barreiras radiantes aplicados em coberturas**. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, Curitiba: 2003.

WEBER, Tatiana. **Revulcanização de rejeito industrial de copolímero de butadieno e estireno (SBR)**. 2006. 107 f. Dissertação (Mestrado em Materiais). Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul.

ZANCHET, A.; ACQUA, N. Dal'; WEBER, T.; BRANDALISE, R. N.; NUNES, R. C. R.; CRESPO, J. S.. **Resíduos industriais de SBR e de EPDM: desenvolvimento e caracterização de compósitos elastoméricos**. 17º CBECIMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais. Foz do Iguaçu, 2006. Disponível em:



<http://www.metallum.com.br/17cbecimat/resumos/17Cbecimat-412-018.pdf>. Acesso em: Março de 2010.

ZATTERA, A.J. et al. **Caracterização de resíduos de copolímeros de Etileno Acetato de Vinila – EVA**. Polímeros Ciência e Tecnologia, v. 15, n. 1, p. 73-78, 2005.

## **7. ANEXOS**

### **7.1 – Anexo I – NR 15**



## NR 15 - ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES

### ANEXO N.º 3

#### LIMITES DE TOLERÂNCIA PARA EXPOSIÇÃO AO CALOR

1. A exposição ao calor deve ser avaliada através do "Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo" - IBUTG definido pelas equações que se seguem:

Ambientes internos ou externos sem carga solar:

$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,3 \text{ tg}$$

Ambientes externos com carga solar:

$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,1 \text{ tbs} + 0,2 \text{ tg}$$

onde:

tbn = temperatura de bulbo úmido natural

tg = temperatura de globo

tbs = temperatura de bulbo seco.

2. Os aparelhos que devem ser usados nesta avaliação são: termômetro de bulbo úmido natural, termômetro de globo e termômetro de mercúrio comum.

3. As medições devem ser efetuadas no local onde permanece o trabalhador, à altura da região do corpo mais atingida.

**Limites de Tolerância para exposição ao calor, em regime de trabalho intermitente com períodos de descanso no próprio local de prestação de serviço.**

1. Em função do índice obtido, o regime de trabalho intermitente será definido no Quadro N.º 1.

QUADRO N.º 1

REGIME DE TRABALHO INTERMITENTE COM DESCANSO NO PRÓPRIO LOCAL DE TRABALHO (por hora)	TIPO DE ATIVIDADE		
	LEVE	MODERADA	PESADA
Trabalho contínuo	até 30,0	até 26,7	até 25,0
45 minutos trabalho 15 minutos descanso	30,1 a 30,5	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9
30 minutos trabalho 30 minutos descanso	30,7 a 31,4	28,1 a 29,4	26,0 a 27,9
15 minutos trabalho 45 minutos descanso	31,5 a 32,2	29,5 a 31,1	28,0 a 30,0
Não é permitido o trabalho, sem a adoção de medidas adequadas de controle	acima de 32,2	acima de 31,1	acima de 30,0

2. Os períodos de descanso serão considerados tempo de serviço para todos os efeitos legais.

3. A determinação do tipo de atividade (Leve, Moderada ou Pesada) é feita consultando-se o Quadro n.º 3.

**Limites de Tolerância para exposição ao calor, em regime de trabalho intermitente com período de descanso em outro local (local de descanso).**

1. Para os fins deste item, considera-se como local de descanso ambiente termicamente mais ameno, com o trabalhador em repouso ou exercendo atividade leve.

2. Os limites de tolerância são dados segundo o Quadro n.º 2.

QUADRO N.º 2

M (Kcal/h)	MÁXIMO IBUTG
175	30,5
200	30,0
250	28,5
300	27,5
350	26,5
400	26,0
450	25,5
500	25,0

Onde: M é a taxa de metabolismo média ponderada para uma hora, determinada pela seguinte fórmula:

$$M = \frac{M_t \times T_t + M_d \times T_d}{60}$$

Sendo:

M<sub>t</sub> - taxa de metabolismo no local de trabalho.

T<sub>t</sub> - soma dos tempos, em minutos, em que se permanece no local de trabalho.

M<sub>d</sub> - taxa de metabolismo no local de descanso.

T<sub>d</sub> - soma dos tempos, em minutos, em que se permanece no local de descanso.

$\overline{\text{IBUTG}}$  é o valor IBUTG médio ponderado para uma hora, determinado pela seguinte fórmula:

$$\overline{\text{IBUTG}} = \frac{\text{IBUTG}_t \times T_t + \text{IBUTG}_d \times T_d}{60}$$

Sendo:

IBUTG<sub>t</sub> = valor do IBUTG no local de trabalho.

IBUTG<sub>d</sub> = valor do IBUTG no local de descanso.

T<sub>t</sub> e T<sub>d</sub> = como anteriormente definidos.

Os tempos T<sub>t</sub> e T<sub>d</sub> devem ser tomados no período mais desfavorável do ciclo de trabalho, sendo T<sub>t</sub> + T<sub>d</sub> = 60 minutos corridos.

3. As taxas de metabolismo M<sub>t</sub> e M<sub>d</sub> serão obtidas consultando-se o Quadro n.º 3.

4. Os períodos de descanso serão considerados tempo de serviço para todos os efeitos legais.

QUADRO N.º 3

TAXAS DE METABOLISMO POR TIPO DE ATIVIDADE

TIPO DE ATIVIDADE	Kcal/h
SENTADO EM REPOUSO	100



TRABALHO LEVE	
Sentado, movimentos moderados com braços e tronco (ex.: datilografia).	125
Sentado, movimentos moderados com braços e pernas (ex.: dirigir).	150
De pé, trabalho leve, em máquina ou bancada, principalmente com os braços.	150
TRABALHO MODERADO	
Sentado, movimentos vigorosos com braços e pernas.	180
De pé, trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	175
De pé, trabalho moderado em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	220
Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar.	300
TRABALHO PESADO	
Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos (ex.: remoção com pá).	440
Trabalho fatigante	550

## **7.2 – Anexo II – Questionário de avaliação de nível de satisfação dos moradores**



## QUESTIONÁRIO AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO

### AVALIAÇÃO COMPORTAMENTAL

#### QUESTÕES SÓCIO-ECONÔMICAS

##### CARACTERIZAÇÃO DO ENTREVISTADO

Gênero	Homem	<input type="checkbox"/>	Mulher	<input type="checkbox"/>		
Idade	15 a 25	<input type="checkbox"/>	26 a 45	<input type="checkbox"/>	46 a 55	<input type="checkbox"/>
Moradia cidade de CG	0 a 5 anos	<input type="checkbox"/>	6 a 10 anos	<input type="checkbox"/>	11 a 15 anos	<input type="checkbox"/>
Escolaridade	1 ao 5 ano	<input type="checkbox"/>	6 ao 9 ano	<input type="checkbox"/>	Ens. médio	<input type="checkbox"/>
					56 ou mais	<input type="checkbox"/>
					16 ou mais	<input type="checkbox"/>
					Superior	<input type="checkbox"/>

##### CARACTERIZAÇÃO DOS MORADORES DA UNIDADE HABITACIONAL

N. Moradores apto.	1 a 3	<input type="checkbox"/>	4 a 5	<input type="checkbox"/>	6 a 7	<input type="checkbox"/>	8 ou mais	<input type="checkbox"/>
Pessoas c/ renda	registrado	<input type="checkbox"/>	s/ registro	<input type="checkbox"/>	sem renda	<input type="checkbox"/>	aposentado	<input type="checkbox"/>
Chefe família	casado	<input type="checkbox"/>	solteiro	<input type="checkbox"/>	separado	<input type="checkbox"/>	viúvo	<input type="checkbox"/>
Renda (salário mínimo)	menos de 1	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	Entre 1 e 2	<input type="checkbox"/>	Mais de 3	<input type="checkbox"/>

#### SOBRE O APARTAMENTO

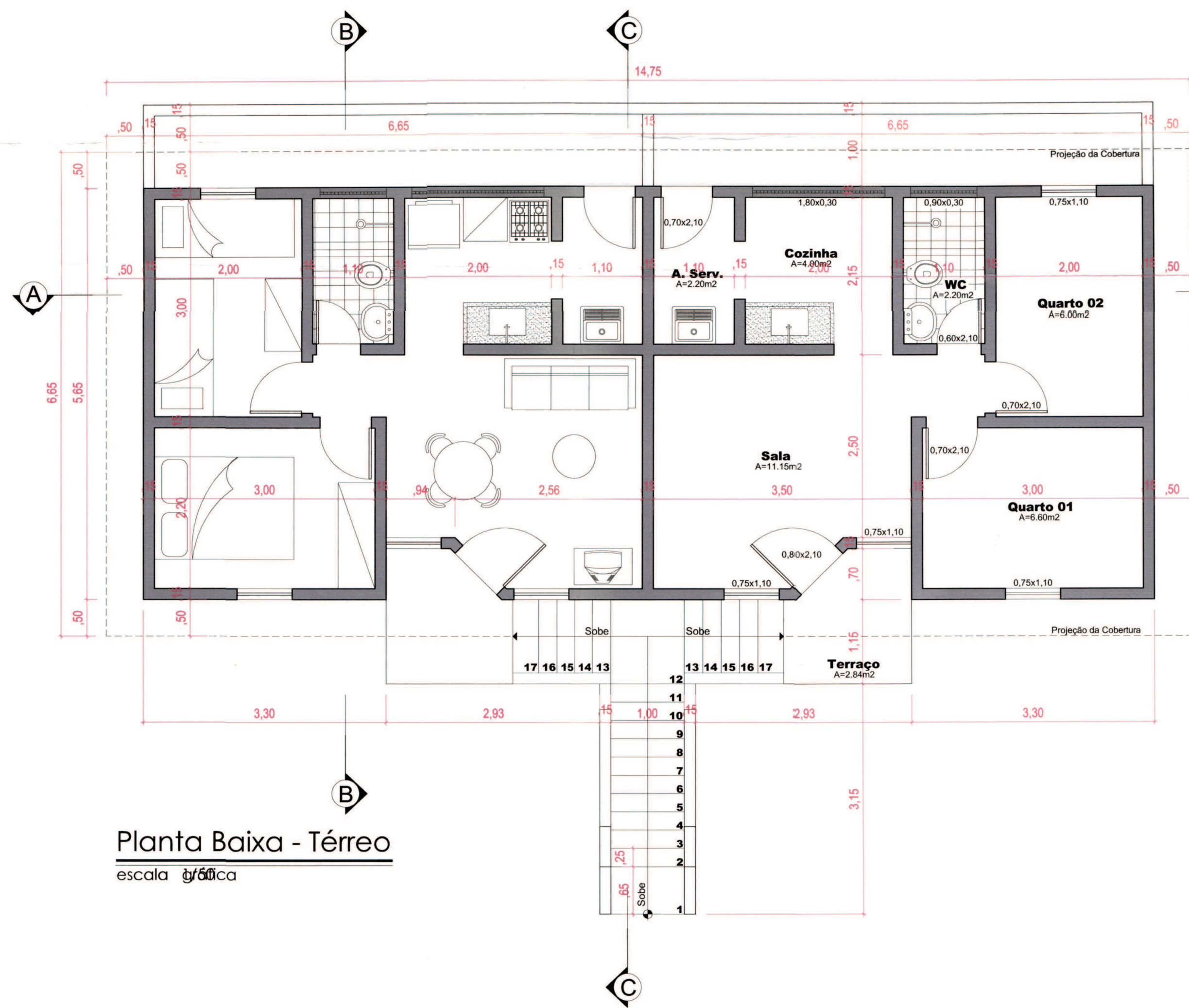
##### COMO VOCÊ AVALIA OS SEGUINTE ASPECTOS

área do dormitório	ótimo	<input type="checkbox"/>	bom	<input type="checkbox"/>	razoável	<input type="checkbox"/>	péssimo	<input type="checkbox"/>
área da cozinha/serviço	ótimo	<input type="checkbox"/>	bom	<input type="checkbox"/>	razoável	<input type="checkbox"/>	péssimo	<input type="checkbox"/>
área da sala	ótimo	<input type="checkbox"/>	bom	<input type="checkbox"/>	razoável	<input type="checkbox"/>	péssimo	<input type="checkbox"/>
temperatura apto. Verão	ótimo	<input type="checkbox"/>	bom	<input type="checkbox"/>	razoável	<input type="checkbox"/>	péssimo	<input type="checkbox"/>
temperatura apto. Inverno	ótimo	<input type="checkbox"/>	bom	<input type="checkbox"/>	razoável	<input type="checkbox"/>	péssimo	<input type="checkbox"/>
luz natural (sala/dormitórios)	ótimo	<input type="checkbox"/>	bom	<input type="checkbox"/>	razoável	<input type="checkbox"/>	péssimo	<input type="checkbox"/>
luz natural (cozinha)	ótimo	<input type="checkbox"/>	bom	<input type="checkbox"/>	razoável	<input type="checkbox"/>	péssimo	<input type="checkbox"/>
ventilação (banheiro)	ótimo	<input type="checkbox"/>	bom	<input type="checkbox"/>	razoável	<input type="checkbox"/>	péssimo	<input type="checkbox"/>
ventilação (cozinha)	ótimo	<input type="checkbox"/>	bom	<input type="checkbox"/>	razoável	<input type="checkbox"/>	péssimo	<input type="checkbox"/>
ventilação (sala/dormitórios)	ótimo	<input type="checkbox"/>	bom	<input type="checkbox"/>	razoável	<input type="checkbox"/>	péssimo	<input type="checkbox"/>

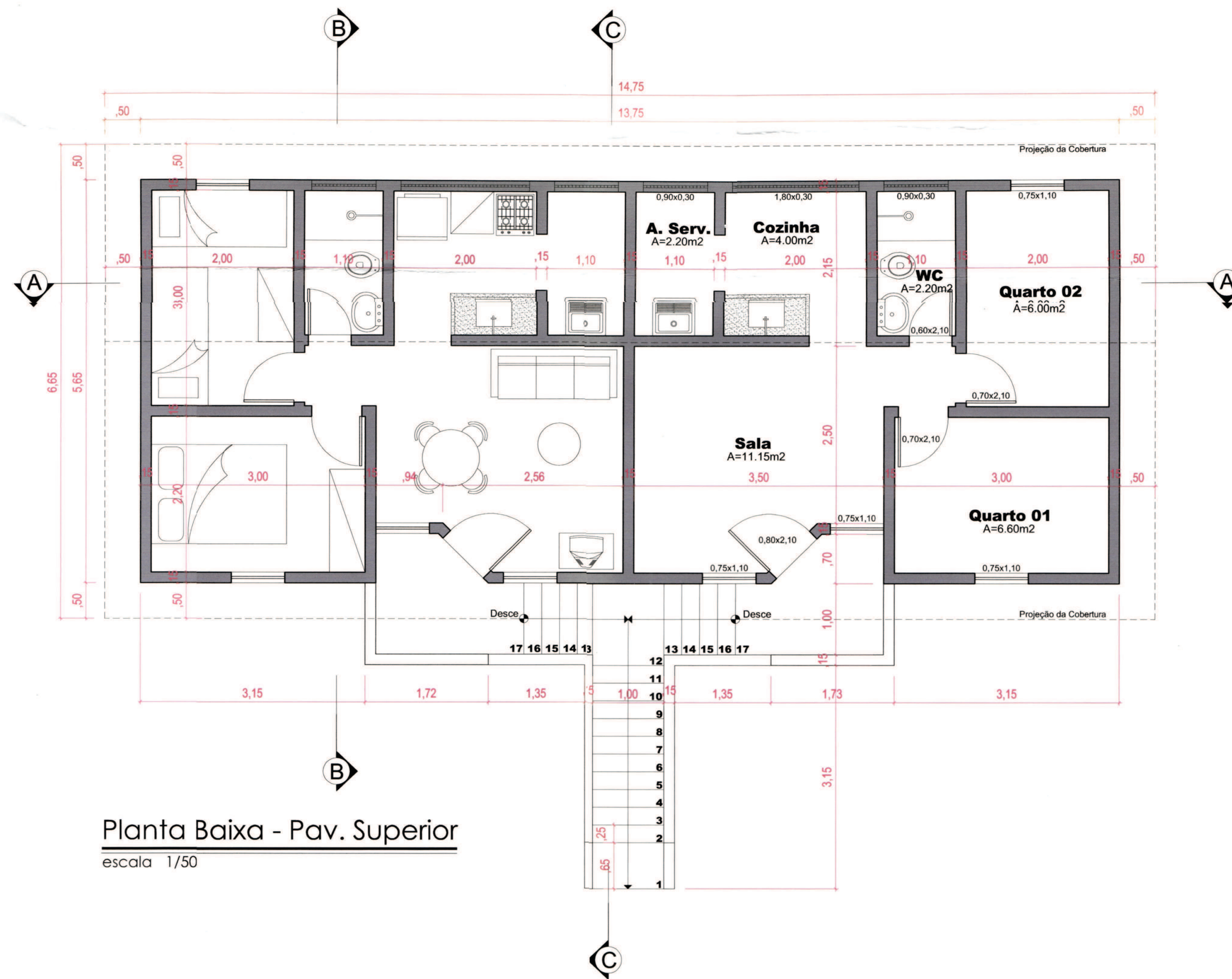
#### COMENTÁRIOS E OBSERVAÇÕES DO ENTREVISTADO

### **7.3 – Anexo III – Projeto arquitetônico do bloco de habitação popular usado como referência**

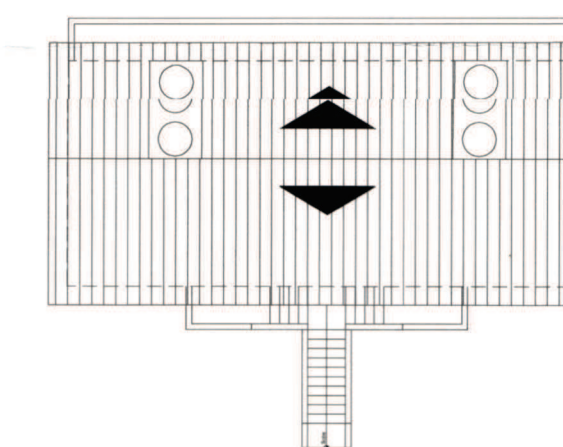




**Planta Baixa - Térreo**  
escala gráfica



**Planta Baixa - Pav. Superior**  
escala 1/50



**Planta de Coberta**  
escala 1/200



Prefeitura Municipal de Campina Grande  
PMCG

SEPLAN - Secretaria de Planejamento  
Coordenadoria de Planejamento Urbano

PROJETO: **Urbanização do Araxá**  
**Construção de Casa Duplex**  
Projeto de Arquitetura

PRANCHA:  
ARQ.  
01/03

DESENHOS:  
PLANTAS BAIXA, PAV.  
TÉRREO E SUPERIOR.

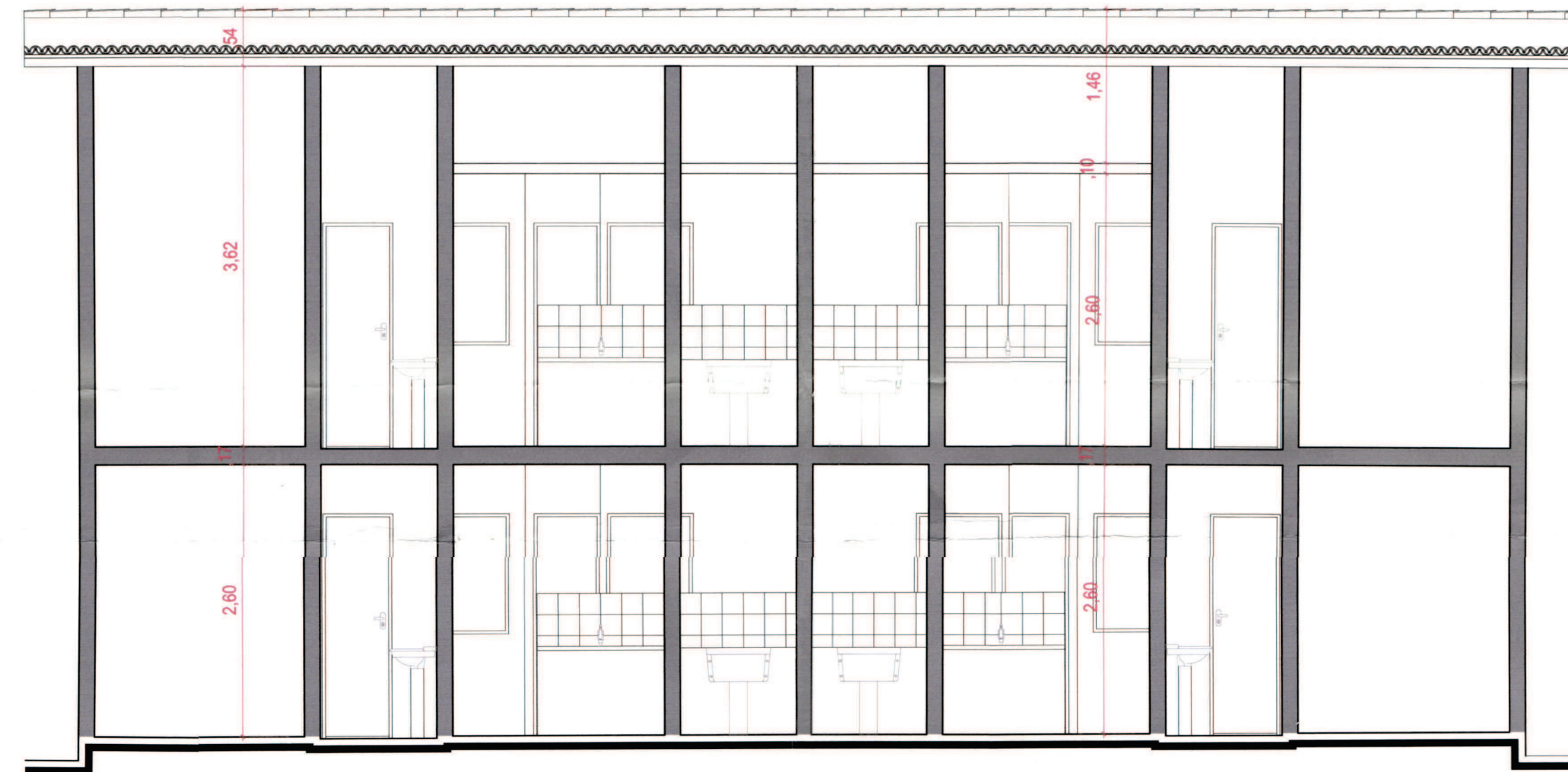
ESCALA:  
Indicada

DATA:  
Outubro/2007

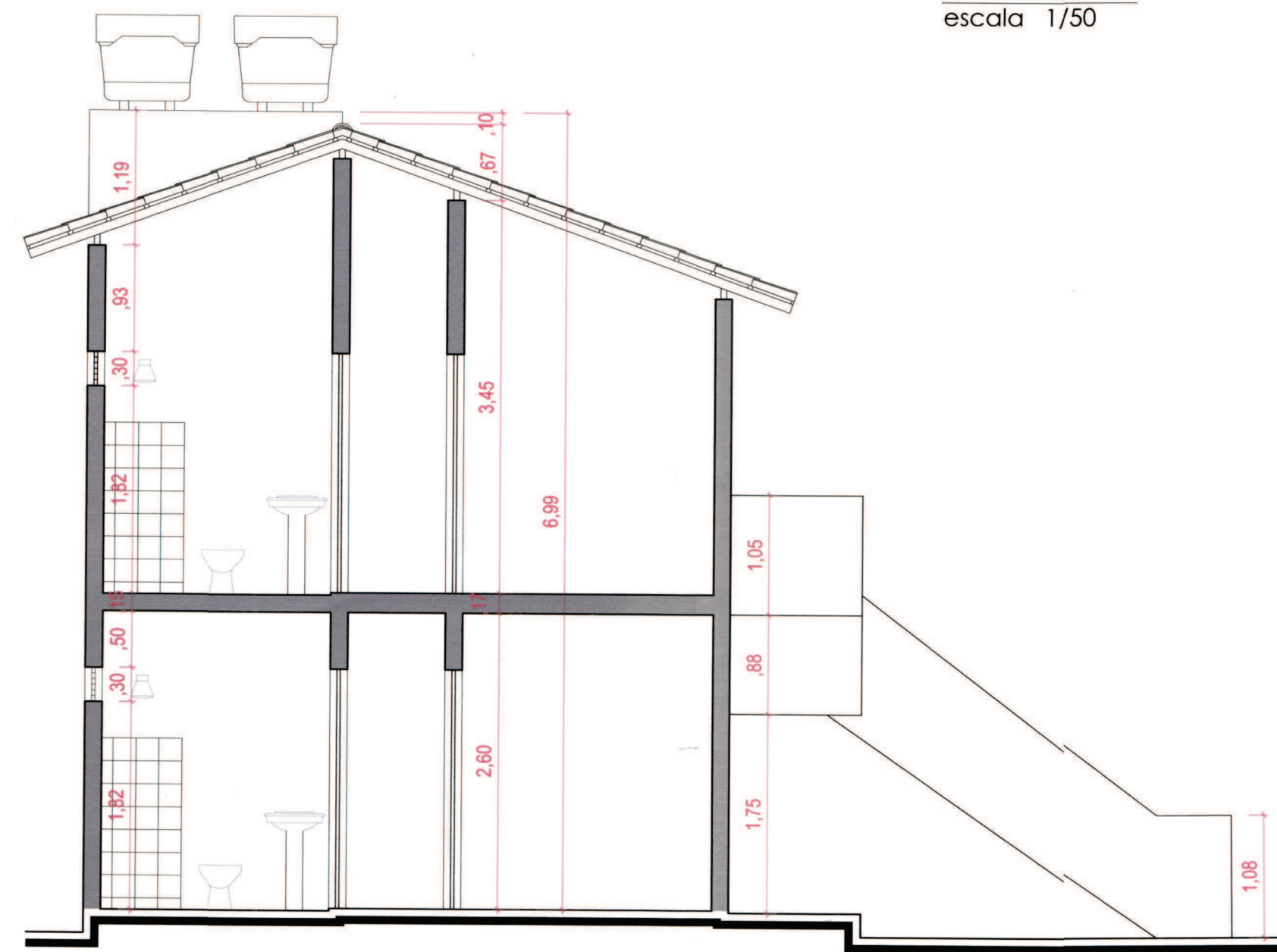
PROJETO:  
Arq.ª Mª Verônica Ribeiro do Vale  
CREA

Desenho: Ismael N. de Araújo  
Resp. OBRA:

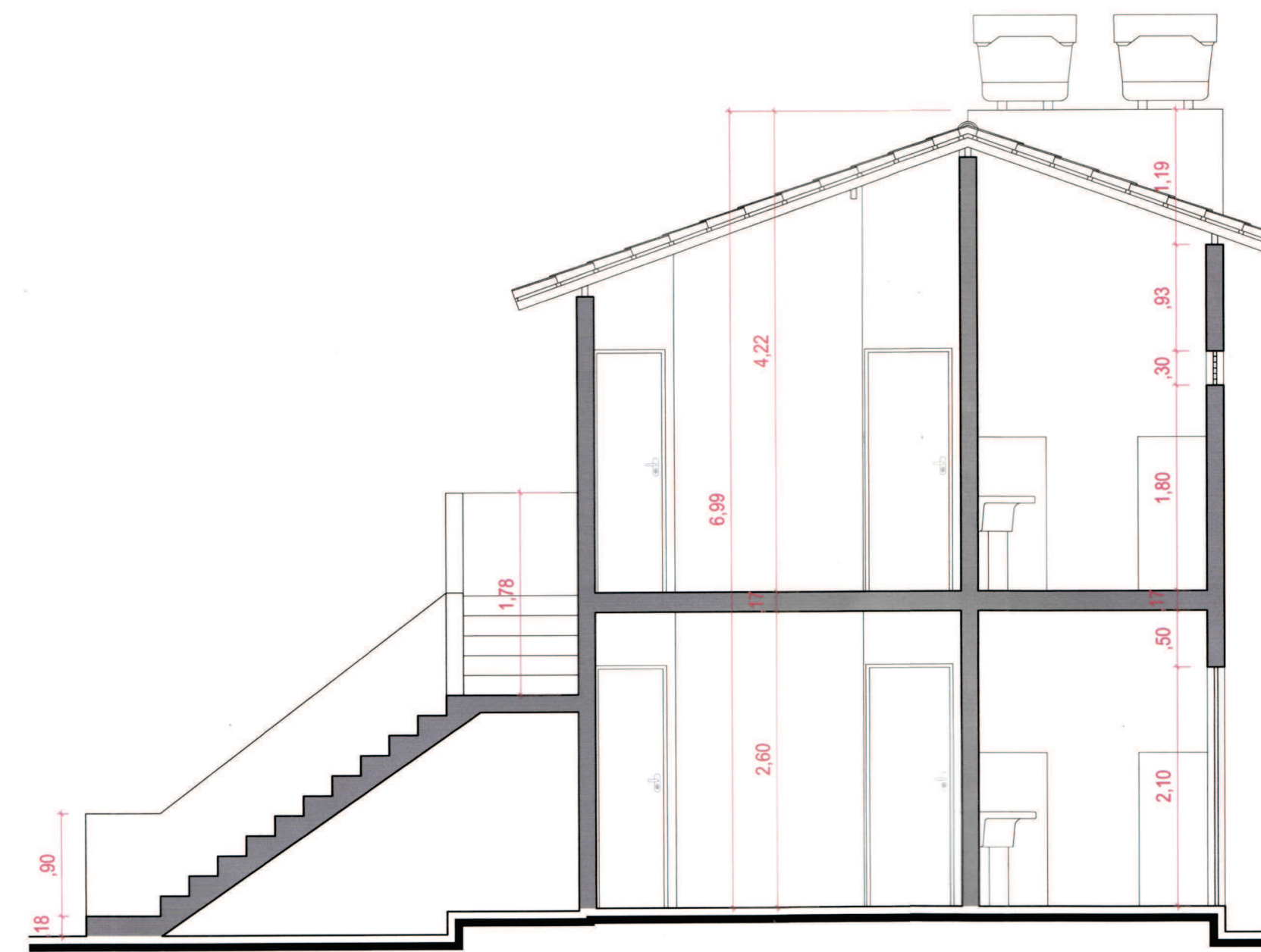




**Corte AA**  
escala 1/50



**Corte BB**  
escala 1/50



**Corte CC**  
escala 1/50



Prefeitura Municipal de Campina Grande  
PMCG

SEPLAN - Secretaria de Planejamento  
Coordenadoria de Planejamento Urbano

PROJETO: **Urbanização do Araxá**  
**Construção de Casa Duplex**  
Projeto de Arquitetura

PRANCHA:  
ARQ.  
02/03

DESENHOS:  
CORTES AA, BB e CC

ESCALA:  
Indicada  
DATA:  
Outubro/2007

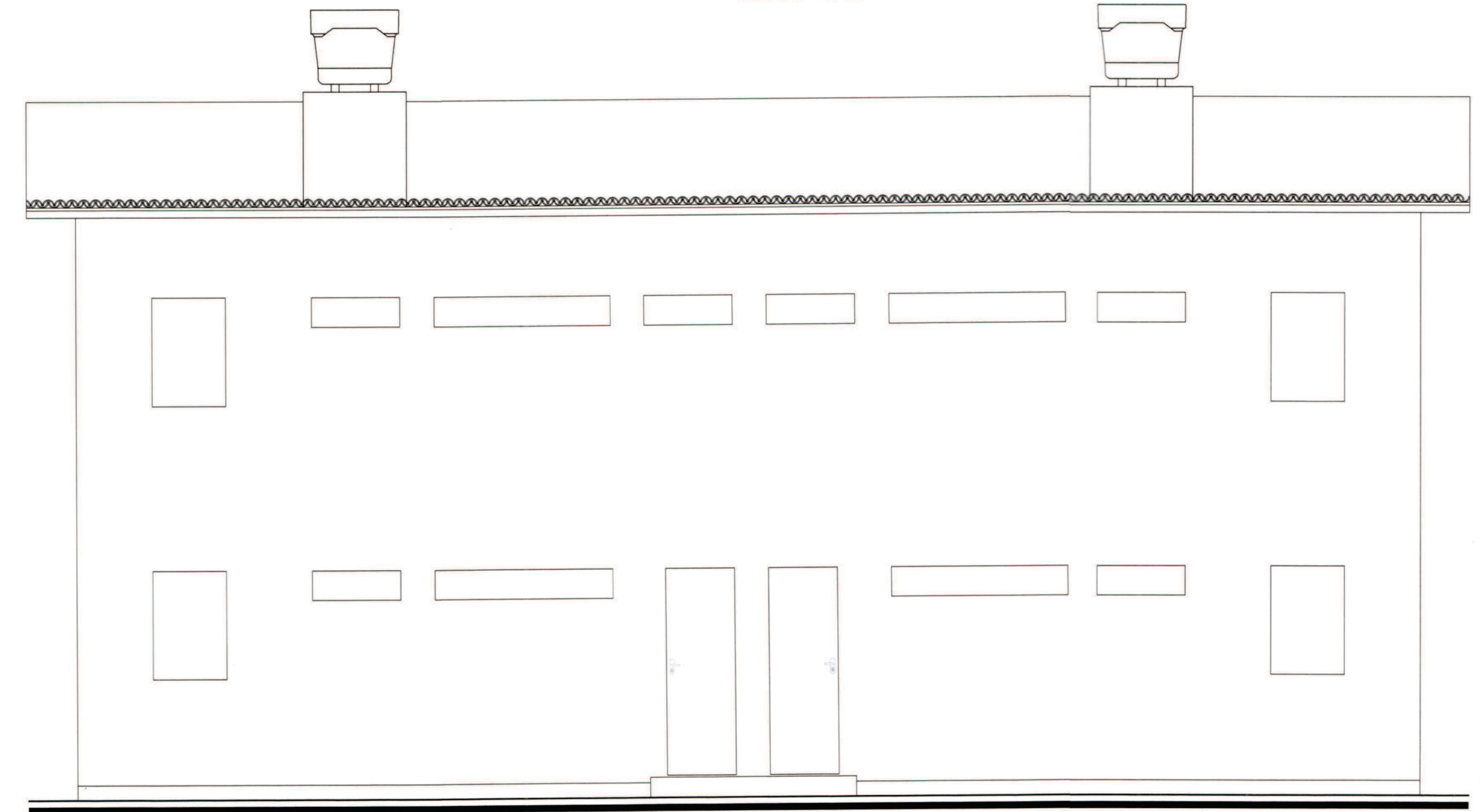
PROJETO:  
Arq.ª Mª Verônica Ribeiro do Vale  
CREA:

Desenho:  
Ismael N. de Araújo  
Resp. OBRA:

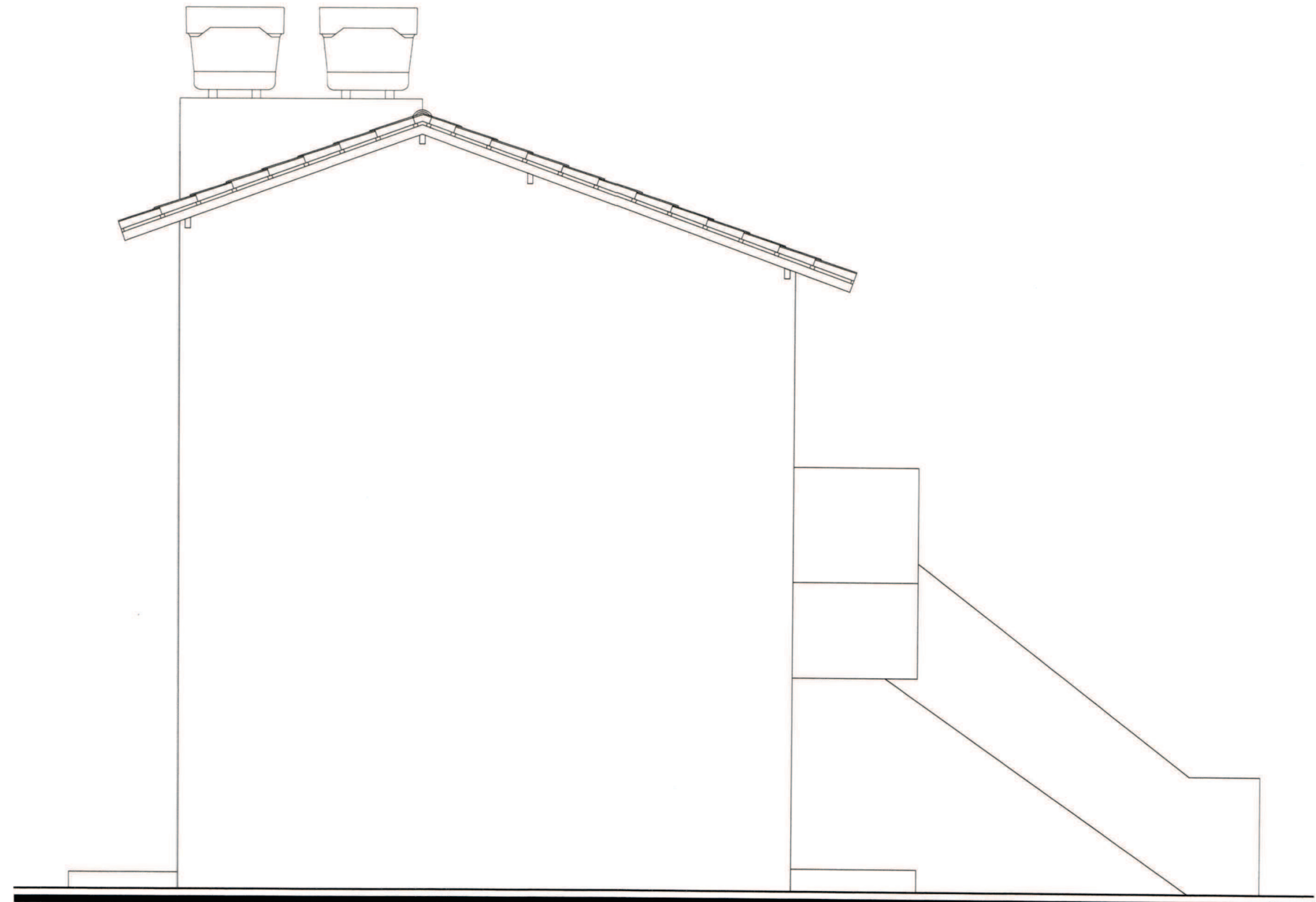





**Fachada Frontal**  
escala 1/50



**Fachada Posterior**  
escala 1/50



**Fachada Lateral Direita**  
escala 1/50


**Prefeitura Municipal de Campina Grande**  
**PMCG**  
**SEPLAN - Secretaria de Planejamento**  
 Coordenadoria de Planejamento Urbano

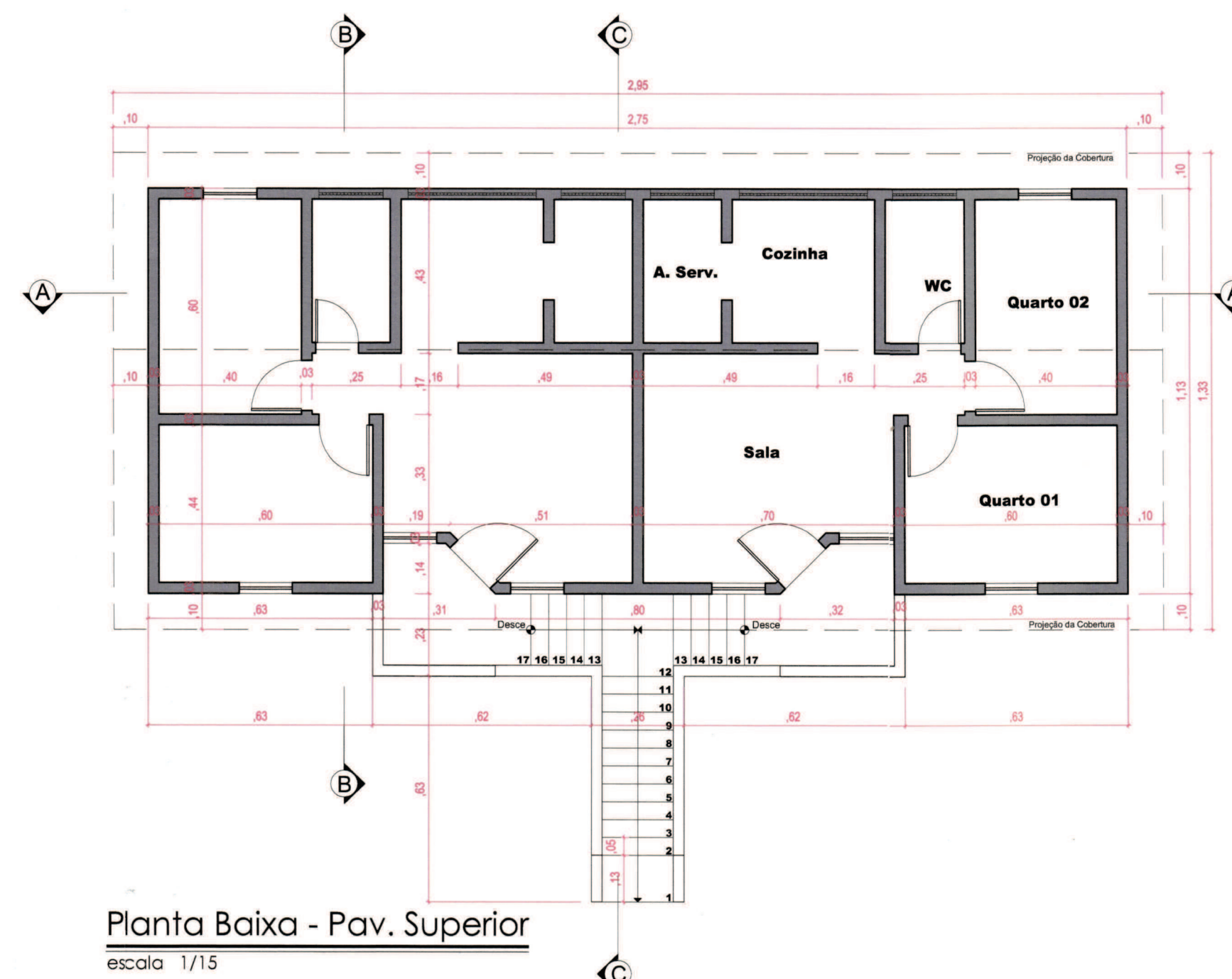
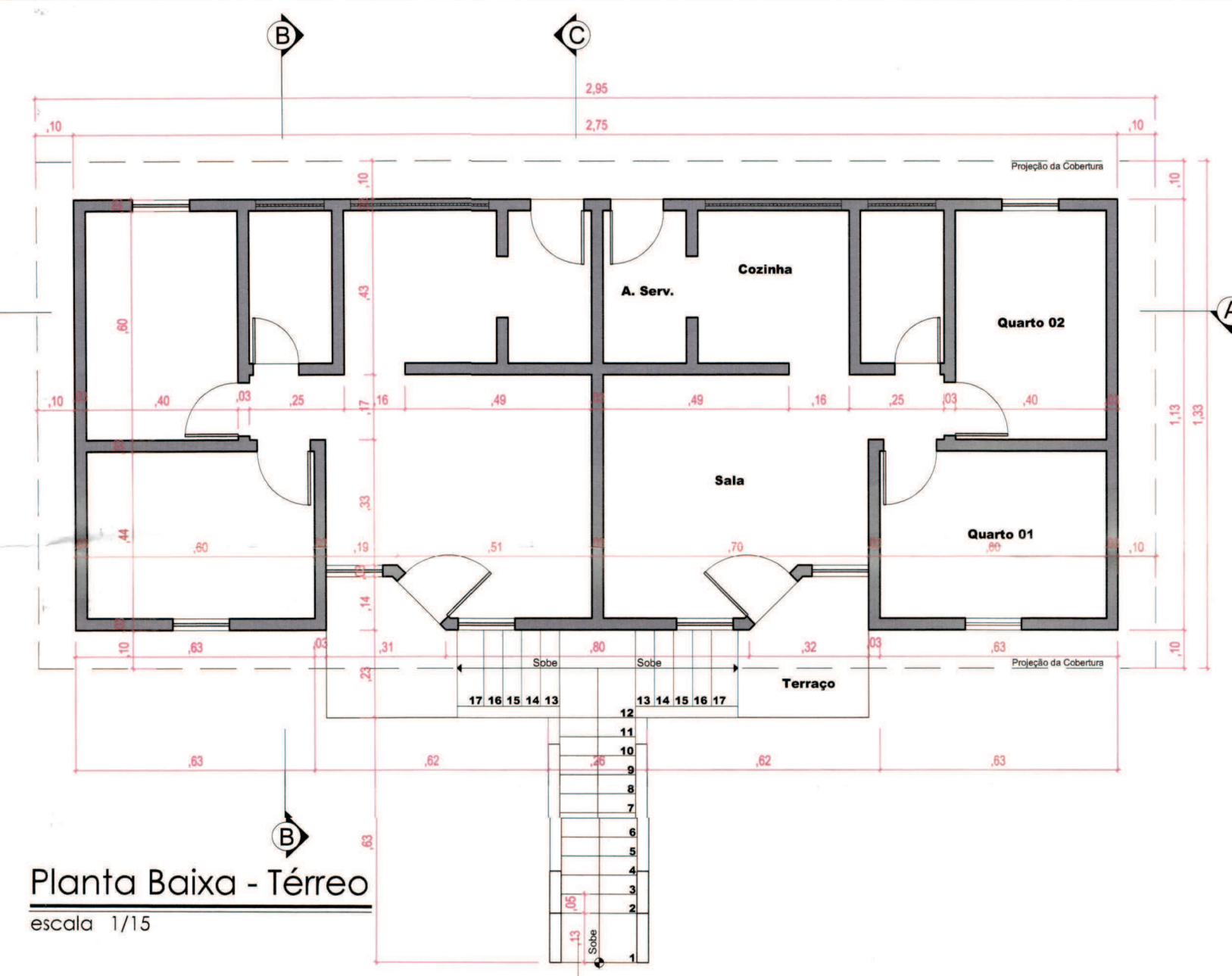
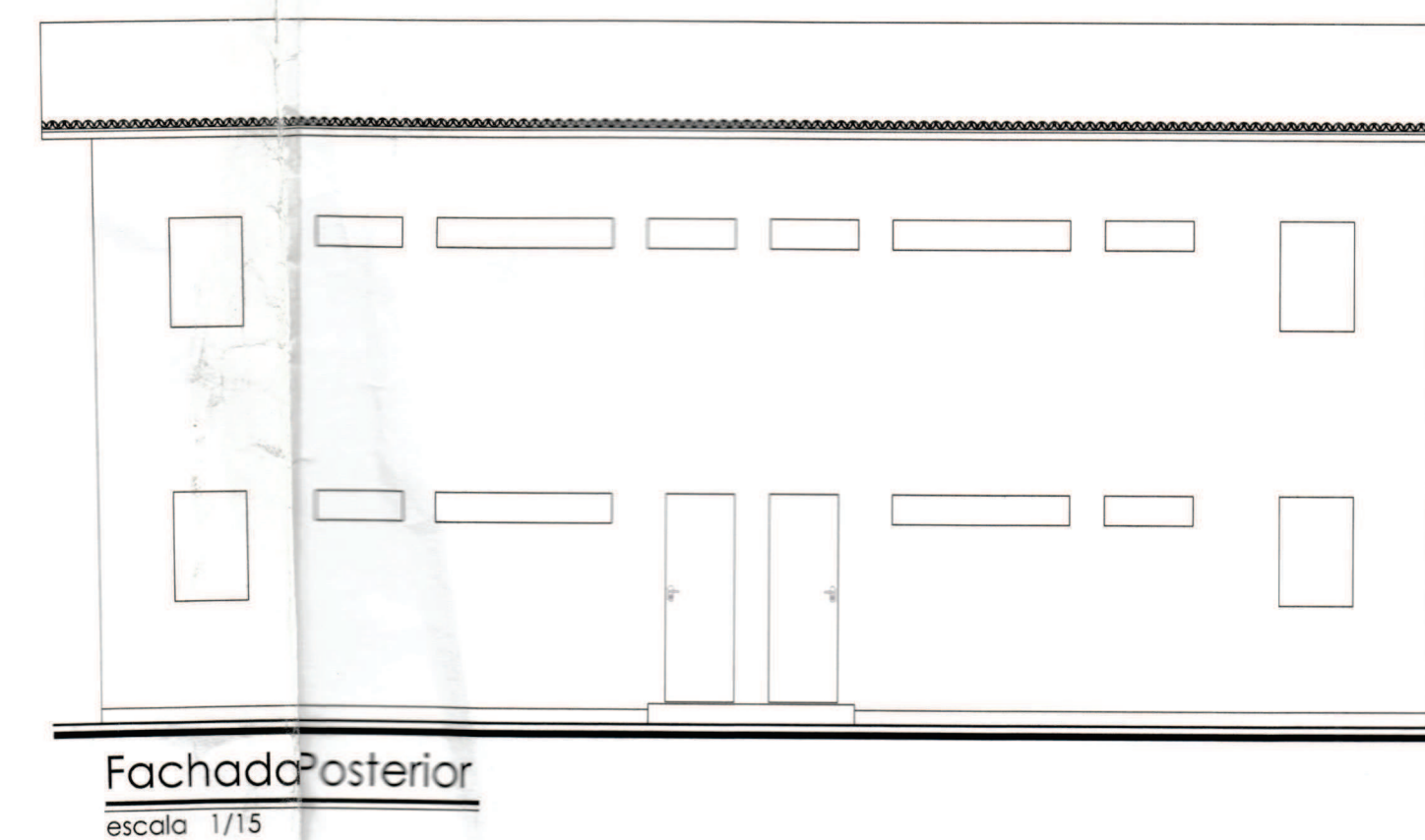
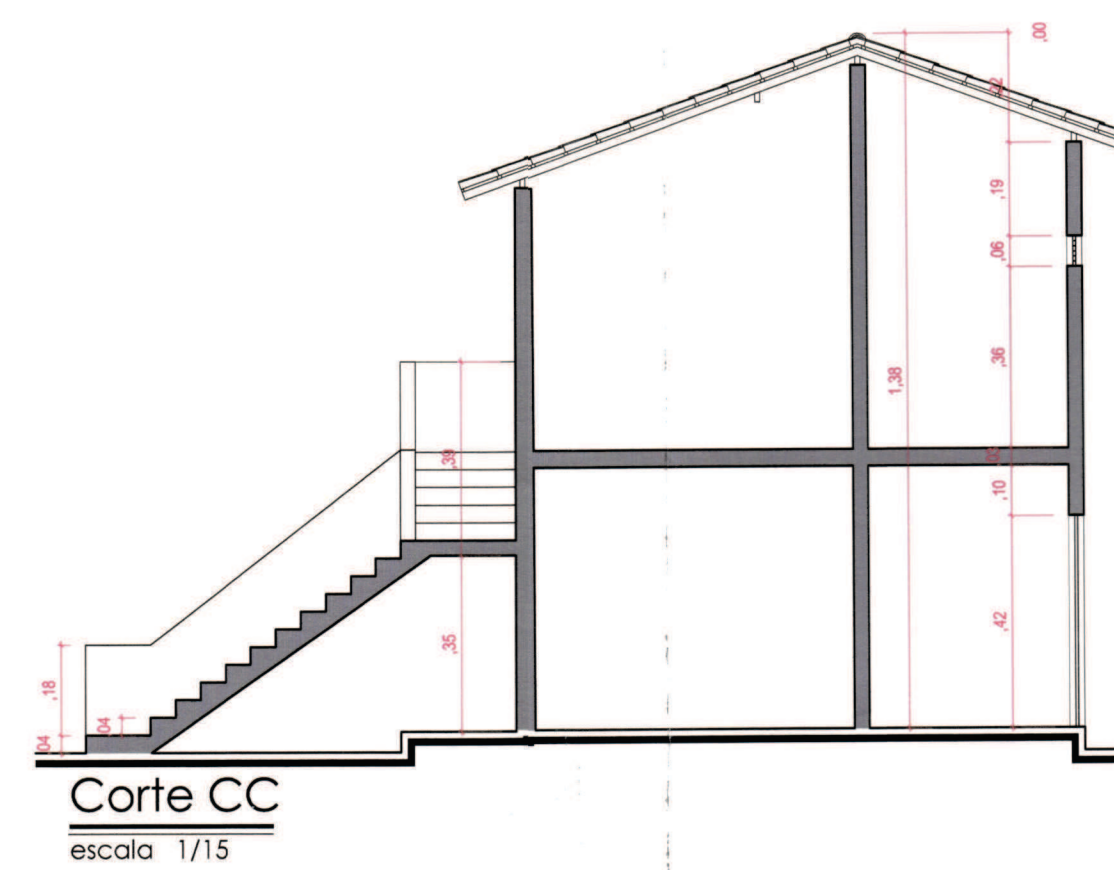
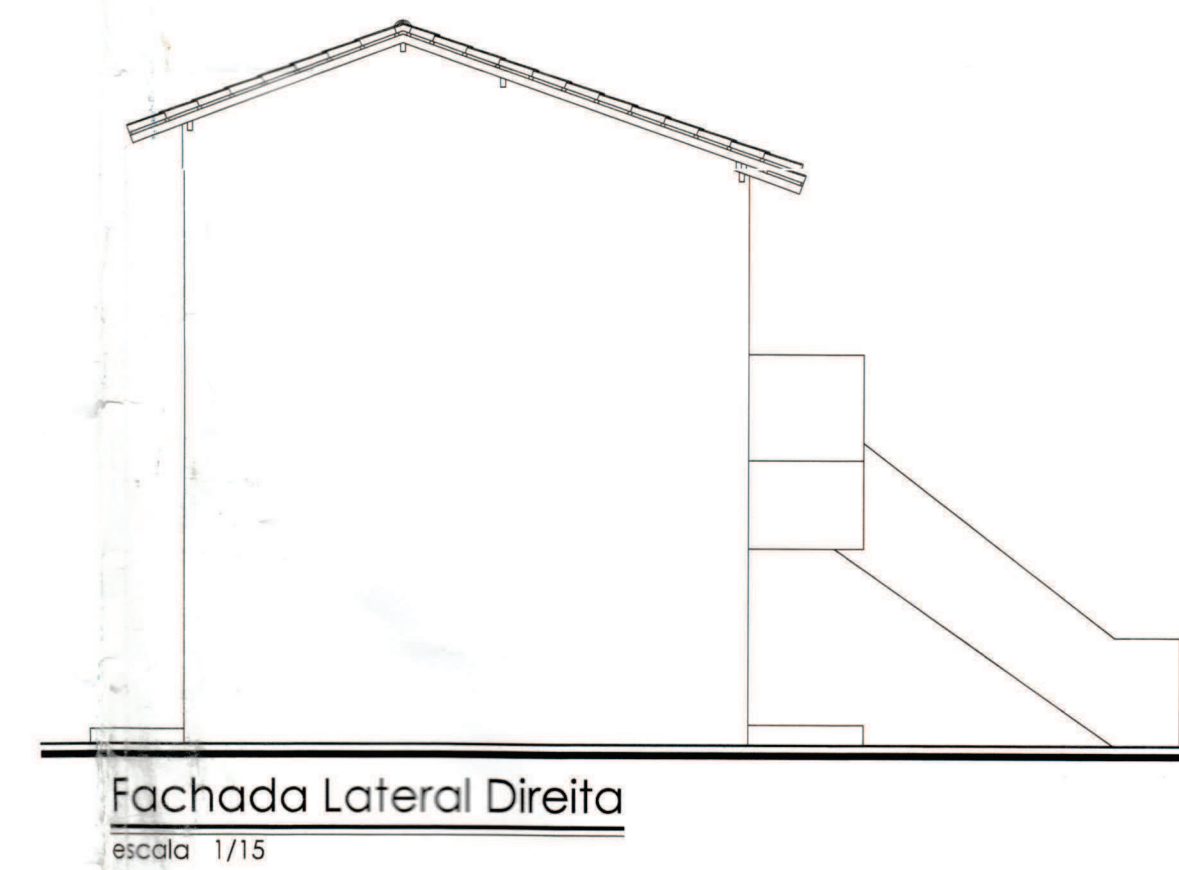
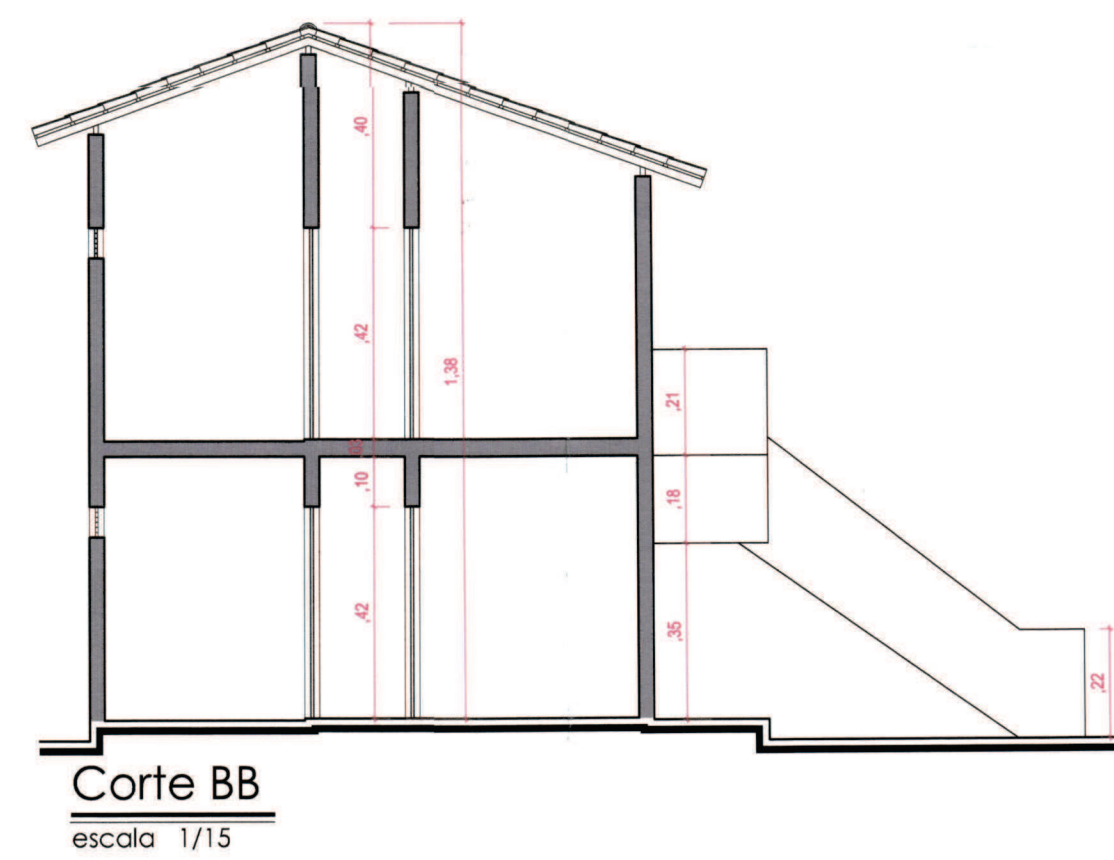
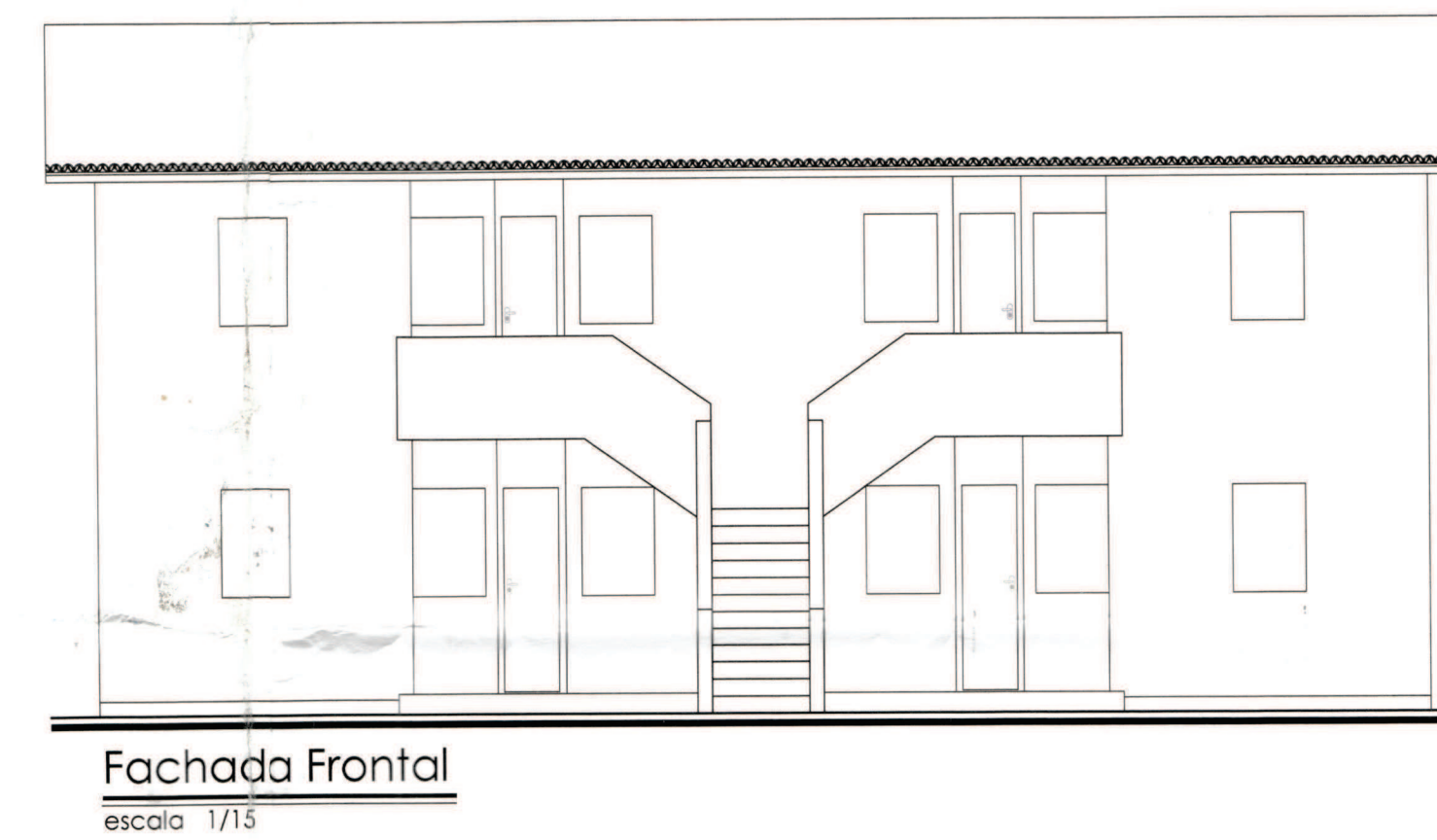
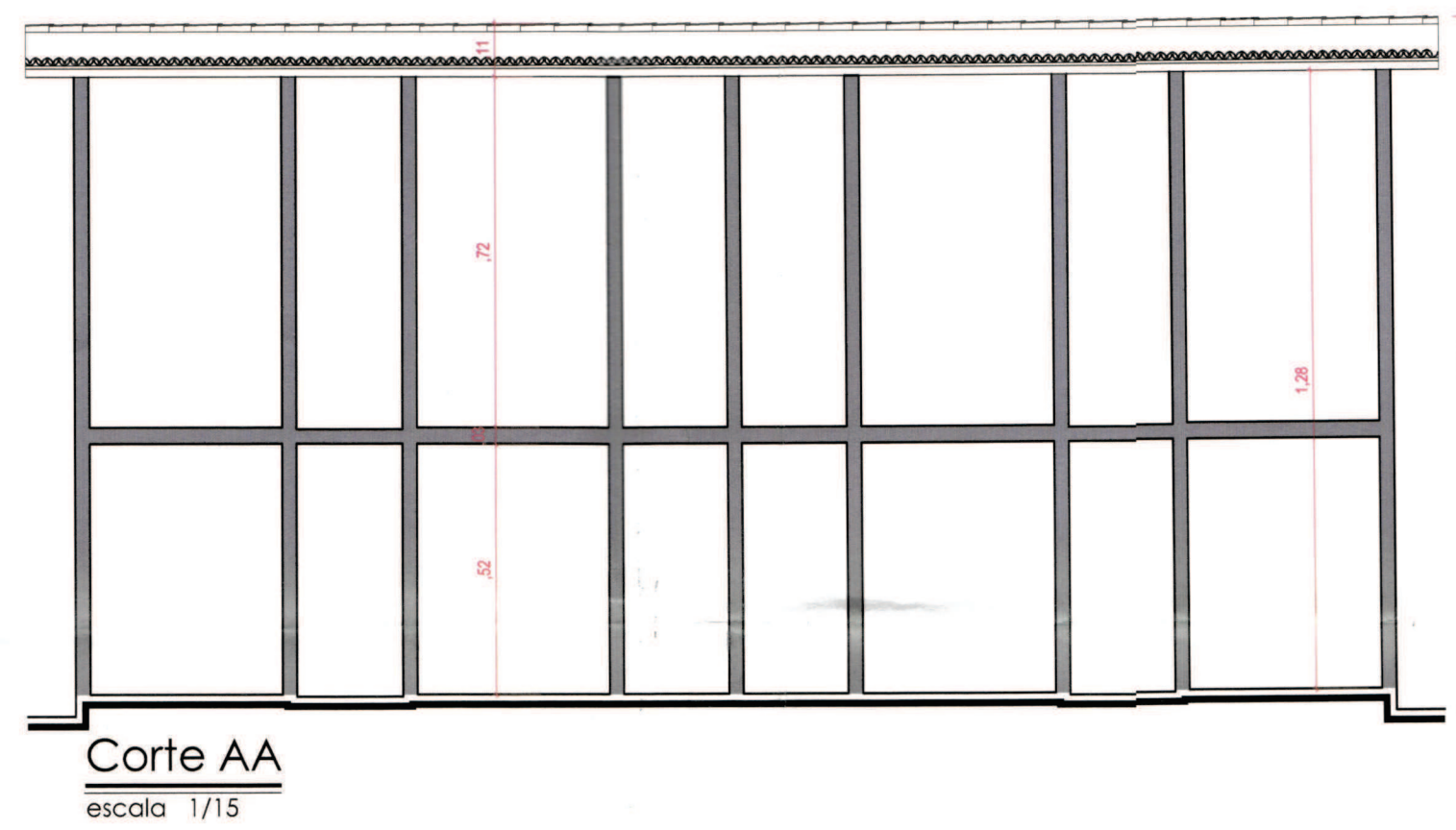
**PROJETO:**  
**Urbanização do Araxá**  
**Construção de Casa Duplex**  
**Projeto de Arquitetura**

PRANCHA: <b>ARQ.</b> 03/03	DESENHOS: <b>FACHADAS FRONTAL, POSTERIOR E LATERAL DIREITA</b>	ESCALA: Indcada DATA: Outubro/2007
----------------------------------	---	---

**PROJETO:**  
 Arq.<sup>a</sup> M<sup>te</sup> Verônica Ribeiro do Vale  
 CREA

**Desenho:**  
 Ismael N. de Araújo  
**Resp. OBRA:**





OBS: CONFERIR MEDIDAS NA OBRA

PLANTA BAIXA TÉRREO  
PLANTA BAIXA PAV. SUPERIOR  
CORTES  
FACHADAS

ESC.: INDICADA **01** /01

PROJETO ARQUITÔNICO - MODELO REDUZIDO

JUNHO/2010

Mariana Porto  
Arquiteta  
CREA 1406724347  
mariana.cg@vul.com.br

Campina Grande - PB  
83 86037340

PROJETO: PROJETO ARQUITÔNICO DO MODELO REDUZIDO DE HABITAÇÃO POPULAR  
ENDEREÇO: CAMPINA GRANDE - PB  
PROPRIETÁRIOS:



#### **7.4 – Anexo IV – Projeto do modelo reduzido utilizado na pesquisa**

## 7.5 – Anexo V – Gráficos do pavimento térreo



### 7.5.1 – Temperatura Ambiente (Temperatura de Bulbo Seco – TBS)

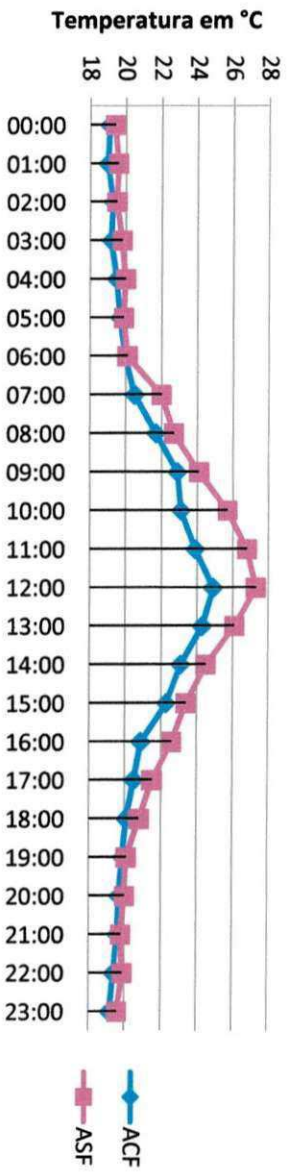


Figura I – TBS das unidades térreas, no sentido Norte-Sul, no período frio.

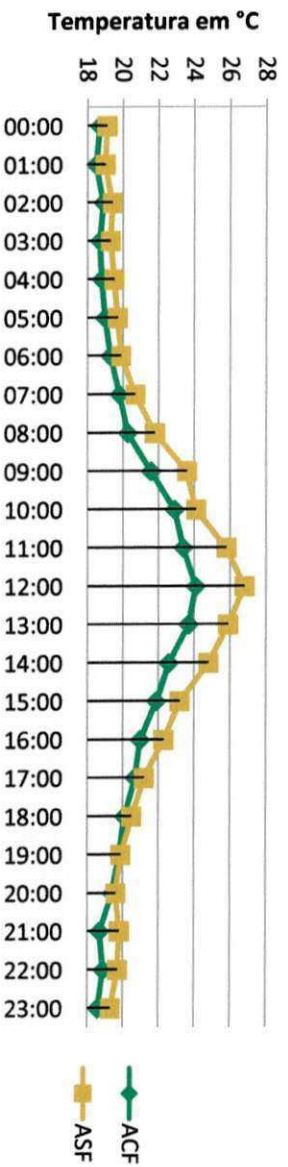


Figura II – TBS das unidades térreas, no sentido Leste-Oeste, no período quente.

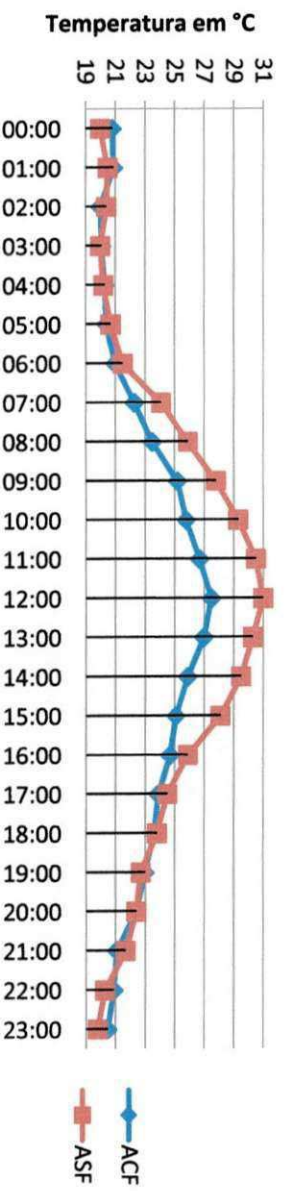


Figura III – TBS das unidades térreas, no sentido Norte-Sul, no período quente.

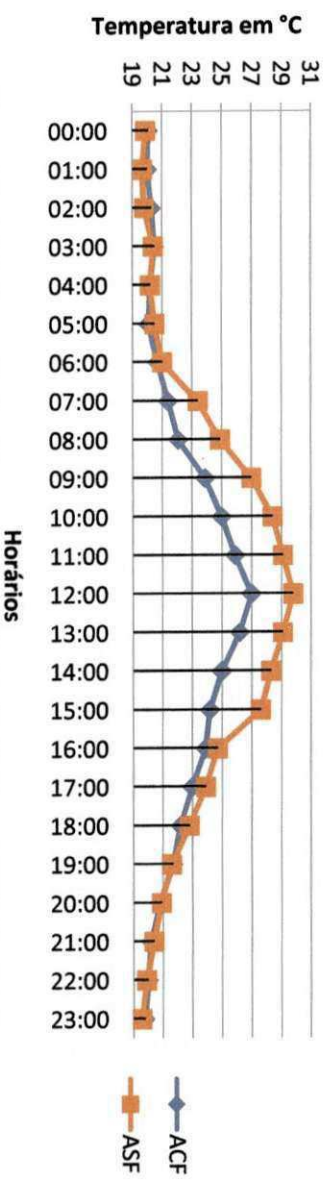


Figura IV – TBS das unidades térreas, no sentido Leste-Oeste, no período quente.

### 7.5.2 – Temperatura de Globo Negro (TGN)

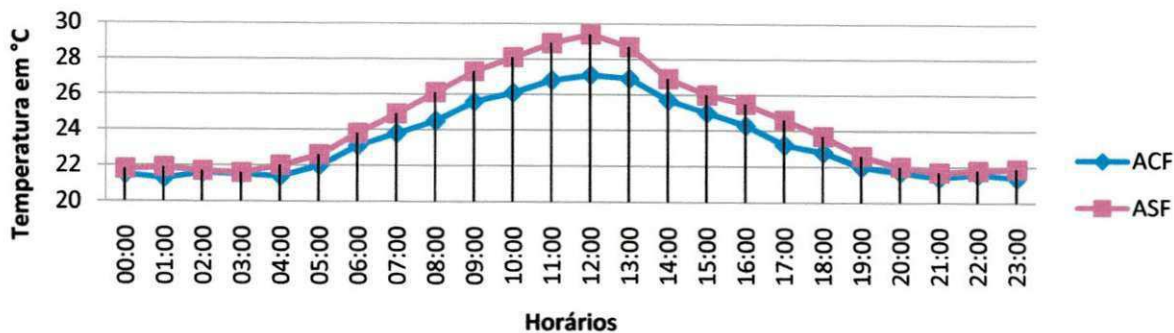


Figura V – TGN das unidades térreas, no sentido Norte-Sul, no período frio.

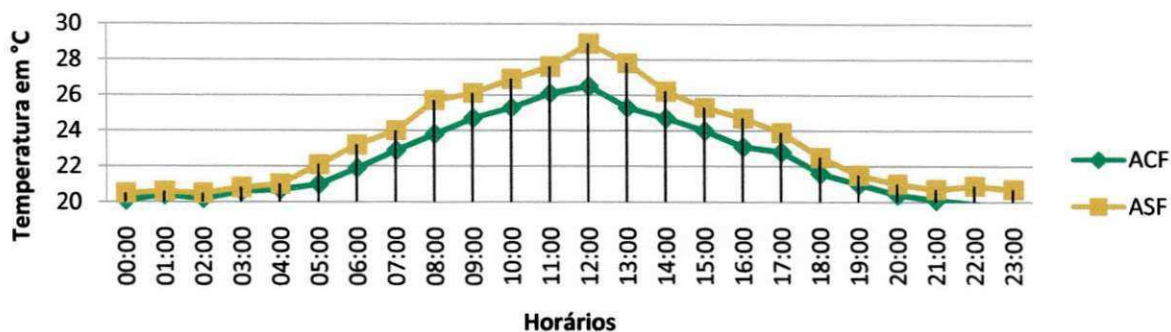


Figura VI – TGN das unidades térreas, no sentido Leste-Oeste, no período frio.

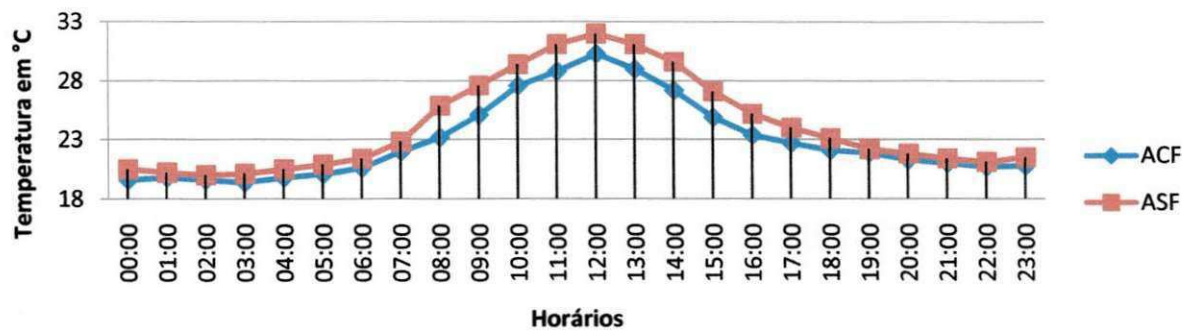


Figura VII – TGN das unidades térreas, no sentido Norte-Sul, no período quente.

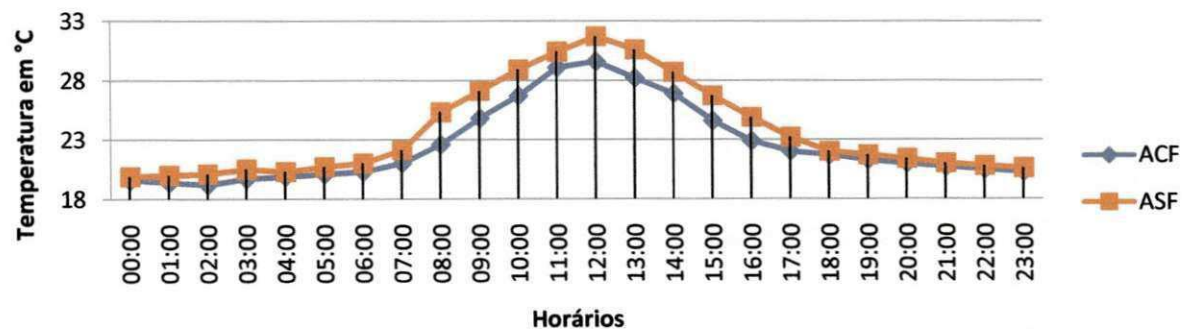
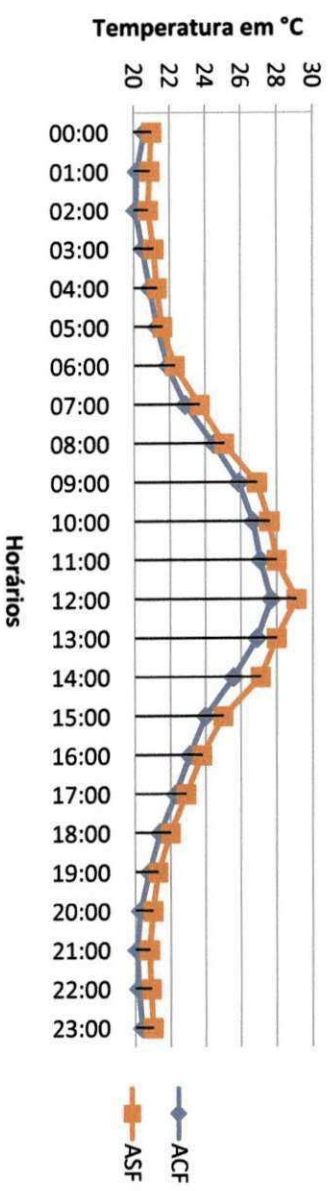
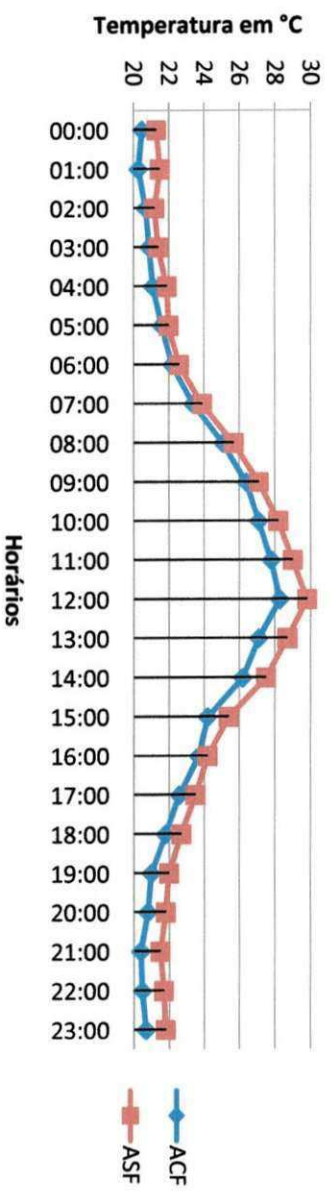
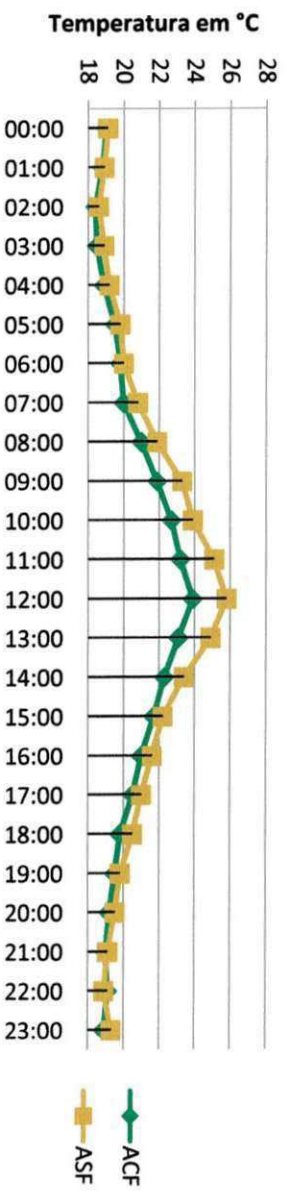
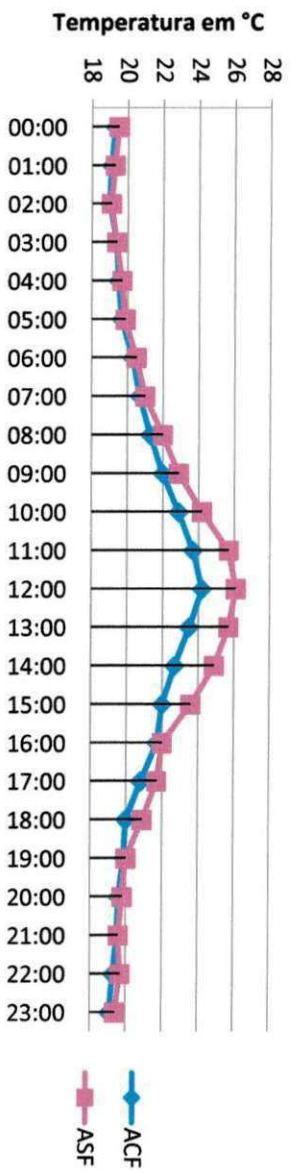


Figura VIII – TGN das unidades térreas, no sentido Leste-Oeste, no período quente.



### 7.5.3 – Temperatura de Bulbo Úmido (TBU)



### 7.5.4 – Índice de Temperatura e Umidade (ITU)

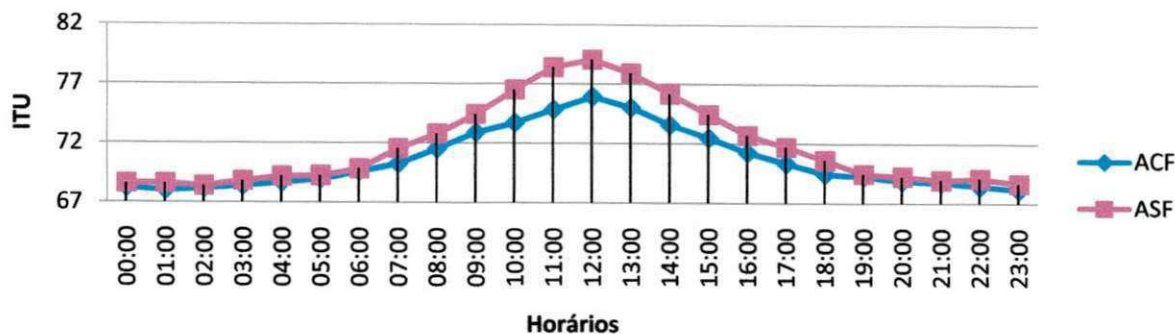


Figura XIII – ITU das unidades térreas, no sentido Norte-Sul, no período frio.

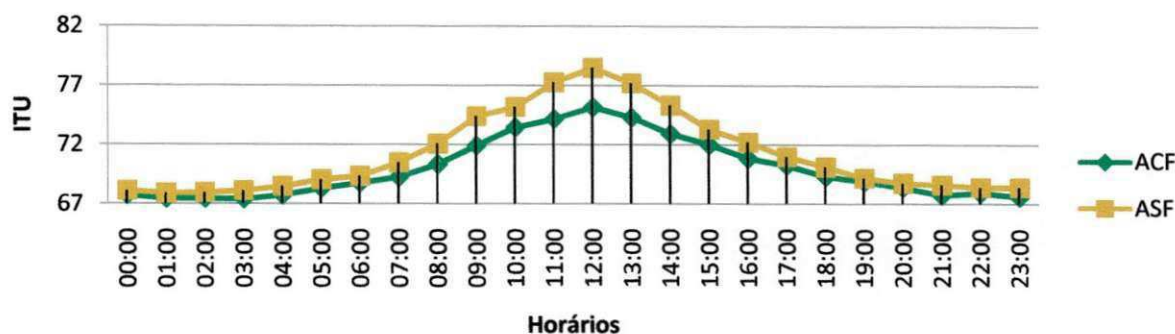


Figura XIV – ITU das unidades térreas, no sentido Leste-Oeste, no período frio.

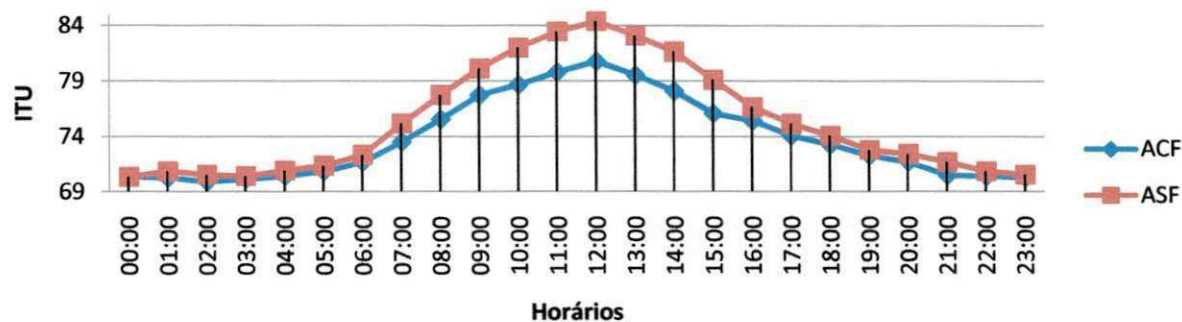


Figura XV – ITU das unidades térreas, no sentido Norte-Sul, no período quente.

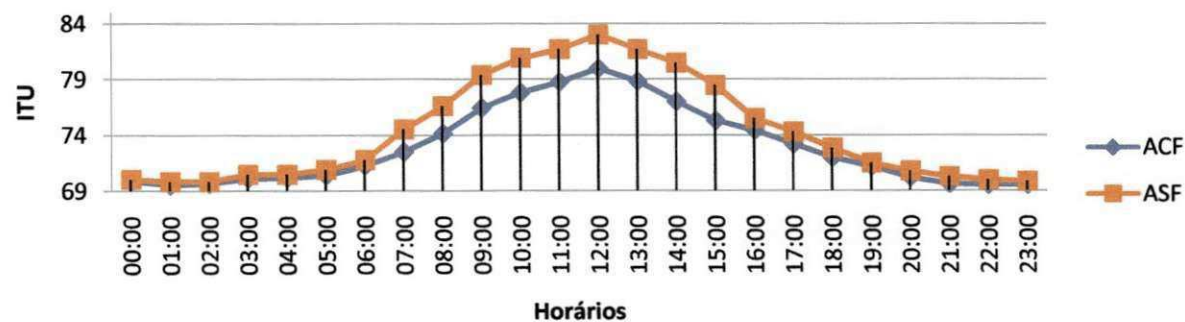


Figura XVI – ITU das unidades térreas, no sentido Leste-Oeste, no período quente.



### 7.5.5 – Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo (IBUTG)

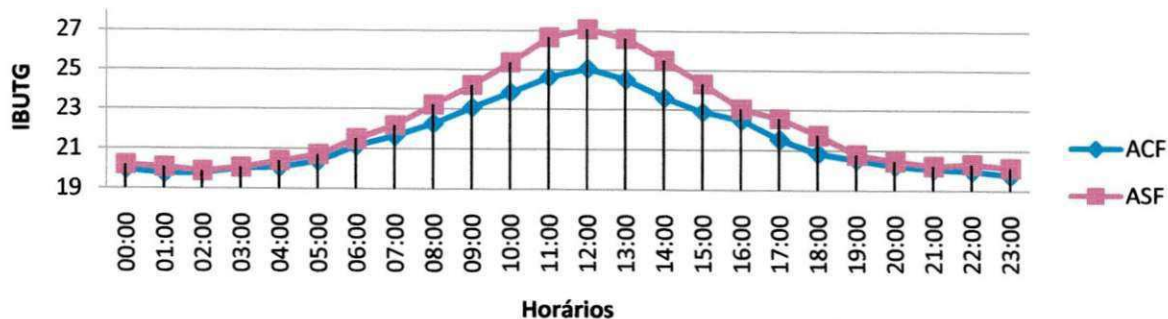


Figura XVII – IBUTG das unidades térreas, no sentido Norte-Sul, no período frio.

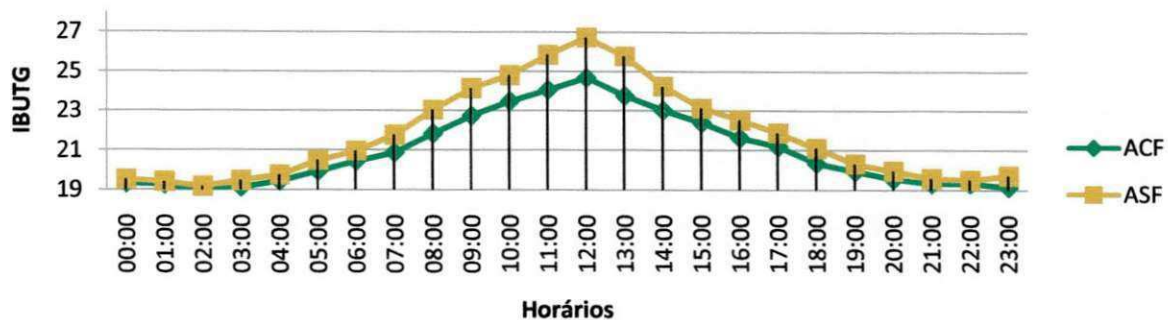


Figura XVIII – IBUTG das unidades térreas, no sentido Leste-Oeste, no período frio.

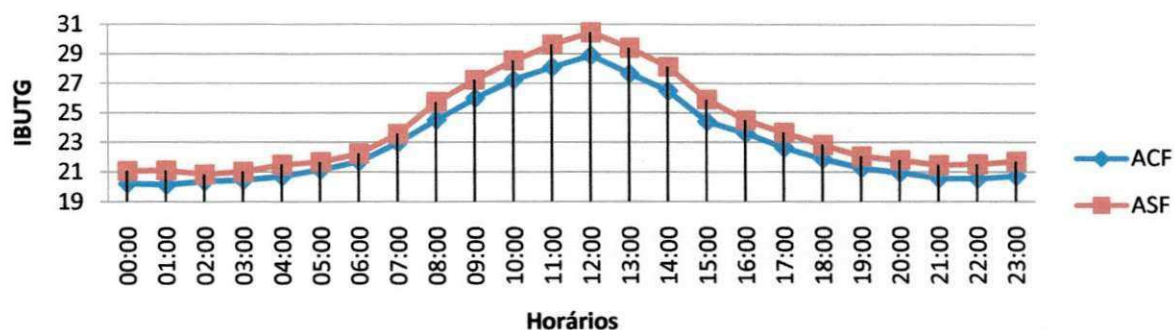


Figura XIX – IBUTG das unidades térreas, no sentido Norte-Sul, no período quente.

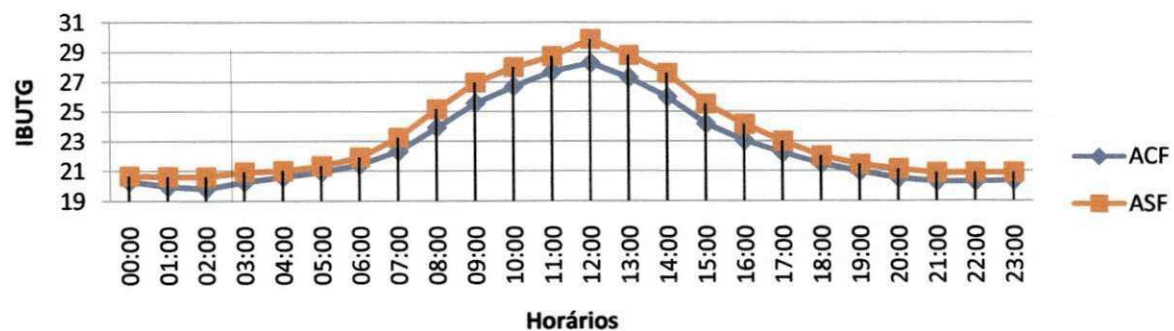


Figura XX – IBUTG das unidades térreas, no sentido Leste-Oeste, no período quente.

## 7.6 – Anexo VI – Gráficos Adimensionais



### Adimensional Norte/Sul - 1º PAV. (período frio)

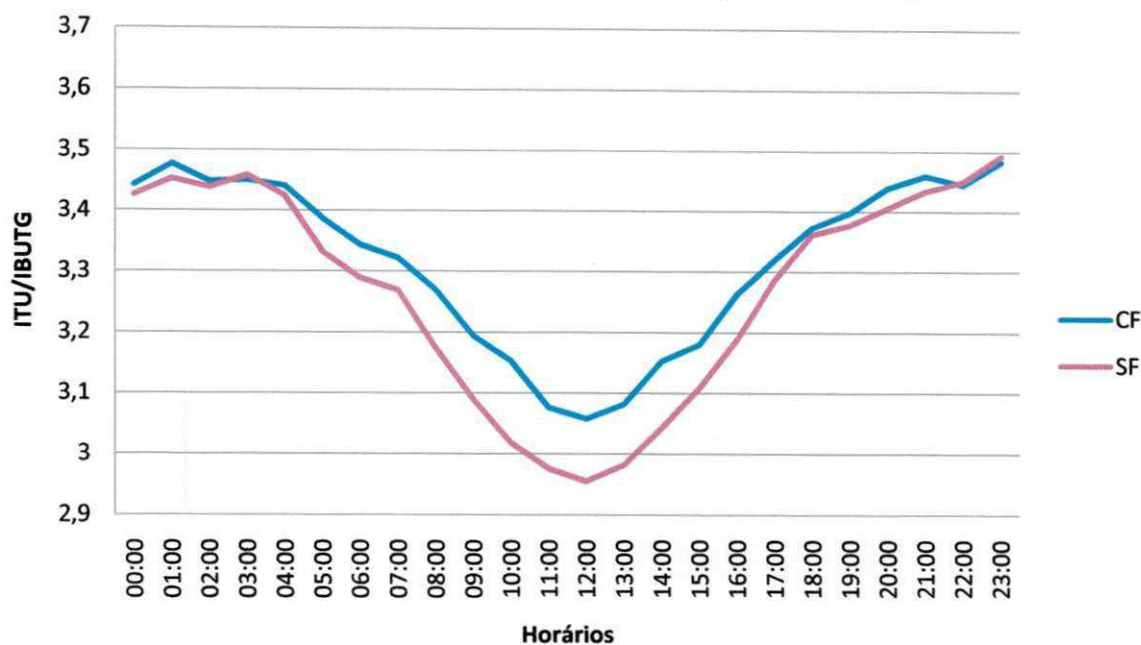


Figura XXI – Adimensional ITU/IBUTG das unidades do pavimento superior, no sentido Norte-Sul, no período frio.

### Adimensional Leste/Oeste - 1º PAV. (período frio)

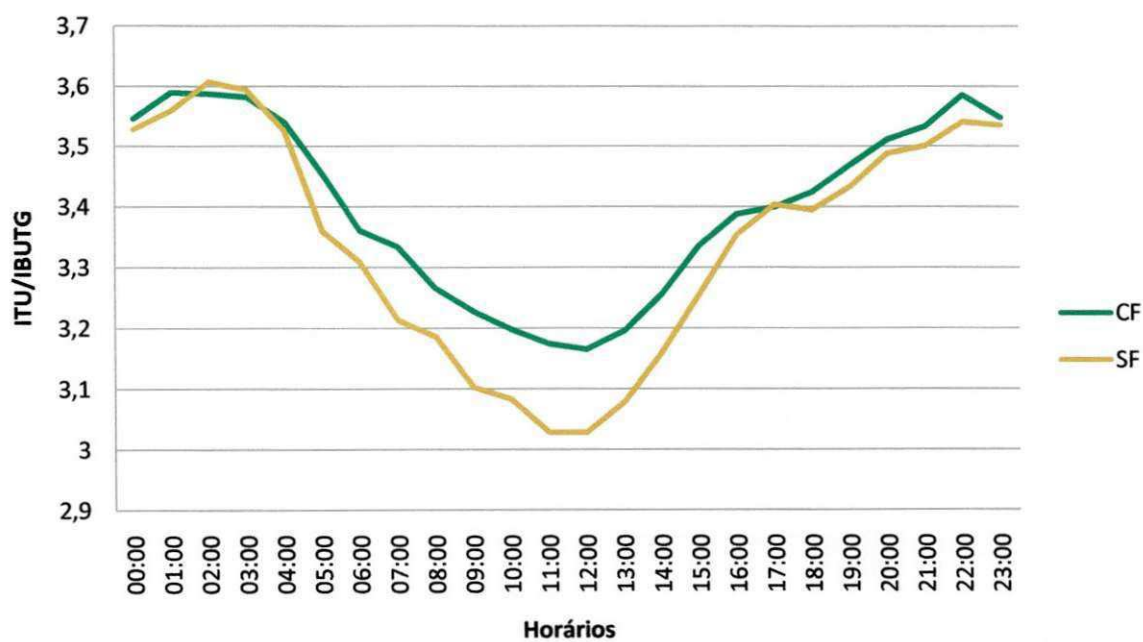


Figura XXII – Adimensional ITU/IBUTG das unidades do pavimento superior, no sentido Leste-Oeste, no período frio.

### Adimensional Norte/Sul - 1° PAV. (período quente)

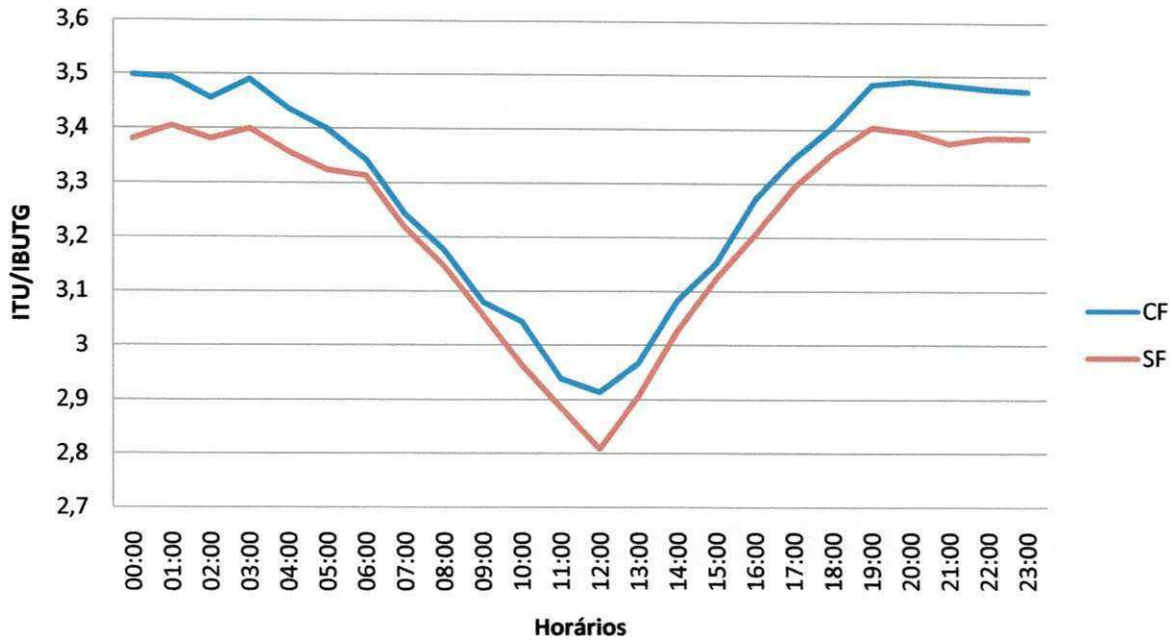


Figura XXIII – Adimensional ITU/IBUTG das unidades do pavimento superior, no sentido Norte-Sul, no período quente.

### Adimensional Leste/Oeste- 1° PAV. (período quente)

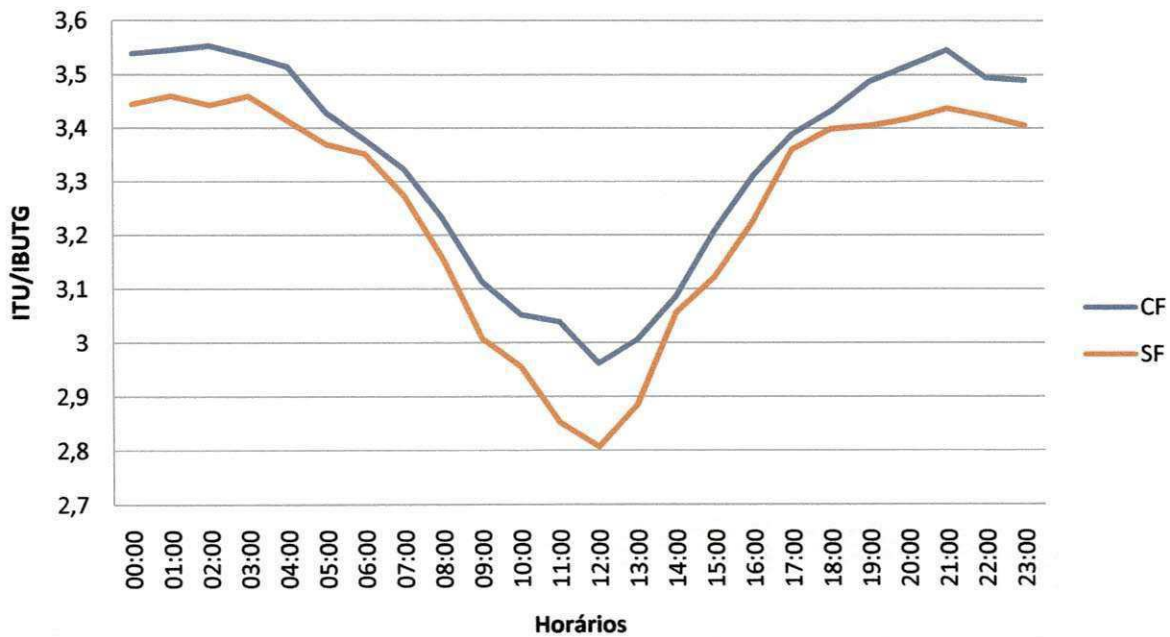


Figura XXII – Adimensional ITU/IBUTG das unidades do pavimento superior, no sentido Leste-Oeste, no período quente.



### Adimensional Norte/Sul - TÉRREO (período frio)

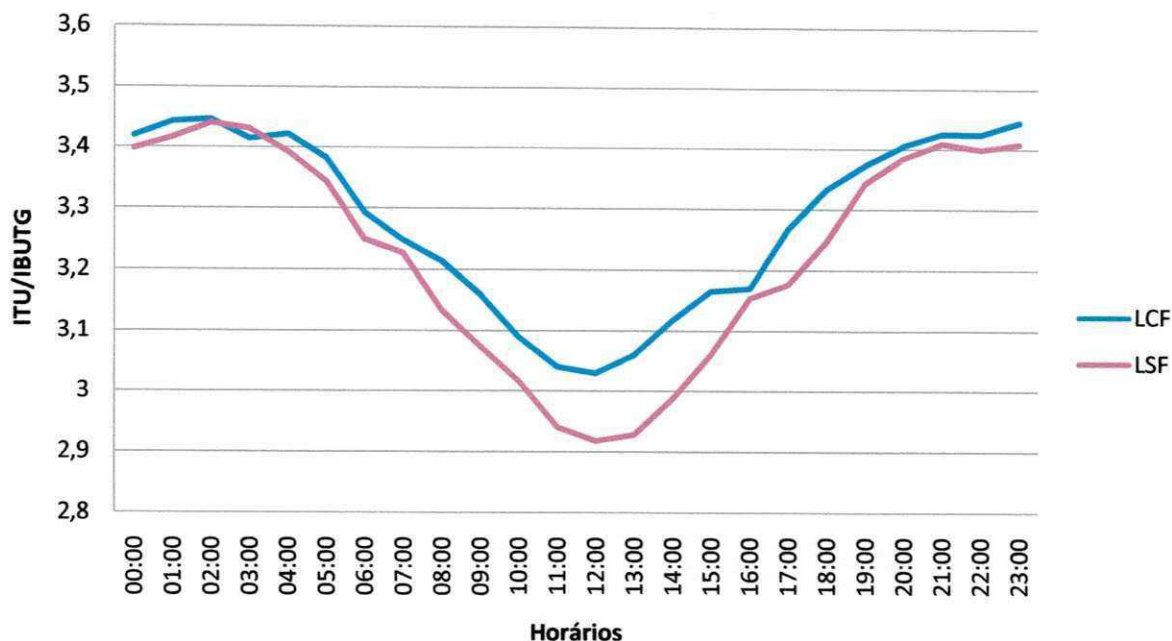


Figura XXIII – Adimensional ITU/IBUTG das unidades térreas, no sentido Norte-Sul, no período frio.

### Adimensional Leste/Oeste - TÉRREO (período frio)

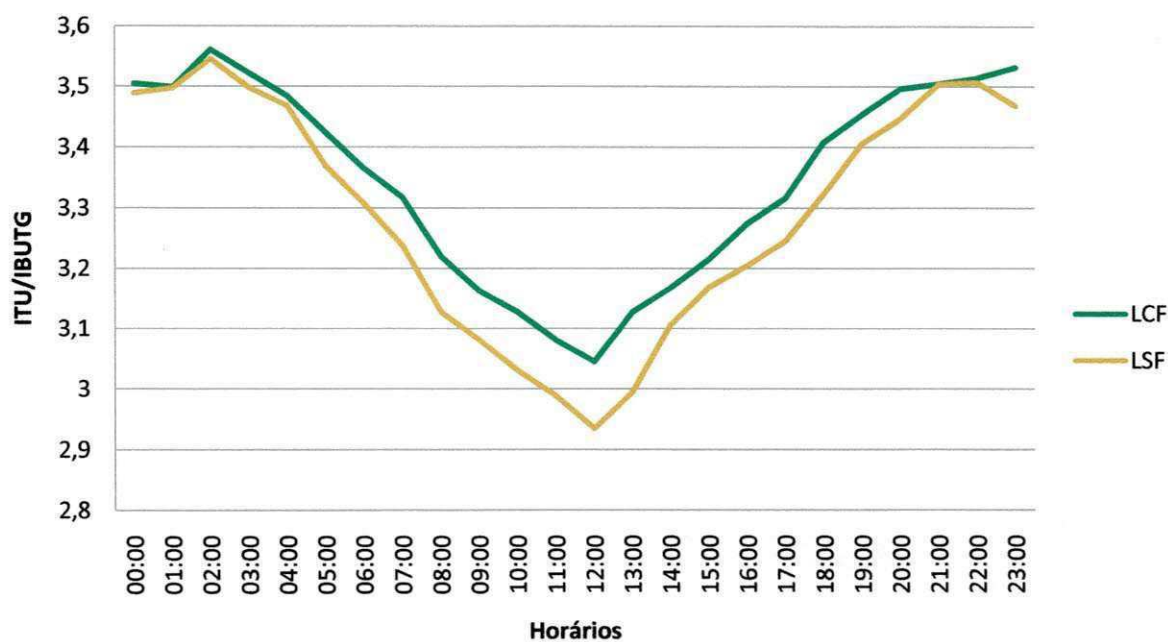


Figura XXII – Adimensional ITU/IBUTG das unidades térreas, no sentido Leste-Oeste, no período frio.

### Adimensional Norte/Sul - TÉRREO (período quente)

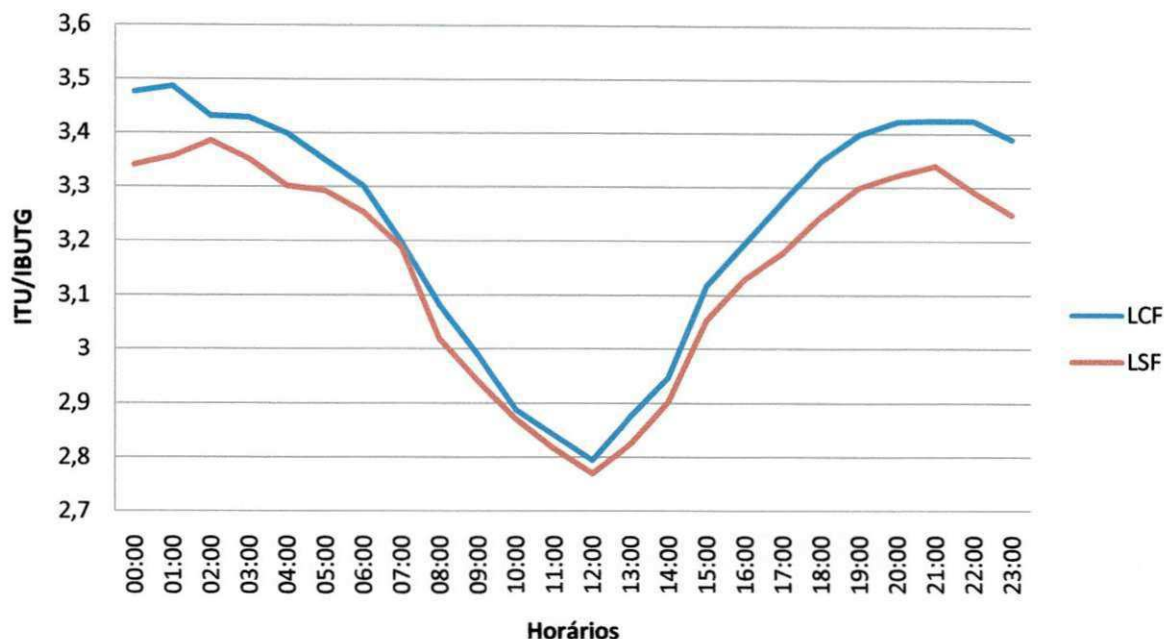


Figura XXIII – Adimensional ITU/IBUTG das unidades térreas, no sentido Norte-Sul, no período quente.

### Adimensional Leste/Oeste - TÉRREO (período quente)

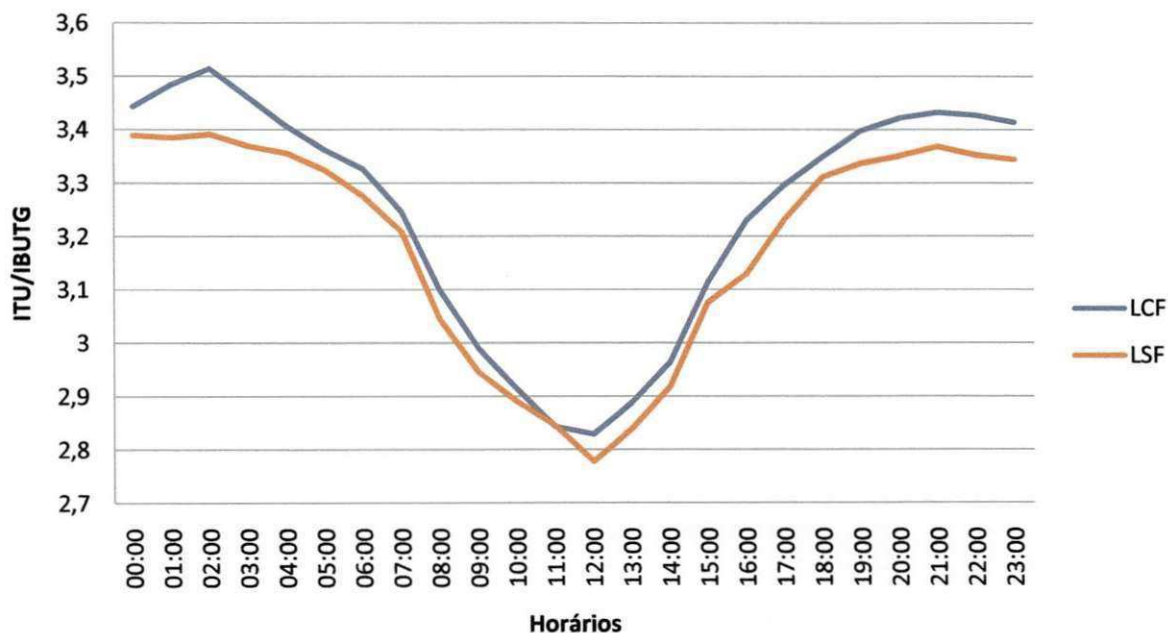


Figura XXII – Adimensional ITU/IBUTG das unidades térreas, no sentido Leste-Oeste, no período quente.



**7.7 – Anexo VII – Tabelas com temperaturas máximas e mínimas atingidas nas unidades do pavimento superior**

### 7.7.1 – Superfície Inferior e Superior da Telha

Tabela I – Temperaturas da Superfície Superior e Inferior da Telha, no sentido Norte-Sul, no período, frio.

	SST			SIT		
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
<b>00:00</b>	16,8	19,0	19,7	16,1	18,8	19,2
<b>01:00</b>	17,1	19,2	19,6	16,8	19,0	19,5
<b>02:00</b>	16,4	19,1	19,2	16,4	18,6	19,1
<b>03:00</b>	16,9	19,5	19,9	16,5	19,1	19,7
<b>04:00</b>	18,8	20,7	21,0	18,2	20,0	20,3
<b>05:00</b>	20,9	21,8	22,1	20,5	21,2	21,9
<b>06:00</b>	20,4	22,0	22,5	20,3	21,7	22,4
<b>07:00</b>	23,9	24,3	25,0	22,6	23,1	23,7
<b>08:00</b>	25,3	26,1	26,5	23,9	24,7	25,1
<b>09:00</b>	29,2	31,2	32,0	28,7	29,8	30,5
<b>10:00</b>	35,1	36,1	36,4	33,9	34,6	35,2
<b>11:00</b>	36,9	38,0	38,6	36,1	36,7	37,4
<b>12:00</b>	36,5	38,5	39,1	35,9	37,1	37,9
<b>13:00</b>	35,7	36,9	37,4	33,7	34,2	35,0
<b>14:00</b>	31,9	32,7	33,2	29,8	30,5	31,1
<b>15:00</b>	29,7	30,1	30,5	28,1	28,9	29,4
<b>16:00</b>	26,1	27,2	28,4	26,0	28,0	28,2
<b>17:00</b>	23,2	24,1	24,7	22,9	24,8	25,1
<b>18:00</b>	20,9	22,3	23,2	20,1	22,5	23,2
<b>19:00</b>	18,6	19,8	20,1	18,6	20,0	20,5
<b>20:00</b>	18,9	19,3	19,8	18,1	19,5	20,1
<b>21:00</b>	18,4	19,0	19,9	18,0	19,1	19,8
<b>22:00</b>	18,8	19,1	20,2	18,2	18,9	19,1
<b>23:00</b>	18,9	19,3	19,8	18,1	18,7	19,0



Tabela II – Temperaturas da Superfície Superior e Inferior da Telha, no sentido Leste-Oeste, no período, frio.

	SST			SIT		
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
<b>00:00</b>	17,1	17,8	18,1	16,9	17,4	17,9
<b>01:00</b>	17,2	17,5	18,2	16,7	17,0	17,8
<b>02:00</b>	17,6	18,0	18,5	17,1	17,8	18,3
<b>03:00</b>	18,0	18,3	18,5	17,6	18,0	18,5
<b>04:00</b>	18,1	18,8	19,1	17,8	18,1	18,8
<b>05:00</b>	18,0	18,9	19,2	17,9	18,5	19,0
<b>06:00</b>	19,6	20,0	20,6	18,4	19,0	19,4
<b>07:00</b>	21,1	21,5	21,9	19,2	20,0	20,4
<b>08:00</b>	24,9	25,7	26,4	23,5	24,1	24,7
<b>09:00</b>	30,1	30,9	31,8	27,1	27,9	28,1
<b>10:00</b>	33,9	34,7	35,1	31,5	32,1	32,7
<b>11:00</b>	36,1	36,9	37,4	34,2	35,0	35,5
<b>12:00</b>	36,9	37,8	38,0	35,9	36,3	36,9
<b>13:00</b>	35,3	36,0	36,7	32,8	33,1	33,7
<b>14:00</b>	30,9	31,7	32,1	28,0	28,7	29,0
<b>15:00</b>	28,7	29,3	29,9	26,5	27,1	27,8
<b>16:00</b>	25,7	26,1	26,9	24,3	25,0	25,8
<b>17:00</b>	22,0	22,8	23,1	21,0	21,7	22,1
<b>18:00</b>	20,1	20,9	21,4	19,1	19,9	20,3
<b>19:00</b>	17,7	18,0	18,8	17,0	17,7	18,1
<b>20:00</b>	17,6	18,2	18,4	16,8	17,5	18,2
<b>21:00</b>	17,4	17,8	18,0	16,5	17,0	17,8
<b>22:00</b>	16,6	17,2	17,6	16,6	17,3	17,9
<b>23:00</b>	16,5	17,3	17,9	16,2	16,5	17,1

Tabela III – Temperaturas da Superfície Superior e Inferior da Telha, no sentido Norte-Sul, no período quente.

	SST			SIT		
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
<b>00:00</b>	17,5	18,0	18,4	14,8	15,0	15,4
<b>01:00</b>	17,7	18,5	18,7	15,1	15,4	15,7
<b>02:00</b>	17,9	18,3	18,7	15,1	15,6	15,9
<b>03:00</b>	17,8	18,2	18,9	15,3	15,8	16,1
<b>04:00</b>	18,1	18,6	19,0	15,0	15,2	15,6
<b>05:00</b>	18,0	18,7	19,1	14,7	15,0	15,3
<b>06:00</b>	18,4	19,0	19,3	16,2	16,5	16,9
<b>07:00</b>	20,7	21,0	21,7	17,6	18,0	18,4
<b>08:00</b>	31,3	32,0	32,7	29,2	29,8	30,1
<b>09:00</b>	37,1	37,7	38,0	34,9	35,8	36,4
<b>10:00</b>	41,0	41,6	42,0	37,9	38,2	39,0
<b>11:00</b>	43,9	44,8	45,5	39,4	40,0	40,8
<b>12:00</b>	45,7	46,2	46,7	41,6	42,0	41,6
<b>13:00</b>	44,6	45,3	45,8	40,7	41,0	41,5
<b>14:00</b>	41,1	41,8	42,2	38,1	38,5	38,9
<b>15:00</b>	34,9	35,3	36,1	32,0	32,7	33,2
<b>16:00</b>	27,6	28,0	28,7	25,2	25,7	26,1
<b>17:00</b>	24,8	25,2	25,7	21,9	22,5	23,0
<b>18:00</b>	21,2	22,0	22,4	19,2	19,6	20,1
<b>19:00</b>	19,1	19,5	19,9	16,3	16,7	17,2
<b>20:00</b>	18,4	19,0	19,3	15,6	16,0	16,8
<b>21:00</b>	18,2	18,7	19,1	15,1	15,6	16,7
<b>22:00</b>	18,1	18,2	18,6	15,2	15,8	16,8
<b>23:00</b>	18,1	18,3	18,7	15,0	15,3	15,9



Tabela IV – Temperaturas da Superfície Superior e Inferior da Telha, no sentido Leste-Oeste, no período quente.

	SST			SIT		
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
<b>00:00</b>	17,3	17,8	18,1	14,1	14,6	15,1
<b>01:00</b>	17,7	18,1	18,5	14,6	15,0	15,5
<b>02:00</b>	17,7	18,0	18,5	15,1	15,6	16,0
<b>03:00</b>	17,4	17,9	18,4	15,6	15,9	16,2
<b>04:00</b>	17,9	18,2	18,6	14,8	15,0	15,9
<b>05:00</b>	18,1	18,5	18,9	15,2	15,8	16,3
<b>06:00</b>	19,4	19,8	20,1	16,5	17,0	17,8
<b>07:00</b>	21,6	22,0	22,7	17,9	18,3	18,6
<b>08:00</b>	31,1	31,5	31,9	29,9	30,2	30,7
<b>09:00</b>	36,5	37,0	37,8	34,4	34,9	35,2
<b>10:00</b>	40,2	40,9	41,3	37,3	38,0	38,7
<b>11:00</b>	44,6	45,0	45,8	40,5	41,0	41,6
<b>12:00</b>	45,4	46,0	46,3	41,0	41,5	41,9
<b>13:00</b>	43,9	44,3	45,0	40,3	40,7	41,1
<b>14:00</b>	39,7	40,2	40,6	36,7	37,0	37,8
<b>15:00</b>	33,6	34,0	34,4	30,7	31,2	31,8
<b>16:00</b>	26,8	27,1	27,7	23,4	24,0	24,7
<b>17:00</b>	24,2	24,7	25,2	20,7	21,2	21,8
<b>18:00</b>	21,0	21,5	21,9	19,6	20,0	20,5
<b>19:00</b>	18,4	18,8	19,6	16,6	17,2	17,6
<b>20:00</b>	17,6	18,0	18,5	15,8	16,0	16,5
<b>21:00</b>	17,6	18,1	18,4	15,0	15,2	15,8
<b>22:00</b>	17,1	17,5	18,0	15,0	15,4	15,9
<b>23:00</b>	17,2	17,9	18,1	14,8	15,0	15,8

### 7.7.2 – Superfície Superior e Inferior do Forro

Tabela V – Temperaturas da Superfície Superior e Inferior do Forro, no sentido Norte-Sul, no período frio.

	SSF			SIF		
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
00:00	19,9	20,4	20,8	19,5	19,9	20,2
01:00	19,8	20,0	20,7	19,8	20,1	20,6
02:00	19,9	20,1	20,7	19,7	19,8	20,5
03:00	20,2	20,6	21,0	19,9	20,3	20,8
04:00	20,1	20,7	21,3	20,3	20,8	21,4
05:00	20,4	20,9	21,5	20,5	21,0	21,7
06:00	21,1	21,7	22,1	21,1	21,5	22,1
07:00	22,1	22,5	22,9	21,7	22,0	22,5
08:00	23,2	23,8	24,0	22,0	22,5	22,9
09:00	25,1	25,4	25,8	22,9	23,4	24,0
10:00	25,7	26,1	26,7	23,5	23,9	24,5
11:00	26,3	26,8	27,1	23,8	24,1	24,6
12:00	26,8	27,1	27,6	24,1	24,7	25,1
13:00	26,1	26,5	26,9	23,9	24,1	24,8
14:00	25,2	25,9	26,3	23,2	23,8	24,3
15:00	23,9	24,3	24,9	22,1	22,5	22,9
16:00	21,6	21,9	22,3	20,7	21,0	21,3
17:00	20,4	21,0	21,5	19,7	20,1	20,5
18:00	20,1	20,6	21,0	19,6	20,0	20,6
19:00	20,1	20,7	21,1	19,6	20,2	20,4
20:00	19,9	20,3	20,8	19,1	19,7	20,1
21:00	19,7	20,1	20,5	19,3	19,9	20,2
22:00	19,6	20,2	20,6	19,2	20,0	20,3
23:00	19,7	20,3	20,5	19,0	19,8	20,2



Tabela VI – Temperaturas da Superfície Superior e Inferior do Forro, no sentido Leste-Oeste, no período frio.

	SSF			SIF		
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
<b>00:00</b>	19,7	20,1	20,5	19,7	19,9	20,1
<b>01:00</b>	19,8	20,3	20,7	19,4	19,7	20,3
<b>02:00</b>	19,7	20,4	20,8	19,4	20,0	20,6
<b>03:00</b>	19,9	20,2	21,0	19,5	19,8	20,5
<b>04:00</b>	20,2	20,7	21,3	19,3	20,0	20,6
<b>05:00</b>	20,3	20,9	21,9	20,0	20,4	20,9
<b>06:00</b>	20,6	21,0	21,5	20,1	20,7	21,1
<b>07:00</b>	22,3	22,5	22,9	21,2	21,5	21,8
<b>08:00</b>	23,4	23,9	24,6	21,6	22,0	22,6
<b>09:00</b>	24,2	24,6	25,0	22,1	22,5	22,9
<b>10:00</b>	24,7	25,1	25,5	22,6	23,1	23,6
<b>11:00</b>	25,2	25,5	25,8	23,4	23,8	24,1
<b>12:00</b>	25,6	26,0	26,7	23,6	24,1	24,7
<b>13:00</b>	24,7	25,2	25,5	23,0	23,4	23,8
<b>14:00</b>	23,4	24,0	24,5	21,0	21,7	22,1
<b>15:00</b>	21,8	22,1	22,7	20,1	20,5	20,8
<b>16:00</b>	21,0	21,4	22,0	19,5	19,8	20,2
<b>17:00</b>	19,9	20,3	20,7	19,1	19,5	19,8
<b>18:00</b>	19,7	20,1	20,7	18,7	19,1	19,6
<b>19:00</b>	19,3	19,8	20,2	18,7	19,3	19,7
<b>20:00</b>	19,2	20,0	20,3	18,9	19,7	20,1
<b>21:00</b>	19,1	19,7	20,1	18,6	19,9	20,3
<b>22:00</b>	19,2	19,8	20,0	18,3	19,5	19,9
<b>23:00</b>	18,9	19,5	20,0	18,4	19,2	19,6



Tabela VII – Temperaturas da Superfície Superior e Inferior do Forro, no sentido Norte-Sul, no período quente.

	SSF			SIF		
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
<b>00:00</b>	21,0	21,5	21,8	20,6	21,0	21,3
<b>01:00</b>	20,8	21,0	21,7	20,5	20,7	21,5
<b>02:00</b>	21,2	21,8	22,0	20,7	21,2	21,5
<b>03:00</b>	21,2	21,5	21,8	20,8	21,0	21,7
<b>04:00</b>	21,6	22,0	22,6	21,1	21,8	22,1
<b>05:00</b>	21,8	22,1	22,9	21,3	21,9	22,5
<b>06:00</b>	22,6	23,0	23,5	22,1	22,5	22,9
<b>07:00</b>	23,7	24,0	24,4	23,4	23,7	24,0
<b>08:00</b>	24,4	25,0	25,8	23,6	24,0	24,6
<b>09:00</b>	27,2	28,0	28,6	25,0	25,5	25,9
<b>10:00</b>	29,0	29,4	29,8	25,7	26,0	26,3
<b>11:00</b>	32,0	32,6	33,0	26,6	27,0	27,6
<b>12:00</b>	33,9	34,5	34,9	29,2	29,5	29,8
<b>13:00</b>	33,1	33,9	34,2	29,4	30,0	30,7
<b>14:00</b>	32,9	33,5	33,1	29,1	29,5	29,9
<b>15:00</b>	32,6	33,0	32,7	28,6	29,0	29,3
<b>16:00</b>	29,8	30,2	30,7	27,2	27,8	28,2
<b>17:00</b>	28,2	28,5	28,9	26,5	26,9	27,3
<b>18:00</b>	25,2	26,0	26,5	25,0	25,4	25,7
<b>19:00</b>	23,0	23,4	23,8	22,6	23,1	23,8
<b>20:00</b>	21,7	22,0	22,3	21,9	22,3	22,7
<b>21:00</b>	21,1	21,7	22,0	20,7	21,0	21,5
<b>22:00</b>	21,0	21,5	22,1	20,4	20,9	21,2
<b>23:00</b>	20,7	21,0	21,6	20,2	20,6	21,0



Tabela VIII – Temperaturas da Superfície Superior e Inferior do Forro, no sentido Leste-Oeste, no período quente.

	SSF			SIF		
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
<b>00:00</b>	19,7	20,0	20,9	19,1	19,5	19,8
<b>01:00</b>	19,8	20,8	21,0	19,7	20,0	20,2
<b>02:00</b>	20,4	21,0	21,4	19,6	20,7	20,9
<b>03:00</b>	20,4	20,9	21,5	19,6	20,0	20,7
<b>04:00</b>	20,6	21,0	21,6	20,1	20,8	21,0
<b>05:00</b>	21,1	21,5	21,9	20,7	21,2	21,6
<b>06:00</b>	21,7	22,0	22,7	21,0	21,6	22,1
<b>07:00</b>	23,1	23,5	24,0	21,1	21,5	22,4
<b>08:00</b>	29,6	24,1	24,5	21,1	21,7	22,4
<b>09:00</b>	26,2	26,5	26,9	23,2	23,6	24,5
<b>10:00</b>	28,4	29,0	29,5	25,9	26,3	26,8
<b>11:00</b>	31,1	31,5	31,8	27,0	27,4	28,0
<b>12:00</b>	32,8	33,1	33,6	28,6	28,9	29,2
<b>13:00</b>	32,5	32,9	33,3	27,7	28,3	28,7
<b>14:00</b>	31,4	32,0	32,3	27,1	27,8	28,1
<b>15:00</b>	30,3	31,0	31,7	26,5	27,0	27,5
<b>16:00</b>	27,6	28,0	28,4	25,9	25,5	25,9
<b>17:00</b>	25,7	26,1	26,4	24,3	24,9	25,2
<b>18:00</b>	23,8	24,2	24,8	23,7	24,0	24,5
<b>19:00</b>	22,1	22,6	22,9	21,4	22,0	22,6
<b>20:00</b>	20,7	21,1	21,5	20,3	21,0	21,3
<b>21:00</b>	19,8	20,0	20,9	19,8	20,3	20,7
<b>22:00</b>	20,1	20,8	21,0	19,9	20,5	20,7
<b>23:00</b>	20,0	20,1	20,4	20,0	20,3	20,8



### 7.7.3 – Temperatura Ambiente (Temperatura de Bulbo Seco – TBS)

Tabela IX – TBS no sentido Norte-Sul, no período frio.

	CF			SF		
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
<b>00:00</b>	18,3	19,0	19,3	18,9	19,3	20,1
<b>01:00</b>	18,5	18,8	19,2	18,4	19,0	19,7
<b>02:00</b>	18,4	18,5	19,2	18,5	18,7	19,9
<b>03:00</b>	18,3	18,7	19,5	18,7	19,0	19,9
<b>04:00</b>	18,5	19,0	19,7	19,0	19,3	20,0
<b>05:00</b>	18,7	19,1	19,8	19,0	19,2	20,2
<b>06:00</b>	19,1	19,7	20,4	19,3	19,9	20,5
<b>07:00</b>	19,8	20,3	20,8	20,9	21,4	21,8
<b>08:00</b>	21,0	21,4	22,0	22,0	22,6	23,1
<b>09:00</b>	21,7	22,1	22,7	23,1	23,5	24,2
<b>10:00</b>	22,4	22,9	23,2	23,7	24,1	25,0
<b>11:00</b>	23,1	23,7	24,1	25,2	25,6	26,0
<b>12:00</b>	23,9	24,4	25,0	26,3	26,6	27,1
<b>13:00</b>	23,2	23,9	24,2	25,0	25,4	25,9
<b>14:00</b>	21,7	22,1	22,6	23,3	23,9	24,3
<b>15:00</b>	20,8	21,4	21,8	22,2	22,7	23,2
<b>16:00</b>	20,3	20,8	21,2	21,0	21,6	21,9
<b>17:00</b>	20,0	20,3	20,8	20,7	21,0	21,5
<b>18:00</b>	19,6	20,0	20,5	20,1	20,5	20,8
<b>19:00</b>	19,0	19,5	19,9	19,6	19,8	20,1
<b>20:00</b>	18,7	19,0	19,6	19,0	19,3	19,8
<b>21:00</b>	18,2	18,8	19,5	18,7	19,0	19,9
<b>22:00</b>	18,1	19,2	19,7	18,9	19,4	19,7
<b>23:00</b>	18,2	19,5	20,0	19,0	19,7	19,9



Tabela X – TBS no sentido Leste-Oeste, no período frio.

	CF			SF		
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
<b>00:00</b>	17,3	17,9	18,4	17,8	18,2	18,5
<b>01:00</b>	17,4	17,6	18,3	17,6	18,0	18,6
<b>02:00</b>	17,2	17,8	18,6	17,9	18,1	18,5
<b>03:00</b>	17,6	18,0	18,9	18,1	18,5	18,9
<b>04:00</b>	17,9	18,3	19,0	18,4	18,7	19,2
<b>05:00</b>	18,0	18,4	19,2	18,6	19,0	19,5
<b>06:00</b>	18,2	18,5	19,1	18,9	19,1	19,7
<b>07:00</b>	18,7	19,1	19,8	19,6	20,0	20,4
<b>08:00</b>	19,1	19,8	20,3	20,5	21,1	21,6
<b>09:00</b>	20,3	20,7	21,4	21,9	22,3	23,0
<b>10:00</b>	21,2	21,6	22,1	23,1	23,5	23,9
<b>11:00</b>	22,1	22,5	23,1	24,1	24,7	25,1
<b>12:00</b>	23,2	23,5	24,2	25,2	25,9	26,3
<b>13:00</b>	22,6	23,1	23,5	24,6	25,0	25,3
<b>14:00</b>	22,0	22,4	22,7	23,6	24,1	24,7
<b>15:00</b>	21,2	21,8	22,2	22,3	22,9	23,5
<b>16:00</b>	20,3	20,7	21,3	21,7	22,1	22,5
<b>17:00</b>	19,4	20,0	20,5	20,7	21,0	21,3
<b>18:00</b>	18,7	19,0	19,4	18,8	19,3	20,0
<b>19:00</b>	18,2	18,7	19,0	18,2	19,0	19,4
<b>20:00</b>	18,1	18,4	18,9	18,1	18,7	19,5
<b>21:00</b>	17,6	18,0	18,3	17,9	18,4	19,1
<b>22:00</b>	17,5	17,9	18,1	17,6	18,0	18,6
<b>23:00</b>	17,3	17,6	18,0	17,6	17,9	18,3

Tabela XI – TBS no sentido Norte-Sul, no período quente.

	CF			SF		
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
<b>00:00</b>	19,7	20,0	20,5	19,4	19,8	20,4
<b>01:00</b>	19,9	20,5	20,8	19,8	20,3	20,7
<b>02:00</b>	19,9	20,2	20,9	19,7	19,9	20,6
<b>03:00</b>	20,3	20,7	21,1	19,7	20,1	20,8
<b>04:00</b>	20,1	20,6	21,3	19,8	20,0	20,7
<b>05:00</b>	20,1	20,9	21,5	20,0	20,4	21,0
<b>06:00</b>	20,7	21,1	21,9	21,5	21,8	22,1
<b>07:00</b>	21,2	21,7	22,1	23,1	23,5	23,9
<b>08:00</b>	22,3	22,9	23,4	25,3	25,9	26,4
<b>09:00</b>	23,1	23,5	23,8	27,1	27,4	28,0
<b>10:00</b>	24,2	24,7	25,1	28,5	28,9	29,2
<b>11:00</b>	24,3	25,0	25,5	29,4	30,1	30,5
<b>12:00</b>	25,1	25,8	26,2	29,9	30,5	30,8
<b>13:00</b>	24,9	25,3	25,9	29,6	30,0	30,6
<b>14:00</b>	24,2	24,7	25,1	28,7	29,0	29,7
<b>15:00</b>	23,6	24,0	24,7	27,2	27,9	28,3
<b>16:00</b>	23,2	23,9	24,1	24,8	25,1	25,6
<b>17:00</b>	22,9	23,4	23,8	23,0	23,6	24,0
<b>18:00</b>	22,8	23,1	23,6	22,9	23,3	29,8
<b>19:00</b>	22,6	23,0	23,6	22,6	23,1	22,7
<b>20:00</b>	22,1	22,5	22,8	21,6	22,0	22,6
<b>21:00</b>	21,0	21,3	21,7	20,4	20,8	21,1
<b>22:00</b>	20,3	20,9	21,4	20,3	20,6	21,3
<b>23:00</b>	20,3	20,7	21,2	19,9	20,2	20,6



Tabela XII – TBS no sentido Leste-Oeste, no período quente.

	CF			SF		
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
<b>00:00</b>	19,8	20,1	20,7	19,5	19,9	20,3
<b>01:00</b>	19,7	19,9	20,6	19,3	19,7	20,3
<b>02:00</b>	19,9	20,3	20,8	19,4	19,9	20,5
<b>03:00</b>	20,1	20,5	20,9	19,7	20,1	20,8
<b>04:00</b>	20,4	20,7	21,1	19,9	20,2	21,0
<b>05:00</b>	20,5	20,9	21,5	20,1	20,7	21,4
<b>06:00</b>	20,8	21,1	21,9	21,1	21,5	21,9
<b>07:00</b>	21,1	21,8	22,2	22,5	22,8	23,1
<b>08:00</b>	21,7	22,2	22,6	23,1	23,6	24,2
<b>09:00</b>	22,3	22,8	23,1	24,3	25,0	25,9
<b>10:00</b>	23,0	23,4	23,9	26,2	26,8	27,1
<b>11:00</b>	23,3	23,9	24,4	27,1	27,5	28,1
<b>12:00</b>	23,7	24,1	24,7	28,0	28,3	28,9
<b>13:00</b>	23,3	23,7	24,1	27,5	28,1	28,6
<b>14:00</b>	23,1	23,5	23,8	27,5	27,8	28,1
<b>15:00</b>	22,7	23,0	23,6	24,4	25,0	25,6
<b>16:00</b>	22,3	22,7	23,2	22,6	23,0	23,5
<b>17:00</b>	21,4	22,0	22,4	22,1	22,6	23,0
<b>18:00</b>	21,2	21,6	22,1	21,6	22,0	22,3
<b>19:00</b>	21,0	21,5	21,8	20,7	21,0	21,7
<b>20:00</b>	20,7	21,0	21,5	20,2	20,7	21,1
<b>21:00</b>	20,3	20,9	21,2	20,1	20,5	20,9
<b>22:00</b>	20,2	20,6	21,0	19,9	20,3	20,7
<b>23:00</b>	20,0	20,4	20,7	19,6	20,1	20,4

### 7.7.4 – Temperatura de Globo Negro (TGN)

Tabela XIII – TGN no sentido Norte-Sul, no período frio.

	CF			SF		
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
<b>00:00</b>	20,9	21,3	21,5	21,1	21,5	21,7
<b>01:00</b>	20,9	21,0	21,4	20,9	21,1	21,6
<b>02:00</b>	21,1	21,5	21,8	21,2	21,5	22,2
<b>03:00</b>	21,5	21,1	21,7	20,8	21,0	22,0
<b>04:00</b>	20,7	21,0	21,6	20,9	21,2	22,1
<b>05:00</b>	21,3	21,8	22,3	22,1	22,5	23,2
<b>06:00</b>	21,9	22,3	22,7	22,7	23,1	23,7
<b>07:00</b>	22,3	22,7	23,2	23,4	24,0	24,8
<b>08:00</b>	23,2	23,5	23,8	25,2	25,8	26,5
<b>09:00</b>	24,1	24,8	25,3	26,4	26,9	27,2
<b>10:00</b>	25,0	25,3	26,0	27,1	27,4	28,0
<b>11:00</b>	25,3	26,0	26,6	27,3	27,8	28,1
<b>12:00</b>	26,0	26,4	27,0	27,6	28,0	28,7
<b>13:00</b>	25,8	26,3	26,7	27,0	27,6	27,9
<b>14:00</b>	24,6	25,0	25,3	25,9	26,1	26,9
<b>15:00</b>	24,1	24,6	24,9	24,9	25,3	25,8
<b>16:00</b>	22,7	23,2	23,6	24,1	24,4	25,0
<b>17:00</b>	22,2	22,9	23,1	22,6	23,0	23,4
<b>18:00</b>	22,0	22,4	22,8	21,9	22,5	22,8
<b>19:00</b>	21,1	21,7	22,3	21,6	22,0	22,6
<b>20:00</b>	20,6	21,2	21,7	20,7	21,4	21,9
<b>21:00</b>	20,5	21,0	21,4	20,6	21,3	21,9
<b>22:00</b>	20,6	21,4	21,6	20,9	21,1	21,7
<b>23:00</b>	20,7	21,2	21,5	20,8	21,0	21,8



Tabela XIV – TGN no sentido Leste-Oeste, no período frio.

	CF			SF		
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
<b>00:00</b>	18,8	19,3	19,5	19,1	19,5	19,9
<b>01:00</b>	18,7	19,0	19,6	19,1	19,3	20,0
<b>02:00</b>	19,0	19,5	19,9	18,9	19,2	19,8
<b>03:00</b>	19,3	19,9	20,1	19,1	19,7	20,1
<b>04:00</b>	19,7	20,0	20,4	19,7	20,2	20,7
<b>05:00</b>	20,1	20,5	20,9	21,2	21,8	22,2
<b>06:00</b>	21,3	21,9	22,3	22,3	22,6	23,1
<b>07:00</b>	22,0	22,4	22,7	23,5	23,9	24,3
<b>08:00</b>	22,6	22,9	23,4	24,1	24,4	25,8
<b>09:00</b>	22,8	23,3	23,8	24,9	25,3	25,9
<b>10:00</b>	23,1	23,7	24,1	25,2	25,8	26,1
<b>11:00</b>	23,6	24,0	24,7	26,8	26,2	26,7
<b>12:00</b>	23,5	24,2	24,8	26,0	26,7	27,3
<b>13:00</b>	23,3	24,1	24,6	25,6	26,0	26,4
<b>14:00</b>	23,1	23,6	24,1	24,7	25,1	25,4
<b>15:00</b>	22,1	22,5	23,1	23,4	23,8	24,5
<b>16:00</b>	23,7	22,1	22,5	22,0	22,5	22,9
<b>17:00</b>	21,2	21,7	22,1	21,7	22,0	22,3
<b>18:00</b>	21,7	21,0	21,3	20,9	21,3	21,8
<b>19:00</b>	20,1	20,6	20,8	20,4	21,0	21,4
<b>20:00</b>	19,8	20,1	20,5	20,0	20,4	21,0
<b>21:00</b>	19,4	19,6	20,0	19,2	19,8	20,1
<b>22:00</b>	18,9	19,1	19,7	18,9	19,3	19,9
<b>23:00</b>	19,1	19,4	19,7	18,7	19,0	19,8

Tabela XV – TGN no sentido Norte-Sul, no período quente.

	CF			SF		
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
00:00	18,9	<b>19,3</b>	19,7	19,6	<b>20,0</b>	20,4
01:00	19,1	<b>19,4</b>	19,9	19,5	<b>19,7</b>	20,6
02:00	19,0	<b>19,6</b>	20,1	19,5	<b>19,9</b>	20,5
03:00	18,8	<b>19,1</b>	20,0	19,2	<b>19,5</b>	20,5
04:00	19,2	<b>19,6</b>	20,2	19,5	<b>19,8</b>	20,7
05:00	19,5	<b>19,9</b>	20,4	19,6	<b>20,0</b>	20,8
06:00	19,8	<b>20,1</b>	20,7	20,2	<b>20,6</b>	21,1
07:00	20,9	<b>21,3</b>	21,8	22,1	<b>22,6</b>	23,0
08:00	22,0	<b>22,5</b>	22,9	24,3	<b>24,9</b>	25,5
09:00	24,2	<b>24,8</b>	25,3	26,7	<b>27,1</b>	27,5
10:00	25,4	<b>26,1</b>	26,4	28,3	<b>28,7</b>	29,5
11:00	27,4	<b>27,8</b>	28,4	29,6	<b>30,2</b>	30,6
12:00	28,0	<b>28,3</b>	28,7	31,1	<b>31,5</b>	31,9
13:00	27,1	<b>27,5</b>	28,1	29,4	<b>29,9</b>	30,4
14:00	25,3	<b>25,8</b>	26,3	27,0	<b>27,5</b>	28,1
15:00	23,7	<b>24,1</b>	24,6	25,2	<b>25,8</b>	26,1
16:00	22,4	<b>22,9</b>	23,4	24,1	<b>24,4</b>	25,0
17:00	21,6	<b>22,0</b>	22,3	22,4	<b>23,0</b>	23,3
18:00	21,3	<b>21,8</b>	22,1	22,1	<b>22,5</b>	22,9
19:00	21,0	<b>21,3</b>	21,7	21,7	<b>22,0</b>	22,6
20:00	20,4	<b>21,0</b>	21,5	21,0	<b>21,4</b>	21,9
21:00	20,1	<b>20,8</b>	21,0	20,8	<b>21,3</b>	21,7
22:00	20,1	<b>20,5</b>	20,9	20,6	<b>21,1</b>	21,3
23:00	20,0	<b>20,6</b>	20,8	20,4	<b>21,0</b>	21,2



Tabela XVI – TGN no sentido Leste-Oeste, no período quente.

	CF			SF		
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
<b>00:00</b>	18,7	19,1	19,6	19,0	19,6	20,1
<b>01:00</b>	18,7	19,0	19,6	19,1	19,5	20,0
<b>02:00</b>	18,5	18,8	19,4	19,2	19,8	20,2
<b>03:00</b>	18,7	19,1	19,8	19,0	19,3	19,9
<b>04:00</b>	19,0	19,3	19,9	19,1	19,6	20,1
<b>05:00</b>	19,3	19,8	20,1	19,4	19,9	20,4
<b>06:00</b>	19,6	20,0	20,7	19,8	20,2	20,8
<b>07:00</b>	20,1	20,7	21,3	21,3	21,9	22,2
<b>08:00</b>	21,3	21,8	22,2	23,2	24,0	24,5
<b>09:00</b>	23,2	24,0	24,6	26,0	26,7	27,3
<b>10:00</b>	26,0	25,6	26,1	27,4	28,0	28,4
<b>11:00</b>	25,9	26,2	26,9	29,2	29,7	30,0
<b>12:00</b>	27,3	27,9	28,1	30,4	31,0	31,7
<b>13:00</b>	26,6	27,1	27,5	29,2	29,6	20,1
<b>14:00</b>	25,0	25,4	25,7	26,5	26,8	27,2
<b>15:00</b>	23,2	23,7	24,1	24,7	25,0	25,6
<b>16:00</b>	21,7	22,1	22,6	23,4	23,9	24,1
<b>17:00</b>	21,0	21,4	21,7	21,8	22,1	22,5
<b>18:00</b>	20,6	21,2	21,8	21,1	21,5	21,8
<b>19:00</b>	20,3	20,7	21,1	20,4	21,0	21,6
<b>20:00</b>	19,8	20,3	20,6	20,3	20,7	21,1
<b>21:00</b>	19,3	20,0	20,5	20,2	20,5	20,9
<b>22:00</b>	19,5	20,1	20,4	20,2	20,3	20,8
<b>23:00</b>	19,4	19,9	20,2	20,0	20,2	20,4

### 7.7.5 – Temperatura de Bulbo Úmido (TBU)

Tabela XVII – TBU no sentido Norte-Sul, no período frio.

	CF			SF		
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
<b>00:00</b>	18,7	19,1	19,4	18,9	19,3	19,7
<b>01:00</b>	18,4	18,8	19,3	18,9	19,1	19,6
<b>02:00</b>	18,5	18,7	19,5	18,8	18,9	19,6
<b>03:00</b>	18,6	19,0	19,5	18,9	19,1	19,8
<b>04:00</b>	18,9	19,3	19,9	19,1	19,5	19,9
<b>05:00</b>	19,1	19,5	20,2	19,2	19,8	20,3
<b>06:00</b>	19,7	20,0	20,6	20,0	20,3	20,9
<b>07:00</b>	19,9	20,3	21,1	20,1	20,7	21,3
<b>08:00</b>	20,4	21,0	21,7	21,1	21,5	21,8
<b>09:00</b>	21,4	21,6	22,1	22,0	22,6	23,0
<b>10:00</b>	21,9	22,3	22,9	23,5	23,8	24,1
<b>11:00</b>	23,1	23,5	24,1	24,8	25,1	25,8
<b>12:00</b>	23,7	23,9	24,6	25,2	25,9	26,5
<b>13:00</b>	22,8	23,3	24,4	24,5	25,0	25,4
<b>14:00</b>	21,5	22,1	22,7	23,7	24,1	24,4
<b>15:00</b>	21,2	21,6	22,0	22,2	22,9	23,6
<b>16:00</b>	20,7	21,0	21,5	21,1	21,7	22,3
<b>17:00</b>	19,6	20,2	20,8	20,6	20,9	21,2
<b>18:00</b>	19,3	19,7	20,2	19,6	20,0	20,6
<b>19:00</b>	19,2	19,6	20,1	19,3	19,8	20,3
<b>20:00</b>	19,0	19,2	19,6	19,1	19,6	20,3
<b>21:00</b>	18,7	19,0	19,5	18,9	19,2	20,0
<b>22:00</b>	18,6	19,1	19,7	18,7	19,3	19,8
<b>23:00</b>	18,7	18,9	19,6	18,7	19,0	19,7



Tabela XVIII – TBU no sentido Leste-Oeste, no período frio.

	CF			SF		
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
<b>00:00</b>	18,1	18,7	19,1	18,3	18,9	19,3
<b>01:00</b>	17,9	18,3	18,7	18,1	18,6	19,2
<b>02:00</b>	17,9	18,1	18,9	18,0	18,2	19,4
<b>03:00</b>	17,8	18,0	18,9	17,9	18,2	19,2
<b>04:00</b>	18,1	18,5	19,1	18,3	18,7	19,4
<b>05:00</b>	18,7	19,2	19,7	19,6	19,8	20,2
<b>06:00</b>	19,0	19,5	19,9	19,7	20,0	20,7
<b>07:00</b>	19,1	19,8	20,3	20,1	20,9	21,4
<b>08:00</b>	20,5	20,7	21,4	21,0	21,5	21,8
<b>09:00</b>	21,0	21,4	22,0	22,2	22,8	23,4
<b>10:00</b>	21,7	22,0	22,3	23,0	23,4	23,9
<b>11:00</b>	22,0	22,6	23,0	24,4	24,7	25,1
<b>12:00</b>	22,8	23,1	23,5	24,2	25,0	25,6
<b>13:00</b>	22,1	22,5	22,7	23,6	24,1	24,7
<b>14:00</b>	21,0	21,6	22,1	22,3	22,9	23,2
<b>15:00</b>	20,5	20,9	21,2	21,3	21,7	22,1
<b>16:00</b>	19,6	20,0	20,6	20,5	20,8	21,4
<b>17:00</b>	19,1	19,8	20,1	19,6	20,0	20,7
<b>18:00</b>	19,2	19,5	19,8	19,3	19,8	20,3
<b>19:00</b>	18,7	19,1	19,5	19,0	19,4	20,3
<b>20:00</b>	18,2	18,8	19,3	18,7	19,0	19,8
<b>21:00</b>	18,0	18,7	19,4	18,7	19,1	19,7
<b>22:00</b>	18,0	18,4	19,1	18,3	18,8	19,3
<b>23:00</b>	18,1	18,5	19,2	18,2	19,0	19,2

Tabela XIX – TBU no sentido Norte-Sul, no período quente.

	CF			SF		
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
<b>00:00</b>	19,8	20,1	20,6	20,5	21,0	21,6
<b>01:00</b>	19,9	20,3	20,7	20,8	21,1	21,8
<b>02:00</b>	20,0	20,5	20,9	20,6	21,1	21,7
<b>03:00</b>	20,2	20,6	21,1	20,9	21,2	21,9
<b>04:00</b>	20,1	20,9	21,5	21,1	21,5	22,1
<b>05:00</b>	20,8	21,3	21,9	21,6	22,0	22,8
<b>06:00</b>	21,7	22,0	22,7	22,0	22,4	23,0
<b>07:00</b>	22,4	22,9	23,2	23,0	23,3	23,8
<b>08:00</b>	23,1	23,7	23,5	23,7	24,1	24,5
<b>09:00</b>	23,4	24,1	24,8	24,6	25,0	25,8
<b>10:00</b>	24,1	24,5	25,0	26,0	26,5	27,1
<b>11:00</b>	25,0	25,5	26,2	21,1	27,8	28,2
<b>12:00</b>	25,8	26,1	26,9	28,6	28,9	29,1
<b>13:00</b>	25,1	25,3	25,9	27,1	27,5	27,7
<b>14:00</b>	23,4	24,0	24,4	25,7	26,1	26,4
<b>15:00</b>	23,0	23,6	24,0	24,5	24,9	25,4
<b>16:00</b>	22,1	22,5	22,8	22,9	23,1	23,4
<b>17:00</b>	21,0	21,8	22,3	21,6	22,0	22,7
<b>18:00</b>	20,6	21,0	21,4	22,9	21,3	21,8
<b>19:00</b>	19,7	20,3	20,5	20,3	20,9	21,2
<b>20:00</b>	19,5	20,2	20,4	20,2	20,9	21,4
<b>21:00</b>	19,6	19,9	20,2	20,3	20,7	21,0
<b>22:00</b>	19,4	20,0	20,2	20,1	20,6	20,9
<b>23:00</b>	19,5	19,9	20,1	20,0	20,5	20,9



Tabela XX – TBU no sentido Leste-Oeste, no período quente.

	CF			SF		
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
<b>00:00</b>	19,5	19,8	20,3	20,2	20,5	20,8
<b>01:00</b>	19,2	19,7	20,3	20,1	20,3	20,7
<b>02:00</b>	19,4	19,9	20,5	20,1	20,4	20,8
<b>03:00</b>	19,7	20,0	20,7	20,2	20,6	21,0
<b>04:00</b>	19,9	20,2	20,9	20,6	21,0	21,3
<b>05:00</b>	20,3	21,0	21,5	21,1	21,6	22,0
<b>06:00</b>	21,0	21,6	22,2	21,6	22,0	22,7
<b>07:00</b>	21,9	22,2	22,8	22,0	22,6	23,1
<b>08:00</b>	22,5	23,0	23,3	23,1	23,4	23,9
<b>09:00</b>	23,1	23,7	24,0	24,5	24,9	25,1
<b>10:00</b>	23,7	24,0	24,6	25,4	26,0	26,6
<b>11:00</b>	23,9	24,1	24,5	27,0	27,4	27,9
<b>12:00</b>	24,1	24,5	25,0	27,7	28,0	28,5
<b>13:00</b>	23,2	24,0	24,2	26,4	27,1	27,4
<b>14:00</b>	22,9	23,6	23,9	25,1	25,4	25,9
<b>15:00</b>	22,1	22,5	22,8	23,6	24,0	24,2
<b>16:00</b>	21,5	21,9	22,4	21,7	22,1	22,6
<b>17:00</b>	20,4	21,0	21,6	20,6	21,2	21,7
<b>18:00</b>	20,0	20,4	20,9	20,2	20,8	21,1
<b>19:00</b>	19,6	20,0	20,7	20,1	20,6	21,0
<b>20:00</b>	19,2	19,7	20,1	20,0	20,5	20,8
<b>21:00</b>	19,1	19,5	20,2	19,8	20,3	20,9
<b>22:00</b>	19,3	19,9	20,3	19,8	20,5	20,9
<b>23:00</b>	19,3	20,0	20,4	19,9	20,7	21,0