



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



Universidade Federal

de Ouro Preto

**ANÁLISE DE ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO NÃO CONVENCIONAIS:  
UMA AVALIAÇÃO EM AMBIENTE ESCOLAR**

Ouro Preto

Julho de 2016.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



Universidade Federal  
de Ouro Preto

**ANÁLISE DE ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO NÃO CONVENCIONAIS:  
UMA AVALIAÇÃO EM AMBIENTE ESCOLAR**

**Viviane Gomes Marçal**

ORIENTADOR: Prof. Dr. Henor Artur de Souza

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Engenharia Civil da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências da Engenharia Civil, área de concentração:  
Construção Metálica.

Ouro Preto

Julho de 2016.

M299a Marçal, Viviane Gomes.  
Análise de índices de conforto térmico não convencionais [manuscrito]:  
uma avaliação em ambiente escolar / Viviane Gomes Marçal. - 2016.  
204f.: il.: color; graf; tabs; mapas; Quadros.

Orientador: Prof. Dr. Henor Artur de Souza.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas.  
Departamento de Engenharia Civil. Programa de Pós-graduação em Engenharia  
Civil.  
Área de Concentração: Construção Metálica.

1. Conforto térmico. 2. Escolas - Edifícios. 3. Conforto térmico - Índice de  
Temperatura de Globo Negro e Umi. 4. Carga Térmica Radiante (CTR). I.  
Souza, Henor Artur de. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 624.014

Catálogo: [www.sisbin.ufop.br](http://www.sisbin.ufop.br)

# ANÁLISE DE ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO NÃO CONVENCIONAIS: UMA AVALIAÇÃO EM AMBIENTE ESCOLAR

**AUTORA: VIVIANE GOMES MARÇAL**

Esta tese foi apresentada em sessão pública e aprovada em 15 de julho de 2016, pela Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:



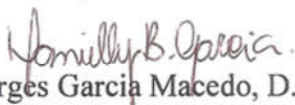
Prof. Henor Artur de Souza, D. Sc. – UFOP (Presidente)



Prof. Adriano Pinto Gomes, D. Sc. – IFMG



Prof. Brenda Chaves Coelho Leite, D. Sc. – USP/SP



Prof. Danielly Borges Garcia Macedo, D. Sc. – UNILESTE/MG



Prof. Rosemary Bom Conselho Sales, D. Sc. – UEMG

*Dedicatória*

---

*Aos meus pais, Maria José Gomes e José Raimundo Gomes.*

## *Agradecimentos*

---

Sou grata ao professor Henor Artur de Souza pela orientação e pelo encorajamento ao longo do percurso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida.

À minha família, meu baluarte e minha companhia nas veredas do conhecimento.

Aos professores e aos funcionários do PROPEC pelos ensinamentos e apoio.

À Escola de Design da Universidade do Estado de Minas Gerais (ED-UEMG), em especial, aos estudantes que contribuíram para esta pesquisa.

À Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) pelo apoio institucional.

Aos colegas de estudos que estiveram presentes nas idas e vindas de Ouro Preto, minhas companheiras de estrada.

Por fim, aos que me ensinaram a caminhar com esperança e coragem. Minha gratidão eterna, a todas e a todos que contribuíram, direta e indiretamente para a concretização desta tese.

*Caminante, son tus huellas  
el camino y nada más;  
Caminante, no hay camino,  
se hace camino al andar.  
Al andar se hace el camino,  
y al volver la vista atrás  
se ve la senda que nunca  
se ha de volver a pisar.  
Caminante no hay camino  
sino estelas en la mar.*

(Antonio Machado – Poeta Espanhol)

## SUMÁRIO

---

<b>LISTA DE GRÁFICOS</b> .....	<b>xi</b>
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	<b>xiv</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>xv</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS</b> .....	<b>xvii</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>xviii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xx</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1 Objetivos.....	4
1.1.1 Objetivo Geral .....	4
1.1.2 Objetivos Específicos.....	4
1.2 Metodologia .....	5
1.3 Justificativa .....	5
1.4 Estrutura da Tese .....	10
<b>2. CONFORTO TÉRMICO COM FOCO NOS AMBIENTES ESCOLARES E PARÂMETROS AMBIENTAIS</b> .....	<b>12</b>
2.1 Contextualizando o Design do conforto .....	12
2.2 Relacionando a conjuntura climática e o conforto térmico em edificações para uso humano .....	14
2.2.1 Conforto térmico humano .....	16
2.3 Conforto térmico animal.....	21
2.4 Variáveis climáticas de conforto térmico .....	24
2.4.1 Temperatura de bulbo seco (T <sub>BS</sub> ).....	24
2.4.2 Umidade do ar ( $\varphi$ ).....	25

2.4.3	Temperatura radiante média ( $T_r$ ) .....	26
2.4.4	Velocidade do ar ( $V_{ar}$ ).....	28
2.5	Índices de conforto térmico .....	28
2.5.1	Carga Térmica Radiante (CTR).....	29
2.5.2	Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) .....	30
2.5.3	Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) .....	31
2.6	Estudos de conforto térmico em ambientes laboratoriais e reais .....	35
2.7	Contextualização do ambiente construído das edificações escolares.....	37
<b>3.</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>45</b>
3.1	Panorama geral da pesquisa .....	45
3.2	Delimitação do local: instrumentação para a coleta das variáveis climáticas .....	45
3.2.1	Delimitação e descrição do local de aquisição das variáveis climáticas.....	47
3.2.2	Acompanhamento da aquisição das variáveis climáticas no interior das salas e instrumentação .....	50
3.2.2.1	Temperatura de bulbo seco ( $T_{BS}$ ) e Temperatura de bulbo úmido ( $T_{BU}$ ).....	52
3.2.2.2	Temperatura de globo negro ( $T_{GN}$ ) .....	53
3.2.2.3	Velocidade do ar ( $V_{ar}$ ).....	54
3.2.2.4	Armazenamento dos dados coletados - <i>Data logger</i> .....	54
3.3	Apresentação da coleta dos parâmetros subjetivos .....	56
3.4	Planejamento para o tratamento estatístico e análises .....	58
<b>4.</b>	<b>ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS .....</b>	<b>63</b>
4.1	Apresentação geral das percepções dos estudantes .....	63
4.2	Método de análise estatística das variáveis climáticas .....	64
4.3	Análise das variáveis climáticas conforme as estações .....	65
4.3.1	Estação Outono.....	65



4.3.1.1 Estação Outono (abril de 2014).....	66
4.3.1.2 Estação Outono (maio de 2014) .....	71
4.3.2 Estação Primavera.....	74
4.3.3 Estação Verão .....	78
4.3.4 Estação Inverno .....	82
4.4 Apresentação das análises dos índices CTR, ITGU e IBUTG a partir das variáveis climáticas obtidas durante as estações.....	86
4.4.1 Análise estatística – Carga Térmica Radiante (CTR) .....	86
4.4.2 Análise estatística – Índice de Temperatura de Globo Negro e umidade (ITGU).....	91
4.4.3 Análise estatística – Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG)..	95
4.5 Apresentação das análises dos questionários durante as estações .....	100
4.5.1 Análise estatística da satisfação.....	100
4.5.2 Análise estatística da satisfação e temperaturas .....	102
4.5.3 Análise estatística da sensação térmica.....	106
4.6 Estimativa das faixas de conforto.....	109
4.6.1 Ajuste do Modelo.....	114
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>125</b>
5.1 Sugestões para trabalhos futuros .....	128
<b><i>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</i></b>	<b><i>130</i></b>
<b><i>APÊNDICE A – FICHA DE CAMPO.....</i></b>	<b><i>144</i></b>
<b><i>APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO DO AMBIENTE TÉRMICO.....</i></b>	<b><i>145</i></b>
<b><i>APÊNDICE C – GRÁFICOS CONSOLIDADOS DOS QUESTIONÁRIOS .....</i></b>	<b><i>147</i></b>
<b><i>APÊNDICE D – BANCO DE DADOS DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS .....</i></b>	<b><i>154</i></b>

## ***LISTA DE FIGURAS***

---

Figura 2-1: Adaptada da Pirâmide de Maslow .....	13
Figura 2-2: Intervalos de temperatura interna aceitáveis para espaços condicionados naturalmente.....	19
Figura 2-3: Carta psicrométrica .....	25
Figura 2-4: (a) - Medidor de Stress Térmico, (b) - Globo Negro .....	27
Figura 2-5: (a) - Globo negro externo e estação meteorológica. ....	27
Figura 3-1: Fluxograma com as principais etapas de desenvolvimento do trabalho .....	46
Figura 3-2: Edifício e posição das salas de aula .....	47
Figura 3-3: Carta Solar - edificação em estudo .....	48
Figura 3-4: Planta do pavimento tipo de salas de aula.....	49
Figura 3-5: Sala de aula.....	50
Figura 3-6: Conjunto de instrumentos para coleta de dados.....	51
Figura 3-7: Sensor de temperatura e umidade - Modelo ALMEMO 3290 .....	53
Figura 3-8: Termômetro de globo negro - Modelo ALMEMO Class B (DIN/IEC 751) .....	53
Figura 3-9: Termo anemômetro Modelo ALMEMO FV A605 TA.....	54
Figura 3-10: Data logger para armazenamento das variáveis climáticas .....	55
Figura 3-11: Software - AMR WinControl .....	56

## ***LISTA DE GRÁFICOS***

---

Gráfico 4-1: Evolução temporal das variáveis – outono de 2014.....	66
Gráfico 4-2: Comparação dos valores medidos da $T_{GN}$ e $T_{BS}$ médio - Abril de 2014 ....	67
Gráfico 4-3: Diferença entre a $T_{BU}$ em relação a $T_{GN}$ e $T_{BS}$ .....	68
Gráfico 4-4: Evolução temporal da $T_{BS}$ - Abril de 2014 .....	69
Gráfico 4-5: Evolução temporal da $T_{GN}$ - Abril de 2014.....	69
Gráfico 4-6: Evolução temporal da $T_{BU}$ - Abril de 2014.....	70
Gráfico 4-7: Comparação dos valores medidos da $T_{GN}$ e $T_{BS}$ médio - Maio de 2014 ....	71
Gráfico 4-8: Diferença entre $T_{BU}$ em relação a $T_{GN}$ e a $T_{BS}$ .....	72
Gráfico 4-9: Evolução temporal da $T_{BS}$ - mês de Maio de 2014 .....	73
Gráfico 4-10: Evolução temporal da $T_{GN}$ - mês de Maio de 2014.....	73
Gráfico 4-11: Evolução temporal da $T_{BU}$ - mês de Maio de 2014.....	74
Gráfico 4-12: Evolução temporal das variáveis - primavera de 2014.....	75
Gráfico 4-13: Comparação dos valores medidos da $T_{GN}$ e $T_{BS}$ médias - primavera de 2014 .....	75
Gráfico 4-14: Diferença entre $T_{BU}$ em relação a $T_{GN}$ e a $T_{BS}$ .....	76
Gráfico 4-15: Evolução temporal da $T_{BS}$ - mês de novembro de 2014.....	77
Gráfico 4-16: Evolução temporal da $T_{GN}$ - novembro de 2014.....	77
Gráfico 4-17: Evolução temporal da $T_{BU}$ - novembro de 2014 .....	78
Gráfico 4-18: Evolução temporal das variáveis - verão de 2015.....	79
Gráfico 4-19: Comparação dos valores medidos da $T_{GN}$ e $T_{BS}$ médio - verão de 2015..	79
Gráfico 4-20: Diferença entre $T_{BU}$ em relação a $T_{GN}$ e a $T_{BS}$ .....	80
Gráfico 4-21: Evolução temporal da $T_{BS}$ - março de 2015.....	80
Gráfico 4-22: Evolução temporal da $T_{GN}$ - março de 2015 .....	81

Gráfico 4-23: Evolução temporal da $T_{BU}$ - março de 2015 .....	81
Gráfico 4-24: Evolução temporal das variáveis – inverno de 2015 .....	82
Gráfico 4-25: Comparação dos valores medidos da $T_{GN}$ e $T_{BS}$ médio - inverno de 2015 .....	83
Gráfico 4-26: Diferença entre $T_{BU}$ em relação a $T_{GN}$ e a $T_{BS}$ .....	83
Gráfico 4-27: Evolução temporal da $T_{BS}$ - julho de 2015 .....	84
Gráfico 4-28: Evolução temporal da $T_{GN}$ - julho de 2015 .....	85
Gráfico 4-29: Evolução temporal da $T_{BU}$ - mês de julho de 2015 .....	85
Gráfico 4-30: Comparação da CTR com as Estações do Ano .....	88
Gráfico 4-31: Evolução temporal da CTR com as Estações .....	89
Gráfico 4-32: Comparação do ITGU com as Estações .....	93
Gráfico 4-33: Evolução temporal do ITGU com as Estações e horas do dia .....	93
Gráfico 4-34: Comparação do IBUTG com as Estações .....	97
Gráfico 4-35: Comparação do IBUTG com as Estações e horas do dia .....	97
Gráfico 4-36: Indicador de satisfação térmica dos usuários .....	101
Gráfico 4-37: Nível de Satisfação Térmica– CTR e Estação do Ano .....	104
Gráfico 4-38: Nível de Satisfação Térmica – ITGU e Estação do Ano .....	105
Gráfico 4-39: Nível de satisfação – IBUTG e Estação do Ano .....	106
Gráfico 4-40: Representação gráfica do nível de sensação térmica percebida entre os usuários .....	108
Gráfico 4-41: Representação gráfica das respostas dos usuários conforme a sensação	109
Gráfico 4-42: Diagrama de dispersão entre a escala de sensação térmica e a CTR.....	112
Gráfico 4-43: Diagrama de dispersão entre escala de sensação térmica e o ITGU .....	112
Gráfico 4-44: Diagrama de dispersão entre escala de sensação térmica e o IBUTG....	113
Gráfico 4-45: Diagrama de dispersão entre a escala de sensação térmica e a CTR.....	115

Gráfico 4-46: Diagrama de dispersão entre a CTR e o ITGU .....	117
Gráfico 4-47: Diagrama de dispersão entre a CTR e o IBUTG.....	117
Gráfico 4-48: Diagrama de dispersão entre ITGU e o IBUTG.....	119
Gráfico 4-49: Faixa de Conforto Térmico para a Carga Térmica Radiante (CTR) .....	122
Gráfico 4-50: Faixa de Conforto Térmico para o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) .....	123
Gráfico 4-51: Faixa de Conforto Térmico para o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (IBUTG).....	123

## ***LISTA DE QUADROS***

---

Quadro 2-1: Limites de tolerância para exposição ao calor, em regime de trabalho intermitente com descanso no próprio local de trabalho (por hora) e tipo de atividade .	33
Quadro 2-2: Tipos de atividades em regime de trabalho intermitente com descanso no próprio local de trabalho.....	34
Quadro 3-1: Datas – aplicação dos questionários .....	58
Quadro 3-2: Nível – sensação térmica.....	62
Quadro 4-1: Análises de diferenças – CTR ( $W m^{-2}$ ).....	91
Quadro 4-2: Análises de diferenças – ITGU (adimensional) .....	95
Quadro 4-3: Análises de diferenças – IBUTG.....	99
Quadro 4-4: Resumo das análises dos índices .....	100
Quadro 4-5: Escala proposta para avaliação da sensação térmica .....	107

## ***LISTA DE TABELAS***

---

Tabela 3-1: Posições de medições para coleta das variáveis climáticas de um ambiente (adaptada) .....	50
Tabela 4-1: CTR médio das Estações.....	87
Tabela 4-2: <i>Ranking</i> de observações – CTR.....	90
Tabela 4-3: ITGU médio das Estações.....	92
Tabela 4-4: <i>Ranking</i> de observações – ITGU.....	94
Tabela 4-5: IBUTG médio das Estações .....	96
Tabela 4-6: <i>Ranking</i> de observações – IBUTG .....	98
Tabela 4-7: Intervalo de confiança da satisfação dos usuários (continua).....	101
Tabela 4-8 a) e b): Intervalo de confiança – CTR, ITGU e IBUTG para dos dias da aplicação do questionário .....	103
Tabela 4-9: Níveis de sensação para cada estação conforme a pontuação.....	107
Tabela 4-10: Escala de sensação para cada estação conforme a pontuação (continua).....	110
Tabela 4-11: Correlação da escala de sensação térmica.....	114
Tabela 4-12: Escala de sensação e CTR, delimitando a faixa de conforto.....	116
Tabela 4-13: Faixa de conforto e a Sensação Térmica.....	116
Tabela 4-14: Coeficiente de correlação entre a CTR e ITGU, IBUTG.....	118
Tabela 4-15: Faixa de conforto de ITGU a partir da CTR .....	118
Tabela 4-16: Intervalo de conforto do ITGU.....	119
Tabela 4-17: Coeficiente de correlação entre o ITGU e o IBUTG.....	120
Tabela 4-18: Faixa de conforto de IBUTG a partir do ITGU.....	120
Tabela 4-19: Intervalo de conforto do IBUTG .....	121

Tabela 4-20: Faixas de conforto para os Índices de Conforto Térmico – CTR, ITGU e IBUTG .....	121
Tabela 4-21: Representação gráfica das Faixas de conforto para os Índices de Conforto Térmico – CTR, ITGU e IBUTG .....	122



## ***LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS***

---

**ASHRAE** - *American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers*

**CIBSE** - *Chartered Institution of Building Services Engineers*

**CTR** - Carga Térmica Radiante

**IBAM** - Instituto Brasileiro de Administração Municipal

**IBUTG** - Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo

**ISO** - *International Organization for Standardization*

**ITGU** - Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade

**ITU** - Índice de Temperatura e Umidade

**MEC** - Ministério da Educação e Cultura do Governo Federal

**NHO** - Norma de Higiene Ocupacional

**NR** - Norma Regulamentadora

**NTC** - *Negative Temperature Coefficient*

**PMV** - Voto Médio Estimado - *Predicted Mean Vote*

**T<sub>BS</sub>** - Temperatura de Bulbo Seco

**T<sub>BU</sub>** - Temperatura de Bulbo Úmido

**TE** - Temperatura Efetiva

**T<sub>GN</sub>** - Temperatura de Globo Negro

**$\bar{T}_r$**  - Temperatura Radiante Média

**$\varphi$**  - Umidade Relativa do ar

**V<sub>ar</sub>** - Velocidade do Ar

O conforto térmico das edificações pode corroborar na melhoria dos ambientes e contribuir para o conforto e permanência dos usuários no seu interior. Nesta pesquisa, selecionou-se o ambiente escolar, espaço onde as relações entre conforto térmico e desempenho são relevantes para o ensino e a aprendizagem, e por ser um ambiente em que o grupo de usuários desenvolvem atividades semelhantes. No Brasil, utilizam-se índices de conforto térmico desenvolvidos para outros países com diferentes regiões climáticas, perfazendo a necessidade de aprofundar essa temática. Assim, o objetivo desta pesquisa é analisar os dados climáticos da Temperatura de Bulbo Seco ( $T_{BS}$ ), da Temperatura de Globo Negro ( $T_{GN}$ ), da Temperatura de Bulbo Úmido ( $T_{BU}$ ) e da Velocidade do Ar ( $V_{ar}$ ), medidos ao longo das quatro estações do ano e propor uma faixa de conforto, utilizando os índices de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) e a Carga Térmica Radiante (CTR), e compará-los com a satisfação dos usuários. Recorrentemente, tais índices são aplicados para avaliação do conforto térmico de construções rurais com o intuito de acompanhar o desenvolvimento e a produção animal. Também apresenta-se a análise do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) denominado como um indicador de sobrecarga térmica em condições de trabalho. A pesquisa foi desenvolvida por meio do levantamento teórico e de campo, com aquisição *in loco* das variáveis climáticas, utilizando instrumentos conectados e armazenados em um *data logger*, e a aplicação de questionários durante as aulas e em dias específicos em cada estação do ano. A partir da análise estatística das variáveis climáticas coletadas, assim como, dos índices propostos, obteve-se uma faixa de conforto térmico dos índices ITGU e CTR considerando a respostas dos usuários. Em síntese, os resultados obtidos mostram que a faixa de conforto da sensação térmica para o ITGU (adimensional) e a CTR ( $W m^{-2}$ ), respectivamente foram: muito quente  $> 79$  e  $> 512$ ; quente, entre 67 e 79, e entre 437 e 512; ligeiramente quente, entre 56 e 67, e entre 361 e 427; confortável, entre 44 e 56, e entre 285 e 361; ligeiramente frio, entre 32 e 44, e entre 210 e 285; frio,  $< 32$  e  $< 210$ . Mesmo entendendo a subjetividade das respostas dos usuários, neste estudo, ressaltou-se a importância de levantar a percepção deles, a fim de validar os índices propostos. Ademais, observou-se a relevância da proposição de se

alcançar uma faixa de conforto dos índices, ITGU e CTR, que associam as variáveis climáticas e expressam a sensação térmica dos usuários. Por fim, os referidos índices, quando analisados em conjunto com o IBUTG, representaram resultados significativamente representativos para os ambientes em questão.

**Palavras-chave:** conforto térmico, edificação escolar, Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), Carga Térmica Radiante (CTR).

Thermal comfort in indoor environments of buildings is quite significant and can confirm the improvement of permanence of users in the environment. In this sense, for this research it was selected the school environment, a space in which the relationship between thermal comfort and performance are relevant to teaching and learning, and because it is an environment in which the group of users develop similar activities. In Brazil, thermal comfort indices developed for other climatic regions are used, making the necessity to deepen this theme. From this perspective, the objective of this research is to analyze the weather data of dry bulb temperature ( $T_{BS}$ ), the black globe temperature ( $T_{GN}$ ), the wet bulb temperature ( $T_{BU}$ ) and air velocity ( $V_{ar}$ ), measured at throughout the four seasons of the year in order to propose a range of comfort through the use of indices of Black Globe Humidity Index (BGHI) and radiant thermal load (RTL), from the analysis of users' perceptions. Recurrently, these rates have been applied in the evaluation of the thermal comfort of rural buildings in order to follow the development and animal production. It also presents the analysis Index Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) termed as an indicator of thermal overload in working conditions. The research was developed through theoretical research and field acquisition in loco of climate variables through instruments connected and stored in a data logger, and application of questionnaires as long as classes were happening on specific days on each season. Evolved statistical analysis of climate variables collected, as well as the proposed ratios in order to obtain a range of thermal comfort indices, BGHI and RTL. In summary, the comfort range obtained in this research for BGHI Index (dimensionless) and RTL ( $W m^{-2}$ ), respectively were: hot  $>79$  and  $>512$ ; warm, between 67 and 79, between 437 and 512; slightly warm, between 56 and 67, between 361 and 427; neutral, between 44 and 56, between 285 and 361; slightly cool, between 32 and 44, between 210 and 285; cold,  $<32$  and  $<210$ . Even considering the subjectivity of the users answers, in this study, it was considered in this work the importance of raising awareness of them in order to validate the proposed rates. As well as the relevance of the proposal to achieve a comfort range of indices, BGHI and RTL, linking climate variables and express users was observed. Finally, these indices when

analyzed in conjunction with the WBGT represented significantly more representative results to the environments in question.

**Keywords:** thermal comfort, school building, and Black Globe Humidity Index (BGHI), Radiant Thermal Load (RTL).

### 1. INTRODUÇÃO

O conforto nos ambientes interiores tem sido um item cada vez mais solicitado pelos usuários. Dessa forma, destaca-se o conforto térmico que pode ser alcançado naturalmente ou por meio de sistemas mecânicos de climatização. Nesse último caso, demanda-se um maior consumo de energia, sendo que, em algumas situações, é o recurso mais utilizado devido as características construtivas da edificação e de outros aspectos locais, tais como as excessivas poluições do ar e sonora.

Trabalhos têm mostrado que a temperatura exterior e a possibilidade de controle da temperatura interior do ambiente influenciam a preferência térmica. Nesse sentido, Corgnati, Ansaldo e Filippi (2009) realçam os estudos realizados por McIntyre (1980) o qual destaca a preferência dos indivíduos por ambientes neutros, ou seja, confortáveis. Com este estudo, verificou-se que pessoas de climas moderados preferem os ambientes denominados “ligeiramente frescos” e, por outro lado, que as pessoas de climas frios preferem ambientes “ligeiramente moderados”. Constatou-se ainda que, a existência de sistemas de climatização podem influenciar a sensação de conforto, sendo que pessoas em ambientes internos regulados naturalmente sentem-se mais confortáveis do que em ambientes internos fechados e completamente condicionados artificialmente (CORGNATI; ANSALDI; FILIPPI, 2009).

Sob a perspectiva do conforto dos usuários, ressalta-se a relação do conforto térmico no ambiente de ensino e aprendizagem, podendo influenciar na melhor apreensão dos conteúdos ou dificultar a aprendizagem e o trabalho intelectual. Isto é, na edificação escolar, o conforto térmico reforça a relação entre o usuário e o ambiente, contribuindo ou prejudicando na dinâmica educacional, pois, ao abrigar seus usuários em um ambiente confortável termicamente, pode permitir maior eficiência nos processos de ensino e de aprendizagem (AZEVEDO, 2002, 2012; BERTOLOTTI, 2007; LOPES, 2009; TORO, 2005).

Na edificação escolar brasileira, tem sido comum a adoção de projetos padrões que não levam em consideração o clima local, e, por conseguinte, ampliam os problemas em relação ao conforto térmico natural e carecem de reforço com condicionamento artificial (KOWALTOWSKI; FUNARI, 2005). Além disso, por falta de melhor planejamento térmico, a manutenção das unidades escolares torna-se mais cara em decorrência do uso de instrumentos

elétricos, tais como ventiladores, aquecedores e condicionadores de ar, que em outras circunstâncias não seriam necessários.

Os projetos de Richard Neutra<sup>1</sup> ressaltam a importância pelo conforto ambiental na edificação escolar e a sua relação com o ensino e a aprendizagem mais eficazes. Estudos daquela época mostravam a demanda de oxigênio duas ou três vezes maior para as crianças do que para um adulto e a relação com o comportamento dos alunos em sala de aula. Autores ressaltam que, em muitos casos, a percepção do conforto térmico e a relação sobre as características mais propícias para o ambiente escolar foi comprovada por estudos científicos (LAMPRECHT, 2000; LOUREIRO; AMORIM, 2002; NEUTRA, 1948).

Dessa forma, com vistas aos benefícios do ambiente térmico escolar, onde a sensação de desconforto ou de conforto térmico podem influenciar no aprendizado, torna-se relevante desenvolver pesquisas para a identificação de necessidades, o provimento de referencial diagnóstico da percepção dos estudantes e geração de subsídios para futuras intervenções no espaço. Verifica-se ainda, certa carência de estudos e investigações científicas que relacionam o ambiente em uso e as necessidades dos usuários.

Nesse contexto, ressaltam-se os índices de conforto térmico que permitem sinalizar a sensação térmica dos indivíduos, a partir das variáveis climáticas. Majoritariamente, os índices de conforto térmico utilizados no Brasil foram desenvolvidos para regiões com condições climáticas diferentes. Dessa maneira, torna-se relevante pesquisas no país que relacionem o conforto térmico e a percepção dos usuários no exercício de suas atividades.

Sob essa perspectiva, a respeito do panorama dos índices de conforto térmico, destaca-se o índice de Temperatura Efetiva (TE) desenvolvido por Thom (1959) como um indicador de conforto térmico humano que associa a temperatura de bulbo seco e a temperatura do bulbo úmido. Esse índice é bastante utilizado na avaliação do efeito da umidade relativa do ar e temperatura do ar para a zona de conforto térmico de pessoas adultas vestidas e em repouso, com leve movimentação do ar. Thom (1959) define como zona de conforto os valores de TE entre 18,9°C e 25,6°C, sendo que abaixo de 18,9°C considera-se que o corpo humano apresenta-se em condição de estresse por frio e acima de 25,6°C, condição de estresse por calor. O cálculo

---

<sup>1</sup> Richard Neutra (1892 - 1970), arquiteto austríaco que visitou o Brasil na década de 1940. Publicou o livro “Arquitetura social em países de clima quente”, onde reuniu projetos para o programa de educação e saúde do governo de Porto Rico.

da TE é obtido a partir da temperatura de bulbo seco e temperatura de bulbo úmido, entretanto, não considera a radiação.

Ressalta-se também o índice de voto médio estimado (PMV) proposto por Fanger (1970), a partir dos resultados obtidos nos estudos em câmaras climatizadas e utilizado pela norma ISO 7730 (ISO, 2005), para a análise de conforto térmico em ambientes. O índice registra a sensação térmica das pessoas em uma escala de sete pontos, que indica sensação de muito quente até muito frio conforme a norma ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013). Assim, calcula-se o valor médio dos votos de um grande grupo de pessoas. O índice PMV pode ser determinado utilizando as variáveis climáticas (a temperatura do ar, a umidade relativa do ar, a temperatura radiante média e a velocidade do ar) e as variáveis subjetivas (a vestimenta e o metabolismo do indivíduo). Fanger (1970) baseou-se no esforço necessário pelo organismo para alcançar o balanço térmico, no qual o sistema termorregulador humano automaticamente tenta igualar a produção de calor interna do corpo com a perda de calor para o ambiente.

Tem-se também o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) apresentado na Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho e Emprego do Brasil, a Norma Regulamentadora nº 15 (BRASIL, 1990a). Este índice determina os limites de tolerância de exposição ao calor em ambientes internos e externos, de acordo com o tipo de atividade executada (leve, moderada ou pesada) e o regime de trabalho. Segundo Couto (1995), o IBUTG funciona como um indicador que abrange os principais fatores causadores da sobrecarga térmica (a alta temperatura, o metabolismo, o calor radiante e a alta umidade relativa do ar). E, ainda, os principais fatores atenuadores desta (a ventilação do ambiente, a baixa umidade relativa do ar e a baixa temperatura), permitindo elaborar uma escala de tempo de trabalho e de tempo de repouso para uma determinada situação.

Segundo Nimer (1979), o clima é resultado de muitas e intrincadas relações entre a superfície da terra e a atmosfera. Assim, a partir do instrumental teórico descrito nesta tese, verifica-se a necessidade da adoção de índices específicos para um país como o Brasil com uma grande extensão territorial e climas diversos. Em especial para aqueles espaços de intenso uso e com necessidades específicas para o desenvolvimento como são os casos dos edifícios escolares.

Sendo assim, no presente trabalho utilizou-se dois índices não convencionais para edificações de uso humano, a fim de serem implementados como indicadores de conforto térmico, usando como referência o ambiente escolar (salas de aula) na sua maior parte



condicionado naturalmente. Dessa forma, os índices propostos são: o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) e a Carga Térmica Radiante (CTR), comumente utilizados para avaliação de conforto térmico de construções rurais para uso animal.

No que se refere ao Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU), o mesmo é considerado mais adequado para prever as condições de conforto térmico em regiões mais quentes. O ITGU reúne a Temperatura de bulbo seco (TBS), a Umidade Relativa (UR), a velocidade do ar ( $V_{ar}$ ) e a radiação na forma de Temperatura de globo negro (TGN). Em relação a Carga Térmica Radiante (CTR), a mesma expressa a radiação total recebida pelo globo negro de todos os elementos que compõem a vizinhança. Para que se obtenha a CTR, é necessário a medição da Temperatura Radiante Média (TRM), temperatura esta das superfícies circunvizinhas, composta pela temperatura de globo negro, temperatura de bulbo seco e velocidade do ar.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Estimar a faixa de conforto dos índices de conforto térmico denominado Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) e a Carga Térmica Radiante (CTR) levando em consideração a percepção dos usuários em salas de aula.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- coletar as variáveis climáticas: Temperatura de Bulbo Seco ( $T_{BS}$ ), Temperatura de Globo Negro ( $T_{GN}$ )<sup>2</sup>, Temperatura de Bulbo Úmido ( $T_{BU}$ ) e Velocidade do Ar ( $V_{ar}$ ) no interior de salas de aulas durante as quatro estações;
- analisar os dados climáticos coletados para os ambientes ocupados e desocupados;

---

<sup>2</sup> Neste trabalho convencionou-se denominar  $T_{GN}$  (Temperatura de Globo Negro) devido ser a nomenclatura mais usada quando se refere aos trabalhos já conceituados na área de Conforto Térmico de Instalações Rurais, para o termo denominado TG (Temperatura de Globo) – norma ISO 7726 (1998).

- calcular o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) e de Carga Térmica Radiante (CTR) a partir das variáveis climáticas;
- estimar por meio de análises estatísticas as faixas de conforto com base nos valores de ITGU e CTR para ambiência de uso humano a partir das respostas dos usuários;
- estimar uma faixa de conforto Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) a partir das respostas dos usuários;
- analisar a faixa de conforto a partir dos resultados dos questionários.

## 1.2 Metodologia

Cabe aqui anunciar de maneira sucinta que a metodologia aplicada nesta pesquisa consistiu na coleta e análise de dados das variáveis climáticas, a saber: a temperatura de bulbo seco ( $T_{BS}$ ), a temperatura de globo negro ( $T_{GN}$ ), a temperatura de bulbo úmido ( $T_{BU}$ ), e a velocidade do ar ( $V_{ar}$ ), por meio de sensores ligados a um *data logger*. Ademais, para a compreensão das percepções dos estudantes no ambiente real de uso, foi aplicado um questionário em salas de aula, nas quatro estações nos períodos da manhã e da tarde, em determinados dias da aquisição de dados climáticos. Para as análises dos dados, realizou-se testes estatísticos relacionando os dados dos índices de conforto térmico e as respostas dos usuários.

## 1.3 Justificativa

No Brasil, os edifícios são responsáveis por um consumo significativo de energia elétrica e grande parte do consumo, devido à utilização de equipamentos para fins de conforto térmico nos interiores dos ambientes (KAEHLER; PEREIRA; BALTAR, 2006; PROCEL, 2012; RUPP; GHISI, 2013). Diante do exposto, nota-se a necessidade da compreensão e análise do conforto térmico nos ambientes interiores e condicionados naturalmente, a fim de estudar possibilidades de minimizar o uso de meios artificiais e compreender a percepção dos usuários.

Sob essa perspectiva, o Brasil possui uma grande dimensão continental e diversidade climática, com um número reduzido de dados e, conseqüentemente, de índices de conforto térmico voltados à população brasileira. Em especial, observa-se o uso de parâmetros e limites determinados em outros países, com condições climáticas bastante diferentes, tornando

discutível a sua eficiência e validade (ARAÚJO, 2001; DE DEAR; BRAGER, 2002; FERREIRA, 2016; FERREIRA; SOUZA, 2013; FONTANELLA; SOUZA, 2011; GONÇALVES, 2000; NICOL, 2004). Assim, ressalta-se a relevância do estudo de índices de conforto térmico.

Partindo do pressuposto apresentado por Mendonça e Danni-Oliveira (2007), constata-se que o Brasil apresenta uma porção significativa de clima tropical<sup>3</sup>. Dessa forma, tornam-se necessárias pesquisas com objetivo de proporem índices de conforto térmico mais adequados. Por isso, nesta tese, atendendo à necessidade de produção de conhecimento, toma-se o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) e a Carga Térmica Radiante (CTR) como índices para estudos na avaliação do conforto térmico de ambientes ocupados por seres humanos.

Pesquisas brasileiras têm apresentado resultados de índices de conforto adaptativo para realidades climáticas do país (FERREIRA; SOUZA, 2013; FONTANELLA; SOUZA, 2011; PEREIRA; ASSIS, 2010). Nessa direção, o trabalho realizado por Pereira e Assis (2010) destacam que, mesmo mostrando vantagens os índices adaptativos, existem limitações nas definições das condições de conforto térmico dos usuários de ambientes edificados. Principalmente, isso ocorre devido ser considerada apenas a variável temperatura do ar como parâmetro para obtenção da sensação térmica, segundo as autoras. Portanto, relatam que a tal variável isolada não é suficiente para destacar a influência das soluções obtidas no conforto térmico do usuário. Expressam ainda a necessidade da adoção de outras variáveis.

Existem ainda índices atinentes à sensação térmica percebida por uma determinada pessoa no ambiente em que se encontra, mas que não serão analisados na presente pesquisa: voto médio estimado – PMV (FANGER, 1970; ISO 7726, 1998; ISO 7730, 2005; ISO 10551, 1995); PPD – porcentagem de pessoas insatisfeitas (ISO 7730, 2005; ISO 10551, 1995); TO – temperatura operativa (ISO 7730, 2005); Tr – temperatura resultante (GIVONI, 1976; MCINTYRE, 1980).

---

<sup>3</sup> Uma das classificações climáticas mais abrangentes e bastante relatada pelos estudos sobre climas é a de Köppen e Geiger (1936). A classificação de Köppen consiste, basicamente, na divisão do clima mundial em cinco grandes grupos climáticos. Ressaltam-se que as classificações climáticas são relevantes, mas também muitas questionadas, pois a atmosfera converge em dinâmicos fenômenos naturais (NIMER, 1979; MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Dessa maneira, Nicol (2004) realizou estudos de campo em locais de climas tropicais e verificou que o padrão internacional para o clima interior estabelecido na ISO 7730 (ISO, 2005) baseado no voto médio estimado (PMV) e na porcentagem de pessoas insatisfeitas (PPD) de Fanger, não descreve adequadamente as condições de conforto. Nicol (2004) relata ainda que, o modelo delimita uma zona de conforto de até 30°C e a velocidade máxima do ar em 1 m/s, o que em climas quentes são muito comuns. O autor sugere ainda, que, a abordagem poderia compreender a adaptação dos seres humanos a partir de resultados de pesquisas de conforto térmico para cada local.

Devido a prioridades locais e nacionais, desenvolvimento técnico e regiões climáticas, uma qualidade térmica mais alta (poucos insatisfeitos) ou qualidade mais baixa (mais insatisfeitos) em alguns casos pode ser aceito. Em tais casos, o PMV e PPD, o modelo de corrente de ar, e a relação entre os parâmetros de desconforto térmico local, podem ser usados para determinar diferentes intervalos de parâmetros ambientais para a avaliação e projeto do ambiente térmico (LAMBERTS et al., 2016, p. 24).

Desse modo, mostra-se a contribuição do ponto de vista científico, técnico, e de caráter inovador deste estudo, no que diz respeito ao emprego do Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) e da Carga Térmica Radiante (CTR). Indicadores de conforto térmico, comumente utilizados para medir o conforto térmico em instalações de produção animal já validados na área, ressaltando principalmente o uso para regiões de clima tropical.

Segundo Buffington et al. (1981), o ITGU seria um indicador mais preciso do conforto térmico e da produção animal em condições ambientais de climas tropicais. Assim, também a CTR que, em condições de regime permanente, expressa a radiação total recebida pelo globo negro proveniente do ambiente ao seu redor (ESMAY, 1982). Diversas pesquisas têm sido publicadas e validadas para esses índices no que se refere os ambientes de uso animal (BARNABÉ, et al., 2015; SANTOS et al., 2009; SOUZA, et al., 2010; TINÔCO et al. 2007; TOLON et al., 2010; TURCO, 1997).

O ambiente térmico no interior das instalações de criações de animais para produção é monitorado desde o nascimento, estendendo-se durante todo o período de vida, pois cada animal com sua característica apresenta uma necessidade específica de conforto térmico. De modo que, se desenvolverá de maneira mais efetiva quando vive em um ambiente mais confortável. A área da zootecnia possui diversos estudos publicados sobre o conforto ambiental dos animais, tais como conforto térmico, acústico e luminoso. Sendo que, no que se refere ao conforto térmico,

os indicadores mais usados no Brasil e internacionalmente são o ITGU e a CTR, possuindo faixas de conforto desses indicadores para vários animais, com características fisiológicas diferentes.

Pesquisas indicam que grande parte da insatisfação dos ocupantes nos seus ambientes de trabalho advém do desconforto térmico, sendo este também um dos principais itens atinentes à produtividade dos ocupantes (HUIZENGA et al., 2006; ZHANG et al., 2007). Assim, experimentos *in loco* em ambientes ocupados pelos seus usuários denotam maior representatividade do que aqueles desenvolvidos em ambientes laboratoriais (DE DEAR; BRAGER; COOPER, 1997; XAVIER, 2000; CORGNATI; FILIPPI; VIAZZO, 2007; PEREIRA et al., 2014). Ressalta-se que no presente trabalho optou-se por desenvolvê-la em ambiente ocupado em uso real, sem o controle das circunstâncias como em pesquisas realizadas em ambientes laboratoriais.

De modo geral, o ambiente de sala de aula de edifícios escolares foi selecionado para este trabalho por integrar o contexto das investigações que vêm sendo desenvolvidas no Laboratório de Conforto Ambiental da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Outro aspecto que contribuiu para a escolha do edifício escolar está relacionada ao fato de ser uma ambiência com pessoas desenvolvendo atividades semelhantes e com faixa etária equivalentes. E também, por ser um espaço em que o usuário está em exercício real da atividade, possibilitando inferir sua percepção a partir do desempenho, mesmo que, de maneira subjetiva. Dessa maneira, os resultados desta tese são uma síntese que propõe o uso de índices não convencionais de conforto térmico, utilizando o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) e a Carga Térmica Radiante (CTR), bastante utilizados para avaliar o conforto térmico em construções de produção animal. O conforto térmico animal é bastante relevante no sentido que permita uma comodidade adequada e satisfatória para cada espécie e suas demandas, e que também favoreça o desempenho eficiente na produção de âmbito comercial.

Dessa forma, os estudos do conforto térmico em edificação escolar são relevantes, por serem locais que abrigam um número significativo de usuários durante um longo período, e com a intenção que apresentem um bom desempenho acadêmico. Além disso, outros aspectos também são importantes para a edificação escolar, tais como a iluminação, a acústica e a adequação ergonômica, entretanto, neste trabalho, optou-se por estudar o conforto térmico. Sob essa orientação, o objeto principal desta tese é a proposição de índice de conforto térmico com o foco em edificação com condicionamento térmico natural, conceituado por Rivero (1986)

como a técnica que estuda os métodos, para que, o espaço habitado apresente as condições térmicas exigidas pelo ser humano, gerando o conforto térmico aos usuários dos ambientes edificados.

Verifica-se, que, porventura, os métodos e os materiais considerados para esta pesquisa poderiam ser empregados em outros espaços. Nesse tocante, cabe sinalizar que este trabalho se justifica pelo seu caráter social, na medida em que o *locus* da investigação é um estabelecimento escolar, e desse modo, busca entender a percepção dos discentes a respeito do ambiente térmico. O espaço escolar é um lugar central para a sociedade na produção de conhecimento, por ser a escolarização, atualmente, obrigatória para todas as crianças e adolescentes brasileiras, e por ser um espaço no qual professores, estudantes e outros profissionais passam muitas horas do dia e de suas vidas.

Em síntese, a escola é um espaço construído de relevância social. Por isso, entende-se que os resultados deste estudo poderão trazer novos desafios para a temática do design do conforto e sinalizar índices não convencionais para o ambiente construído de uso humano. Assim, objetivou-se conhecer a percepção dos usuários, especificamente da ambiência escolar como *locus* desta pesquisa e conseqüentemente subsidiar a elaboração de projetos de futuras instalações dessa modalidade.

Assim, compreende-se que a proposição de diretrizes para o conforto ambiental que venham orientar as políticas públicas, beneficiar as pessoas no uso dos espaços e melhorar os resultados acadêmicos e profissionais dos usuários é uma função social da Engenharia Civil, Design de Ambientes, Arquitetura e áreas afins. Afinal, uma “Pátria Educadora”<sup>4</sup> se constrói com mais vagas nas escolas e nas universidades, mais professores, remunerações compatíveis e também por outras variáveis que influem diretamente na qualidade da educação, dentre elas, o conforto ambiental e, especificamente, o conforto térmico que não deve ser um item marginal.

Nesse contexto, o projeto de design de ambientes/interiores que propicie a satisfação, o conforto e o bem-estar, pode potencializar funções nele desempenhadas e, conseqüentemente, ampliar os indicadores de satisfação dos usuários. Sendo assim, evidencia-se os ambientes escolares, local de acolhida desta pesquisa, mas também, pode-se estender em demais espaços

---

<sup>4</sup> Toma-se como referência o *slogan* do Governo Federal na segunda gestão da presidenta Dilma Rousseff que buscou dar notoriedade à agenda da educação.

do uso humano. Na condução sobre os paradigmas do design, Cara (2010) aponta para a relação da compreensão de design como planejamento do ambiente e nas atividades relacionadas que têm proporcionado experiências favoráveis ao ser humano, conduzindo-o a melhorias de suas condições existenciais.

A partir desses apontamentos, entende-se o termo conforto de maneira ampla e estreitamente relacionado ao design dos ambientes, sendo uma maneira estratégica de desenvolvimento de projetos atualmente. Uma vez que o design, tanto nos serviços como nos produtos por ele proporcionados, possui objetivos focados nos usuários, visão interdisciplinar e entendimento geral dos fenômenos que o envolve, necessidades e valores (CARA, 2010; LANA; LAGE, 2007).

Chappells e Shove (2005) expressam um debate sobre o futuro do que se denomina “conforto”. Apontam que a discussão em relação ao termo “conforto” deve ser baseada em uma construção sociocultural. As autoras mencionam que se deve ter a compreensão das diferentes condições climáticas e da possibilidade de adaptação do homem em um ambiente. Advertem sobre a padronização dos ambientes com intuito de se alcançar o conforto e trazem à tona o debate sobre os modos de vida associados a ele.

Assim, considerando a demanda de índices de conforto térmico para ambientes interiores para regiões de clima tropical faz-se relevante a introdução de pesquisas que explorem novos índices, tal como propõe-se neste trabalho. Desse modo, o espaço escolar foi denominado como o ambiente para os testes propositivos.

#### **1.4 Estrutura da Tese**

A presente tese está organizada em 5 capítulos. No **capítulo 1** faz-se as considerações iniciais que contextualizam e justificam a temática da pesquisa, apresentando as diretrizes que a norteiam.

No **capítulo 2** trata-se da revisão de literatura no qual é apresentada uma abordagem multidisciplinar que envolve as temáticas que contribuiram para fundamentar o presente estudo, estruturar a metodologia e possibilitar a análise e a discussão dos resultados. Dessa maneira, sucintamente são apresentados os referenciais que subsidiaram os estudos e o aprimoramento dos conteúdos. No capítulo, são abordados os seguintes pontos: design do conforto; conjuntura climática e o conforto térmico em edificações para uso humano; conforto térmico humano e

animal; variáveis climáticas de conforto térmico — Temperatura de Bulbo Seco ( $T_{BS}$ ), Temperatura de Globo Negro ( $T_{GN}$ ), Temperatura de Bulbo Úmido ( $T_{BU}$ ) e Velocidade do Ar ( $V_{ar}$ ); índices de conforto térmico com o foco para o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) e para a Carga Térmica Radiante (CTR). Também apresenta-se o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) que por ser um índice usado para avaliar as atividades de trabalho em ambientes reais, será também, abordado nesta pesquisa. E, por fim, desenvolve uma contextualização dos estudos de conforto térmico em ambientes laboratoriais e reais, e ainda sobre a edificação escolar e o ambiente térmico.

No **capítulo 3**, é descrita metodologia adotada para implementação do procedimento experimental de coleta de dados. Além disso, apresenta-se a delimitação do local definido para o levantamento das variáveis climáticas, estratégias operacionais e instrumentação. Mostra-se a formulação e a aplicação do questionário, instrumento utilizado para captar as percepções dos usuários a fim de compatibilizar os dados climáticos, estimando a faixa dos índices de conforto térmico, propostos nesta pesquisa. E finalmente, são apresentados os testes estatísticos utilizados para a análise dos resultados.

No **capítulo 4** expõe-se as análises e as discussões dos resultados, a partir das variáveis climáticas coletadas nas quatro estações. No capítulo, a partir da aplicação dos métodos estatísticos das variáveis e índices de conforto térmico, são apresentadas as análises das variáveis climáticas e dos índices conforme cada estação, análise estatística da satisfação e da sensação térmica apontada pelos usuários. Por fim, apresenta-se a faixa de conforto dos índices estudados a partir da correlação com as respostas dos questionários.

Após as análises dos resultados, são descritas as conclusões no **capítulo 5**, assim como as limitações da pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.

E ao término desta tese são apresentados os **apêndices** com o modelo de questionário aplicado, a ficha de campo, os gráficos consolidados das respostas dos usuários aos questionários, e as planilhas com os dados que consubstanciam as análises de resultados e as discussões.



## **2. CONFORTO TÉRMICO COM FOCO NOS AMBIENTES ESCOLARES E PARÂMETROS AMBIENTAIS**

Neste capítulo, são abordados os aspectos primordiais do referencial teórico e que contribuíram para o embasamento do tema e, posteriormente, para estruturar a metodologia, e a análise dos resultados. Para cumprir com os objetivos propostos, buscou-se por trabalhos que convergissem no contexto atual, além daquelas produções mais antigas, na condição de clássicos da área de investigação e que apontam discussões e análises relevantes para esta tese.

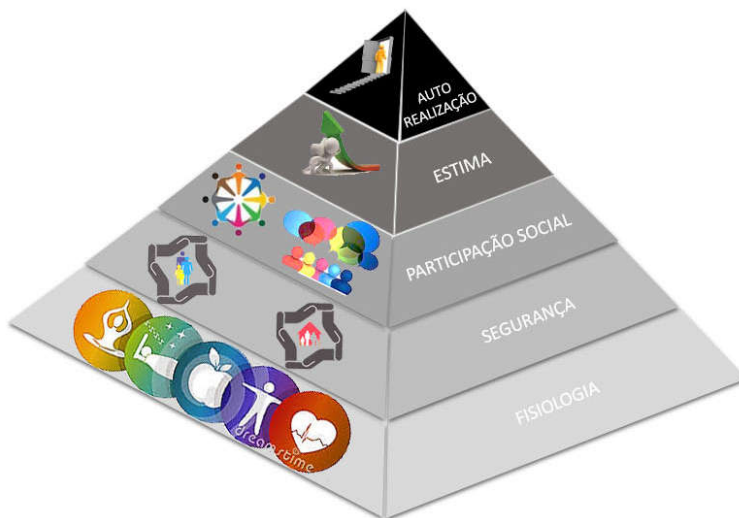
### **2.1 Contextualizando o Design do conforto**

Os seres humanos buscam quase sempre sensações de conforto e bem-estar. Pedra (2011), precursora do termo o “Design do conforto” aponta, que nos últimos anos, a relação entre Design e Conforto tem recebido atenção especial de profissionais e de pesquisadores. A autora sinaliza que o termo tem suas raízes no conforto humano, assim, o design busca satisfazer de maneira efetiva as condições da mente que expressa conforto ou desconforto no lugar e/ou situação em que o sujeito está inserido. Desse modo, entende-se que o design para o conforto busca a compreensão dos fatores motivacionais e comportamentais relacionados às necessidades para propor soluções inovadoras e criativas que possam atender desejos, proporcionar satisfação e melhorar a qualidade de vida (LANA; LAGE, 2007).

Nesse sentido, busca-se compreensão na teoria de Maslow (1954, 1998), amplamente utilizada em estudos da psicologia e educação (CARVALHO, 2010; RAPOSO, 2013) e nas pesquisas de avaliação pós-ocupação do ambiente construído (ELALI, 2008; GRANJA et al., 2009; PEIXOTO, 2008) e que propõem a hierarquia de necessidades. Tais investigações sugerem que parte do comportamento humano pode ser explicado pelas suas necessidades e pelos seus desejos, assim nem todas as demandas humanas manifestam a mesma força dependendo de prioridades.

Na Figura 2-1, explicita-se esta teoria representada por uma pirâmide de necessidades, na qual é possível observar que as demandas de um nível surgem como motivadoras, quando aquelas de níveis anteriores forem satisfeitas.

**Figura 2-1: Adaptada da Pirâmide de Maslow**



Fonte: MASLOW, 1954.

De Moraes (2010) sinaliza que a teoria de Maslow (1954) tem sido utilizada para propor recomendações de design, até mesmo, na arquitetura e na engenharia. Segundo Pedra (2011), apesar de ser questionada devido estar apoiada em evidências muito restritas de pesquisas empíricas, mesmo assim, ainda hoje é uma das teorias mais conhecidas e compreendidas para o atendimento das demandas do comportamento humano.

Sob essa perspectiva, na pesquisa realizada por Carvalho (2010), são apresentadas as possíveis causas que levam os estudantes a apresentarem o chamado sucesso escolar. A pesquisa de natureza qualitativa foi baseada em depoimentos de 18 professores de seis diferentes escolas do Rio de Janeiro. Por meio desses dados, a autora realizou uma categorização dos cinco principais fatores que são considerados básicos para levar um estudante obter um bom desempenho, são eles: família, professores/escola, autoestima do aluno/força de vontade, saúde geral do aluno e recursos econômicos. Dessa forma, com base nos resultados, verifica-se que as performances dos discentes dependem da satisfação de necessidades em

vários níveis, em sintonia com os termos propostos por Maslow (1954) quando apresenta a hierarquia das necessidades do ser humano.

## **2.2 Relacionando a conjuntura climática e o conforto térmico em edificações para uso humano**

Conforme Trewartha (1954), uma região climática é qualquer porção da superfície terrestre sob elementos climáticos e características climáticas similares. Já para Lamberts, Dutra e Pereira (2014) o clima é a condição média do tempo em uma dada região, baseada em medições normalmente verificadas durante um período de trinta anos. Segundo os autores, o tempo é a somatória das condições atmosféricas de um lugar, em um curto período de tempo, em consequência da combinação de temperatura, pressão, umidade, ventos e precipitação, o que representa um estado momentâneo da atmosfera.

Araújo e Araújo (2009) consideram como fatores climáticos globais a radiação, a latitude, a altitude, as massas de água e terra; os locais, a topografia, a vegetação e a superfície do solo; e como elementos climáticos a temperatura, a umidade, o movimento do ar e as precipitações. Os fatores climáticos locais determinam as condições do microclima, isto é, o clima em um determinado local, como, por exemplo, em uma cidade, na rua ou mesmo em uma edificação.

Nesse sentido, são relevantes os estudos de Nimer (1979) sobre o clima, que propôs uma classificação climática para o Brasil. A classificação climática de Nimer (1979) foi adotada recentemente por Ferreira (2016) para desenvolver pesquisa sobre a avaliação de fatores que apresentam influência no desempenho térmico de edificação residencial multifamiliar para diferentes climas do Brasil. Nimer (1979) apresenta diversos conceitos tradicionais sobre a questão do clima expostos por estudiosos reconhecidos e sistematiza da seguinte maneira:

Todavia o que fica bem entendido é que o clima não é mais do que uma noção abstrata e que — qualquer que seja a definição retida — a atmosfera terrestre é considerada um meio natural no qual nós devemos viver e nos adaptar e onde os seres vivos como qualquer matéria organizada sofrem sua ação (NIMER, 1979, p.65).

Sob esse aspecto, os elementos climatológicos e geofísicos para o planejamento e o projeto urbanos conferem benefícios para a qualidade ambiental das cidades, das edificações e

de seus entornos. Assim, Olgyay (1973, 1998) fez a proposição de etapas para o projeto considerando as relações entre as edificações e os climas regionais:

- a) análise dos elementos climáticos locais;
- b) avaliação das sensações humanas;
- c) análise das soluções tecnológicas para cada tipo de problema de conforto térmico;
- d) projeto arquitetônico a partir das três etapas descritas.

Olgyay (1998) também desenvolveu uma carta bioclimática para a adaptação da edificação ao seu entorno. Foi produzida para a zona de clima temperado dos Estados Unidos, mas é também muito utilizada para outras zonas, observando que se faça as adaptações necessárias. Segundo o autor, deve-se considerar uma defasagem de 2°C a 3°C na zona de conforto. Esta diferença será para menos onde a temperatura média do ar for mais baixa e para mais em zonas onde a temperatura é mais elevada.

Ainda sobre as relações climáticas e a edificação, o mesmo autor citado anteriormente, relata que deve ser dada atenção especial à implantação de uma edificação em função dos numerosos microclimas existentes em uma região. Desse modo, resulta maior ou menor ganho de radiação solar e, particularmente, nas regiões quentes e úmidas, possibilidade de conforto térmico interno, por meio da ventilação natural aproveitando a direção predominante do vento. Da mesma forma, faz-se necessário encontrar equilíbrio nas definições de projeto com respeito à vegetação circundante, sendo que a vegetação rasteira tende a absorver a radiação direta incidindo esfriando o ar do entorno em função de seu processo de evaporação (OLGYAY, 1998).

Givoni (1976) também desenvolveu uma carta bioclimática corrigindo algumas limitações do diagrama de Olgyay (1973) que era aplicado para situações externas. Desse modo, Givoni (1976) compôs uma carta bioclimática utilizando as temperaturas internas da edificação, com as estratégias construtivas mais adequadas ao clima, propondo uma Carta Bioclimática adaptada ao clima de países em desenvolvimento.

Mesmo o envelope da edificação não sendo o foco neste trabalho, são ressaltados os aspectos que abarcam a questão. Nesse aspecto, os antecedentes projetuais são importantes e, para Givoni (1998), são muitas as características de um projeto que afetam a edificação, pelo que indica formas de interação da construção em seu meio ambiente:

- a) a efetiva exposição solar dos elementos envidraçados ou opacos que pertencem ao envelope (paredes e cobertura);
- b) o efetivo ganho de calor solar da edificação;
- c) a taxa de ganho ou perda condutiva e convectiva de calor para o ar ambiente;
- d) o potencial para ventilação natural e resfriamento passivo do edifício.

O mesmo autor fornece ainda as principais características que afetam a interação do edifício com o meio ambiente, tais como, a forma do edifício, a orientação e as condições de sombreamento das janelas, o tamanho e a localização das janelas sob o aspecto da ventilação, a orientação e a cor das paredes. É também fator relevante considerar a escolha dos materiais que compõem o envelope. Visto que, por meio deles, é que acontece o acréscimo ou o decréscimo de calor interno, que é a função, dentre outros fatores, da quantidade de radiação solar incidente na superfície (GIVONI, 1998).

### **2.2.1 Conforto térmico humano**

Logo, por meio dos autores apresentados anteriormente observa-se a relevância de se tratar os antecedentes projetuais e suas relações com o clima local onde a futura edificação será implantada, assim como considerar as demandas específicas dos usuários para que alcancem benefícios efetivos. Nesse sentido, cabe a compreensão das características fisiológicas do ser humano para o desenvolvimento de ambientes em que farão uso.

Ressalta-se a pertinência da temática do “Conforto Térmico”, uma vez que Fanger (1973) já emitia o assunto de que no período de suas pesquisas havia um número crescente de queixas sobre o clima interior. Sugere-se, portanto, que o homem tem se tornado mais exigente em relação ao ambiente a que ele é submetido.

Segundo Frota e Schiffer (2007), os indicadores<sup>5</sup> de conforto térmico foram desenvolvidos com base em diferentes aspectos do conforto e podem ser classificados como: indicadores biofísicos – consistem nas trocas de calor entre o corpo e o ambiente,

---

<sup>5</sup> O texto original de Frota e Schiffer (2007) designam a palavra “índices” para tratarem dos aspectos: biofísicos, fisiológicos e subjetivos. Todavia, neste trabalho, denomina-se “indicadores” para não confundir com os índices de conforto térmico que serão detalhados posteriormente.

correlacionando os elementos do conforto e as trocas de calor que dão origem a esses elementos; indicadores fisiológicos – consistem nas reações fisiológicas originadas por condições conhecidas de temperatura de bulbo seco, umidade do ar, temperatura radiante média e velocidade do ar; indicadores subjetivos – consistem nas sensações subjetivas de conforto experimentadas em condições em que os elementos de conforto térmico variam.

Sobre a relação fisiológica o homem é considerado homeotérmico, pois mantém a temperatura do núcleo corporal aproximadamente constante, não sendo alterada rapidamente devido às flutuações do ambiente externo (BAÊTA; SOUZA, 2010; IKEFUTI; AMORIM, 2009). Como a temperatura interna do organismo mantém-se geralmente constante, quando o meio apresenta variações bruscas das condições térmicas, o sistema termorregulador do ser humano é ativado, reduzindo ou aumentando as perdas de calor pelo organismo por meio de alguns mecanismos de controle, como reação ao frio e ao calor (ASHRAE 55, 2013; CÂNDIDO et al., 2010; FANGER, 1970). Essa temperatura constante é de 37°C para o homem, com limites bastante estreitos entre 36,1°C e 37,2°C, sendo que os limites inferior e superior podem arriscar a sobrevivência, são eles respectivamente 32°C e 42°C (FROTA; SCHIFFER, 2007).

O sistema termorregulador permite o controle natural de perdas de calor. Esse controle é responsável por equilibrar a temperatura corporal cujo processo, mesmo que natural, demanda certa energia que conseqüentemente extrai esforços que poderiam se converter em trabalho. Quando exposto a estímulos externos, tal controle apresenta respostas comportamentais como posturas, movimentos, respostas fisiológicas como dilatação e contração de vasos sanguíneos, variação da pulsação cardíaca, suor, arrepios e tremores que caracterizam respostas automáticas. Dessa forma, a termorregulação pode gerar a fadiga, tanto no que se refere à sensação de frio, assim como do calor (ASHRAE, 2013; FROTA; SCHIFFER, 2007; LAMBERTS, DUTRA, PEREIRA, 2014).

Diante do exposto, o principal órgão termorregulador do organismo humano é a pele, onde o fluxo sanguíneo é o agente regulador. A pele possui duas camadas responsáveis pelo controle térmico. Quando exposta a desconforto térmico, a camada periférica é a primeira a ser ativada pelo mecanismo de regulação vasomotora realizada pelos vasos sanguíneos. Logo após, é ativada a camada subcutânea onde ocorre a contração ou dilatação dos vasos sanguíneos conhecidos como vasodilatação ou vasoconstrição, fator que, modifica a resistência da temperatura da pele aumentando ou diminuindo em relação aos estímulos externos (FROTA; SCHIFFER, 2007; LAMBERTS, DUTRA, PEREIRA, 2014).

Assim, quando o organismo não precisa recorrer a nenhum mecanismo de termorregulação, perde-se para o ambiente o calor produzido pelo metabolismo compatível com a atividade realizada e, desse modo, experimenta-se a sensação de conforto térmico (FANGER, 1970).

As alterações que ocorrem entre a produção e a liberação do calor no organismo do ser humano podem causar desconforto térmico ou até patologias em casos de estresse térmico. Estudos do balanço térmico entre o homem e o ambiente em câmaras climatizadas realizadas por Fanger (1970) propõem modelos normalizados na ISO 7730 (ISO, 2005).

A norma ASHRAE 55 elaborada pela *American Society of Heating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE) pretende aliar os fatores do ambiente térmico interno e pessoais de modo que permitam condições aceitáveis para a maior parte dos ocupantes. Sob essa ótica, a norma ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013, p. 3) apresenta como definição para o Conforto Térmico o “estado de espírito que manifesta a satisfação com o ambiente térmico em que a pessoa está sujeita.”<sup>6</sup> Remete-se a um estado que pode ser atingido quando os aspectos físicos do ambiente térmico se encontrem em uma zona de conforto, proporcionando condições que permitam ao organismo se adaptar (BUDAIWI, 2007; OSH, 2007).

Sobre a sensação térmica associada ao conforto térmico do indivíduo, a mesma norma define: “uma expressão subjetiva consciente da percepção térmica dos ocupantes do ambiente, expressa pela seguinte escala: muito frio, frio, ligeiramente frio, confortável, ligeiramente quente, quente, muito quente.”<sup>7</sup> (ASHRAE, 2013, p. 3). Devido às diferenças dos indivíduos na sensação de conforto, satisfazer todos os ocupantes de um espaço é bastante difícil, então é importante tentar reduzir o número de indivíduos insatisfeitos. Segundo a norma ISO 7730 (ISO, 2005) mesmo quando o indivíduo está perante um ambiente com neutralidade térmica, existem 5% de insatisfeitos com aquelas condições.

Portanto, o estudo do conforto térmico envolve variáveis climáticas e subjetivas. Assim, devido as diferenças individuais das pessoas, não é possível que um mesmo grupo vivenciando

---

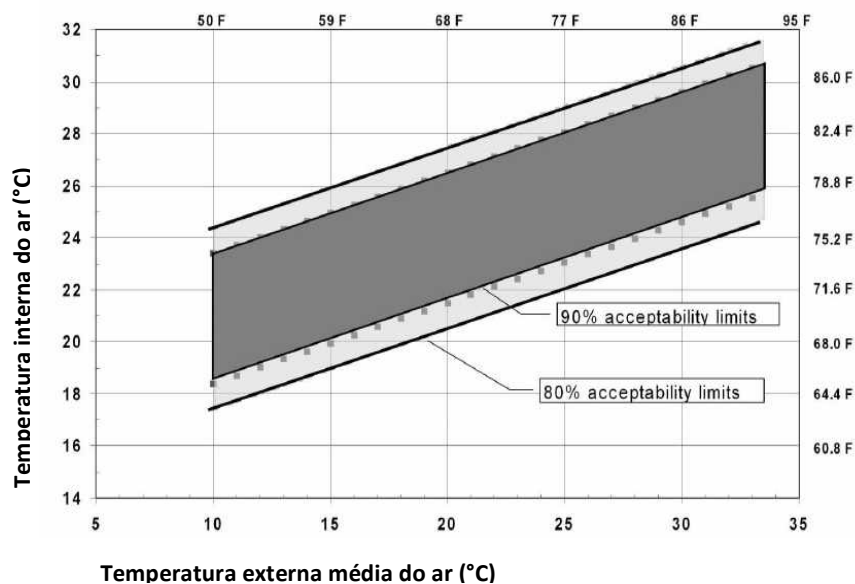
<sup>6</sup> Tradução da autora. Texto original: “that condition of mind that expresses satisfaction with the thermal environment and is assessed by subjective evaluation.” ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013, p. 3).

<sup>7</sup> Tradução da autora. Texto original: “a conscious subjective expression of an occupant’s thermal perception of the environment, commonly expressed using the categories ‘cold,’ ‘cool,’ ‘slightly cool,’ ‘neutral,’ ‘slightly warm,’ ‘warm,’ and ‘hot.’ ” ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013, p. 3).

o mesmo ambiente, concomitantemente, tenha iguais percepções sobre as condições térmicas do local.

A norma ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013) foi elaborada para avaliar o conforto térmico de ambientes em edificações, relacionando as condições em que uma fração de ocupantes considera o ambiente termicamente aceitável. Devido às variações fisiológicas e psicológicas dos indivíduos foi coletada uma base considerável de dados de laboratório e de pesquisas de campo por meio de análise estatística que permitiu verificar um intervalo aceitável de temperatura para os ocupantes dos ambientes monitorados. Essa norma estabelece ainda intervalos de temperatura interna aceitáveis, conforme a média mensal de temperatura externa de um local, considerando a aceitabilidade de até 80% pelos ocupantes do ambiente, como mostrado na Figura 2-2.

**Figura 2-2: Intervalos de temperatura interna aceitáveis para espaços condicionados naturalmente**



Fonte: ASHRAE 55, 2013.

Para utilizar estes limites estabelecidos pela norma, são necessários dados mensais de temperatura externa do local. Os limites aceitáveis de temperatura interna não podem extrapolar a temperatura externa acima e abaixo dos pontos finais das linhas. Para o uso desse gráfico, a média da temperatura externa mensal não deve ser inferior a 10 °C ou superior de 33,5 °C e não



são necessários dados sobre a umidade relativa e a velocidade do ar (ASHRAE 55, 2013). No caso do Brasil, algumas vezes, a temperatura média mensal externa pode ser superior.

Segundo Frota e Schiffer (2007), para avaliar as condições de conforto térmico o indivíduo deve estar devidamente vestido e sem problemas de saúde ou de aclimatação. Como o conforto térmico depende de variáveis climáticas e psicofisiológicas (subjetivas), segundo as autoras, os índices de conforto térmico devem agrupar condições que proporcionam respostas similares.

No que tange à formulação de índices de conforto térmico, ressalta-se as variáveis climáticas que provocam ao ocupante as sensações de conforto ou desconforto são: a temperatura do ar, a umidade relativa do ar, a temperatura radiante média e a velocidade do ar (FANGER, 1970; LAMBERTS et al., 2016; XAVIER, 2000). Tendo em vista que este trabalho propõe a utilização dos índices comumente aplicados para analisar o conforto térmico em construções rurais, destaca-se que essas variáveis climáticas são as mesmas aplicadas para ambientes de produção animal (BAÊTA; SOUZA, 2010; BARNABÉ et al., 2015; TINÔCO et al., 2007).

As variáveis psicofisiológicas são aquelas de caráter subjetivo ao usuário como a atividade desempenhada pelo ocupante do espaço e o vestuário utilizado (ASHRAE 55, 2013; FANGER, 1970; KOENIGSBERGER, 1977). Ademais, cabe mencionar que alguns estudos correlacionam também ao conforto térmico o sexo dos usuários (BARBIERO, 2004; FANGER, 1970; MCNALL et al., 1967; NEVINS et al., 1966; KARJALAINEN, 2012).

Dessa maneira, as exigências humanas de conforto térmico humano estão relacionadas ao funcionamento do organismo no que diz respeito ao fluxo de calor que ele absorve e que perde para o ambiente por meio das trocas térmicas. Em razão disso, a sensação de conforto depende das variáveis climáticas e psicofisiológicas, em que fatores subjetivos interferem nessa resposta, seja pela temperatura do ar, temperatura radiante média, umidade relativa e velocidade do ar. Por conseguinte, a sensação de bem-estar é necessária para que o sujeito desenvolva normalmente suas atividades sem acionar, de modo perceptível, seus mecanismos de defesa contra o calor ou contra o frio (FROTA; SCHIFFER, 2007; LAMBERTS et al., 2016).

Em suma, o desconforto térmico é, com frequência, uma das maiores reclamações dos usuários, dentre os fatores que compõem o conforto ambiental. Frota e Schiffer (2007) descrevem que os primeiros trabalhos desenvolvidos em 1916, pela Comissão Americana de Ventilação, ratificaram que, para trabalhos físicos, o aumento da temperatura de 20°C para 24°C

diminui o rendimento em 15% e a 30°C de temperatura ambiente com umidade de 80% o rendimento cai 28%.

### **2.3 Conforto térmico animal**

Assim como para as construções com o foco no ser humano, na área de zootecnia, medicina veterinária e engenharia agrícola, estudos sobre o aspecto do clima são realizados na expectativa de se obter condições satisfatórias, no meio em que habitam os animais, de modo que, permita o conforto e favoreça o bom desempenho na produção para fins de comercialização dos mesmos.

Segundo Baêta e Souza (2010), a caracterização do ambiente térmico animal abarca as implicações da temperatura, da umidade, da radiação e do vento, podendo ser percebida a partir de uma variável única, denominada de temperatura. Nesse sentido, verifica-se as mesmas variáveis climáticas que avaliam o conforto térmico humano, sendo possível inferir a relação de pesquisas científicas dos índices de conforto térmico que incorporam essas variáveis climáticas.

Os principais animais de produção de leite, carne, lã, ovos, leite e ovos, são homeotérmicos, assim como o ser humano. Mesmo quando a temperatura ambiente tenha variações consideráveis, sabe-se que animais como o porco, o boi, o frango e a ovelha, por exemplo, mantêm a temperatura corporal dentro de certos limites relativamente curtos ou estreitos. Para que essa constância na temperatura corpórea desses animais aconteça, é preciso que haja variações comportamentais, fisiológicas e metabólicas, fazendo com que em dado momento se produza calor quando a temperatura diminui ou perde calor para o meio, diminuindo a temperatura corpórea quando há estresse térmico (BAÊTA; SOUZA, 2010; SANTOS et al., 2009).

Segundo Santos et al. (2009), um ambiente térmico é aceito como confortável quando não acontece qualquer desperdício de energia pelo animal, seja para contrabalançar o frio ou para ativar seu sistema de dissipação do excesso de calor corporal.

A zona de conforto térmico é subordinada de múltiplos fatores, conforme Baêta e Souza (2010), sendo alguns ligados ao animal, como peso, idade, estado fisiológico, tamanho do grupo, nível de alimentação, genética e outros ligados ao ambiente como a temperatura, a velocidade do vento, a umidade relativa do ar e o tipo de materiais da envoltória.

Dentro de uma instalação animal (ambiente em que vive o animal), a primeira condição de conforto térmico é que o balanço térmico seja nulo. Dessa maneira, o calor produzido pelo organismo animal acrescentado ao calor perdido pelos animais por meio da radiação, da convecção, da condução, da evaporação e do calor contido nas substâncias eliminadas conduzam à neutralidade (BAÊTA; SOUZA, 2010).

Contudo, o animal carecerá de ajustes fisiológicos para conservar a temperatura corporal constante. Se a temperatura ambiente estiver inferior da temperatura de conforto, o animal necessitará produzir calor corporal, no chamado processo de termogênese. Agora, se a temperatura ambiente for superior à zona de conforto térmico, inicia-se a termólise, quando o animal necessitará perder calor para o ambiente. Nas duas situações, irão empregar a energia de manutenção para provocar ou dissipar calor, reduzindo a energia que deveria ser empregada para a produção e/ou reprodução (BAÊTA; SOUZA, 2010; SOUZA et al., 2010).

Um dos pontos relevantes são os mecanismos de troca de calor que acontecem tanto nas trocas secas ou úmidas. As trocas de calor que abrangem alterações de temperatura são denominadas trocas secas, já as trocas úmidas são concernentes às trocas térmicas que envolvem a água. Os mecanismos de trocas secas estão denominados em três categorias: a convecção, a radiação e a condução. O mecanismo de troca de calor úmida é categorizado como evaporação (FROTA; SCHIFFER, 2007).

A convecção acontece quando há intercâmbio de calor entre dois corpos, sendo um deles sólido e o outro um fluido (gás ou líquido). Na convecção, as trocas de calor podem ser auxiliadas pela velocidade do ar. Nessas situações, ainda que o movimento do ar seja por meio do vento ou de qualquer outra causa natural, o mecanismo de troca entre a superfície e o ar é tratada como convecção forçada (INCROPERA et al., 2008).

Quando a convecção acontece em situação de superfície horizontal, a orientação do fluxo cumpre um relevante papel. Se o fluxo é ascendente, coincide com o sentido do fluxo com o deslocamento natural ascendente das massas de ar aquecidas. Assim sendo, a remoção de calor por movimento próprio do fluido (gás ou líquido), próximo da superfície aquecida, caracteriza o processo de convecção livre ou natural (BAÊTA; SOUZA, 2010).

Nããs (1989) conceitua radiação como mecanismo de troca de calor entre dois corpos por meio da natureza eletromagnética que diferencia a onda de calor, e onde não tem necessidade de meio para propagação, ocorrendo até mesmo no vácuo. Essa definição está em consonância com Frota e Schiffer (2007), que descrevem a radiação como:

(...) mecanismo de troca de calor entre dois corpos — que guardam entre si uma distância qualquer — através de sua capacidade de emitir e de absorver energia térmica. Esse mecanismo de troca é consequência da natureza eletromagnética da energia, que, ao ser absorvida, provoca efeitos térmicos, o que permite sua transmissão sem necessidade de meio para propagação, ocorrendo mesmo no vácuo (FROTA; SCHIFFER, 2007, p. 33).

A condução é a troca de calor entre dois corpos que se aproximam ou ainda partes do corpo que estejam em temperaturas desiguais. Segundo Nãas (1989) e Baêta e Souza (2010), quando do andamento ou fluxo de calor condutivo que acontece no corpo, uma molécula quente do corpo considerado choca-se com uma outra molécula vizinha que está mais fria, ela acaba transferindo um pouco de sua energia cinética para a molécula outrora fria e fazendo com que, se tenha maior equilíbrio. Portanto, pode-se notar a condução como mecanismo de troca de energia térmica entre dois corpos, assim como entre partes de um mesmo corpo, por meio de energia cinética da circulação de elétrons livres. Para tanto, é necessário o contato direto entre as moléculas dos corpos ou superfície nela compreendida.

Por fim, a evaporação é troca térmica úmida derivada da alteração do estado líquido para o estado gasoso. Para que a água seja evaporada, chegando ao estado de vapor, carece de um certo dispêndio de energia. Ao descrever esse fenômeno em animais, Almeida (2011) afirma:

(...) a evaporação é a troca de calor através da mudança de estado da água de líquido para gasoso, logo este processo também é carreador de calor para fora do corpo do animal. Deste modo, o ar inspirado, em contato com a umidade dos alvéolos pulmonares e das paredes dos condutos respiratórios, acarreta a sua evaporação, e como o ar expelido é quase saturado de vapor d' água, contribui para que haja uma perda de calor. Quando a capacidade do aparelho termorregulador não é suficiente para evitar a elevação da temperatura corporal, o animal tende a acelerar seu ritmo respiratório. (ALMEIDA, 2011, p. 24).

Considerando os aspectos apontados sobre a relação do conforto térmico animal, Abreu et al. (2011) salienta a importância de estudos dos efeitos do ambiente no desempenho dos animais e a necessidade de expressar em termos numéricos o conforto dos mesmos. Os autores expressam ainda, a relevância de se construir instalações rurais adequadas ao clima local a as exigências de cada espécie de animal. Dessa maneira, ressalta-se os índices de conforto mais usados pelos autores da área, o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) e a

Carga Térmica Radiante (CTR), a partir dos dados climáticos do ambiente térmico, também considerados nos estudos do conforto térmico humano: a temperatura de bulbo seco ( $T_{BS}$ ), a umidade do ar ( $\varphi$ ), a velocidade do ar ( $V_{ar}$ ) e a temperatura radiante recebida das superfícies vizinhas, ou também denominada, temperatura radiante média ( $\bar{T}_r$ ) (ABREU et al., 2011; DIKMEN; HANSEN, 2009).

## **2.4 Variáveis climáticas de conforto térmico**

As variáveis climáticas de conforto são parâmetros que podem indicar a sensação térmica dos indivíduos, tanto de animais como de humanos: a Temperatura de Bulbo Seco ( $T_{BS}$ ), a umidade relativa do ar ( $\varphi$ ), Temperatura Radiante Média ( $\bar{T}_r$ ) e Velocidade do Ar ( $V_{ar}$ ).

### **2.4.1 Temperatura de bulbo seco ( $T_{BS}$ )**

A temperatura do ar ou Temperatura de Bulbo Seco ( $T_{BS}$ ) é considerada a principal variável do conforto térmico. É expressa em graus Celsius ( $^{\circ}C$ ), graus Fahrenheit ( $^{\circ}F$ ) ou Kelvin ( $K$ ), sendo o primeiro o mais utilizado no Brasil.

A variação da  $T_{BS}$  nos ambientes pode causar desconforto térmico corporal. Dessa forma, o entendimento dos níveis de temperatura em uma região é importante para implantação de edificações. Segundo Ferreira (2016), a temperatura do ar tem influência sobre a troca de calor por convecção entre os indivíduos e o ambiente a sua volta.

Rivero (1986) explica que a temperatura do ar é consequência de um complexo balanço energético. No ambiente externo, a energia proveniente do sol passa pela atmosfera, camada que serve de filtro protetor. Segundo o autor, parte dessa energia é refletida (de volta para o universo) pelas nuvens e uma outra porção é absorvida e, posteriormente, é difundida para a terra. Essa energia dispersada pela abóbada celeste e a energia que entra direto atingindo a superfície terrestre que determinará a transmissão do calor por condução e as perdas por evaporação, convecção e radiação.

De acordo com Lamberts, Dutra e Pereira (2014), a temperatura do ar é consequência direta dos raios solares: eles aquecem o solo e, por convecção, o ar é aquecido, determinando a troca de calor por convecção entre os usuários e o ambiente.

Conforme Araújo (2001), no ambiente interno, a temperatura do ar em espaços pouco ventilados aumenta geralmente do piso para o teto e, se esta variação for elevada, pode acontecer desconforto com sensação de calor ao nível superior do corpo e de frio ao nível inferior, embora o corpo, como um todo, esteja em neutralidade térmica.

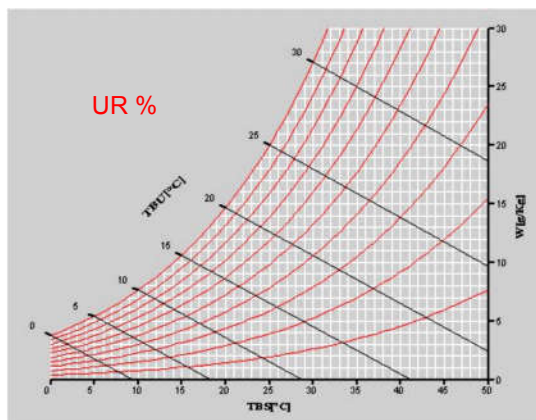
#### 2.4.2 Umidade do ar ( $\phi$ )

A umidade do ar está relacionada ao vapor de água contido no ar. Conforme Ferreira (2016) a umidade:

(...) pode ser dada por meio da umidade absoluta do ar ou pela pressão parcial de vapor de água. A umidade absoluta do ar é a quantidade de água contida em um volume de ar do ambiente. E a pressão parcial de vapor de água é a pressão que o vapor de água poderia exercer se ocupasse sozinho todo o volume ocupado pelo ar úmido, à mesma temperatura. Já a umidade absoluta do ar saturado será a quantidade máxima de água que o ar é capaz de conter a uma dada temperatura. A relação entre a umidade absoluta e a umidade absoluta do ar saturado resulta na umidade relativa, dada geralmente sob a forma de percentual. A variável umidade terá influência sobre a evaporação do suor na pele do corpo humano (FERREIRA, 2016, p. 43).

Para determinar a umidade do ar, utiliza-se um psicrômetro, que mede a Temperatura de Bulbo Seco ( $T_{BS}$ ) e a Temperatura de Bulbo Úmido ( $T_{BU}$ ). Com essas duas leituras obtêm-se o valor da umidade relativa do ar, utilizando a carta psicrométrica, conforme mostrado na Figura 2-3 (ISO 7726, 1998).

**Figura 2-3: Carta psicrométrica**



Fonte: UFSC, 2012.

Assim, a umidade do ar está relacionada com as condições de temperatura do ar e exerce influência no conforto térmico dos indivíduos. Num país com porção significativa de clima tropical como o Brasil, o excesso de umidade gera certo desconforto nos indivíduos, devido à saturação do ar, que impede a evaporação do suor, aumentando a sensação de calor. A baixa umidade, por outro lado, resseca as mucosas nasais e, às vezes, dificulta a respiração (PERÉN, 2006).

Em relação à umidade relativa, segundo Kroemer e Grandjean (2005), esta deve compreender entre 40 e 50% de forma a assegurar o conforto dos seus ocupantes em ambientes interiores.

### 2.4.3 Temperatura radiante média ( $\bar{T}_r$ )

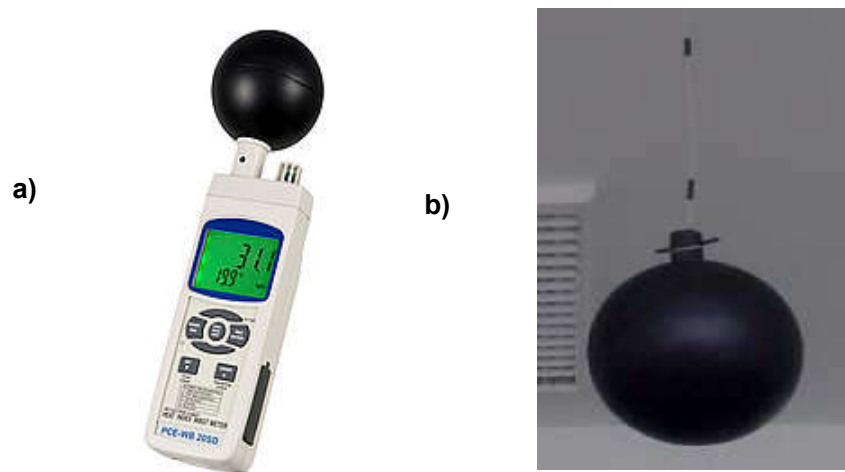
A temperatura radiante média ( $\bar{T}_r$ ) é a temperatura uniforme de um ambiente imaginário, no qual a transferência de calor radiante do corpo humano é igual à transferência de calor radiante no ambiente real não uniforme (ASHRAE, 2013).

A  $\bar{T}_r$  incorpora a Temperatura de Globo Negro ( $T_{GN}$ ) que agrupa os efeitos combinados de temperatura do ar, temperatura radiante média e velocidade do ar (BOND; KELLY, 1955). A  $T_{GN}$  é medida com o termômetro de globo negro a partir de uma esfera oca de cobre, com diâmetro de 15 cm, pintada externamente com duas camadas de tinta preta fosca. A temperatura é fornecida por um sensor colocado no centro interno da esfera. A  $\bar{T}_r$  é expressa na temperatura radiante média em Kelvin (K) e sua equação será apresentada posteriormente ao longo desta tese.

As leituras obtidas pelo termômetro de globo negro fornecem parâmetros para as determinações dos índices de conforto térmico: o Índice Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), a Carga Térmica Radiante (CTR) e o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG).

No ambiente interno, a temperatura de globo negro pode ser coletada com equipamento específico, conforme apresentado na Figura 2-4 (a), ou por meio de um globo negro conectado por cabo termistor a um *data logger* como mostrado na Figura 2-4 (b).

**Figura 2-4: (a) - Medidor de Stress Térmico, (b) - Globo Negro**



Fonte: GOMES, 2010.

Cabe sinalizar que as estações meteorológicas distribuídas no país não coletam a  $T_{GN}$  (ABREU et al., 2011). Dessa forma, é possível fazer a coleta na área externa por meio de um globo negro ligado à um cabo termistor e conectado a um *data logger* que armazenará os dados como retratado na Figura 2-5 (a, b) e apresentada na pesquisa de Gomes (2010).

**Figura 2-5: (a) - Globo negro externo e estação meteorológica.  
(b) - equipamento de coleta de dados da estação meteorológica.**



Fonte: GOMES, 2010.



#### **2.4.4 Velocidade do ar ( $V_{ar}$ )**

Em ambientes térmicos, a velocidade do ar ( $V_{ar}$ ) é considerada a magnitude do vetor velocidade do fluxo de ar no ponto de medição, e deve ser levada em consideração nos estudos de conforto térmico devido à sua participação na transferência de calor por convecção e por evaporação na posição da pessoa.

No caso de ambientes térmicos a velocidade do ar refere-se apenas à resultante, ou seja, sua velocidade omnidirecional. A velocidade do ar é uma média da velocidade do ar instantânea em um dado intervalo de tempo. A velocidade do ar irá interferir nos processos de convecção de calor e evaporação (convecção de massa) (FERREIRA, 2016, p. 43).

Os tipos de equipamentos mais comuns para a medição da velocidade do ar são os anemômetros de fio quente, direcionais, e os anemômetros de esfera aquecida, omnidirecionais, sendo expressa em metro por segundo (m/s).

A velocidade do ar em ambientes internos costuma ter valores abaixo de 1m/s, conforme ressalta Araújo (2001) e acontece sem a ação direta do vento. A convecção natural ocorre devido à diferença de temperatura no ambiente, onde o ar quente menos denso sobe e o ar frio mais denso desce. A evaporação do corpo humano cresce com o deslocamento do ar retirando a água em contato com a pele e reduzindo a sensação de calor (MOURA; XAVIER, 2012; XAVIER, 2000).

A norma ISO 7730 (ISO, 2005) recomenda para espaço similar a sala de aula um limite de velocidade do ar de 0,19m/s no Verão e 0,16m/s no Inverno. Por outro lado, Kroemer e Grandjean (2005) referem que, em geral, pessoas sentadas consideram desagradáveis movimentações de ar superiores a 0,2 m/s, podendo também ser manifestado desconforto com 0,1 m/s quando se realiza um trabalho de precisão durante longos períodos de tempo. Para os mesmos autores, ao contrário, trabalhos realizados em pé, principalmente com grande atividade física, as movimentações do ar de até 0,5 m/s são suportadas sem qualquer incômodo.

### **2.5 Índices de conforto térmico**

Os índices de conforto térmico são os indicadores que sinalizam a sensação de conforto que são calculados a partir das variáveis climáticas, também denominados parâmetros ambientais.

Os índices de conforto térmico integram as variáveis do microclima de um dado volume de ar às respostas de adaptação humana, em condições de repouso ou no exercício de atividades variadas, de maneira a identificar condições psicrométricas de conforto e/ou desconforto higrotérmico para uma população aclimatada (PEREIRA; ASSIS, 2010, p. 33).

Conforme Ferreira (2016) os índices de conforto térmico são estudados para predizer de maneira simplificada o conforto térmico em um ambiente, a fim de estimar a sensação térmica dos indivíduos, considerando o efeito combinado dos fatores ambientais nas respostas fisiológicas do organismo.

A norma ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013) determina que pela temperatura operativa a porcentagem de aceitabilidade térmica é de 80%, sendo considerado 10% de insatisfação geral (corpo todo) e 10% de desconforto local.

Nesta tese, os índices analisados e discutidos são: a Carga Térmica Radiante (CTR), o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), e o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG), por isso, serão apresentados adiante de maneira particular.

Em síntese, com o foco na proposta desta pesquisa, ressalta-se: a temperatura radiante média, calculada a partir da  $T_{GN}$ ,  $T_{BS}$  e  $V_{ar}$ , é utilizada para determinação do índice de Carga Térmica Radiante (CTR). Já o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) tem como variáveis a Temperatura de Globo Negro ( $T_{GN}$ ) e Temperatura de Bulbo Úmido ( $T_{BU}$ ). Outro índice também apresentado nesta tese é o IBUTG, calculado por meio da  $T_{GN}$  e da  $T_{BU}$ .

### **2.5.1 Carga Térmica Radiante (CTR)**

Segundo Esmay (1982), a Carga Térmica Radiante (CTR), expressa a radiação total que incide sobre o globo negro proveniente do ambiente ao seu redor. A CTR é um índice de conforto térmico bastante empregado para as análises de ambiência climática para as instalações de uso animal (ABREU et al., 2011; BARNABÉ et al., 2015; SANTOS et al., 2009).

O cálculo da CTR é realizado em função da temperatura radiante média ( $\bar{T}_r$ ), por meio da expressão de *Stefan-Boltzmann*, dada pela equação 2.1,

$$CTR = \sigma \bar{T}_r^4 \quad (2.1)$$

onde, CTR é a carga térmica radiante ( $W m^{-2}$ );  $\sigma$  é a constante de *Stefan-Boltzmann*, ( $5,67 \times 10^{-8} W m^{-2} K^{-4}$ );  $\bar{T}_r$  é a temperatura radiante média (K).

Desse modo, a temperatura radiante média pode ser definida como uma temperatura que representa a transferência de calor por radiação das superfícies circundantes do ambiente para as pessoas. Sendo determinada em função da temperatura de globo negro, temperatura do ar e da velocidade do ar. Para se obter a temperatura radiante média o equipamento mais usado é o termômetro de globo negro (XAVIER, 2000).

A  $\bar{T}_r$  pode ser determinada pela equação 2.2,

$$\bar{T}_r = 100 \left[ 2,51 \sqrt{V_{ar}} (T_{GN} - T_{BS}) + \left( \frac{T_{GN}}{100} \right)^4 \right]^{1/4} \quad (2.2)$$

onde,  $V_{ar}$  é a velocidade do ar (m/s);  $T_{GN}$  é a temperatura de globo negro (K);  $T_{BS}$  é a temperatura de bulbo seco (K).

### 2.5.2 Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU)

Buffington et al. (1981), desenvolveu o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), denominado *Black Globe Humidity Index* (BGHI). O ITGU é considerado o mais adequado para representar as condições de conforto térmico em regiões quentes, por incorporar a temperatura de bulbo seco, umidade relativa na forma de  $T_{GN}$  e a radiação na forma de temperatura de globo negro, em um único valor e comumente utilizados para avaliar o conforto térmico em ambiência rural de modo a acompanhar a relação desempenho e produtividade dos animais (BAÊTA; SOUZA, 2010; BUFFINGTON et al., 1981). Segundo Esmay (1982), o ITGU é um indicador de conforto que inclui a carga de calor radiante em condições de clima quente. Dessa forma, o ITGU é calculado pela equação (2.3),

$$ITGU = 0,72 (T_{GN} + T_{BU}) + 40,6 \quad (2.3)$$

onde  $T_{GN}$  é a temperatura de globo negro ( $^{\circ}C$ );  $T_{BU}$  é a temperatura de bulbo úmido ( $^{\circ}C$ ); ITGU é o índice de temperatura de globo negro e umidade (adimensional).

Quanto ao ITGU, como índice de conforto térmico utilizado para instalações de produção animal, Baêta e Souza (2010), citam que as seguintes faixas de ITGU para os bovinos: até 74 indica condição de conforto; entre 75 e 78 a situação é de alerta; 79 a 84 caracteriza perigo e, acima de 84, depara-se com situação de emergência.

Segundo pesquisa realizada por Turco (1997) para os suínos em terminação, o limite superior de conforto térmico em relação ao ITGU é igual a 72. Considerando que suíno é um animal homeotermo, assim como o ser humano, e, por isso, tem a capacidade de manter a temperatura do núcleo corporal dentro de limites relativamente estreitos mesmo que a temperatura ambiental flutue, o animal tende a gastar energia para manter sua homeotermia quando este é submetido às temperaturas que lhe causam desconforto térmico (BAÊTA; SOUZA, 2010; QUINIOUN et al., 2006; TOLON et al., 2010). Já para as aves Medeiros et al. (2005) encontrou um intervalo de 69 a 77 de ITGU para o conforto e maior produtividade desses animais.

Na pesquisa de Gomes (2010), avaliou-se o conforto térmico em salas de aula, e foi proposta uma metodologia de avaliação baseada em um dia típico de verão. Nesse sentido, o ITGU foi sinalizado como uma possibilidade de inserção como índice de conforto pela primeira vez, mas conduzido, sem a proposição de uma faixa de conforto e durante um período bastante limitado do verão. Assim, a partir do cálculo de ITGU alcançou valor médio de 78, sendo que, aproximadamente 69 % dos ocupantes consideraram o ambiente entre quente e muito quente. Portanto, percebe-se que o valor para a condição de conforto para o ser humano pode situar em faixa inferior a este valor.

### **2.5.3 Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG)**

O Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) foi usado pela primeira vez na década de 1950, com o objetivo de ser elemento de uma campanha bem sucedida para controlar surtos graves de doenças provocadas pelo calor em campos de treinamento do Exército dos Estados Unidos e dos Fuzileiros Navais (BUDD, 2008).

Segundo D'ambrosio Alfano et al. (2014), o IBUTG foi introduzido por Yaglou e Minard (1957) e implementado pela norma ISO 7243 (ISO, 1989) como uma ferramenta para

a avaliação dos ambientes térmicos quentes. Dessa maneira, D'ambrosio Alfano et al. (2014) sinaliza como um momento oportuno de análise atual do IBUTG em consequência do processo de revisão da norma ISO 7243.

Atualmente no Brasil, segundo LAMBERTS et al. (2016), não existem normas específicas para a avaliação de conforto térmico. As normas que apontam sobre a questão do conforto térmico são a Norma Regulamentadora nº 15 (BRASIL, 1990a) e a Norma Regulamentadora nº 17 (BRASIL, 1990b) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). A aplicação do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) está fundamentada em atender aos requisitos exigidos pela Norma Regulamentadora nº 15 (BRASIL, 1990a) e pela Norma de Higiene Ocupacional, NHO-06 (FUNDACENTRO, 2002), que determinam os limites de exposição máxima.

O IBUTG foi desenvolvido com a finalidade de avaliar a situação de sobrecarga no trabalho. Conforme a norma de Higiene Ocupacional NHO-06 (FUNDACENTRO, 2002) para a determinação do IBUTG é necessário os seguintes instrumentos: o termômetro de globo, o termômetro de bulbo úmido e o termômetro de bulbo seco.

A Norma Regulamentadora nº 15 (BRASIL, 1990a) se baseia no Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG), para definir os limites de tolerância de exposição ao calor. No caso das atividades escolares, são consideradas como trabalho contínuo. Em consonância com os valores de referência da norma para as atividades consideradas leves, onde o IBUTG pode atingir até 30°C, por isso, ao ultrapassar esse valor, o ambiente será considerado insalubre.

A Norma Regulamentadora NR 17 (NR 17, 1990) foi elaborada pelo Ministério do Trabalho com a finalidade de promover segurança e saúde do trabalho na empresa, apresentando as condições desconforto térmico em espaços internos a partir da definição de limites de temperatura efetiva e de velocidade do ar resumidos em três subitens: a) a temperatura efetiva do espaço deve estar entre 20°C e 23°C (vinte e três graus Celsius); b) a velocidade do ar não deve ser superior a 0,75m/s, e c) a umidade relativa do ar não deve ser inferior a 40 (quarenta) por cento. (LAMBERTS et al., 2016, p. 66).

Segundo a Norma Regulamentadora nº 15 (BRASIL, 1990a), o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) é definido pelas equações (2.4 e 2.5) que seguem,

ambientes internos ou externos sem carga solar:

$$\text{IBUTG} = 0,7 T_{\text{BU}} + 0,3 T_{\text{GN}} \quad (2.4)$$

ambientes externos com carga solar:

$$IBUTG = 0,7 T_{BU} + 0,1 T_{BS} + 0,2 T_{GN} \quad (2.5)$$

onde,  $T_{BU}$  é temperatura de bulbo úmido ( $^{\circ}C$ );  $T_{GN}$  é a temperatura de globo negro ( $^{\circ}C$ );  $T_{BS}$  é a temperatura de bulbo seco ( $^{\circ}C$ ). Dessa maneira, o IBUTG é definido como a média ponderada no tempo dos diversos valores de IBUTG medidos em um intervalo de 60 minutos corridos.

Segundo a Norma Regulamentadora nº 15 (BRASIL, 1990a), sinaliza-se que as medições devem ser efetuadas no local de permanência da atividade, à altura da região do corpo mais atingida. Em função do índice obtido, o regime de trabalho intermitente é definido conforme mostrado no Quadro 2-1.

**Quadro 2-1: Limites de tolerância para exposição ao calor, em regime de trabalho intermitente com descanso no próprio local de trabalho (por hora) e tipo de atividade**

REGIME DE TRABALHO INTERMITENTE COM DESCANSO NO PRÓPRIO LOCAL DE TRABALHO (por horas)	TIPO DE ATIVIDADE		
	LEVE	MODERADA	PESADA
Trabalho contínuo	Até 30,0	Até 26,7	Até 25,00
45 minutos trabalho 15 minutos descanso	30,1 a 30,5	26,8 a 28,0	25,1 e 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

Fonte: NR 15 (BRASIL, 1990a).

Segundo a Norma Regulamentadora nº 15 (BRASIL, 1990a), determina-se também o tipo de atividade (Leve, Moderada ou Pesada) que segue apresentada no Quadro 2-2.

**Quadro 2-2: Tipos de atividades em regime de trabalho intermitente com descanso no próprio local de trabalho**

<b>TIPO DE ATIVIDADE</b>
<b>SENTADO EM REPOUSO</b>
<p><b>TRABALHO LEVE</b>            Sentado, movimentos moderados com braços e tronco (ex.: datilografia).            Sentado, movimentos moderados com braços e pernas (ex.: dirigir).            De pé, trabalho leve, em máquina ou bancada, principalmente com os braços.</p>
<p><b>TRABALHO MODERADO</b>            Sentado, movimentos vigorosos com braços e pernas.            De pé, trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação.            De pé, trabalho moderado em máquina ou bancada, com alguma movimentação.            Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar.</p>
<p><b>TRABALHO PESADO</b>            Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos (ex.: remoção com pá).            Trabalho fatigante</p>

Fonte: NR 15 (BRASIL, 1990a). (adaptado).

De acordo com Budd (2008), o IBUTG apresenta limitação na aplicação, sendo que uma delas é em relação às medições, frequentemente, realizadas com equipamentos com calibração insatisfatória. Outra limitação apontada pelo autor é a interpretação dos níveis de IBUTG observados, que deveria ter uma avaliação cuidadosa da atividade das pessoas e das vestimentas, as quais podem interferir nos resultados. Assim, tais limitações podem fornecer apenas um guia geral para a probabilidade de efeitos adversos do calor.

Para D'ambrosio Alfano et al. (2014), a pesquisa sobre índices para a avaliação do estresse térmico nos locais de trabalho, ainda é, um tema que demanda pesquisas, contudo já se tenha estudos realizados (LEE, 1980; PARSONS, 2006; D'AMBROSIO ALFANO et al., 2011).

Em síntese, de acordo com D'ambrosio Alfano et al. (2014), sessenta anos após a primeira formulação do IBUTG, o índice não mudou apesar de suas inconsistências. Os autores destacam a falta de relacionar os intervalos de conforto com o clima local. E apresentam a demanda, de que é necessário avançar nessas pesquisas, principalmente de pessoa executando atividades em condições de muito calor, pois no geral a IBUTG não tem apresentado respostas compatíveis.

Desse modo, verifica-se a necessidade da formulação de índices que podem responder com maior precisão a satisfação dos usuários nos ambientes reais de uso.

## 2.6 Estudos de conforto térmico em ambientes laboratoriais e reais

As pesquisas sobre o conforto térmico se dividem em dois grupos, segundo Pinto (2011). O primeiro grupo desenvolve pesquisas em câmaras climatizadas (ambientes laboratoriais) que são realizadas no interior de ambientes controlados pelos pesquisadores. O segundo grupo realiza pesquisas de campo nas quais os pesquisadores não interferem nas variáveis climáticas, pessoais e subjetivas, não determinando as atividades a serem realizadas e nem as roupas a serem usadas (ambientes reais).

Segundo Lamberts et al. (2016), as pesquisas em câmaras climatizadas (ambientes laboratoriais) são aquelas realizadas:

(...) no interior de um ambiente totalmente controlados pelo pesquisador, onde tanto as variáveis ambientais, como as variáveis pessoais ou subjetivas, podem ser manipuladas a fim de se encontrar a melhor combinação possível entre elas, resultando em uma situação confortável (LAMBERTS et al., 2016, p. 9).

Fanger (1970), por meio de estudos realizados em câmaras climatizadas, enunciou sua teoria atinente à determinação da sensação de conforto térmico denominada como modelo do PMV (voto médio estimado) / PPD (porcentagem de pessoas insatisfeitas).

Além disso, aponta-se que os estudos em ambiente laboratorial não apresentam uma fiel reprodução do ambiente real (XAVIER, 2000). A precisão dos valores tabelados para as variáveis pessoais – atividade e vestimentas – nem sempre é a desejável, assim como os pressupostos inseridos são de validade restrita às condições específicas em que o estudo foi elaborado, por essa razão pode ser questionável seu uso generalizado. Diferentemente, a pesquisa *in loco* ocorre por meio da observação e análise das pessoas em seus ambientes reais, realizando suas atividades e com suas roupas usuais, onde as pessoas são questionadas em relação ao ambiente térmico.

Segundo Lamberts et al. (2016), as pesquisas de campo (ambientes reais):

Nestas pesquisas de campo o pesquisador não interfere nas variáveis ambientais e pessoais, e as pessoas expressam suas sensações e preferências térmicas de acordo com escalas apropriadas (LAMBERTS et al., 2016, p. 10).



Sob esse aspecto, Humphreys (1976) estudou resultados de pesquisas de campo já realizadas. O autor relatou sobre a temperatura que as pessoas consideram confortáveis, independentes de sexo, idade ou raça, poderiam ser determinadas com base nas temperaturas médias internas dos ambientes em que elas permaneciam, ocasionando variação de mais ou menos 1° C sobre essa temperatura média. Ainda segundo Humphreys (1976), não é possível uniformizar as temperaturas internas dos ambientes em todo o mundo, pois as variações climáticas sazonais são diversas e os índices de conforto variam em relação à temperatura média de cada região.

Humphreys (1995) realizou um estudo de campo sobre uma família e concluiu que não é necessário saber questões a respeito da fisiologia térmica dessas pessoas para confirmar seus estados de conforto térmico. Segundo as conclusões do pesquisador, é necessário saber concretamente acerca dos hábitos das pessoas e o que elas fazem para se adaptar ao meio em que habitam.

Matthews e Nicol (1995) avaliaram os aspectos atinentes à variação das atividades desenvolvidas em um ambiente de fábrica e concluíram que a temperatura de globo, aquela mais adequada, está em harmonia com os estudos de Humphreys (1976), que demonstram que 90% da variação nas temperaturas de conforto, podem ser explicadas pela variação da temperatura média externa. Embora oriundas de estudos distintos, as duas correntes de pesquisa apresentam a busca por condições que mais satisfaçam o ser humano com relação às suas sensações térmicas.

Para os interesses desta pesquisa, é possível encontrar referências nas investigações sobre o conforto térmico em salas de aula do ensino médio e do ensino superior do Politécnico de Torino na Itália realizadas por Corgnati, Filippi e Viazzo (2007). De acordo com os estudiosos, a medição e o levantamento de respostas dos alunos ocorreram no período de aulas regulares. Dessa maneira, o conjunto de medições consistiu nos dados de temperatura do ar, temperatura radiante média, umidade relativa do ar e velocidade do ar. Os autores ressaltam a importância de estudos em ambientes reais, especialmente, a investigação sobre a capacidade de adaptação das pessoas nos interiores dos espaços contrariando a metodologia de pesquisas totalmente controladas em câmaras climáticas. Com isso, evidenciam que a abordagem típica para a pesquisa de campo em ambientes reais consiste em aplicar o questionário a um grupo dos ocupantes, enquanto o investigador registra os parâmetros climáticos, argumento também defendido por De Dear (1998).

A partir da pesquisa realizada por Humphreys (2007) em vinte e seis escritórios na Europa, convém mencionar que as necessidades de conforto diferem de país para país, tornando-se inviável desenvolver um índice válido internacionalmente para avaliar ambientes de escritório por meio de um único número. O melhor índice linear construído a partir dos dados não conseguiu classificar os ambientes internos dos edifícios, conforme definido pela avaliação global dos ocupantes. Por isso, é sensato avaliar cada um dos vários aspectos (a temperatura, a umidade, a qualidade do ar) separadamente, em vez de contar apenas com um índice combinado, por exemplo, a satisfação com a velocidade do ar que, segundo o autor, importou muito mais na França e pouco Grécia. Segundo Humphreys (2007), isto ocorre provavelmente porque os diferentes grupos requerem coisas diferentes de seus ambientes internos. Esta observação sugere que o conforto ambiental é flexível, sujeito à cultura e aos modos de vida individuais e coletivos, e não completamente restrita a fisiologia.

## **2.7 Contextualização do ambiente construído das edificações escolares**

Discutir o espaço físico das escolas com a Arquitetura, o Design de Ambientes/Interiores e a Engenharia Civil é de suma importância. Entende-se que a evolução do aprendizado decorre de um conjunto de fatores de ordens políticas e pedagógicas, assim como dos arranjos físicos dos estabelecimentos escolares. Nesses ambientes, os alunos desenvolvem uma série de atividades e tarefas, permanecem ali por longos períodos, tal como num posto de trabalho, e no caso dos professores e funcionários, é, de fato, seus locais de exercícios profissionais, por isso é essencial controlar as variáveis climáticas, de forma a evitar situações que diminuam o desempenho dos estudantes (LULA; SILVA, 2002).

Em meados do século XIX, recomendações foram desenvolvidas para escolas nos EUA a partir dos trabalhos de Barnard (1851; 1854), analisados e também citados também por Graça; Kowaltowski e Petreche (2007), que ressaltam a relação entre os parâmetros ambientais e a performance escolar.

Faria Filho e Vidal (2000) descrevem com esmero como eram os locais reservados para o ensino no período colonial: um número muito pequeno de escolas régias ou de cadeiras públicas de primeiras letras, estabelecidas singularmente a partir da segunda metade do século XVIII. Os órgãos do governo colonial eram responsáveis de nomear ou reconhecer professores e “essas escolas funcionavam em espaços improvisados, como igrejas, sacristias, dependências

das Câmaras Municipais, salas de entrada de lojas maçônicas, prédios comerciais, ou na própria residência dos mestres” (FARIA FILHO; VIDAL, 2000, p. 21). Há aqui uma questão relevante: a educação era basicamente um professor ensinando um único aluno por vez, portanto, não havia demanda em torno do problema de espaço físico.

Diante disso, Faria Filho e Vidal (2000) apontam ainda para a demanda sobre o espaço abrigar a escola pública primária que veio surgir sobretudo a partir da segunda década do século XIX, em determinadas cidades da então Colônia. E, posteriormente com a chegada da Independência e início do império, em diversas províncias, quando intelectuais e políticos propugnaram um amplo debate em função do “método mútuo”. Esse debate defendia que a forma como a escola era organizada, com o professor lecionando para cada aluno individualmente, ainda que, sua classe fosse formada por múltiplos alunos, “impedia que a instrução pudesse ser generalizada para um grande número de indivíduos, tornando a escola dispendiosa e pouco eficiente” (FARIA FILHO; VIDAL, 2000, p. 22).

Ao falar sobre as transformações que se seguiram na sociedade brasileira com a chegada da República, Bencostta (2001) indica um novo modelo de educação que implicava num novo tipo de construção de prédios escolares. Tais alterações estariam sintonizadas com as novas pedagogias e propostas educacionais que se distinguiu daquela existente no período monárquico. É proposto nesse momento a construção de edifícios especiais para os grupos escolares, que trazia no urbano o ambiente privilegiado para a sua edificação, especialmente nas capitais dos estados, como também nas cidades prósperas economicamente. Como forma de propaganda política que exaltava o novo regime, a localização dos prédios escolares deveria funcionar como ponto de proeminência na urbe. A escola com uma arquitetura mais imponente e que servia como signo de um ideal republicano, um verdadeiro monumento servia como propaganda ideológica.

Porém, segundo Schuller e Magaldi (2008), existiam outros interesses dos novos donos do poder que não eram necessariamente uma ampla transformação do sistema educacional, mas se colocar como um exemplo modernizador, ao mesmo tempo afirmava que as escolas eram como “signo do atraso, da precariedade, da sujeira, da escassez e do “mofó”” (SCHULLER; MAGALDI, 2008, p. 35). Era preciso abandonar o Império e para que isso acontecesse, a proposição de mudança das estruturas físicas nas escolas eram necessárias.

Na extensa pesquisa de Dórea (2013) sobre a arquitetura escolar, aponta que em meados da década de 1930, a equipe da Divisão de Prédios e Aparelhamentos Escolares no Rio de

Janeiro prezava em elaborar projetos de edifícios escolares, de acordo com a localização e as necessidades específicas de cada edificação. Em artigo da Revista da Diretoria de Engenharia do Distrito Federal, Silva (1935) esclarece sua concepção arquitetônica para as escolas.

Sendo a construção do prédio escolar pela sua própria especialização um problema de ordem mais pedagógica do que puramente construtivo, cabe ao arquiteto a tarefa de se integrar completamente na concepção educativa social da organização escolar e pesquisar todas as exigências psicológicas e biológicas da criança, sua mentalidade, maneira de viver, de agir e de julgar as coisas; conseqüentemente concretizar em arquitetura os princípios de segurança, salubridade, expansão, flexibilidade, conveniência, aspecto arquitetônico e economia, características essenciais de eficiência de um prédio escolar (SILVA, 1935, p. 359).

Sob essa perspectiva, Barradas-Fernandes (2006, 2009) apresenta o artigo de Silva (1935)<sup>8</sup>. A autora relata que Silva (1935) compreende a importância das técnicas construtivas para o ambiente escolar e ressalta que os problemas relativos a conforto térmico, acústico e iluminação eram identificados e solucionados, ainda como, menciona sobre à salubridade, à higiene, e à economia.

Dórea (2013) indica que o educador Anísio Teixeira demonstrara preocupação no que tange ao planejamento de edificações escolares interagindo arquitetura e educação. Segundo a autora, em suas três gestões na área da educação pública: na Bahia (1924-1928), no Distrito Federal (Rio de Janeiro, 1931-1935) e como secretário de Educação e Saúde do Estado da Bahia (1947-1951) prezava por instalações adequadas e que comunicavam a educação. Anísio Teixeira, assim como Francisco Campos, Fernando de Azevedo, Almeida Junior e Lourenço Filho, são os grandes representantes da “Escola Nova”. Os escolanovistas que expressavam a defesa da democracia, da laicidade, gratuidade e obrigatoriedade, também estavam sintonizados com as questões relacionadas ao espaço escolar.

---

<sup>8</sup> Enéas Silva, engenheiro-arquiteto, projetou e inaugurou diversas escolas caracterizadas pelo ensino integral. Em seu trabalho na Secretaria Municipal de Educação, na gestão de Anísio Teixeira, destacou-se como o vencedor do concurso para do Liceu de Artes e Ofício e a Escola Orsina da Fonseca, na década de 1950. Alguns de seus projetos foram publicados em revistas estrangeiras que discutiam sobre o tema Construção Escolar (BARRADAS-FERNANDES, 2006, p.84).

Conforme Faria Filho e Vidal (2000), Fernando de Azevedo<sup>9</sup> almejava uma maior integração de ordem estética, cultural e ideológica nos prédios escolares, defendia uma arquitetura escolar de estilo “neocolonial”, pois acreditava que os edifícios escolares necessitariam expressar a brasilidade, de forma a aumentar nos estudantes o patriotismo e a nacionalidade.

Os princípios que deveriam reger as edificações pautavam-se em necessidades pedagógicas (iluminação e ventilação adequadas, salas de jogos, pátios de recreação, instalações sanitárias etc.), estéticas (promoção do gosto pelo belo e pelo artístico), e nacionalizantes (constituição do sentido de brasilidade, pela retomada de valores arquitetônicos coloniais e pelo culto às nossas tradições). O ambiente, segundo o reformador, deveria ser educativo, ou seja, alegre, agradável, pitoresco e com paisagem envolvente (FARIA FILHO; VIDAL, 2000, p. 28).

Anísio Teixeira, ao comandar a partir de outubro de 1931 a Diretoria Geral de Instrução Pública do Distrito Federal promoveu uma ampla discussão sobre o tema das edificações escolares, afirma Dórea (2013).

Propõe-se novos modelos de escola: um modelo Mínimo, que contava com 3 classes; um Nuclear, com 12 classes (basicamente proposto à instrução); um tipo Platoon<sup>10</sup>, com 12, 16 e 25 salas de aula, que agrupava as novas funções pedagógicas em uma mesma escola e; por fim, o Parque escolar ou Playground, que deveria operar conjugado com os outros tipos de escola, “aliando aspectos da instrução à educação propriamente dita” (DÓREA, 2013, p. 168).

Em sua jornada nos anos de 1920 para conhecer o sistema de ensino americano, Anísio Teixeira ficara impressionado com aquele tipo de arquitetura escolar, que criava uma estrutura onde os estudantes não teriam salas fixas, mas circulariam entre as salas a partir de um horário predeterminado, com base em seus próprios interesses. Esse tipo de modelo é fruto da filosofia

---

<sup>9</sup> Fernando de Azevedo foi professor do Curso de Aperfeiçoamento do Instituto Pedagógico de São Paulo e redator do jornal O Estado de São Paulo (VIDAL, 2013).

<sup>10</sup> A proposta do Platoon era a organização de salas de aula comuns e salas especiais para auditório, música, recreação, leitura, ciências e artes. O funcionamento constituía no deslocamento dos alunos, em “pelotões”, por isso o nome “Platoon”, pelas várias salas das disciplinas, conforme horários preestabelecidos (DÓREA, 2013).

deweyana<sup>11</sup>, do qual Anísio e seus contemporâneos escolanovistas eram admiradores, que apostava em um jeito diferente de organizar a escola, buscando estender uma educação integral que instigasse tanto o estudo quanto a recreação (CHAVES, 2003).

Ante todas as demandas para a edificação escolar, Faria Filho e Vidal (2000), relatam:

(...) em 1934, a Associação Brasileira de Educação organizava a primeira exposição sobre arquitetura escolar. A padronização das plantas passava também a atingir as fachadas. A arquitetura funcionalista oferecia modelos ampliáveis de escolas padrão. O diálogo com os preceitos escolanovistas era revitalizado. Um novo inquérito, promovido por Almeida Jr., em São Paulo, e publicado em 1936, trazia à luz várias críticas às construções escolares efetuadas entre 1890 e 1930. Educadores, arquitetos, engenheiros, médicos, higienistas e psicólogos eram chamados a opinar sobre prédios escolares (FARIA FILHO; VIDAL, 2000, p. 29).

A partir da contextualização dos espaços escolares, verifica-se certa preocupação com as questões que envolvem o ambiente construído e o conforto dos estudantes. Nesse contexto, em 2002, o relatório da *National Clearing House for Educational Facilities*<sup>12</sup> relaciona o desempenho dos estudantes com as categorias de: qualidade de ar interior, temperatura e a umidade, ventilação, condições de iluminação, acústica e dimensão da escola e sala de aula (GRAÇA; KOWALTOWSKI; PETRECHE, 2007; SCHNEIDER, 2002). O relatório aponta que a configuração espacial, ruído, calor, frio, luz e qualidade do ar, interferem na aprendizagem dos alunos e na capacidade de professores conduzirem o conteúdo. Evidencia o conhecimento de tecnologias e materiais como aliados na melhoria desses parâmetros.

Outra questão relevante é sobre o número de alunos por sala, um debate não resolvido, mas é um problema educacional que tem um sério impacto no planejamento escolar e no design de seus ambientes. As turmas menores necessitam de maior número de salas de aula ou a construção de mais escolas, um fato que pode parecer óbvio, mas muitas vezes se perde no debate. Estas decisões são baseadas na tradição, na tecnologia disponível, na experiência com "o que funciona", e da mudança de necessidades dos tempos. Ressalta os estudos empíricos

---

<sup>11</sup> A filosofia deweyana advém do pensador John Dewey, que teve relevante influência na educação brasileira, especialmente sobre o Movimento dos Pioneiros da Escola Nova (1932). Suas propostas estavam em sintonia com a modernização educacional que impulsionasse um modelo desenvolvimentista do país (CUNHA, 2015; SOUZA; MARTINELLI, 2009).

<sup>12</sup> Instituição criada pelo Departamento de Educação do governo dos Estados Unidos a *National Clearing House for Educational Facilities* é um site de interesse público que publica informações e documentos sobre planejamento e projetos de escolas (NIBS, 2016).

afim de mostrar os limites aceitáveis desses condicionantes para os resultados acadêmicos. Dessa maneira, mostra-se a relevância de classificar por meio dessas várias questões, mesmo que a longo prazo, efeitos positivos sobre os resultados acadêmicos (SCHNEIDER, 2002).

Pesquisas têm sido desenvolvidas para determinar novos critérios de referência, com vistas na otimização dos fatores ambientais e estruturais, para gerar condições de conforto que permitam aumentar o rendimento acadêmico (SCHNEIDER, 2002; STANSFELD; MATHESON, 2003; WARGOCKI et al., 2005; BERNARDI; KOWALTOWSKI, 2006; GRAÇA; KOWALTOWSKI; PETRECHE, 2007).

As exigências ambientais do edifício constituem aspectos especiais que devem ser contemplados na concepção da edificação escolar. A ventilação, a iluminação e a acústica são fatores essenciais de conforto ambiental que irão qualificar o desempenho do edifício. O posicionamento, as dimensões e os tipos de esquadrias poderão proporcionar melhor a circulação do ar e a implementação de ventilação cruzada, parâmetros fundamentais para o conforto das salas de aula, onde é maior a carga térmica ambiental, haja vista o grande número de ocupantes (AZEVEDO, 1995).

Em 2002, no Brasil, o então Ministério da Educação do Governo Federal (MEC), por meio do Fundo de Fortalecimento da Escola (FUNDESCOLA), com objetivo de contribuir para a melhoria das edificações escolares, publicou um manual técnico cujo objetivo foi fornecer subsídios para profissionais de órgãos municipais e estaduais envolvidos com o projeto e a construção de escolas do ciclo fundamental. Os dois volumes do manual contêm uma série de recomendações e parâmetros técnicos mínimos para o projeto e o dimensionamento de ambientes das escolas públicas (MEC, 2002).

Os manuais brasileiros de especificações de projetos escolares ressaltam, ainda, o uso de acabamentos dos pisos, paredes e tetos. Dentre estas considerações, é desejável o emprego de materiais antiderrapantes para os pisos das salas de aula e demais ambientes da escola, que permitam fácil movimentação e, nas paredes a utilização de acabamento lavável na altura dos usuários, prevendo uso intenso (IBAM, 1996; MEC, 2002).

Esses manuais, ainda, sintetizam recomendações em relação ao conforto térmico no sentido da necessidade de barrar o acesso da radiação solar direta nos espaços escolares, com exceção de banheiros, cozinhas e depósitos. Apresentam uma descrição de cartas solares e quebra-sóis, porém não apresenta um método de cálculo para a sua construção nem valores mínimos e máximos de parâmetros para o conforto térmico. A escolha das esquadrias é

ressaltada como característica importante que deve ser cuidadosamente analisada tendo em vista a facilidade de manuseio, a preocupação em assegurar o prolongamento visual aos ocupantes promovendo a integração com o ambiente externo, bem como a durabilidade e tipos de aberturas que permitam o fluxo do ar de modo a serem aliadas ao conforto térmico (IBAM, 1996; MEC, 2002).

Na determinação do padrão construtivo a ser adotado, é importante considerar a possibilidade de expansão da escola com o aumento da demanda de salas de aula, e a flexibilidade de arranjos espaciais de acordo com possíveis modificações das atividades pedagógicas. A dinâmica da proposta educacional normalmente exige flexibilidade e necessidade de expansão dos ambientes, sendo mais apropriado adotar no projeto de arquitetura um sistema construtivo que possa viabilizar esses requisitos. Para tal, a racionalização de um padrão construtivo, utilizando-se de um sistema de modulação, poderá permitir a realização de ampliações ou modificações do espaço físico do edifício escolar (AZEVEDO, 2002).

A flexibilidade no projeto arquitetônico é cada vez mais uma demanda primordial, pois favorece o desenvolvimento das atividades educacionais diversas. É necessário que o usuário se torne integrante de um conjunto social. Esta expectativa estende a preocupação de um projeto à inclusão de aspectos da psicologia ambiental como a privacidade e territorialidade, assim como, necessárias à inserção de considerações mais técnicas de conforto ambiental (KOWALTOWSKI; BORGES FILHO; PINA, 2001).

Esses requisitos de projeto devem acentuar a relação do usuário com o ambiente. Dessa forma, o espaço físico deixa sua neutralidade que não compromete ou prejudica a dinâmica educacional para adotar um papel mais participativo nesse processo. Assim, espera-se que a edificação escolar abrigue confortavelmente seus usuários, forneça condições de segurança e de conforto ambiental, e interaja com estes, participando de seu aprendizado (AZEVEDO, 2002).

Nos ambientes escolares a manutenção de um clima confortável é essencial para a melhoria do desempenho acadêmico dos estudantes (KROEMER; GRANDJEAN, 2005; WARGOCKI et al., 2005). A alteração acentuada das variáveis climáticas pode gerar, no caso de ambiente bastante quente, cansaço e sonolência, bem como reduzir a prontidão e aumentar a tendência de falhas, enquanto no ambiente mais frio pode reduzir o estado de alerta e a concentração (KROEMER; GRANDJEAN, 2005).



Wargoeki et al. (2005), em pesquisa realizada em salas de aula com aproximadamente 300 crianças de 10 anos à 12 anos, relacionaram o conforto térmico com o ensino e aprendizagem, evidenciaram que, com a melhoria das condições de temperatura do ar, o desempenho cognitivo melhorou.

De acordo com norma ISO 7730 (ISO, 2005), as salas de aula e os espaços similares devem apresentar a temperatura operativa para o verão de  $24,5 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$  e para o inverno de  $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , sendo que estes critérios levam em consideração o uso de vestuário normal consoante a época.

Recomendações diferentes em relação à norma ISO 7730 (ISO, 2005) são observadas em outros estudos científicos igualmente para atividades sedentárias. Kroemer e Grandjean (2005) ressaltam que a temperatura em ambientes de escritório deve variar entre  $20$  e  $21^{\circ}\text{C}$  no inverno e  $20$  e  $24^{\circ}\text{C}$  no verão. Mumovic et al. (2009), citando a CIBSE <sup>13</sup>, referem que, em espaços de ensino, a temperatura deveria estar entre  $19$  e  $21^{\circ}\text{C}$  no inverno e para o verão não fazem referência.

Pesquisas demonstram que existem diferenças de percepção do conforto térmico ao longo do ano por parte dos usuários no interior das edificações (CONCEIÇÃO et al., 2009; CORGNATI; ANSALDI; FILIPPI, 2009). Desse modo, sob o aspecto da edificação escolar, segundo Amboni e Silveira (2011), esta vem atrelada principalmente a função social que a acompanha seja pública ou privada. Sendo fundamental a formulação multidisciplinar de todo o planejamento de uma instituição e a busca pela qualidade envolvendo do projeto, dos materiais, dos processos, tempo, dos instrumentos de financiamento e essencialmente da integração das pessoas envolvidas para o uso dos espaços.

---

<sup>13</sup> CIBSE: *Chartered Institution of Building Services Engineers*. Portal de publicação das normas, boletins, códigos e documentos na área da construção civil no Reino Unido (CIBSE, 2016).

### 3. METODOLOGIA

No capítulo anterior foi apresentada a revisão bibliográfica. Nela discorreu-se sobre os pressupostos teóricos que orientam a abordagem geral e os temas específicos que subsidiam os objetivos desta tese. No presente capítulo são apresentados os procedimentos e os equipamentos para o desenvolvimento da pesquisa experimental. Dessa maneira, é realizada a delimitação do espaço de estudo, a descrição dos instrumentos e o detalhamento das estratégias operacionais empregadas para a coleta de dados das variáveis climáticas. Ao final, apresentam-se a formulação e a aplicação do questionário, por meio do qual, obteve-se os parâmetros subjetivos dos usuários e o delineamento de análise estatística dos dados.

#### 3.1 Panorama geral da pesquisa

Tendo em vista o planejamento das ações, a compreensão do processo de desenvolvimento das etapas e coleta de dados, elaborou-se um fluxograma síntese com o panorama geral da pesquisa. Apresentando o objetivo geral da pesquisa, a síntese da metodologia e apontando-se para os resultados esperados conforme mostrado na Figura 3-1.

#### 3.2 Delimitação do local: instrumentação para a coleta das variáveis climáticas

- Delimitação e contextualização da edificação.
- Instrumentação e acompanhamento da aquisição das variáveis climáticas: Temperatura de Bulbo Seco -  $T_{BS}$ , Temperatura de Globo Negro -  $T_{GN14}$ , Temperatura de Bulbo Úmido -  $T_{BU15}$  e Velocidade do ar (Var). A aquisição dos parâmetros ocorreu no interior das salas

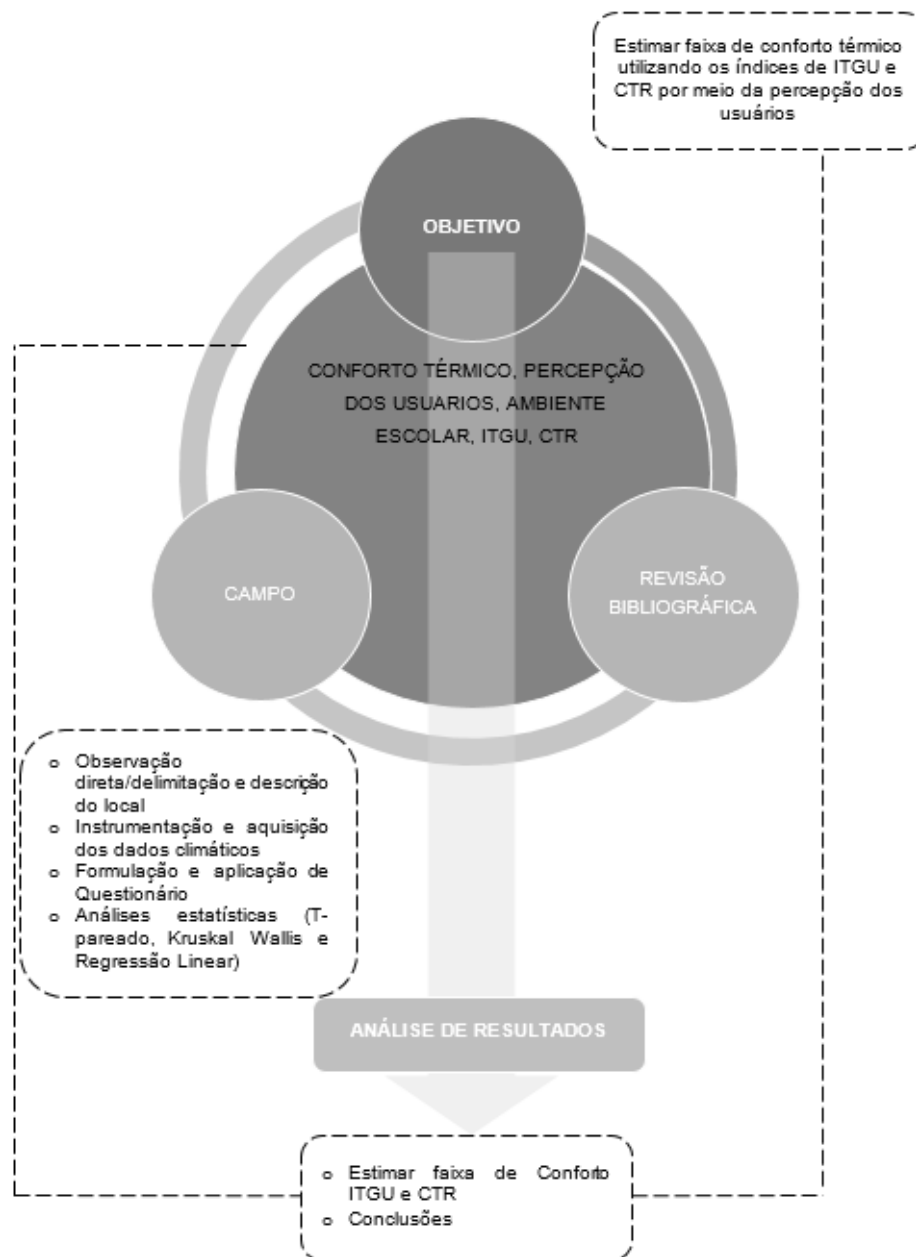
---

<sup>14</sup> A Temperatura Radiante Média ( $\bar{T}_r$ ), uma das variáveis ambientais apresentadas na revisão bibliográfica, está incorporada na Temperatura de Globo Negro ( $T_{GN}$ ).

<sup>15</sup> Nas equações apresentadas nessa pesquisa, a umidade do ar é representada pela Temperatura de Bulbo Úmido ( $T_{BU}$ ).

por meio de sensores ligados a um equipamento *data logger* em situação real de uso durante as quatro estações do ano. As medições dos dados climáticos foram realizadas pela manhã, tarde e noite. Durante o tempo de aula foram registrados separadamente os valores no momento das aplicações do questionário para a análise da satisfação do ambiente térmico, pretendendo estimar a faixa de conforto dos índices.

**Figura 3-1: Fluxograma com as principais etapas de desenvolvimento do trabalho**



### 3.2.1 Delimitação e descrição do local de aquisição das variáveis climáticas

Esta etapa refere-se à identificação do edifício selecionado para a análise do conforto térmico na ambiência escolar. Para isso, recorreu-se a uma abordagem essencialmente qualitativa e descritiva. Ademais, concentrou-se também na compreensão do espaço por informações obtidas *in loco*. Após tentativas de outras instituições para a medição selecionou-se uma edificação escolar que tivesse maior acesso para a realização das medições e permissão para a aplicação do questionário nas quatro estações do ano.

O edifício selecionado tem nove andares e está localizado na Zona Norte de Belo Horizonte, em uma avenida de grande movimento de pedestres e veículos. O edifício foi construído para outros fins que não para a atividade escolar. Entretanto, desde 2006 é utilizado como estabelecimento de educação, devido à necessidade de espaço para a realização das atividades da instituição, congregando a oferta de quatro cursos superiores. Na Figura 3-2 é apresentada uma imagem do local, na qual destaca-se a localização das salas em que ocorreu a aquisição das variáveis climáticas no edifício.

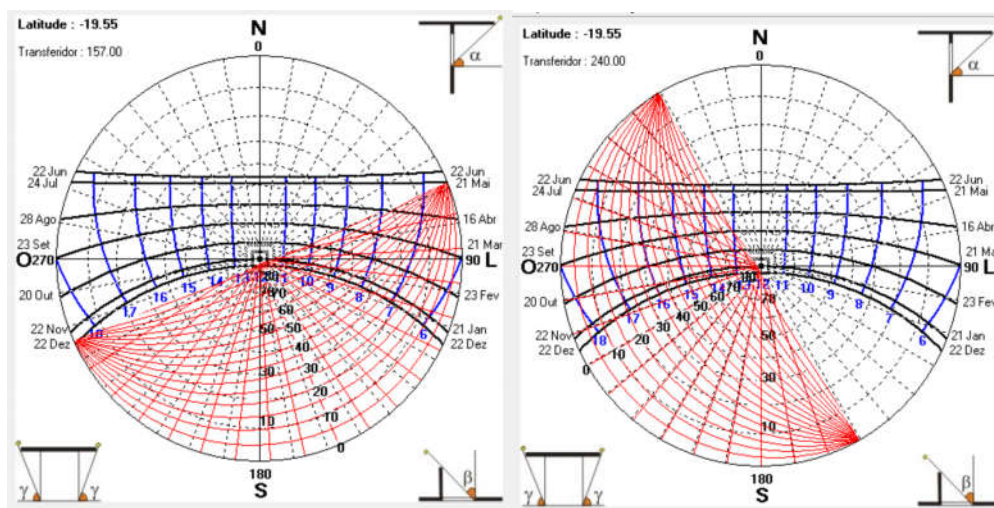
**Figura 3-2: Edifício e posição das salas de aula**



Fonte: MAPS..., 2014. (Adaptado).

A fachada principal do edifício está à nordeste na orientação solar. Desse modo, fez-se a carta solar da cidade referente ao edifício, a fim de verificar as épocas e horários do dia em que os raios solares incidem na edificação, sendo a normal posicionada a latitude de 19°55'Sul, conforme a Figura 3-3.

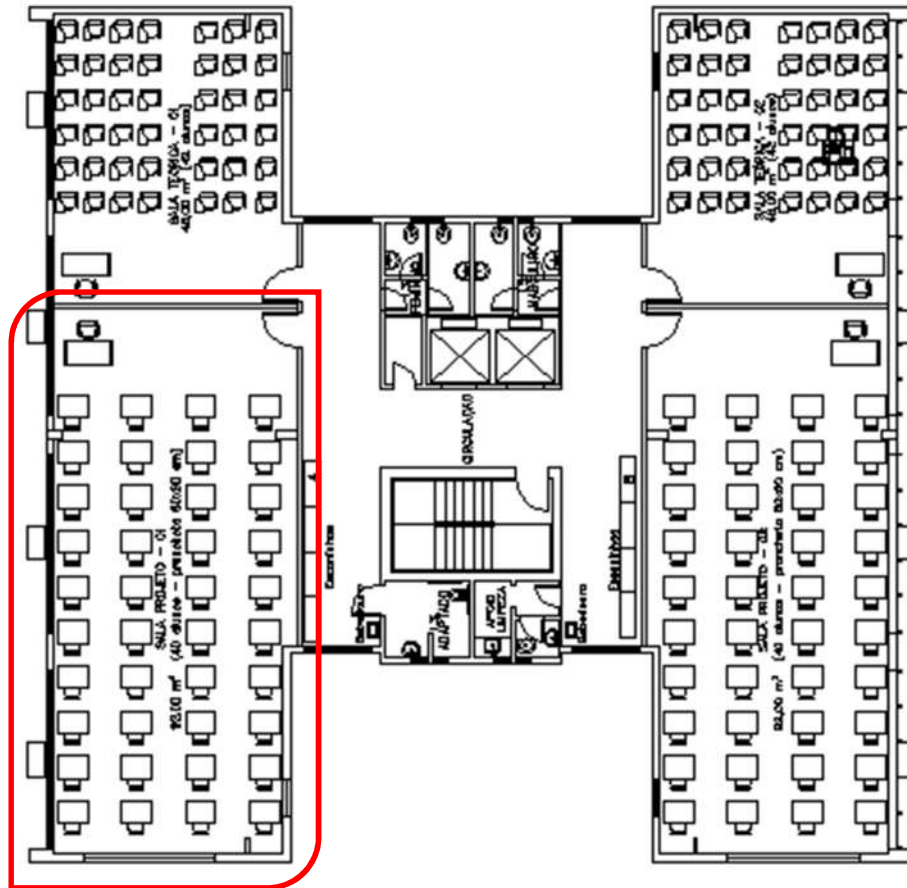
**Figura 3-3: Carta Solar - edificação em estudo**



Fonte: UFSC, 2016.

Após verificação de salas de aula disponíveis e daquelas com possibilidade de intervenção durante todas as estações, delimitou-se duas salas, ambas com mesmo arranjo físico conforme o destaque mostrado na Figura 3-4. A estrutura física externa da edificação é de alvenaria convencional, as lajes de concreto armado, as aberturas em janelas de vidro com basculantes e as paredes internas são construídas em placas de gesso acartonado — *drywall*. As classes estão situadas no quarto e sétimo andar, na fachada oeste e estão sujeitas a maior insolação no período da tarde. As turmas fazem rodízio no uso dos espaços, sendo quatro pela manhã e quatro à tarde.

Figura 3-4: Planta do pavimento tipo de salas de aula



As janelas máximo ar são situadas em paredes não opostas (sudoeste e sudeste), apenas uma janela basculante está em parede oposta (nordeste), ao fundo da sala. Além disso, é menor que as janelas instaladas a sudoeste, não configurando visivelmente ventilação cruzada suficiente. Portanto, as salas são condicionadas naturalmente possuem aberturas (porta e janelas) que podem ser controladas pelos ocupantes. Cada sala conta com dois ventiladores localizados em paredes opostas. Para além do azul compor a identidade visual da instituição, o uso do tom azul escuro nas cortinas das salas de aula visa contribuir para o controle da iluminação e da insolação (Figura 3-5).

**Figura 3-5: Sala de aula**



Durante a aplicação do questionário verificou-se que as salas recebiam a incidência solar a tarde. As janelas e a porta permaneceram abertas, mesmo nas tardes de inverno. Apenas nas manhãs do inverno ficavam fechadas.

### **3.2.2 Acompanhamento da aquisição das variáveis climáticas no interior das salas e instrumentação**

As variáveis climáticas selecionadas para a coleta por meio de sensores ligados a um *data logger* foram: a Temperatura de Bulbo Seco ( $T_{BS}$ ), a Temperatura de Globo Negro ( $T_{GN}$ ), a Temperatura de Bulbo Úmido ( $T_{BU}$ ) e a Velocidade do ar ( $V_{ar}$ ), já apresentadas na revisão bibliográfica. As posições dos sensores no suporte metálico seguiram a recomendação da norma ISO 7726 (ISO, 1998), e que correspondem aproximadamente às alturas da cabeça, do abdômen e do tornozelo, conforme apresentado na Tabela 3-1 e Figura 3-6.

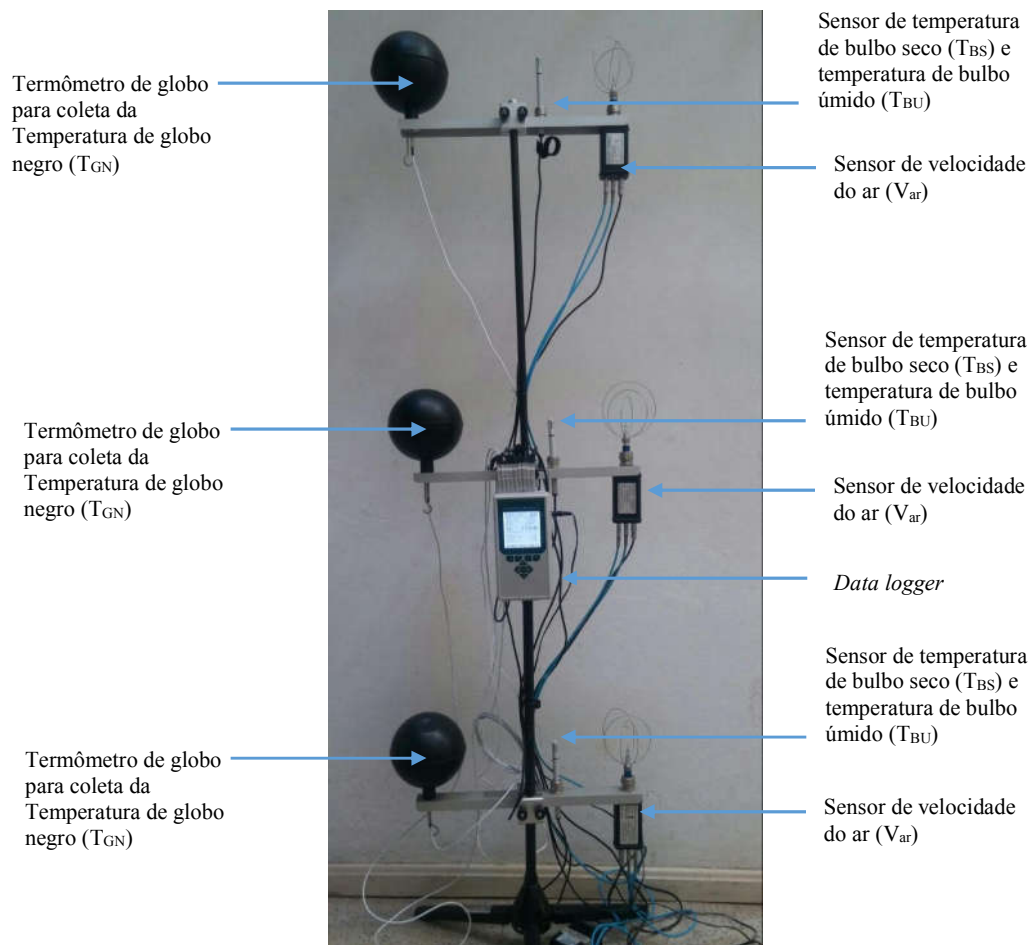
**Tabela 3-1: Posições de medições para coleta das variáveis climáticas de um ambiente (adaptada)**

Localização dos Sensores	Alturas recomendadas	
	sentado	em pé
Nível da cabeça	1,1 m	1,7 m
Nível do abdômen	0,6 m	1,1 m
Nível do tornozelo	0,1 m	0,1m

Fonte: ISO 7726 (ISO, 1998).



**Figura 3-6: Conjunto de instrumentos para coleta de dados**



Decorrida a seleção das salas de aula, os equipamentos foram previamente testados e instalados para executar a coleta de dados. Realizou-se um teste preliminar de coleta das variáveis climáticas e a aplicação do questionário nas duas salas que possuem a mesma tipologia e número semelhante de estudantes no exercício de suas atividades, nos períodos da manhã e da tarde, em dois dias consecutivos.

Após a coleta preliminar de dados, verificou-se a relevância do uso de uma ficha de campo para anotar as observações e os dados dos parâmetros climáticos no momento da aplicação do questionário, a fim de organizar as informações, pois ao final, seriam aplicados um grande quantitativo em diferentes dias (APÊNDICE A).

Uma análise preliminar dos dados mostrou não ter diferença significativa entre os parâmetros climáticos de ambas as salas. Dessa maneira, iniciou-se a coleta das variáveis



climáticas internas, por meio da instalação dos instrumentos de medição que serão apresentados a seguir. Assim, realizou-se o levantamento de dados do ambiente térmico pela manhã, à tarde e no período noturno, assim como, nos fins de semana, nos períodos autorizados pela instituição.

Quanto à localização e às estratégias operacionais para o posicionamento do conjunto de equipamentos, optou-se situá-los no centro geométrico das salas, mas durante a medição preliminar verificou-se que seria preciso recuar devido dificultar a visibilidade dos alunos. Por isso, adotou-se a inserção dos equipamentos na lateral frontal.

A coleta de dados de parâmetros térmicos ocorreu quando as salas estavam ocupadas e desocupadas, durante o período de aquisição de dados para possibilitar a comparação de variação dos índices (ITGU, CTR e IBUTG) e a percepção dos usuários no ambiente<sup>16</sup>. Dessa forma, as medições no interior das salas em condições reais de uso ocorreram durante as quatro estações — outono, inverno, primavera, verão.

Sob esse aspecto, o horário de coleta de dados com o ambiente ocupado se deu de 8h às 18h, período que compreende o horário de aulas nessas salas. Porém, ressalta-se que a aquisição de dados ocorreu durante as 24 horas dos períodos permitidos, inclusive aos fins de semana quando as salas estavam desocupadas. Assim, segue a descrição dos instrumentos empregados<sup>17</sup> para cada variável ambiental.

### **3.2.2.1 Temperatura de bulbo seco ( $T_{BS}$ ) e Temperatura de bulbo úmido ( $T_{BU}$ )**

Para medir a Temperatura de Bulbo Seco ( $T_{BS}$ ) e a Temperatura de Bulbo Úmido ( $T_{BU}$ ) internos foi utilizado o sensor do tipo termistor<sup>18</sup>, modelo ALMEMO 3290 (Figura 3-7). O modelo de sensor empregado tem uma resistência alta e um coeficiente negativo de temperatura, logo a resistência diminui com o aumento da temperatura.

---

<sup>16</sup> O questionário foi aplicado em dias conforme apresentados posteriormente no Quadro 3-1, sendo os dias possíveis conforme as atividades acadêmicas.

<sup>17</sup> Os equipamentos pertencem ao Laboratório de Conforto Ambiental – Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

<sup>18</sup> Sensor tipo termistor: NTC - *Negative Temperature Coefficient* (AHLBORN, 2011).

**Figura 3-7: Sensor de temperatura e umidade - Modelo ALMEMO 3290**



Fonte: AHLBORN, 2011.

### **3.2.2.2 Temperatura de globo negro ( $T_{GN}$ )**

A Temperatura de Globo Negro ( $T_{GN}$ ) foi medida por meio globo metálico de 150 mm de diâmetro modelo ALMEMO Class B (DIN/IEC 751), que representa, num único valor, os efeitos combinados da energia radiante, temperatura e velocidade do ar (Figura 3-8).

**Figura 3-8: Termômetro de globo negro - Modelo ALMEMO Class B (DIN/IEC 751)**



Fonte: AHLBORN, 2011.

### 3.2.2.3 Velocidade do ar ( $V_{ar}$ )

A velocidade do ar é um parâmetro que apresenta dificuldades de medição e determinação devido às constantes flutuações em intensidade e direção do vento no espaço (GOMES, 2010). Dessa forma, utilizou-se um sensor de precisão, denominado termo anemômetro de fluxo termoelétrico modelo ALMEMO FV A605 TA (Figura 3-9). O equipamento consiste num tubo de metal, que contém um sensor para as medições de temperatura e um termistor miniatura aquecido para medição do fluxo de velocidade.

**Figura 3-9: Termo anemômetro Modelo ALMEMO FV A605 TA**



Fonte: AHLBORN, 2011.

### 3.2.2.4 Armazenamento dos dados coletados - *Data logger*

Os dados coletados das variáveis climáticas foram armazenados em um equipamento *data logger* da marca ALMEMO 2890-9 com nove entradas individuais, que podem ser duplicadas quando um sensor faz mais de um tipo de medição, por exemplo, os sensores de

umidade capacitivos possuem NTC's para medições de temperatura podem medir temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido e umidade do ar.

Este *data logger* tem duas saídas de dados, uma que faz interface com o computador, e outra que é a saída analógica. O equipamento é capaz de realizar medições agendadas com programação de data e hora, de início e término. A memória suporta cerca de 20.000 medições sem necessidade de transferência de dados para um computador. As frequências com que as tomadas de valores são realizadas também podem ser programadas. O equipamento *data logger*, que é mostrado na Figura 3-10, foi utilizado para armazenar os dados coletados.

**Figura 3-10: Data logger para armazenamento das variáveis climáticas**



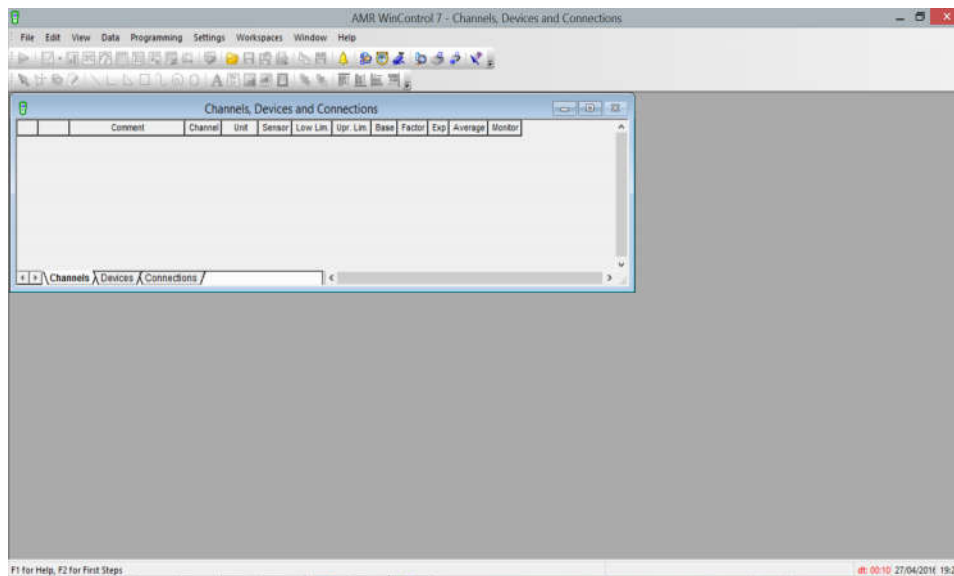
Fonte: AHLBORN, 2011.

Com o propósito de serem obtidas as informações para esta pesquisa, o *data logger* foi programado para coletar os dados no intervalo de 10 em 10 minutos. Para a análise estatística foram organizados em médias horárias.

Após a aquisição dos dados, os mesmos foram descarregados no programa AMR *WinControl*, *software* específico para os equipamentos (Figura 3-11). O *software* permite programar as funções do dispositivo e exibe os dados coletados. Após a coleta dos parâmetros climáticos, conectou-se o *data logger* ao computador do Laboratório de Conforto Ambiental da Escola de Minas da UFOP que tem o *WinControl* instalado, por meio de um sistema *bluetooth*.

Dessa forma, o *software* reconhece o dispositivo e os canais de coleta para *download* dos dados que constam em sua memória. Assim, é possível selecionar os dados, salvá-los em planilhas de *Excel*, e organizá-los para serem analisados e tratados estatisticamente (AMR *WINCONTROL*, 2013).

**Figura 3-11: Software - AMR WinControl**



### 3.3 Apresentação da coleta dos parâmetros subjetivos

- A partir da população de estudantes na instituição definiu-se o tamanho da amostra para aplicação do questionário.
- Elaboração e aplicação do questionário (APÊNDICE B) e caracterização da população de estudantes.
- Apresentação do método de análise e apuração das questões sobre a satisfação dos usuários a respeito do ambiente térmico e o delineamento experimental dos dados climáticos coletados para o tratamento estatístico, a fim de analisar os resultados.

Assim, em relação à coleta das variáveis psicofisiológicas que compreende uma abordagem subjetiva da percepção dos usuários, aplicou-se o questionário apresentado no APÊNDICE B, de modo que permitiu a caracterização dos usuários. Assim como, também

foram definidos os fatores sobre a percepção e a aceitabilidade do ambiente térmico. Essa análise apresentada nos resultados foi organizada por estação do ano. E, posteriormente, os dados coletados foram analisados para a comparação dos resultados climáticos e dos índices de conforto térmico, o ITGU e a CTR, e também do IBUTG.

O questionário foi aplicado em uma amostra representativa da população de estudantes, devido à inviabilidade de aplicação e tratamentos dos dados em toda a população.

Para ser obtido o tamanho da amostra da população que fosse representativa, aplicou-se as equações (3.1 e 3.2), segundo Barbetta (2006),

$$n_0 = \frac{1}{E_0^2} \quad (3.1)$$

$$n = \frac{N \cdot n_0}{N + N_0}, \text{ se } N \text{ não for muito grande e for conhecido} \quad (3.2)$$

onde,  $n$  é o  $n^0$  de elementos da amostra;  $N$  é o  $n^0$  de elementos da população.

Considerou-se,  $E_0$  = limite superior provável para o erro amostral de 5 % ( $E_0 = 0,05$ ), e o nível de confiança 95%. Logo, a proporção a ser calculada na amostra não deveria diferir da verdadeira proporção (na população) em mais de  $E_0$  unidades, com 95% de probabilidade. Após os cálculos, considerando o total da população de 679 estudantes, o tamanho da amostra foi de 252 estudantes.

Nesse sentido, verificou-se o número total de alunos matriculados que teriam aulas nas duas salas. Totalizou um número de 256 estudantes, considerando as turmas que revezavam o uso das salas no período da manhã e da tarde. Dessa maneira, o tamanho da amostra correspondeu à demanda calculada.

Ainda após a aplicação preliminar do questionário, e de se verificar que não havia diferença significativa entre os valores coletados e as respostas dos questionários das salas, conclui-se que a aplicação dos questionários aconteceria naquele dia na mesma sala, tanto pela manhã, quanto à tarde, pretendendo reduzir as incertezas. Assim, as situações que ocorreram

diferentes dessa apresentada foram descartadas. Os questionários foram aplicados conforme o cronograma apresentado no Quadro 3-1 que descreve as estações e datas.

**Quadro 3-1: Datas – aplicação dos questionários**

<b>Estação do ano</b>	<b>Datas das coletas das percepções dos usuários</b>			
<b>Outono manhã/tarde</b>	29/04/14	09/05/14	13/05/14	14/05/14
<b>Primavera manhã/tarde</b>	20/11/14	24/11/14	25/11/14	27/11/14
<b>Verão manhã/tarde</b>	02/03/15	04/03/15	05/03/15	10/03/15
<b>Inverno manhã/tarde</b>	07/07/15	09/07/15	14/07/15	16/07/15

Sendo o foco da pesquisa o ambiente real de uso, não se fixou situações de contorno de parâmetros, tais como, vestuário no momento da coleta de variáveis climáticas, posturas dos usuários, diferenças fisiológicas entre homens e mulheres, mesmo sabendo que o maior número de variáveis ampliam as incertezas. Dessa forma, o questionário permitiu a caracterização geral dos usuários.

Os dados levantados a partir dos questionários foram compilados em planilhas eletrônicas do *Excel*. As respostas similares sobre o mesmo tema foram contrapostas, com o objetivo de avaliar a coerência do entrevistado, aqueles questionários sem respostas para mais de duas questões foram descartados ou aqueles sem respostas para as questões 04, 15 e 16, a fim de reduzir as inconsistências (APÊNDICE C).

### **3.4 Planejamento para o tratamento estatístico e análises**

Os parâmetros climáticos foram organizados em quatro bancos de dados, um referente a cada estação do ano (APÊNDICE D). Desse modo, em ocorrência do elevado número de dados, decidiu-se utilizar os dias consecutivos em que tiveram dados de todos os dias da semana, incluindo fins de semana, e das 24 horas. Os dados foram organizados em dois grupos, aqueles coletados diretamente no ambiente (variáveis climáticas) e os índices calculados a partir dessas variáveis.

A primeira etapa de análise foi a compreensão dos quatro parâmetros climáticos coletados ( $T_{BS}$ ,  $T_{GN}$ ,  $T_{BU}$  e  $V_{ar}$ ), para apontar o comportamento ao longo das estações, e entender como influenciaram os três índices calculados o ITGU, a CTR e o IBUTG.

A respeito das temperaturas de bulbo seco e bulbo úmido ( $T_{BS}$  e  $T_{BU}$  respectivamente), medidas nas três alturas optou-se em denominar um único valor atinente à média das três alturas coletadas.

Como foram vários os períodos de coleta é comum ocorrer problemas técnicos durante a aquisição da amostragem. Assim, os dias em que apresentaram falhas no equipamento e apareceram os dados incompletos foram desconsiderados para as análises<sup>19</sup>. Ou seja, apenas os dias que possuíam as 24 horas coletadas foram incluídos na análise, conforme mostrado no Apêndice D das variáveis climáticas coletadas, organizadas nos períodos de aquisição de dados de cada estação.

Para a visualização dos dados desenvolveu-se representação em gráficos de uma série temporal das temperaturas coletadas ( $T_{BS}$ ,  $T_{GN}$  e  $T_{BU}$ ). Posteriormente, realizou um teste **T-pareado** com o objetivo de detectar se havia diferença entre as médias de duas populações diferentes ( $T_{BS}$  e  $T_{GN}$ ), apresentado no capítulo da análise de resultados.

O **Teste T-pareado** é um teste para detectar se há diferença entre as médias de duas populações diferentes. Isto é, caso haja igualdade entre elas, a diferença será zero. Esse teste é bastante usado na estatística, visto ao poder de teste<sup>20</sup> elevado que possui, e também porque não é exigido uma distribuição específica dos dados para que ele possa ser aplicado. O teste é pareado porque compara duas amostras que medem a mesma grandeza, porém em intervalos distintos.

Dessa maneira, o **teste T-pareado** mostra um intervalo de confiança, caso o zero esteja dentro desse intervalo, significa que não há diferenças entre as médias das duas populações. Logo, é definido assim:

---

<sup>19</sup> Dos períodos autorizados para coleta de dados, ocorreu quedas de energia, sendo assim desconsiderados para análises.

<sup>20</sup> Poder de Teste é a probabilidade de um teste rejeitar uma hipótese alternativa quando ela de fato é falsa, assim, quando maior o poder de teste, mais confiável ele é.



- *Hipótese nula*: a diferença entre elas é igual a zero (são iguais);
- *Hipótese alternativa*: a diferença entre elas é diferente de zero (são diferentes).

Assim, o teste fornece um valor estatístico que é o fator de decisão, caso ele seja aprovado, a hipótese nula será aceita. Essa aceitação ou rejeição do teste é definido por meio do p-valor<sup>21</sup> desta estatística de teste. Se esse p-valor for maior que o nível de significância do teste 5% (0,05), sendo 95% o nível de confiança, a hipótese nula é aceita, se for menor, ela é rejeitada.

Em vista disso, foram calculados os índices de conforto térmico (ITGU, CTR e IBUTG), a partir das variáveis climáticas coletadas, para verificar se haviam diferenças conforme as estações do ano.

Os índices foram analisados individualmente para cada uma das estações e analisados por meio das comparações múltiplas do **Teste de Kruskal Wallis**. Em síntese, esse teste permite examinar a hipótese nula de que todas as populações possuem funções de distribuição iguais, contra a hipótese alternativa, de que, pelo menos duas das populações possuem funções de distribuição diferentes, conforme sugerido por Siegel e Castellan (1998).

O teste de **Kruskal-Wallis** é utilizado para comparar três ou mais populações. É frequentemente usado na área de engenharia, no planejamento de experimentos e para o estudo dos comportamentos de materiais e do fluxo de transporte, no caso da engenharia de tráfego. Também é comum seu emprego na biomedicina, para a análise dos grupos de pacientes com distintos tratamentos e para conhecer aquele mais eficaz no combate da doença, ou detectar se existe, de fato, alguma diferença entre os tratamentos.

*Ho: Outono = Inverno = Verão = Primavera*

*H1: Pelo menos uma estação apresenta diferença significativa.*

---

<sup>21</sup> O p-valor também pode ser chamado de nível descritivo do teste, mas o p-valor é o termo mais utilizado nas literaturas diversas da estatística.

Quando se rejeita a hipótese nula  $H_0$  no teste de *Kruskal-Wallis*, indica que ao menos um dos grupos é diferente dos demais. Porém, não se sabe entre quais grupos há essa diferença. Nesse sentido, o procedimento de comparações múltiplas permite determinar quais grupos são diferentes<sup>22</sup>.

Essa comparação testa a diferença para todos os pares do grupo por meio da seguinte equação 3.3,

$$|R_i - R_j| \geq Z_{\left(\frac{\alpha}{\kappa(\kappa-1)}\right)} \sqrt{\frac{N(N+1)}{12} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j}\right)} \quad (3.3)$$

onde,  $n_i$  e  $n_j$  são os tamanhos da amostra dos grupos  $i$  e  $j$  respectivamente;  $N = n_1 + n_2 + \dots$  o número total de elementos considerados em todas as amostras;  $|R_i - R_j|$  é a diferença observada; e o  $Z_{\left(\frac{\alpha}{\kappa(\kappa-1)}\right)} \sqrt{\frac{N(N+1)}{12} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j}\right)}$  é a diferença crítica.

Caso essa diferença seja maior ou igual conforme a equação 3.3, ela é considerada significativa e indica que entre os dois grupos em questão, apresenta diferença significativa.

Para a análise da estimativa da faixa de conforto, foi utilizada a **Regressão Linear**. Trata-se de uma modelagem estatística que visa estimar uma variável utilizando outra variável como referência (equação 3.4). Com isso, é possível estabelecer uma equação que explica a variação de variável preditora (aquela usada para realizar a previsão, também chamada de variável independente) com a variável resposta<sup>23</sup>.

O modelo de regressão linear é dado pela equação 3.4,

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 * x_i + e_i \quad (3.4)$$

---

<sup>22</sup> Disponível em: <<http://www.portaction.com.br/tecnicas-nao-parametricas/teste-de-kruskal-wallis>> (PORTAL ACTION, 2016).

<sup>23</sup> Variável que interessa saber o valor estimado, e também chamada de variável dependente.

onde  $Y_i$  é o valor observado para a variável dependente Y no i-ésimo nível de variável independente X;  $\beta_0$  é a constante de regressão e representa o intercepto da reta com o eixo dos Y;  $\beta_1$  é o coeficiente de regressão e representa a variação de Y em função da variação da unidade da variável X;  $x_i = i$ -ésimo nível variável independente X ( $i= 1, 2, \dots, n$ );  $e_i = \epsilon$  é o erro que está associado à distância entre o valor observado  $Y_i$  e o correspondente ponto na curva, do modelo proposto, para o nível  $i$  de X.

No que se refere às análises estatísticas, também realizou-se para as questões 04, 15 e 16 do questionário aplicado. A questão 04, a respeito da sensação térmica a partir da escala sétima: muito quente, quente, ligeiramente quente, confortável, ligeiramente frio, frio, muito frio (ASHRAE, 2013). Para a opção muito frio foi atribuído 1 ponto, e foi realizado essa escala de forma que o muito quente fosse equivalente a 7 pontos (Quadro 3-2).

**Quadro 3-2: Nível – sensação térmica**

Sensação	Pontuação
Muito quente	7
Quente	6
Ligeiramente quente	5
Confortável	4
Ligeiramente frio	3
Frio	2
Muito frio	1

As questões 15 e 16 que correspondem a satisfação térmica do ambiente no momento do uso, representando uma resposta de SIM ou NÃO (binária). Assim, para cada resposta sim, foi atribuído 1 ponto, e para cada não, 0. Logo, foi estabelecido um intervalo de confiança (95%), onde era possível verificar qual era o nível de satisfação dos entrevistados.

## **4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS**

Após a aquisição dos dados climáticos nos interiores das salas de aula, estes foram analisados estatisticamente para a compreensão do comportamento durante as estações. Realizou-se a análise estatística dos índices de conforto: a Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), a Carga Térmica Radiante (CTR), e também do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG), calculados por meio dos dados climáticos coletados. Posteriormente, são apresentadas as análises desses indicadores, compatibilizando com as respostas sobre a satisfação térmica dos estudantes, no momento de aplicação do questionário, para cada estação, a fim de estimar um faixa de conforto. Em síntese, os dados e análises são, portanto, nesse capítulo apresentados e discutidos.

### **4.1 Apresentação geral das percepções dos estudantes**

Após a averiguação do número de questionários respondidos e validados, totalizaram-se 1012, considerando as 32 vezes em que o instrumento foi aplicado, nas turmas da manhã e da tarde. Faz-se necessário destacar, que as turmas responderam o questionário em todas as estações. Considera-se que esse planejamento atende a proposta da pesquisa por possibilitar as respostas de um grupo que na maior parte do tempo de aquisição de dados esteve em exercício de sua atividade real e por apresentarem características semelhantes.

Com o questionário foi permitido uma amostra que deu indícios da caracterização da percepção da população de estudantes. Dessa maneira, os estudantes na sua maioria estão na faixa etária de 17 e 23 anos, permanecem na faculdade entre 3 e 4 horas, apenas 10% indicou ficar cerca de 6 horas. Sobre o local em que alimentam-se, a maioria respondeu fazer as refeições em casa, reforçando que grande parte permanece na instituição apenas durante o período de aulas. Quanto ao tipo de roupas a maioria sinalizou que usava vestimentas leves, apenas no inverno e outono manhã cerca de 40% dos estudantes indicaram o uso de roupas de frio leves. Sobre a retirada de alguma peça de roupa na última hora, a maior parte disse não ter retirado nenhuma peça, e a um número significativo respondeu não terem colocado nenhuma peça de roupa.

Em relação a questão que envolve o rendimento da atividade, após averiguar todas as estações, constatou-se que cerca de 70% dos estudantes indicaram que a atividade de estudo fica prejudicada no ambiente em uso e apresentam dificuldades de prestarem atenção no conteúdo das aulas, e impaciência devido ao desconforto térmico. Sobre o movimento do ar cerca de 43% dos estudantes responderam ser bom e 40% indicou ser ruim. Em relação a necessidade de ventiladores para melhorar o conforto térmico, cerca de 80% sinalizou o uso do equipamento.

A propósito do controle da incidência solar uma parte similar respondeu que raramente ou frequentemente controla a entrada de sol por meio de portas, janelas ou cortinas, o que pode ser justificado devido as medições terem ocorrido no período da manhã e da tarde. Por fim, a maioria sinalizou que no ambiente existem equipamentos ou possibilidades de interferir nas condições de conforto térmico, sendo constatados o ventilador e os recursos para controle da ventilação natural. Cabe ressaltar também que a maior parte do público que respondeu ao questionário foram do sexo feminino. Assim, os dados dos questionários foram consolidados e apresentados graficamente no Apêndice C. Já as questões 4, 15 e 16 realizou-se análises estatísticas que serão apresentadas posteriormente.

#### **4.2 Método de análise estatística das variáveis climáticas**

Os dados das variáveis climáticas (Temperatura de bulbo seco -  $T_{BS}$ ; Termômetro de globo negro -  $T_{GN}$ ; Temperatura de bulbo úmido -  $T_{BU}$  e a Velocidade do ar -  $V_{ar}$ ) foram coletados nas quatro estações do ano conforme apresentado no Apêndice D. A partir das variáveis calculou-se posteriormente os seguintes índices: a Carga Térmica Radiante (CTR), o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) e o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG).

Assim, a primeira análise consistiu em investigar as quatro variáveis climáticas ( $T_{BS}$ ,  $T_{GN}$ ,  $T_{BU}$  e  $V_{ar}$ <sup>24</sup>), intencionando compreender o comportamento de cada uma ao longo das

---

<sup>24</sup> A Velocidade do Ar ( $V_{ar}$ ) apresentou-se praticamente constante durante todo período de aquisição de dados, dessa maneira, para todas as análises foram utilizados os dados originais coletados, entretanto não se apresentou os gráficos devido a pouco a variação.

estações, e como influenciaram os três índices calculados. Logo, buscou-se entender se houve diferença entre elas e se a ocupação do ambiente interferiu nos valores coletados. De modo que permitisse a compreensão durante as 24 horas, os dados foram sistematizados em médias horárias.

A respeito das variáveis climáticas optou-se em constituir um único valor referente às médias das três alturas coletadas para cada uma separadamente. Utilizando esse valor médio foi a alternativa mais adequada para sintetizar as informações, uma vez que, a percepção de conforto dos usuários tende a alterar de acordo com a sua altura. Dessa maneira, se fosse escolhida a temperatura do segundo ponto (o central), por exemplo, poderia excluir a percepção das pessoas mais baixas e muito altas.

Realizadas essas considerações, o primeiro estudo foi uma análise gráfica de uma série temporal das variáveis climáticas coletadas. Em seguida, realizou o **Teste T-pareado** para detectar se havia diferenças entre a  $T_{GN}$  e a  $T_{BS}$ . Com esses resultados foi possível detectar a influência da ocupação nos ambientes sobre as variáveis medidas. No caso deste trabalho, o teste avaliou as variáveis  $T_{GN}$  e  $T_{BS}$  para as diferentes estações do ano.

### **4.3 Análise das variáveis climáticas conforme as estações**

#### **4.3.1 Estação Outono**

Na estação outono, o período de coleta ocorreu em dias do mês de abril e maio de 2014. Dessa forma, as primeiras análises mostraram que a Temperatura de Globo Negro ( $T_{GN}$ ) e a Temperatura de Bulbo Seco ( $T_{BS}$ ) apresentaram valores similares, sendo assim, o primeiro teste realizado foi para verificar se ocorre diferença significativa entre elas.

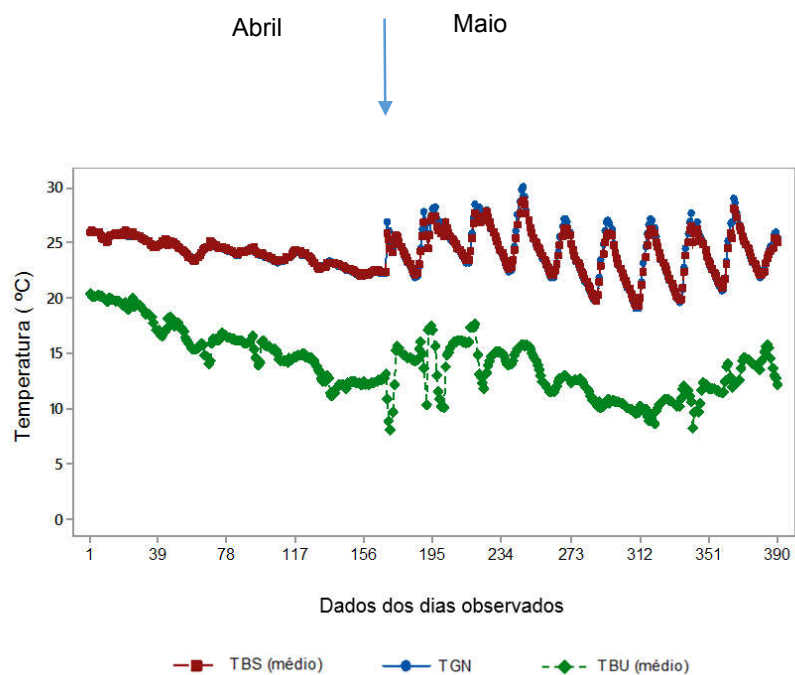
A Temperatura de Bulbo Úmido ( $T_{BU}$ ) apresentou valores mais baixos, entretanto, seguiu a mesma tendência. Assim, um teste foi feito para analisar se a diferença entre a  $T_{BU}$  e a  $T_{BS}$  era uma constante. Dessa maneira, se essa diferença for constante, significa que a  $T_{BU}$  é uma variável dependente da  $T_{BS}/T_{GN}$ , e por isso, poderia ser estimada por meio dessas duas.

Por fim, a Velocidade do Ar ( $V_{ar}$ ) apresentou-se praticamente constante durante todo período de aquisição de dados mostrando que se fosse necessário simplificar as informações, ela poderia ser substituída por uma constante, mas, para toda a análise foram utilizados os dados originais coletados.

Um fato particular foi uma brusca mudança de comportamento a partir da observação nº168 nas variáveis  $T_{GN}$ ,  $T_{BS}$  e  $T_{BU}$ . Até esse ponto, os valores tendiam a pequenas oscilações e uma leve redução em longo prazo. Ao passar desse ponto, as oscilações entre os valores se tornaram mais severas.

Desse modo, no gráfico 4-1 apresenta-se uma série temporal das variáveis —  $T_{BS}$ ,  $T_{GN}$ ,  $T_{BU}$  — do período de aquisição de dados do outono. Assim, verificou-se que esta observação correspondia ao último dia do mês de abril, e a próxima coleta só foi realizada dia 09 de maio de 2014. Isto posto, os meses foram analisados de forma separada, já que visivelmente, as variáveis se comportaram de formas distintas e uma análise unificada poderia trazer resultados distorcidos.

**Gráfico 4-1: Evolução temporal das variáveis – outono de 2014**



#### 4.3.1.1 Estação Outono (abril de 2014)

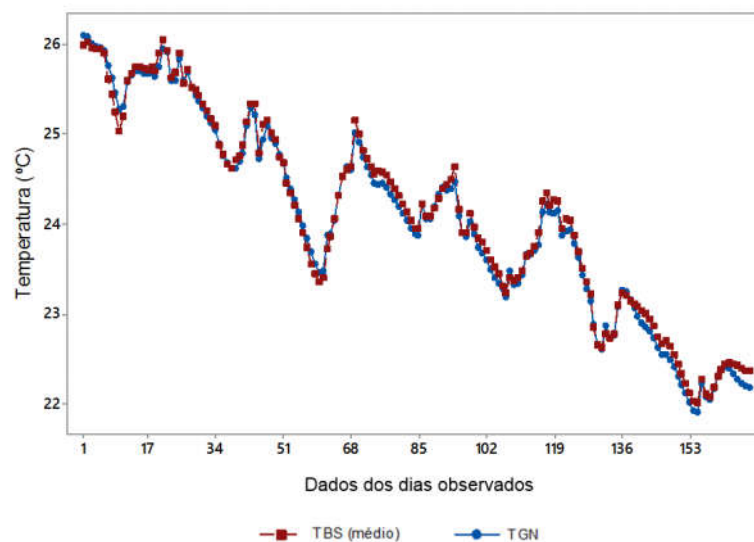
Na estação outono, no mês de abril, foram delimitados alguns dias, separando aqueles que possuem medição com 24 horas consecutivas, sendo que a primeira análise foi um teste **T-**

**pareado** entre a  $T_{GN}$  e a  $T_{BS}$ . Esse teste apresenta uma hipótese nula de que os dados possuem médias iguais, assim, caso ele seja rejeitado, significa que há diferença entre essas medidas.

O *software* utilizado foi o Minitab, que realizou o teste com 95% de confiança e detectou uma estatística de teste igual a -7,02. Esse valor possui um p-valor bem próximo de 0 (zero), e a hipótese nula rejeita o teste quando esse p-valor é menor do que 0,05. Assim, embora o gráfico tenha induzido a uma igualdade entre os valores, no mês de abril, não ocorreu essa similaridade.

Subtraindo os valores da  $T_{GN}$  pela  $T_{BS}$ , o resultado esperado seria zero em caso de igualdade, mas o teste mostrou um intervalo dos resultados, entre -0,0557 e -0,03124, valores bem pequenos, mostrando evidências de que a  $T_{GN}$  possui valores maiores como os apresentados no Gráfico 4-2.

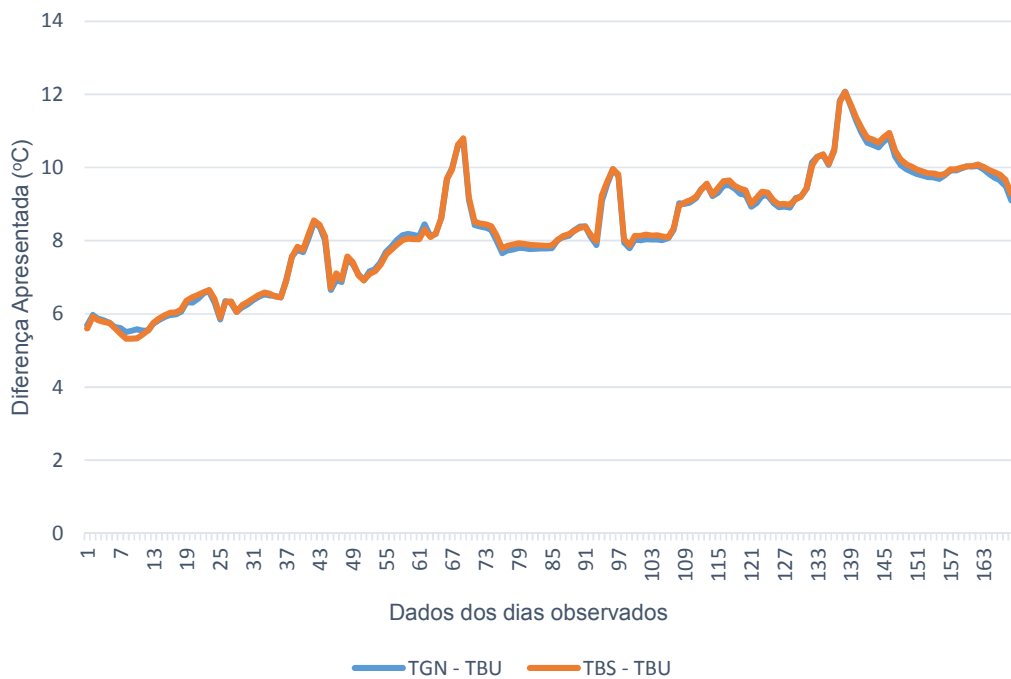
**Gráfico 4-2: Comparação dos valores medidos da  $T_{GN}$  e  $T_{BS}$  médio - Abril de 2014**



Após a comparação de valores da  $T_{BS}$  e  $T_{GN}$ , realizou-se a averiguação desses dois valores com a  $T_{BU}$ , que apresentou os dados inferiores. O valor da  $T_{BS}$  e da  $T_{GN}$ , separadamente, foi subtraído pela  $T_{BU}$  e a intenção era descobrir se apresentava uma constante. O Gráfico 4-3 mostra que ao longo do período analisado aumenta a diferença entre a  $T_{BU}$  e as outras duas variáveis ( $T_{BS}$  e  $T_{GN}$ ), isso significa que existe diferença nos métodos de medição delas, por esse motivo, possuem um comportamento distinto.



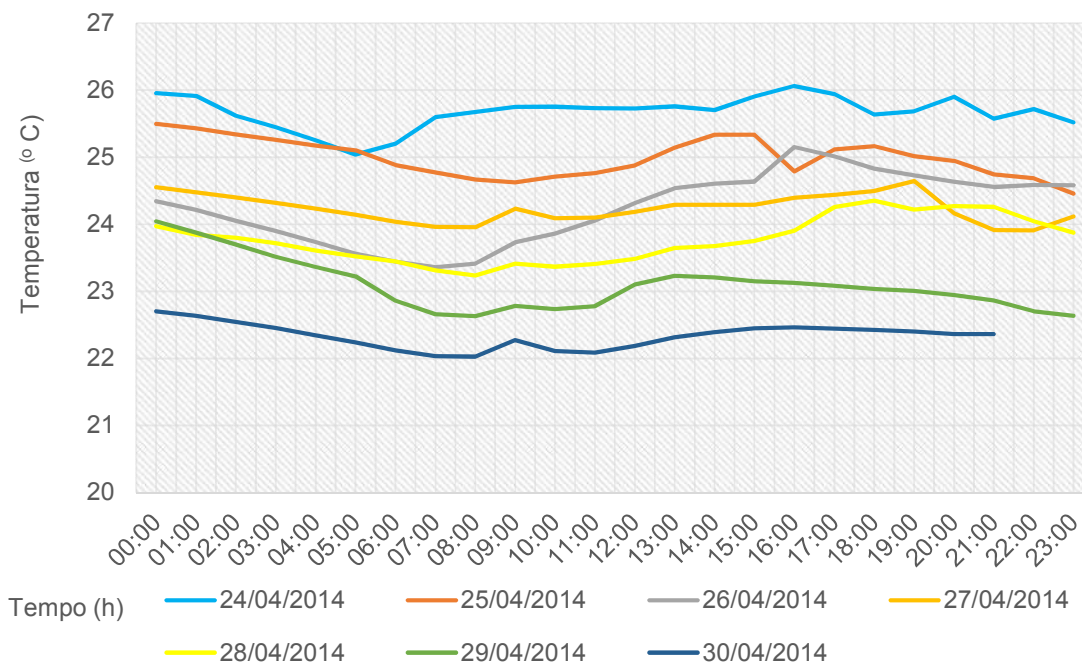
**Gráfico 4-3: Diferença entre a T<sub>BU</sub> em relação a T<sub>GN</sub> e T<sub>BS</sub>**



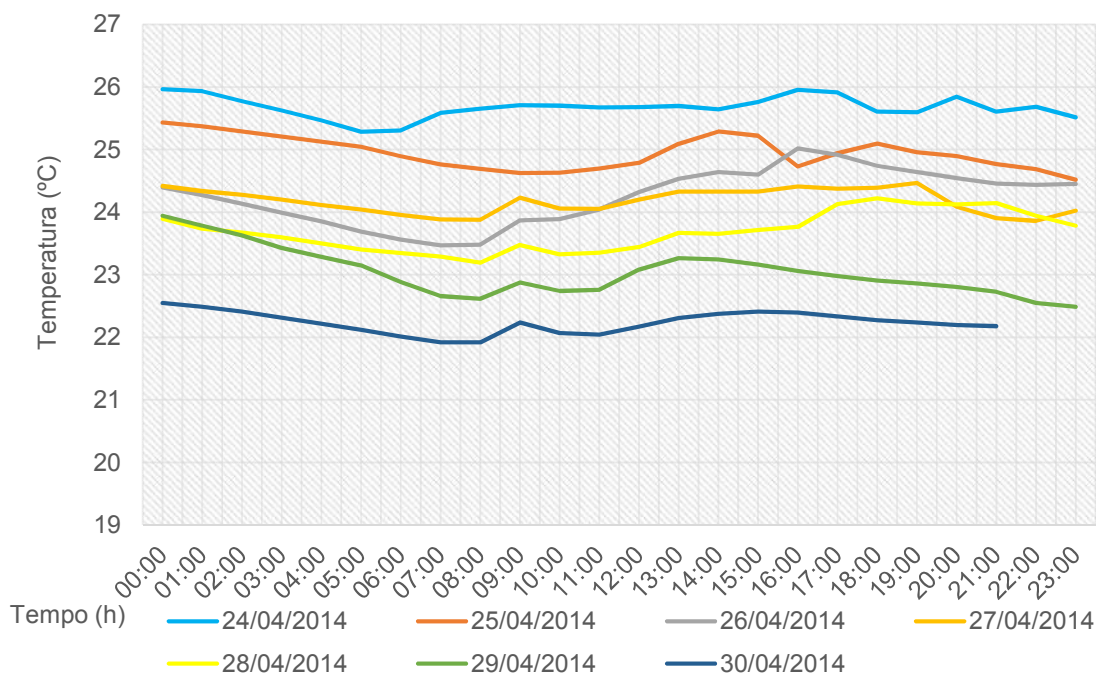
Assim, interessa verificar se o fato das salas estarem ocupadas interfere nos valores das variáveis climáticas. Na maior parte do tempo, as salas estão ocupadas no período entre 8h e 18h. Por essa razão, o objetivo foi identificar se havia alguma alteração severa durante esse período em comparação ao restante. Vale ressaltar que, no fim de semana (26 e 27 de abril), o ambiente estava constantemente vazio e com as janelas fechadas. Logo, qualquer alteração ocorrida nos dias de semana, e também no fim de semana, não é possível constatar que é em relação à ocupação do espaço.

Para chegar à essa compreensão, optou-se em analisar as variáveis separadamente. Portanto, foi confeccionado um gráfico mostrando cada uma delas ao longo de dias para as três variáveis T<sub>BS</sub>, T<sub>GN</sub> e T<sub>BU</sub> (Gráficos 4-4, 4-5 e 4-6).

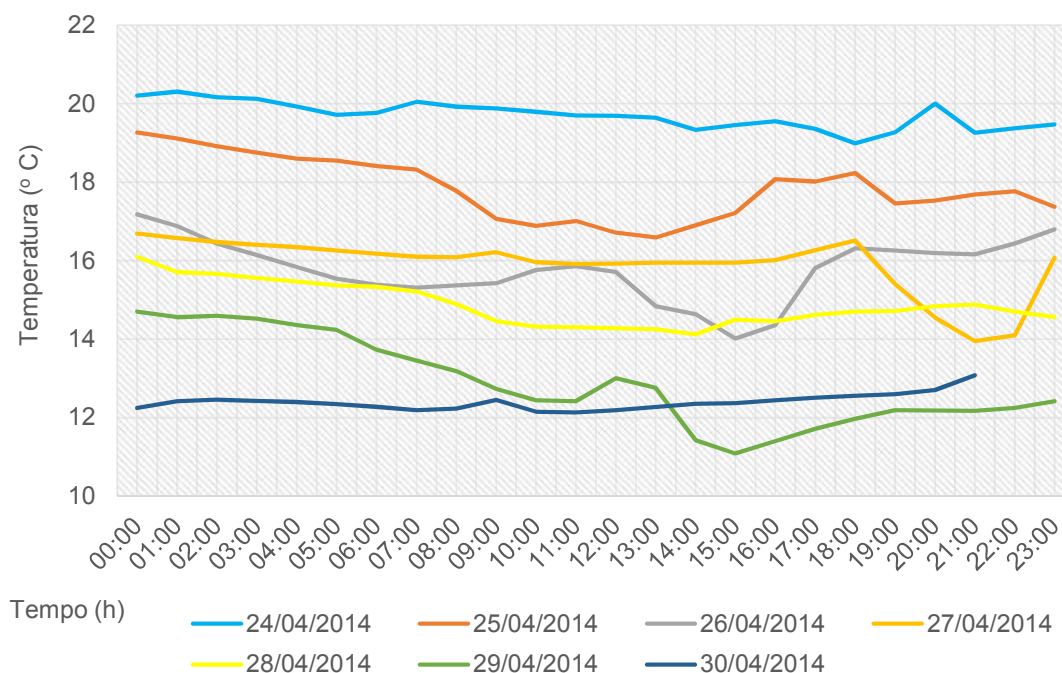
**Gráfico 4-4: Evolução temporal da T<sub>BS</sub> - Abril de 2014**



**Gráfico 4-5: Evolução temporal da T<sub>GN</sub> - Abril de 2014**



**Gráfico 4-6: Evolução temporal da T<sub>BU</sub> - Abril de 2014**



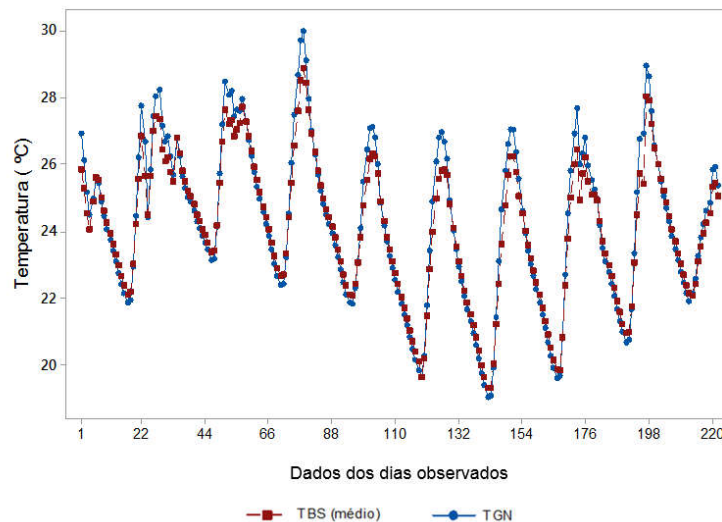
A partir dos dados apresentados nos gráficos, que tanto para a T<sub>BS</sub> quanto para a T<sub>GN</sub>, verifica-se tendência similar ao longo do dia. As menores temperaturas ocorreram das 22 h até às 6h, a partir desse período decaindo até às 6h da manhã e então, seus valores começam a aumentar. Observa-se, ainda que, eles seguem se elevando até o período entre 17h e 18h, quando a tarde finaliza, se mantendo constante até o final do dia. Esse horário que corresponde à mudança do comportamento poderia ser explicado devido a ocupação das salas, entretanto, os dias 26 e 27/04, apresentados nos gráficos correspondem ao sábado e domingo, e apresentaram essa mesma tendência.

Assim, antecipadamente, para este período não se pode relacionar a ocupação da sala com as temperaturas de bulbo seco e de globo negro, sendo que essa variação também pode simplesmente estar relacionada com os fatores externos, já que esse período também se tem a presença de insolação, as janelas estão fechadas, e a inércia térmica da envoltória pode influenciar. Já a T<sub>BU</sub> apresentou várias oscilações, mas nenhum padrão referente a esse período de ocupação, mostrando que não há indícios de diferenças.

#### 4.3.1.2 Estação Outono (maio de 2014)

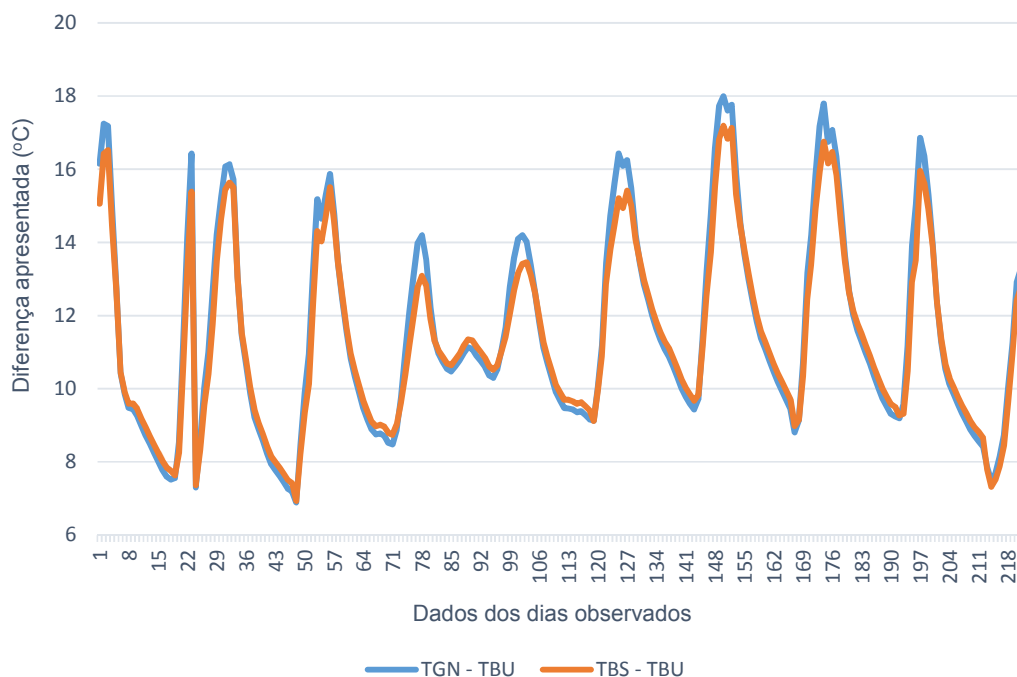
Foi realizado o mesmo procedimento no mês de maio, com o *software* Minitab. Na primeira etapa, foi aplicado o teste T- pareado para detectar se existe diferença entre a  $T_{GN}$  e a  $T_{BS}$ . No nível de 95% de confiança, a estatística de teste foi 4,86 com um p-valor próximo de zero. Ou seja, apresentou-se diferença entre essas duas medidas. Entretanto, o intervalo de confiança ficou entre 0,0869 e 0,2056. Isso quer dizer que ao contrário do mês de abril, a  $T_{GN}$  tende a ter valores elevados do que a  $T_{BS}$  (Gráfico 4-7).

**Gráfico 4-7: Comparação dos valores medidos da  $T_{GN}$  e  $T_{BS}$  médio - Maio de 2014**



Em relação à  $T_{BU}$ , a mesma não é relacionada com nenhuma das outras duas variáveis. Mas, para analisar com maiores detalhes, realizou-se a comparação de valores da  $T_{BS}$  e  $T_{GN}$ , separadamente, e foi subtraído pela  $T_{BU}$ . Dessa forma, o Gráfico 4-8 mostra que ao longo do período analisado aumenta a diferença entre a  $T_{BU}$  e as outras duas variáveis ( $T_{BS}$  e  $T_{GN}$ ), isso significa que, assim como no mês anterior, existe diferença nos métodos de medição delas e por isso, possuem um comportamento distinto. Inclusive, apresentou-se uma variação muito maior que no mês de abril. Tal observação também poder ser verificada de maneira macro no Gráfico 4-1, conforme já exposto.

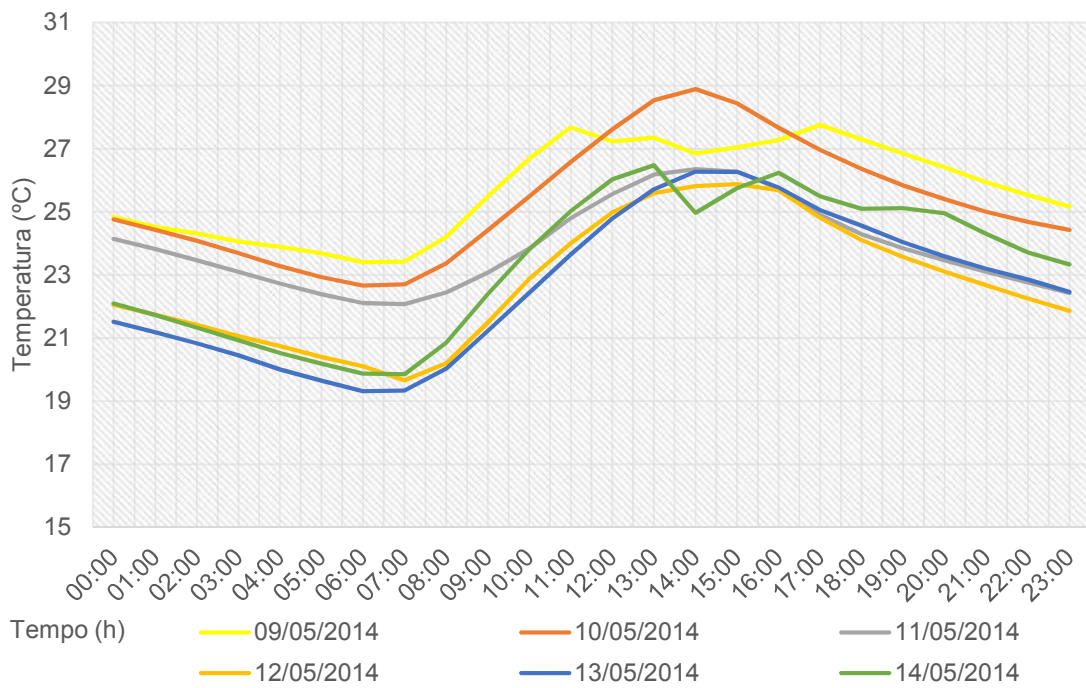
**Gráfico 4-8: Diferença entre  $T_{BU}$  em relação a  $T_{GN}$  e a  $T_{BS}$**



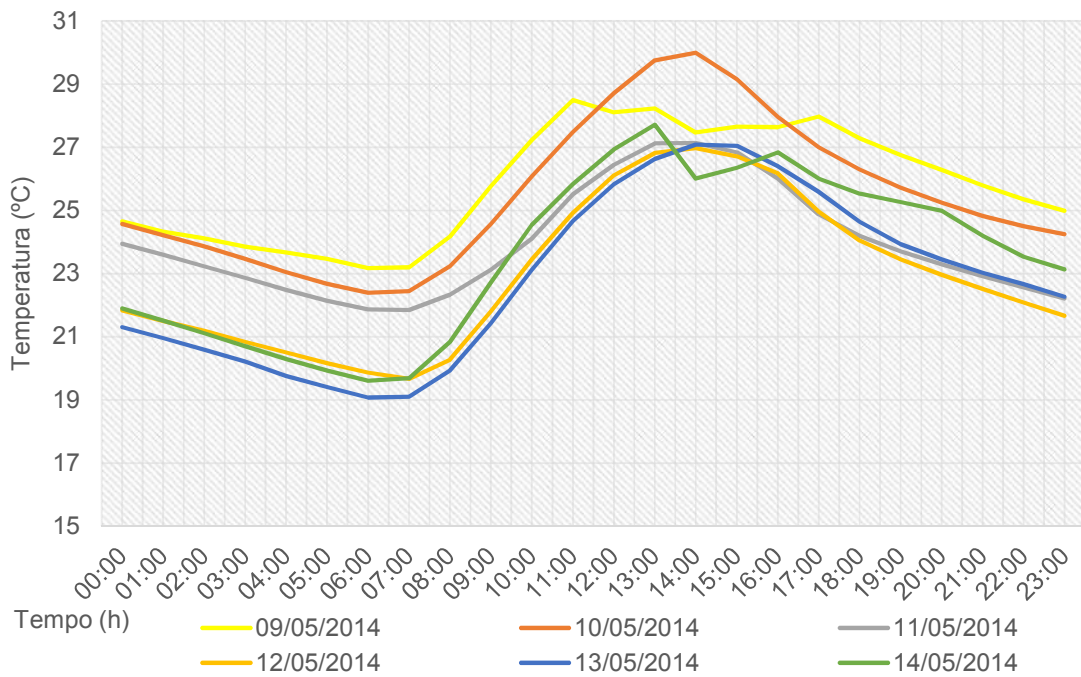
Assim, analisando apenas os dias com medições durante as 24 horas, percebe-se que a temperatura é mais baixa no início do dia, e quando começa às 6h, ela tende a aumentar, atingindo o seu máximo, entre 12 e 14h. Após esse período, tende a diminuir. Isso acontece durante todo o período, independentemente de ser dia de semana (salas ocupadas no período da tarde) ou final de semana (salas vazias) (Gráficos 4-9, 4-10 e 4-11). Isso acontece tanto com a  $T_{GN}$  quanto a  $T_{BS}$ . Já a  $T_{BU}$ , mais uma vez, apresentou um comportamento não padronizado.



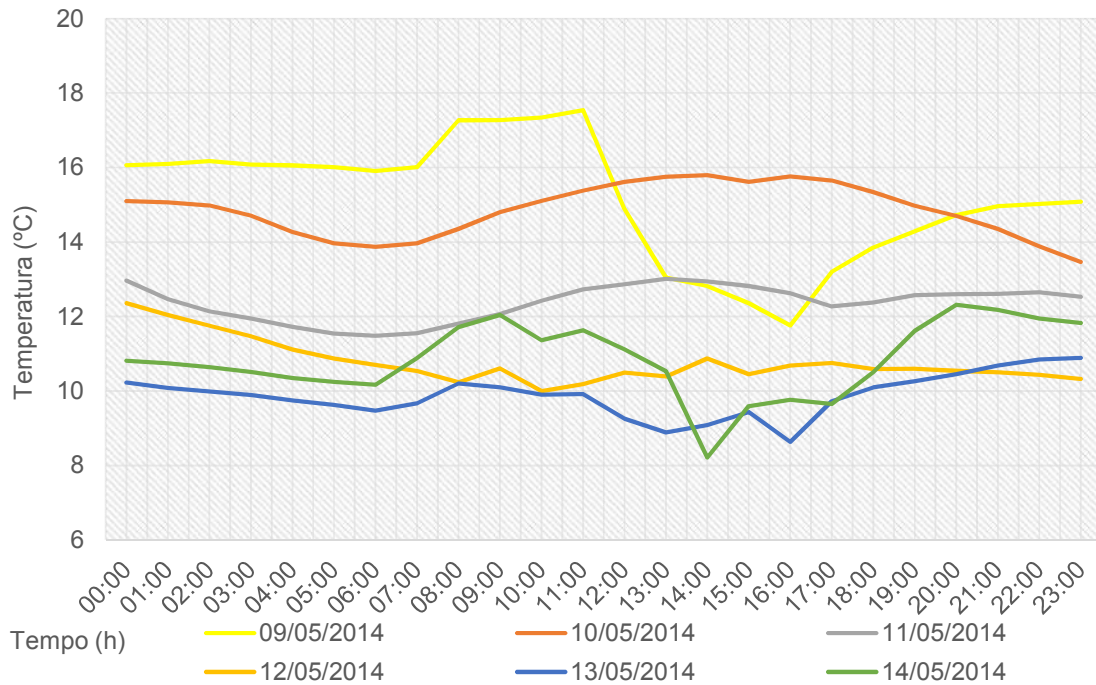
**Gráfico 4-9: Evolução temporal da T<sub>BS</sub> - mês de Maio de 2014**



**Gráfico 4-10: Evolução temporal da T<sub>GN</sub> - mês de Maio de 2014**



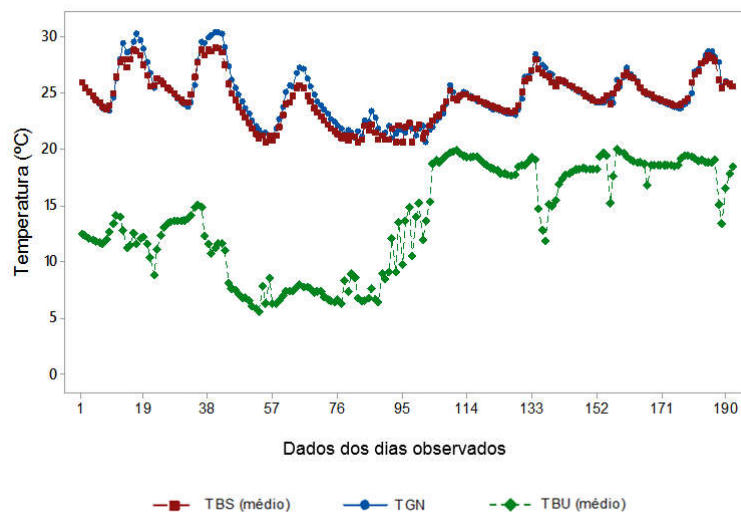
**Gráfico 4-11: Evolução temporal da  $T_{BU}$  - mês de Maio de 2014**



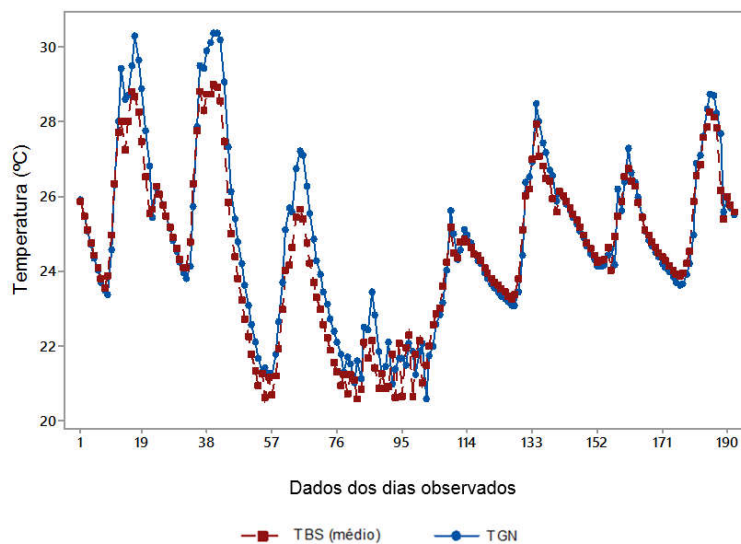
### 4.3.2 Estação Primavera

Durante o período de aquisição de dados, no mês de novembro, dentro da estação primavera de 2014, por meio do *software* Minitab, aplicou-se o teste T-pareado que realizou o teste com 95% de confiança e detectou a estatística de Teste igual a 8,36 e p-valor = 0,0. A comparação entre a  $T_{GN}$  e a  $T_{BS}$  seguiu mostrando uma diferença significativa. Dessa vez, o intervalo de confiança da diferença ficou entre 0,2411 e 0,3899, isso significa que a  $T_{GN}$  tende a ter valores maiores (Gráficos 4-12 e 4-13).

**Gráfico 4-12: Evolução temporal das variáveis - primavera de 2014**



**Gráfico 4-13: Comparação dos valores medidos da TGN e TBS médias - primavera de 2014**

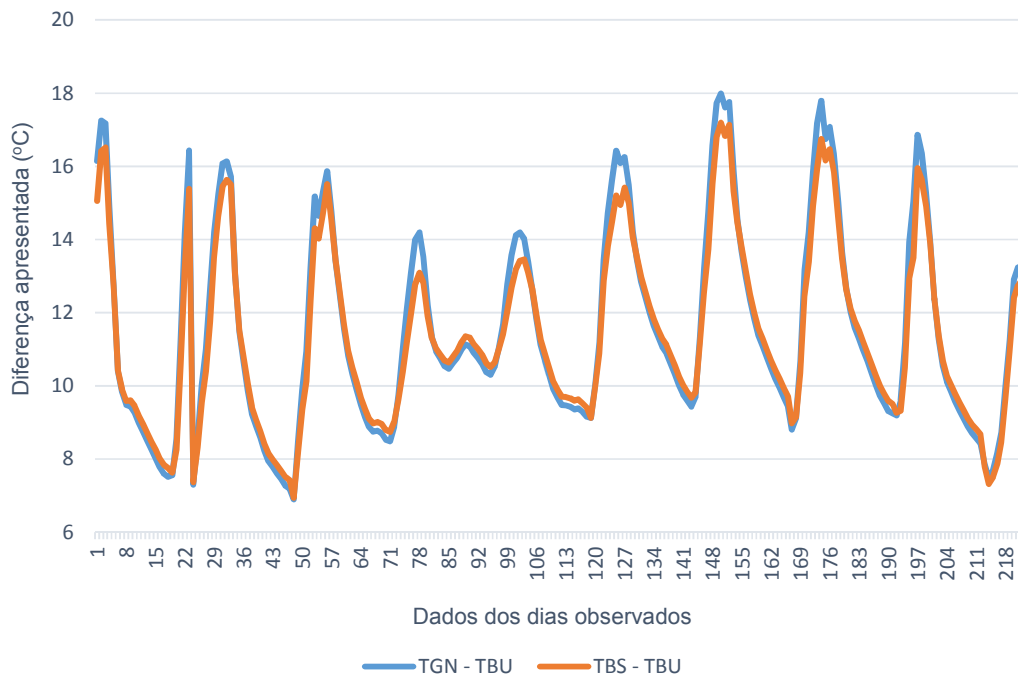


Por outro lado, a  $T_{BU}$  não apresentou um padrão na coleta de dados, com uma grande variabilidade. No entanto, os valores assumidos na segunda metade do período de coleta são



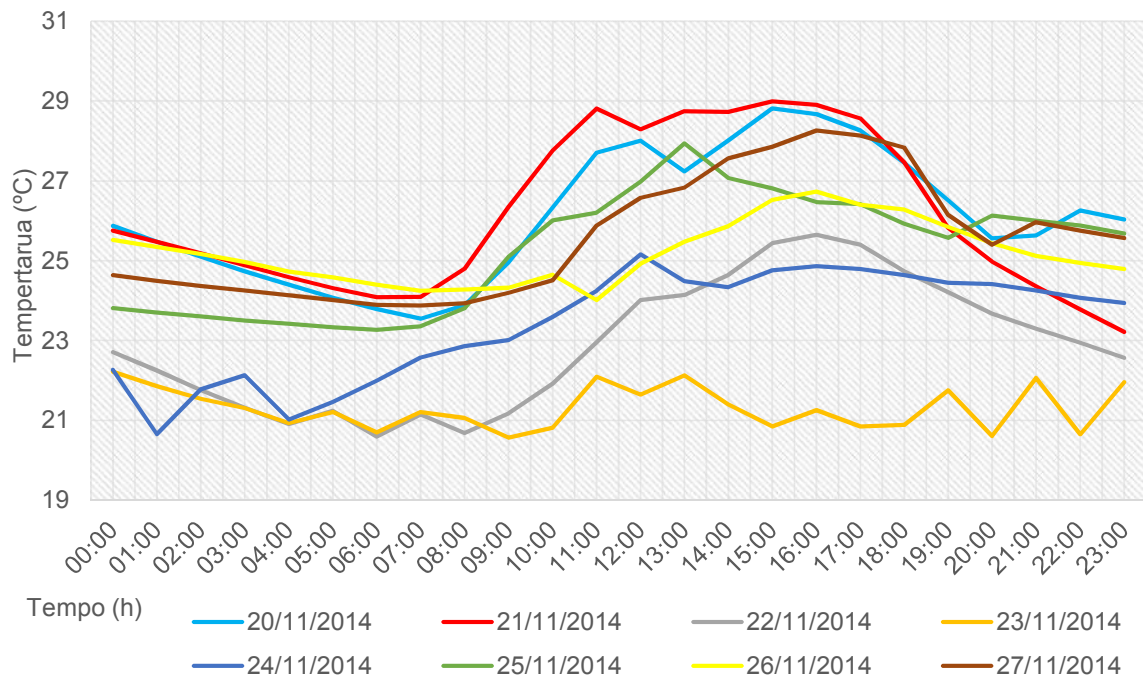
bem maiores que os primeiros dias. Assim, a  $T_{BU}$  mais uma vez não teve relação com a  $T_{BS}$  e a  $T_{GN}$  (Gráfico 4-14).

**Gráfico 4-14: Diferença entre  $T_{BU}$  em relação a  $T_{GN}$  e a  $T_{BS}$**

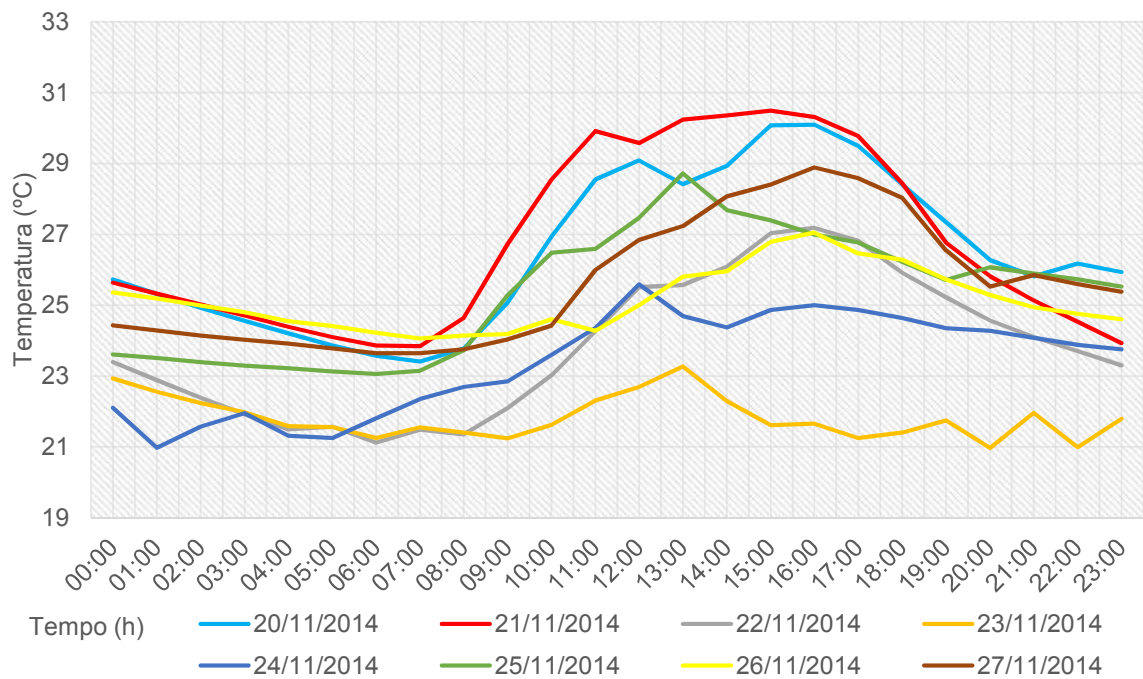


A análise ao longo do dia mostrou o comportamento já evidenciado nos meses anteriores. Observa-se que a temperatura tende a aumentar, durante o dia, e cair, ao longo da noite. Essas alterações ao longo do dia não foram notadas na  $T_{BU}$ , que a cada dia tinha um comportamento diferente (Gráficos 4-15, 4-16 e 4-17). Sobre o aspecto das salas ocupadas e vazias, o período de 22 e 23 de novembro correspondeu a um fim de semana, os gráficos demonstraram uma diminuição de  $T_{BS}$ ,  $T_{GN}$  e  $T_{BU}$  no dia 23.

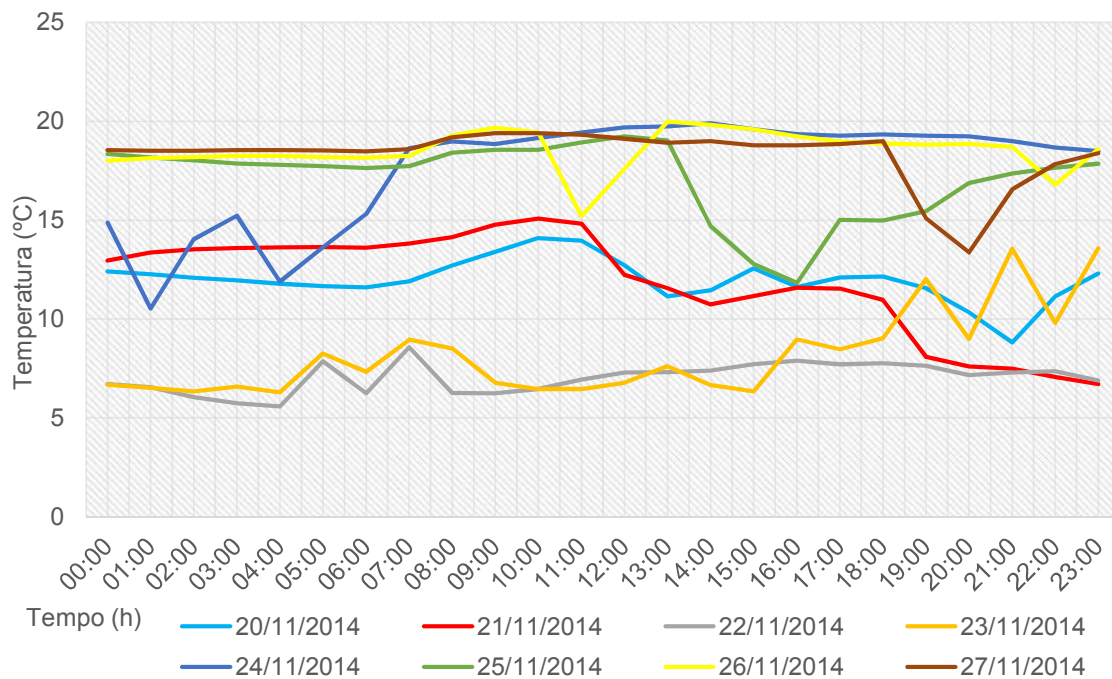
**Gráfico 4-15: Evolução temporal da T<sub>BS</sub> - mês de novembro de 2014**



**Gráfico 4-16: Evolução temporal da T<sub>GN</sub> - novembro de 2014**



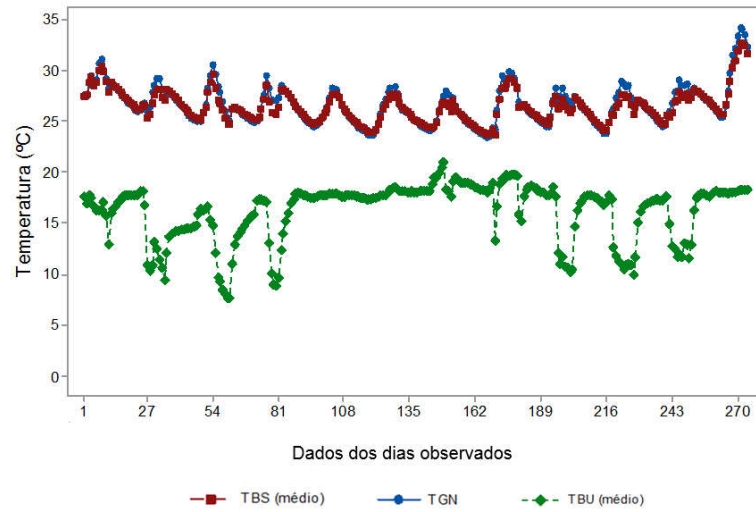
**Gráfico 4-17: Evolução temporal da T<sub>BU</sub> - novembro de 2014**



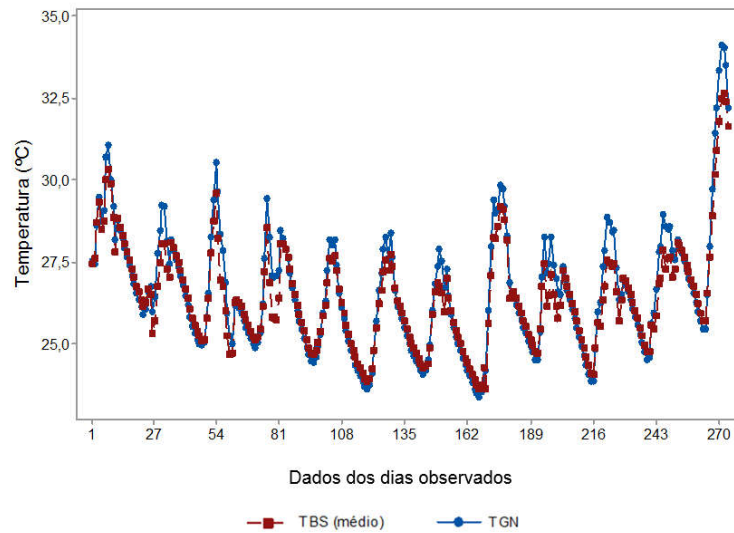
### 4.3.3 Estação Verão

No verão, tendo em vista o retorno às aulas, a coleta foi realizada em março de 2015. Consta-se que apresentou os resultados semelhantes aos da primavera. Com uma estatística de teste igual a 6,19, o teste T- pareado, por meio do *software* Minitab que realizou o teste com 95% de confiança e detectou que a T<sub>GN</sub> tende a ter valores maiores que a T<sub>BS</sub>. O intervalo de confiança foi entre 0,1276 e 0,2465. A velocidade do ar foi praticamente constante e a T<sub>BU</sub> não obteve um padrão em seu comportamento (Gráficos 4-18, 4-19, 4-20).

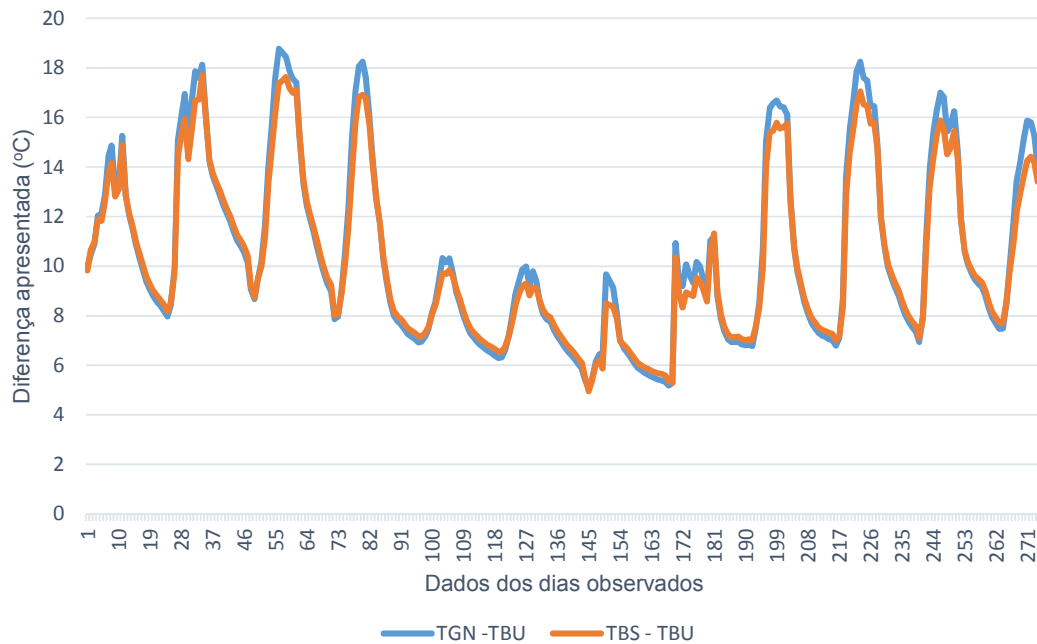
**Gráfico 4-18: Evolução temporal das variáveis - verão de 2015**



**Gráfico 4-19: Comparação dos valores medidos da TGN e TBS médio - verão de 2015**

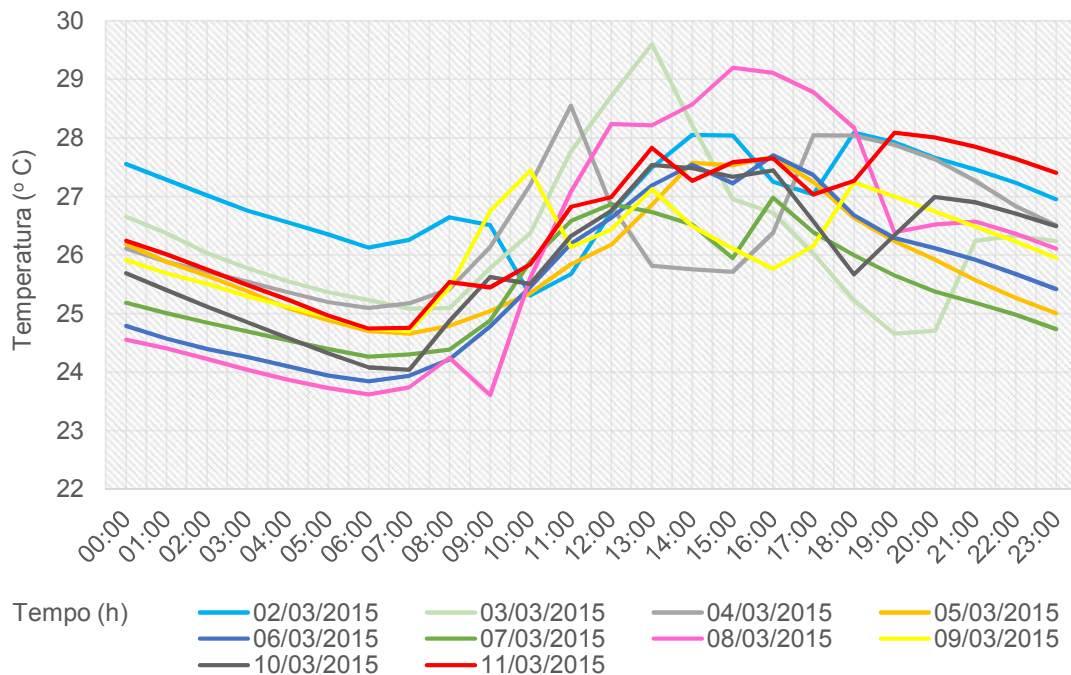


**Gráfico 4-20: Diferença entre T<sub>BU</sub> em relação a T<sub>GN</sub> e a T<sub>BS</sub>**



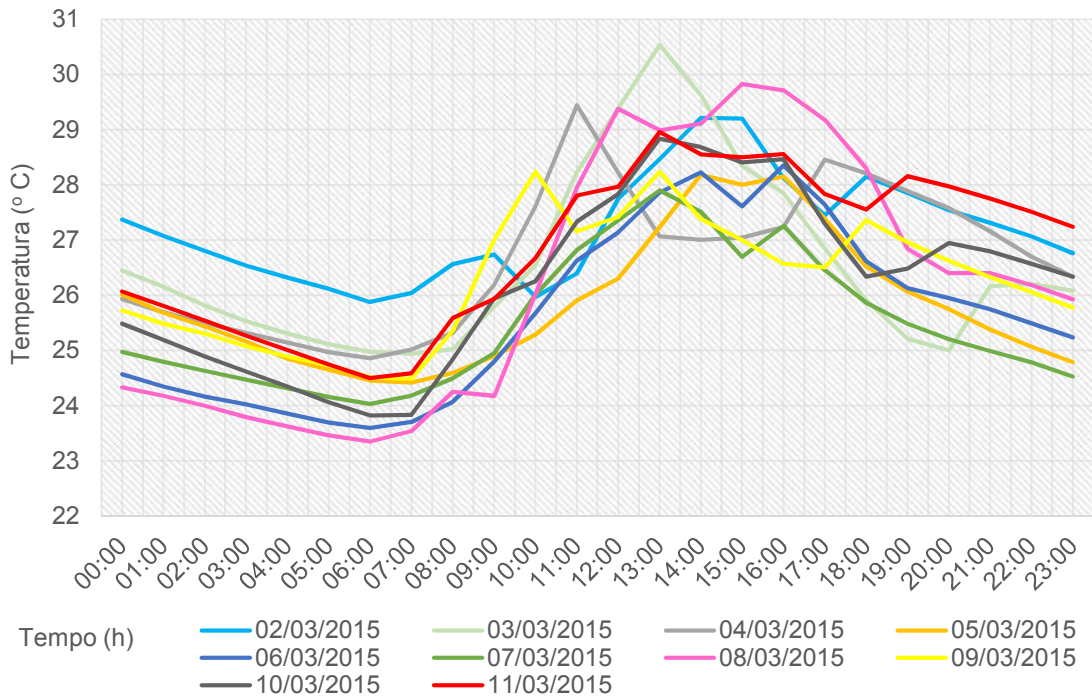
Na análise das 24 horas, verifica-se que a T<sub>BS</sub> e T<sub>GN</sub> são mais elevadas no intervalo entre 11h e 16h para este período e que aumentam ao longo do dia e diminuem durante a noite, conforme mostrado nos Gráficos 4-21 e 4-22.

**Gráfico 4-21: Evolução temporal da T<sub>BS</sub> - março de 2015**



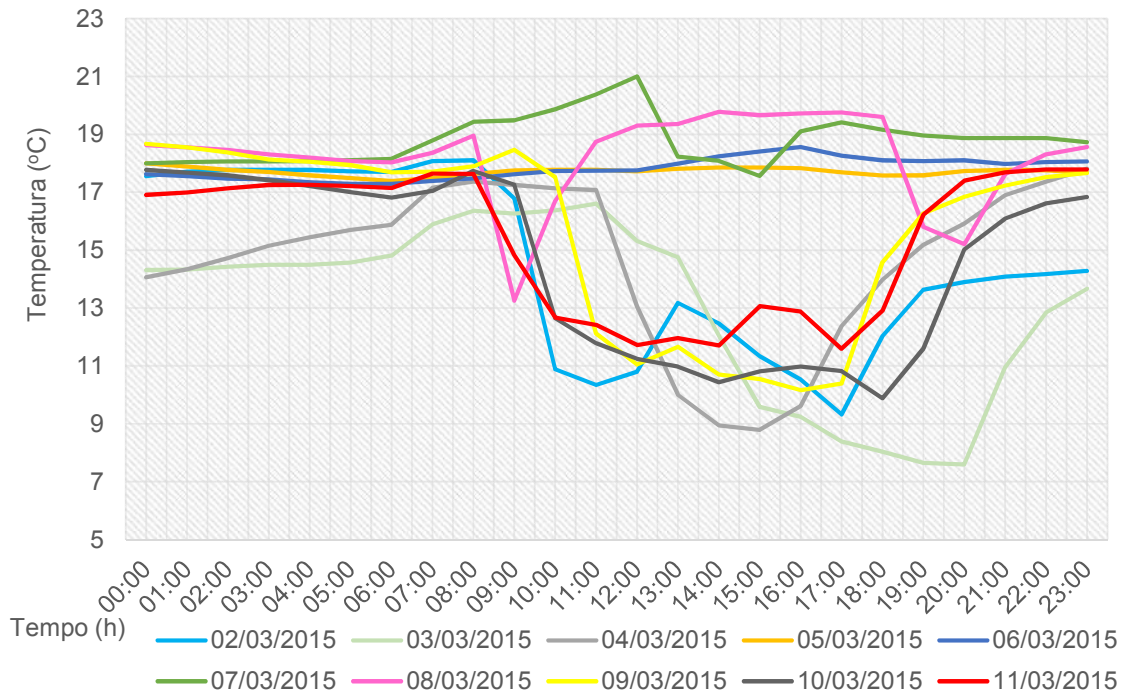


**Gráfico 4-22: Evolução temporal da T<sub>GN</sub> - março de 2015**



Já a T<sub>BU</sub> apresentou o comportamento mais complexo até o momento, em alguns dias, aumentando e em outros reduzindo (Gráfico 4-23).

**Gráfico 4-23: Evolução temporal da T<sub>BU</sub> - março de 2015**

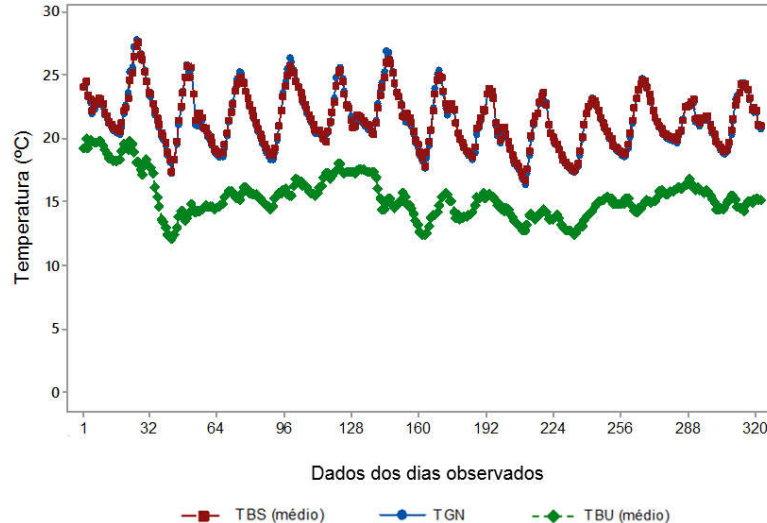


Na comparação dos dados entre os dias com as salas ocupadas e vazias não apareceu diferença significativa, considerando o fim de semana nos dias 07 e 08 de março, como é possível verificar nos gráficos apresentados para  $T_{BS}$  e  $T_{GN}$ . Apenas em relação a  $T_{BU}$  na análise visual do gráfico verifica-se certa diferença, mas considerando os valores gerais não é possível detectar diferença expressiva.

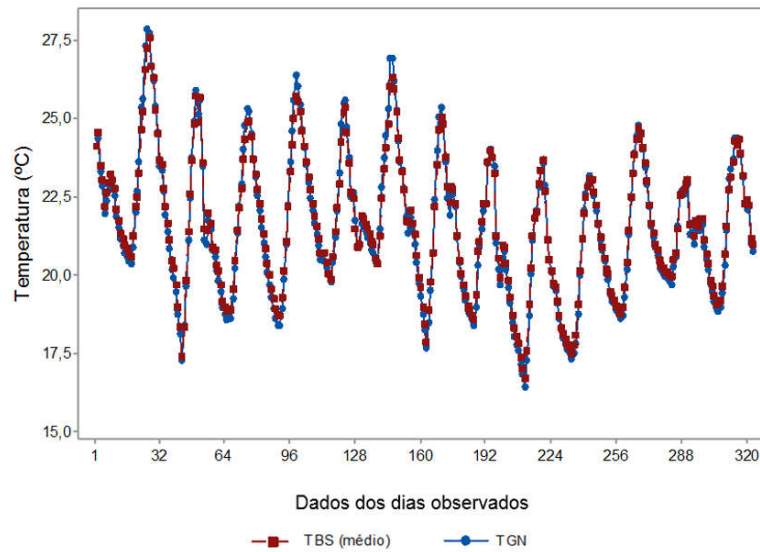
#### 4.3.4 Estação Inverno

Na estação do inverno para o período de aquisição de dados, mês de julho de 2015, ao contrário do período anterior, ao comparar diferenças entre a  $T_{GN}$  e  $T_{BS}$ , o intervalo de confiança ficou entre -0,1067 e -0,0574, teste T-pareado por meio do *software* Minitab e intervalo de 95% de confiança. Isso significa que a  $T_{GN}$  tende a ter valores maiores, com estatística de teste de -6,55 (Gráficos 4-24, 4-25).

**Gráfico 4-24: Evolução temporal das variáveis – inverno de 2015**

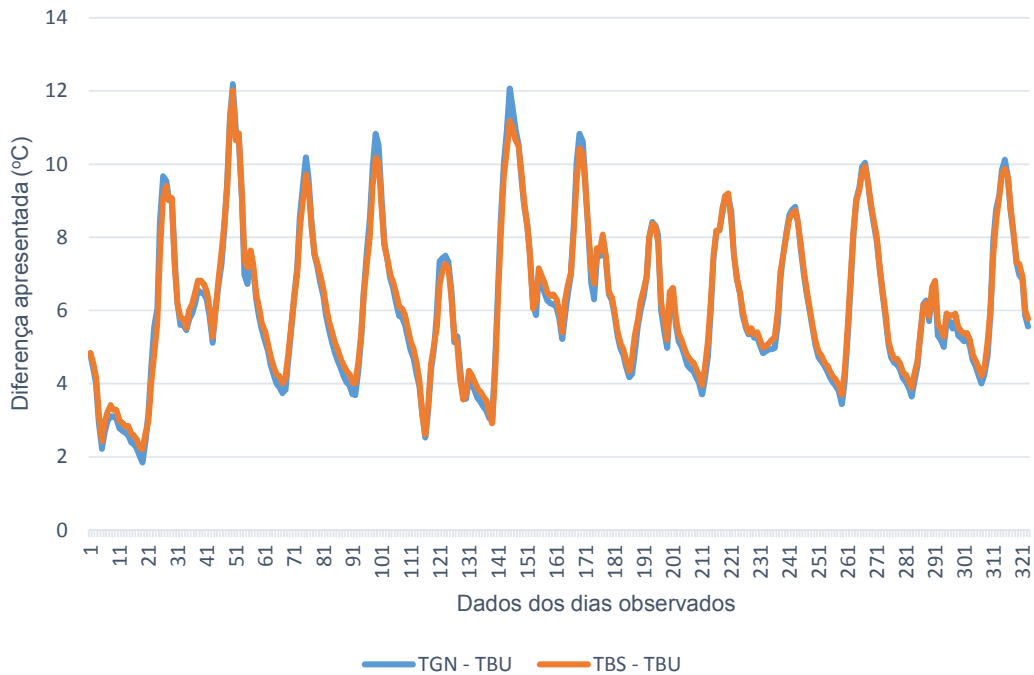


**Gráfico 4-25: Comparação dos valores medidos da T<sub>GN</sub> e T<sub>BS</sub> médio - inverno de 2015**



A T<sub>BU</sub> apresentou um comportamento mais similar a essas duas variáveis e valores maiores que dos demais meses, mas ainda não é suficiente para evidenciar alguma relação entre eles (Gráfico 4-26).

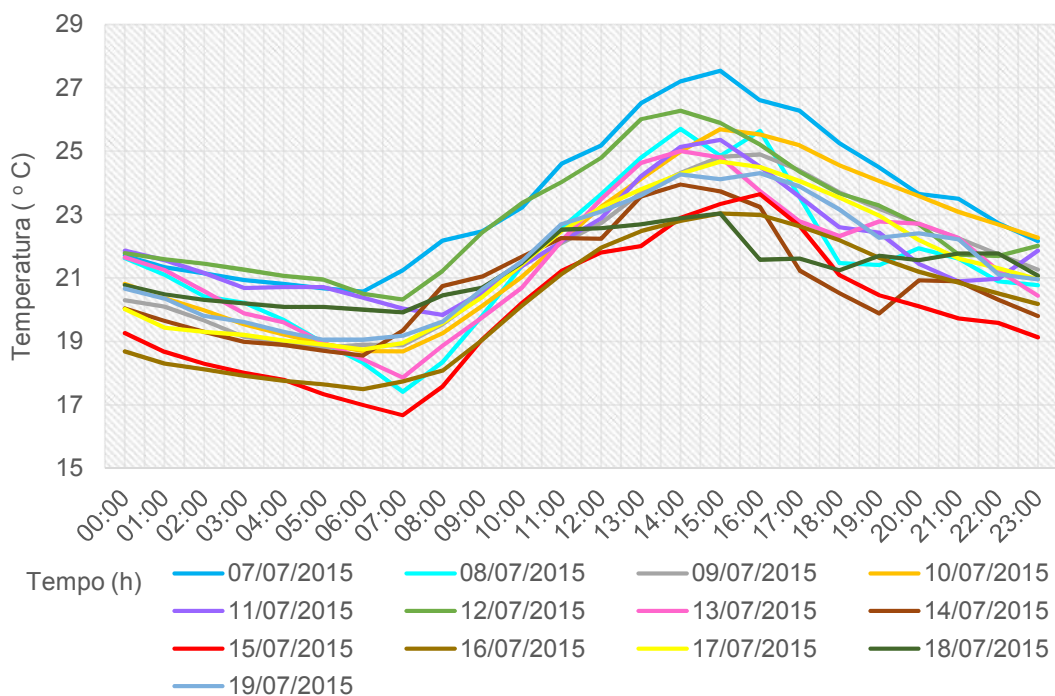
**Gráfico 4-26: Diferença entre T<sub>BU</sub> em relação a T<sub>GN</sub> e a T<sub>BS</sub>**



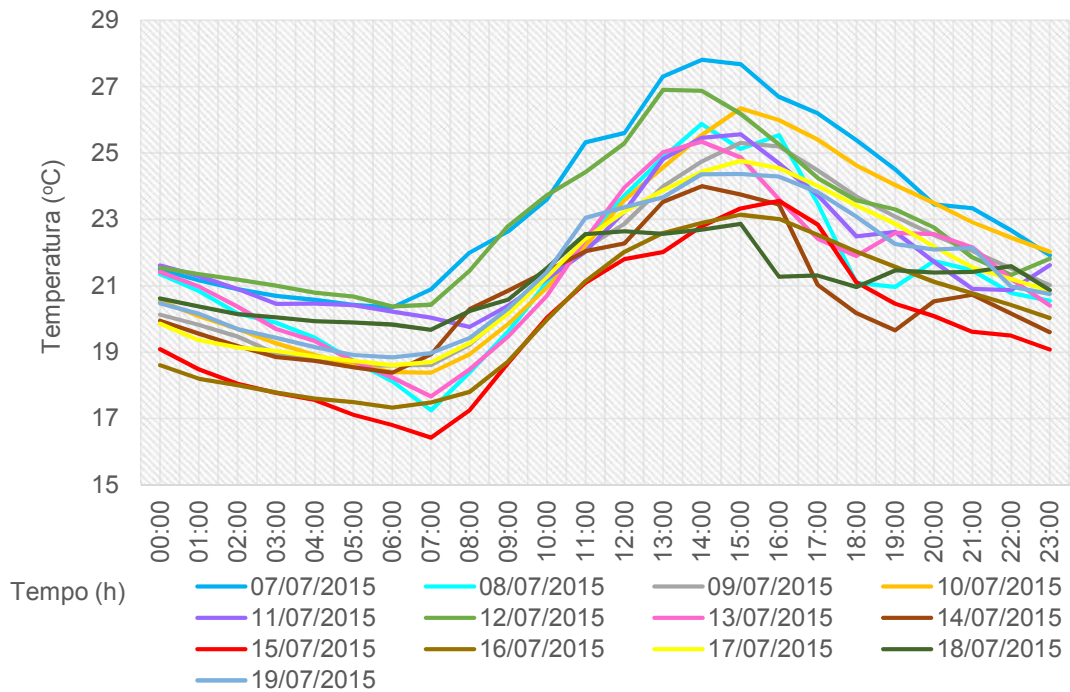


O inverno foi o período que mais apresentou regularidade durante uma análise ao longo do dia. A  $T_{BS}$  e a  $T_{GN}$  nitidamente aumentaram com o início do dia e entraram em queda ao anoitecer. Isso se repetiu de forma padronizada durante todos os dias, inclusive nos finais de semanas. A  $T_{BU}$  foi o que teve menos alterações ao longo do dia, em algumas datas até chegou a se manter constante (Gráficos 4-27, 4-28, 4-29). Em relação aos dias que correspondem ao fim de semana (13 e 14 de junho), para as variáveis climáticas não foi verificada diferença significativa entre os dias com as salas ocupadas ou desocupadas.

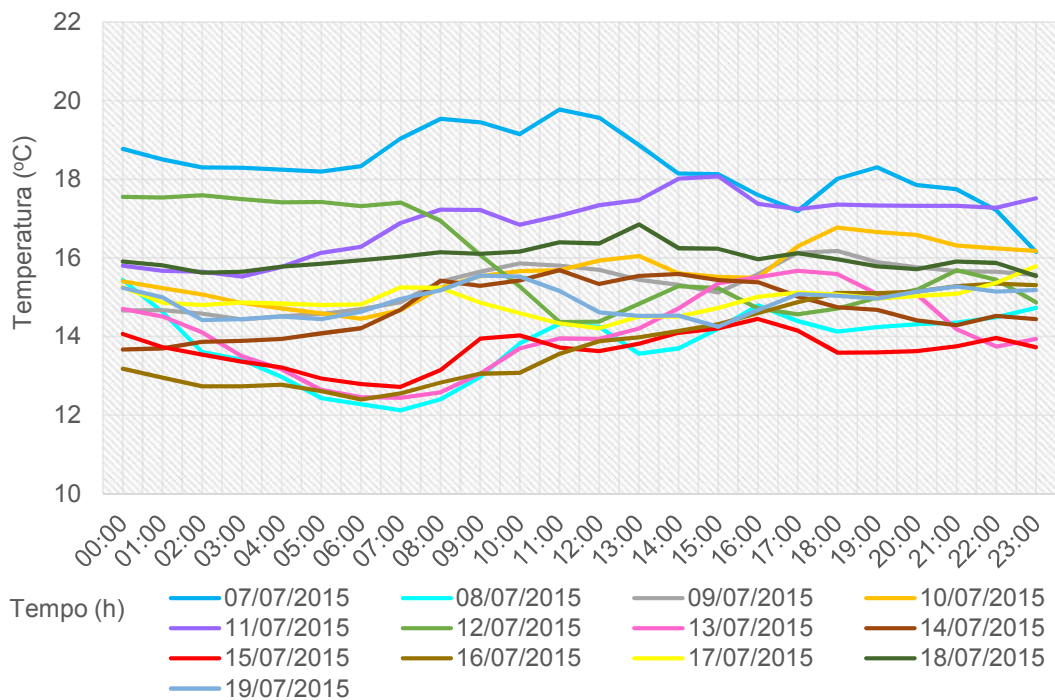
**Gráfico 4-27: Evolução temporal da  $T_{BS}$  - julho de 2015**



**Gráfico 4-28: Evolução temporal da T<sub>GN</sub> - julho de 2015**



**Gráfico 4-29: Evolução temporal da T<sub>BU</sub> - mês de julho de 2015**



#### **4.4 Apresentação das análises dos índices CTR, ITGU e IBUTG a partir das variáveis climáticas obtidas durante as estações**

Nesta etapa de análise dos índices de conforto, após a verificação do comportamento das variáveis climáticas nas quatro estações, realizou-se o estudo dos índices obtidos a partir das variáveis adquiridas nas medições. Com o propósito de observar como se comportaram ao longo dos meses de estudo, esta etapa, consistiu em comparar esses meses e analisar se há diferenças conforme a estação do ano.

Dessa forma, os três índices – Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), a Carga Térmica Radiante (CTR) e o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) – foram analisados e comparados em cada estação para detectar diferenças ao longo do ano.

Para comparar as quatro estações do ano, foi calculada a média horária dos dias em que tiveram coletadas durante as 24 horas. Por exemplo, na amostra do mês de Março de 2015 delimitou-se os dados dos dias com 24 horas de medição e retirou-se uma média durante esse período da CTR, do ITGU e do IBUTG. Assim, tem-se uma planilha com o comportamento médio ao longo do dia dessas três variáveis calculadas.

Os três índices foram analisados individualmente para os quatro períodos de coleta (cada um representando uma estação) foram comparados utilizando as comparações múltiplas do **Teste de *Kruskal Wallis***.

##### **4.4.1 Análise estatística – Carga Térmica Radiante (CTR)**

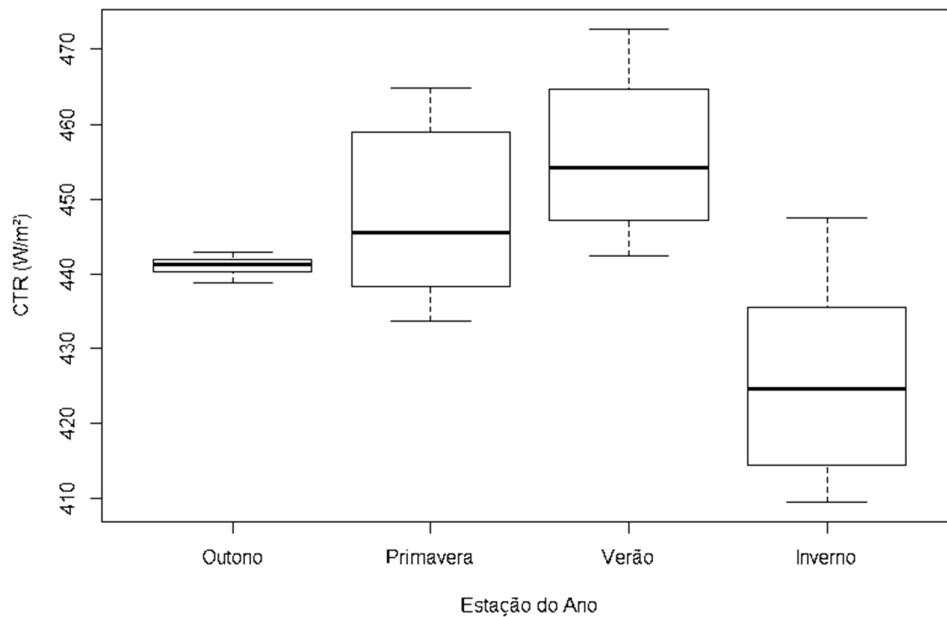
Para a análise da CTR calculou-se os valores a partir das variáveis climáticas coletadas como mostrado nas equações (2.1 e 2.2). Dessa maneira, foram utilizadas as comparações múltiplas do Teste de *Kruskal-Wallis*, e o primeiro passo foi retirar as médias dos dias coletados. Assim, o banco de dados seguem em coluna para cada uma das estações com os valores médios da CTR conforme a planilha com os dados médios durante as 24 horas (Tabela 4-1).

**Tabela 4-1: CTR médio das Estações**

Tempo(h)	CTR ( $W m^{-2}$ )			
	Outono	Primavera	Verão	Inverno
00:00	443	443	450	420
01:00	442	443	449	418
02:00	442	439	447	415
03:00	441	438	446	414
04:00	441	438	445	412
05:00	440	434	443	411
06:00	439	435	442	410
07:00	439	434	443	410
08:00	439	434	447	414
09:00	441	439	452	419
10:00	440	445	458	426
11:00	440	451	465	433
12:00	441	457	469	439
13:00	442	463	473	444
14:00	442	460	473	447
15:00	442	462	470	447
16:00	442	465	469	444
17:00	442	463	465	438
18:00	442	461	461	432
19:00	441	454	458	430
20:00	441	450	456	429
21:00	441	446	455	427
22:00	442	446	453	424
23:00	441	443	452	422

Em seguida, duas análises visuais foram realizadas: *boxplot* e gráfico de linhas (Gráficos 4-30 e 4-31). O *boxplot*<sup>25</sup> mostra que a CTR do mês de inverno é bem inferior às demais estações. O verão apresentou os valores mais elevados entre 12h e 16h. Já na primavera, um pouco mais baixo, quando comparado com a elevação entre 13h e 16h. O outono apresentou uma peculiaridade: a sua dispersão foi muito pequena, quase constante. Enquanto as outras três estações possuem uma amplitude (diferença entre o maior e o menor valor) de cerca de 20 unidades, no outono, os dados quase não se afastam de 440 W m<sup>-2</sup>. Isso significa que, ao longo do dia, a CTR não sofreu alterações no outono.

**Gráfico 4-30: Comparação da CTR com as Estações do Ano**

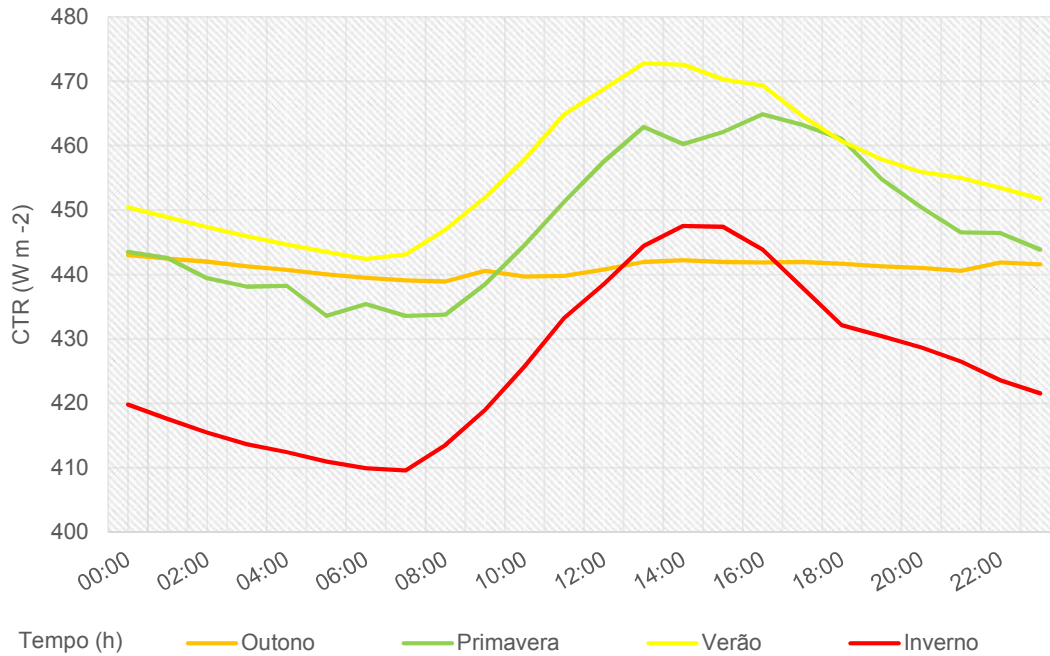


No inverno os valores da CTR foram os mais baixos, mas também apresentou os maiores valores entre 13h e 16h conforme observa-se no Gráfico 4-31 que apresenta a evolução temporal do índice com as horas do dia.

---

<sup>25</sup> O *boxplot* (gráfico de caixa) é um gráfico utilizado para avaliar a distribuição empírica dos dados. Sua função é mostrar onde se concentram os maiores valores e se existem *outliers* (pontos discrepantes).

**Gráfico 4-31: Evolução temporal da CTR com as Estações**



O gráfico 4-31 de linhas mostrou o comportamento das quatro estações durante o dia. Nas estações do inverno, verão e primavera, é possível verificar um padrão. A partir das 7h, a CTR começa a aumentar e chega ao seu pico às 14h, decaindo depois das 16h. Entretanto, não há esse comportamento durante o outono, onde a CTR ficou estável durante todo o dia.

É notável a diferença entre essas estações. Assim, a próxima etapa foi usar as comparações múltiplas do Teste de *Kruskal-Wallis* para detectar em quais estações essas diferenças foram significativas. Para realizar o teste, foi necessário classificar todas as 96 observações (4 grupos com 24 dados) em ordem crescente. O menor valor foi de ordem 1 e o maior, 96. O R visto na equação 3.3 é a média das ordens de cada um dos 4 grupos (Tabela 4-2).

**Tabela 4-2: Ranking de observações – CTR**

Tempo(h)	CTR ( $W m^{-2}$ )			
	Outono	Primavera	Verão	Inverno
00:00	54	57	71	10
01:00	52	53	70	8
02:00	49	30	67	7
03:00	41	24	63	6
04:00	37	25	62	4
05:00	34	20	56	3
06:00	31	22	51	2
07:00	29	19	55	1
08:00	28	21	66	5
09:00	36	26	75	9
10:00	32	61	82	13
11:00	33	73	90	18
12:00	38	80	92	27
13:00	48	87	96	60
14:00	50	83	95	69
15:00	46	86	94	68
16:00	45	91	93	58
17:00	47	88	89	23
18:00	43	85	84	17
19:00	40	77	81	16
20:00	39	72	79	15
21:00	35	65	78	14
22:00	44	64	76	12
23:00	42	59	74	11
R	40,54	57,00	76,63	19,83

Com o *ranking*<sup>26</sup> realizado, todos os pares entre esses grupos deveriam ser testados para identificar onde existiria essa diferença. O teste foi realizado com 90% de significância conforme mostrado no Quadro 4-1.

**Quadro 4-1: Análises de diferenças – CTR (W m<sup>-2</sup>)**

Conclusão			
Comparação	Observado	Crítico (tabelado)	Existe Diferença
Outono - Primavera	16,46	19,25	NÃO
Outono - Verão	36,08	19,25	SIM
Outono - Inverno	20,71	19,25	SIM
Primavera - Verão	19,63	19,25	SIM
Primavera - Inverno	37,17	19,25	SIM
Verão - Inverno	56,80	19,25	SIM

O teste mostrou que todos os meses apresentaram diferenças, exceto a comparação do outono-primavera. Essa similaridade pode ser explicada por serem os meses em que as temperaturas não são extremas, tanto para cima, como no verão, quanto para baixo, no inverno.

#### 4.4.2 Análise estatística – Índice de Temperatura de Globo Negro e umidade (ITGU)

Para a análise do ITGU, foram calculados os valores a partir das variáveis climáticas coletadas como apresentado na equação (2.3) já apresentada. Dessa maneira, utilizou-se as comparações múltiplas do Teste de *Kruskal-Wallis*, e o primeiro passo foi retirar as médias dos dias coletados. Com isso, o banco de dados segue em coluna para cada uma das estações com os valores médios do ITGU conforme a planilha com os dados médios durante as 24 horas (Tabela 4-3).

<sup>26</sup> **Ranking (R)** é a média das posições dos valores dentro de cada uma das estações.



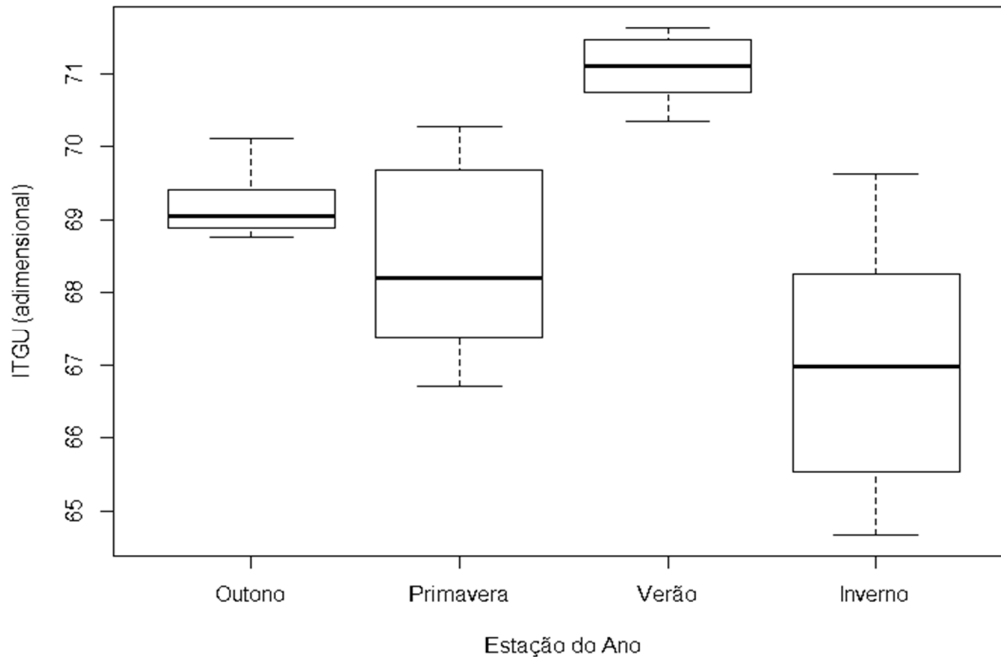
**Tabela 4-3: ITGU médio das Estações**

Tempo(h)	ITGU (adimensional)			
	Outono	Primavera	Verão	Inverno
00:00	70	68	71	66
01:00	70	67	71	65
02:00	70	67	71	66
03:00	70	67	71	65
04:00	69	67	71	65
05:00	69	67	71	65
06:00	69	67	70	65
07:00	69	68	71	65
08:00	69	68	71	65
09:00	69	68	71	66
10:00	69	69	71	67
11:00	69	69	71	68
12:00	68	70	71	68
13:00	69	70	72	69
14:00	69	70	71	70
15:00	69	70	71	70
16:00	69	70	71	69
17:00	69	70	70	69
18:00	69	69	71	68
19:00	69	69	71	68
20:00	69	68	71	68
21:00	69	68	72	67
22:00	69	69	72	67
23:00	70	68	72	67

Em seguida, as mesmas análises gráficas feitas para a CTR foram apresentadas nos Gráficos 4-32 e 4-33 para o ITGU. O *boxplot* mostrou mais uma vez o verão com os valores elevados e o inverno como as mais baixas (Gráfico 4-32). O outono continuou apresentando valores pouco dispersos, ao contrário da primavera, que apresentou valores próximos do outono, porém, com uma amplitude bem superior. Diferentemente da análise da CTR, o verão

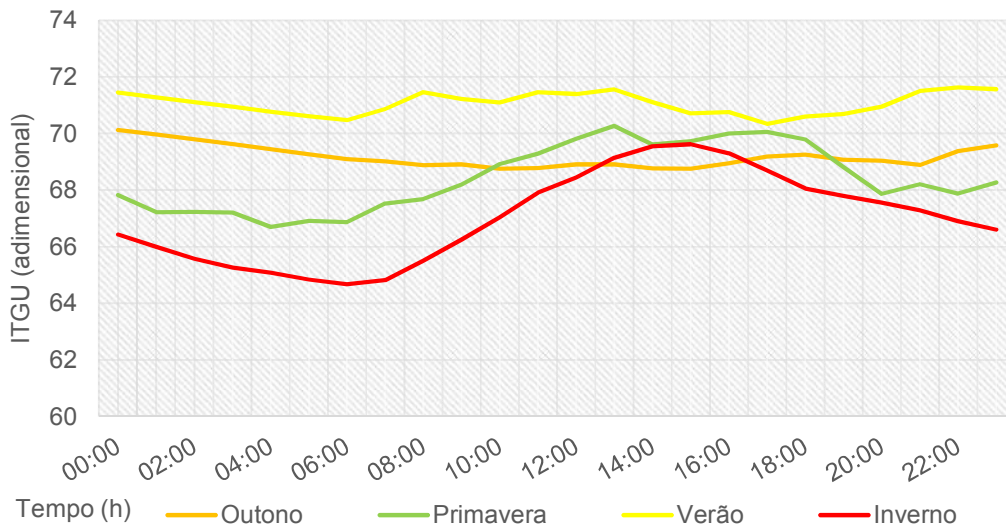
também apresentou uma pequena variabilidade, isso significa os valores do ITGU são predominantemente elevados nessa estação.

**Gráfico 4-32: Comparação do ITGU com as Estações**



A evolução temporal reforçou a pouca variação das estações verão e outono, mas apresenta valores mais elevados para o verão. Já a primavera mostrou semelhança em seu comportamento com o inverno, ao aumentar seus valores com o começo do amanhecer e cair após às 14h (Gráfico 4-33).

**Gráfico 4-33: Evolução temporal do ITGU com as Estações e horas do dia**



O próximo passo foi realizar as comparações múltiplas, com o *ranking* das observações para o ITGU (Tabela 4-4).

**Tabela 4-4: *Ranking* de observações – ITGU**

Tempo(h)	ITGU			
	Outono	Primavera	Verão	Inverno
00:00	71	25	90	10
01:00	68	18	88	8
02:00	66	19	86	7
03:00	63	17	83	5
04:00	58	12	80	4
05:00	54	15	76	3
06:00	50	13	74	1
07:00	47	21	81	2
08:00	40	23	92	6
09:00	44	30	87	9
10:00	35	45	84	16
11:00	38	55	91	28
12:00	42	67	89	33
13:00	43	72	94	51
14:00	37	61	85	59
15:00	36	64	78	62
16:00	46	69	79	56
17:00	52	70	73	34
18:00	53	65	75	29
19:00	49	39	77	24
20:00	48	26	82	22
21:00	41	31	93	20
22:00	57	27	96	14
23:00	60	32	95	11
R	49,92	38,17	84,50	21,42

O teste mostrou que o verão é diferente de todas as estações. A única similaridade foi a primavera, para a qual o teste não detectou diferenças entre ela ao ser comparada com o inverno e o outono. Pelo *boxplot* (Gráfico 4-32) foi possível detectar essa semelhança, já que eles estavam em posições alinhadas no gráfico. Quanto a sua semelhança com o inverno é explicada pelo mesmo comportamento que eles tiveram ao longo do dia e após as 14h, quando o ITGU tende a cair, e os valores dessas duas estações estavam próximos. Vale reforçar que a primavera apresenta semelhanças com o inverno e o outono, entretanto, ambos são diferentes entre si conforme apresentado no Quadro 4-2.

**Quadro 4-2: Análises de diferenças – ITGU (adimensional)**

Conclusão			
Comparação	Observado	Crítico (tabelado)	Existe Diferença
Outono - Primavera	11,75	19,25	NÃO
Outono - Verão	34,58	19,25	SIM
Outono - Inverno	28,50	19,25	SIM
Primavera - Verão	46,33	19,25	SIM
Primavera - Inverno	16,75	19,25	NÃO
Verão - Inverno	63,08	19,25	SIM

#### 4.4.3 Análise estatística – Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG)

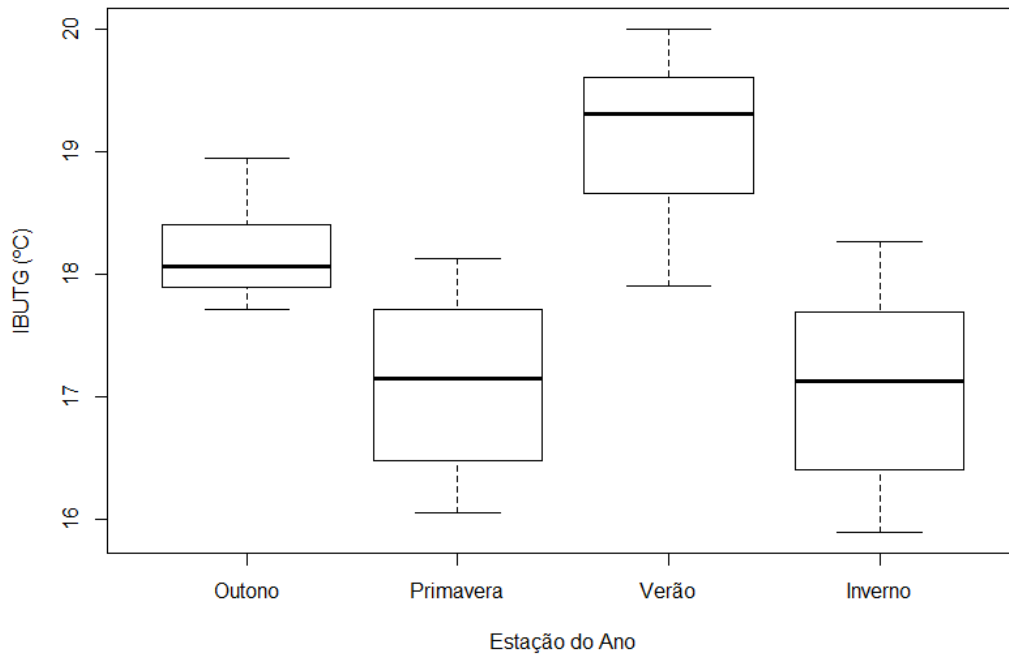
Para a análise do IBUTG calculou-se os valores a partir das variáveis climáticas coletadas, por meio da equação (2.4) para ambientes internos que não possuem carga solar direta. Dessa maneira, utilizou-se as comparações múltiplas do Teste de *Kruskal-Wallis*, e o primeiro passo foi retirar as médias dos dias coletados. Assim, o banco de dados segue em coluna para cada uma das estações com os valores médios do IBUTG conforme a planilha com os dados médios durante as 24 horas (Tabela 4-5):

**Tabela 4-5: IBUTG médio das Estações**

Tempo(h)	IBUTG (° C)			
	Outono	Primavera	Verão	Inverno
00:00	19	17	20	17
01:00	19	16	20	17
02:00	19	16	20	16
03:00	19	16	20	16
04:00	18	16	19	16
05:00	18	16	19	16
06:00	18	16	19	16
07:00	18	17	20	16
08:00	18	17	20	16
09:00	18	17	20	17
10:00	18	18	19	17
11:00	18	18	19	18
12:00	18	18	19	18
13:00	18	18	19	18
14:00	18	18	18	18
15:00	18	18	18	18
16:00	18	18	18	18
17:00	18	18	18	18
18:00	18	18	18	18
19:00	18	17	19	18
20:00	18	17	19	17
21:00	18	17	19	17
22:00	18	17	20	17
23:00	18	17	20	17

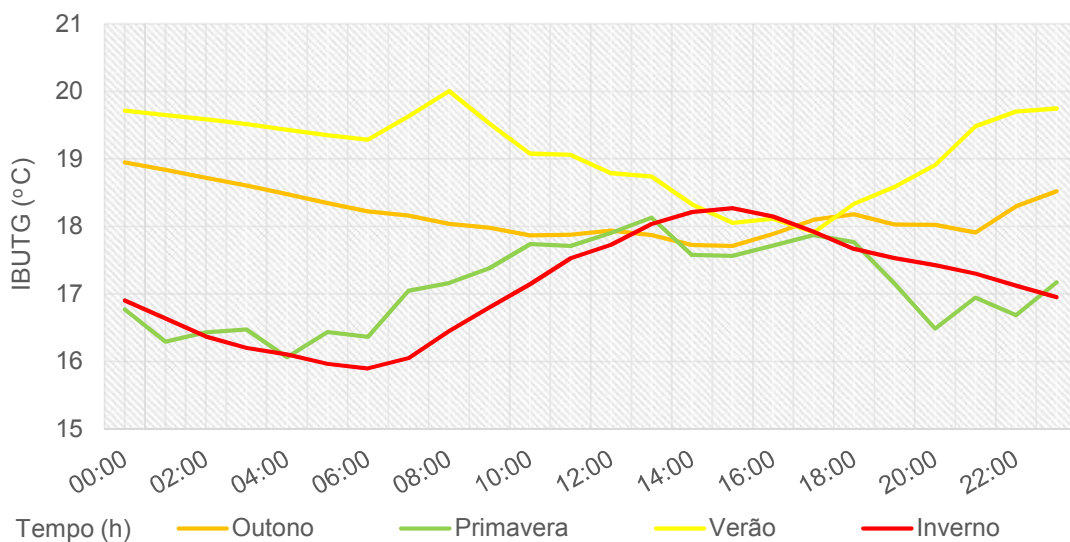
Essa foi a variável que apresentou a maior dispersão no período em que os dados foram coletados, mas mesmo assim, a sua variabilidade foi menor que os das três estações, conforme pode ser visto no *boxplot* (Gráfico 4-34). A primavera e o inverno tiveram comportamentos parecidos, possuindo os valores mais baixos.

**Gráfico 4-34: Comparação do IBUTG com as Estações**



A evolução temporal (gráfico 4-35) confirmou a similaridade da primavera com o inverno e ficou nítido que essas estações tenderam a ter valores mais baixos ao longo do dia. O curioso foi que ao nascer do sol, essas duas estações começaram a ter valores mais elevados, já no verão, mesmo com as temperaturas mais elevadas, teve seu IBUTG reduzido nesse mesmo período.

**Gráfico 4-35: Comparação do IBUTG com as Estações e horas do dia**



Na Tabela 4-6, apresenta-se o *ranking* das observações para realizar as comparações do Teste de *Kruskal-Wallis*.

**Tabela 4-6: Ranking de observações – IBUTG**

Tempo(h)	IBUTG (° C)			
	Outono	Primavera	Verão	Inverno
00:00	81	17	94	19
01:00	79	7	92	15
02:00	76	10	90	9
03:00	75	13	88	6
04:00	72	4	86	5
05:00	71	11	85	2
06:00	66	8	84	1
07:00	63	22	91	3
08:00	57	26	96	12
09:00	53	29	89	18
10:00	43	41	83	24
11:00	46	37	82	31
12:00	52	48	78	40
13:00	45	61	77	56
14:00	39	34	69	65
15:00	36	33	58	67
16:00	47	38	60	62
17:00	59	44	50	51
18:00	64	42	70	35
19:00	55	25	74	32
20:00	54	14	80	30
21:00	49	20	87	28
22:00	68	16	93	23
23:00	73	27	95	21
R	59,29	26,13	81,29	27,29

Com os *rankings* de cada estação calculados, o teste confirmou que a única semelhança ocorre na comparação entre primavera-inverno conforme mostrado no Quadro 4-3.

**Quadro 4-3: Análises de diferenças – IBUTG**

<b>Conclusão</b>			
<b>Comparação</b>	<b>Observado</b>	<b>Crítico (tabelado)</b>	<b>Existe Diferença</b>
Outono - Primavera	33,17	19,25	SIM
Outono - Verão	22,00	19,25	SIM
Outono - Inverno	32,00	19,25	SIM
Primavera - Verão	55,17	19,25	SIM
Primavera - Inverno	1,17	19,25	NÃO
Verão - Inverno	54,00	19,25	SIM

Em síntese, as análises mostraram que os três índices de estudo sofrem alterações ao longo do ano. Entretanto, algumas semelhanças podem ser detectadas, se observadas as análises apresentadas no Quadro 4-4.

O verão é a estação em que apresentou os maiores valores dos três índices, isso é consequência desses índices dependerem da temperatura, que costuma ser mais elevada nessa estação.

O outono e a primavera são duas estações em que não apresentam temperaturas extremas, como no inverno e verão, e por isso, a CTR e o ITGU das duas não apresentaram diferenças significativas. Vale reforçar que o ITGU e o IBUTG são índices que dependem dos mesmos coeficientes medidos ( $T_{GN}$  e  $T_{BU}$ ), a diferença é que no ITGU, a  $T_{GN}$  tem um peso maior. Isto é, a temperatura é um componente importante para o cálculo desse índice. Como a temperatura do outono e da primavera são semelhantes, essa diferença não foi detectada pelo teste. Já o IBUTG é uma combinação entre a  $T_{GN}$  e a  $T_{BU}$ , onde a  $T_{BU}$  tem um peso maior (70%) e por isso, houve diferença entre o outono e primavera, conforme apresentado no Quadro 4-4.



**Quadro 4-4: Resumo das análises dos índices**

	CTR	ITGU	IBUTG	CTR	ITGU	IBUTG	CTR	ITGU	IBUTG	CTR	ITGU	IBUTG
	OUTONO			PRIMAVERA			VERÃO			INVERNO		
OUTONO	✓			✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PRIMAVERA	✗	✗	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✗	✗
VERÃO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓
INVERNO	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓		

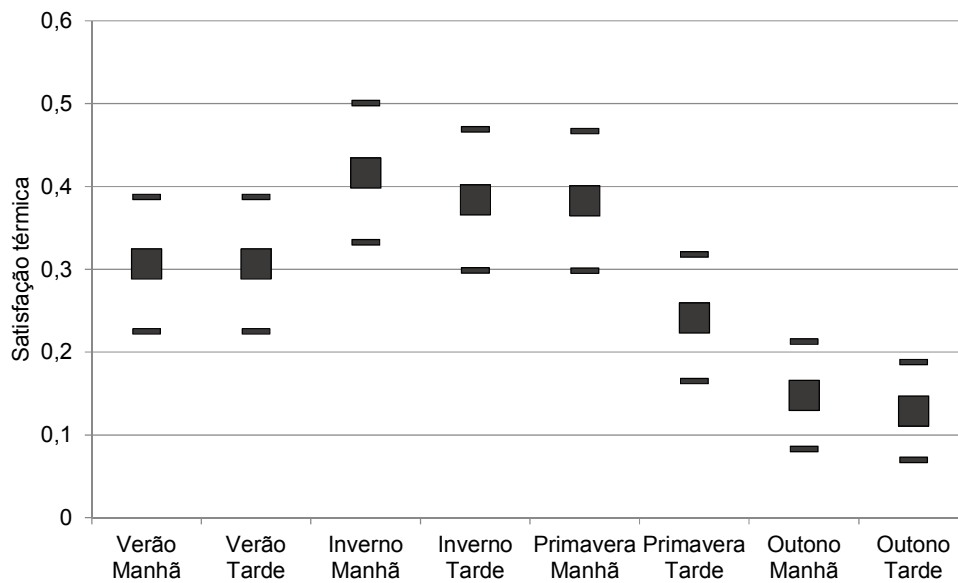
#### 4.5 Apresentação das análises dos questionários durante as estações

Essa etapa consistiu em analisar os questionários aplicados entre as pessoas que ocuparam as salas onde foram medidas as temperaturas utilizadas nas análises anteriores. O objetivo principal era verificar a satisfação térmica que as pessoas sentiam no ambiente e determinar o nível de conforto delas. Dividiu-se a análise por estação e por turno.

##### 4.5.1 Análise estatística da satisfação

O cálculo foi realizado a partir da análise da satisfação dos usuários tendo como referência as questões 15 e 16 que sinalizavam se os estudantes estavam satisfeitos no ambiente térmico no momento da aplicação dos questionários e se o espaço seria considerado um ambiente aceitável para todos os dias. Nesse indicador, para cada pessoa satisfeita, atribui-se uma pontuação 1 e para cada pessoa insatisfeita, atribui-se zero, transformando essa pergunta em um valor binário. Após essa padronização, tirou-se a média e o desvio padrão dos valores obtidos. Dessa maneira, resultou nos dados mostrados no Gráfico 4-36:

**Gráfico 4-36: Indicador de satisfação térmica dos usuários**



Foi criado um intervalo de confiança para cada estação considerando as manhãs e as tardes, períodos em que ocorreram as aplicações dos questionários. O intervalo de confiança foi calculado com uma margem de erro igual: a  $1,96 * \frac{s}{\sqrt{n}}$  sendo o  $s$  o desvio padrão calculado e o  $n$ , a quantidade de questionários preenchidos. Ou seja, o limite inferior do intervalo seria a média menos esse erro e o superior, a média mais esse erro. Percebe-se que em todas as estações, os indicadores ficaram abaixo de 0,5. Assim, como é um medidor entre 0 e 1, isso indica de modo geral que a temperatura do ambiente não causa satisfação térmica (Tabela 4-7).

**Tabela 4-7: Intervalo de confiança da satisfação dos usuários (continua)**

Estação/ Turno	Nível de Satisfação	Intervalo de Confiança	
		Inferior	Superior
Verão Manhã	0,30645	0,22531	0,38760
Verão Tarde	0,30645	0,22531	0,38760

**Tabela 4-7: Intervalo de confiança da satisfação dos usuários (conclusão)**

Estação/ Turno	Nível de Satisfação	Intervalo de Confiança	
		Inferior	Superior
Inverno Manhã	0,41667	0,33256	0,50077
Inverno Tarde	0,38400	0,29874	0,46926
Primavera Manhã	0,38281	0,29860	0,46702
Primavera Tarde	0,24167	0,16507	0,31826
Outono Manhã	0,14783	0,08296	0,21270
Outono Tarde	0,12903	0,07003	0,18804

Verifica-se que o inverno pela manhã foi o que causou maior satisfação, tendo o nível entre 0,33256 e 0,50077. Já estação com maiores reclamações, foi o outono pela tarde. Além disso, com exceção da primavera, não houveram diferenças aparentes entre o período da tarde e da manhã em relação ao nível de satisfação.

#### **4.5.2 Análise estatística da satisfação e temperaturas**

Os questionários foram aplicados em quatro dias de cada estação, e a coleta de dados climáticos ocorreu também nesse período para o cálculo dos índices: CTR, ITGU e IBUTG. Foi retirada uma média e o desvio padrão desses valores e com isso, foi realizado um intervalo de confiança (Tabelas 4-8 a e b).

Assim, foi possível compreender em quais temperaturas os usuários daqueles ambientes ficaram satisfeitos, considerando o nível de indicador de satisfação entre 0 e 1. Os valores aparecem descritos sem os arredondamentos devido alguns casos a variação ser muito pequena, e dessa maneira é possível visualizar melhor as diferenças.

Tabela 4-8 a) e b): Intervalo de confiança – CTR, ITGU e IBUTG para dos dias da aplicação do questionário

a)

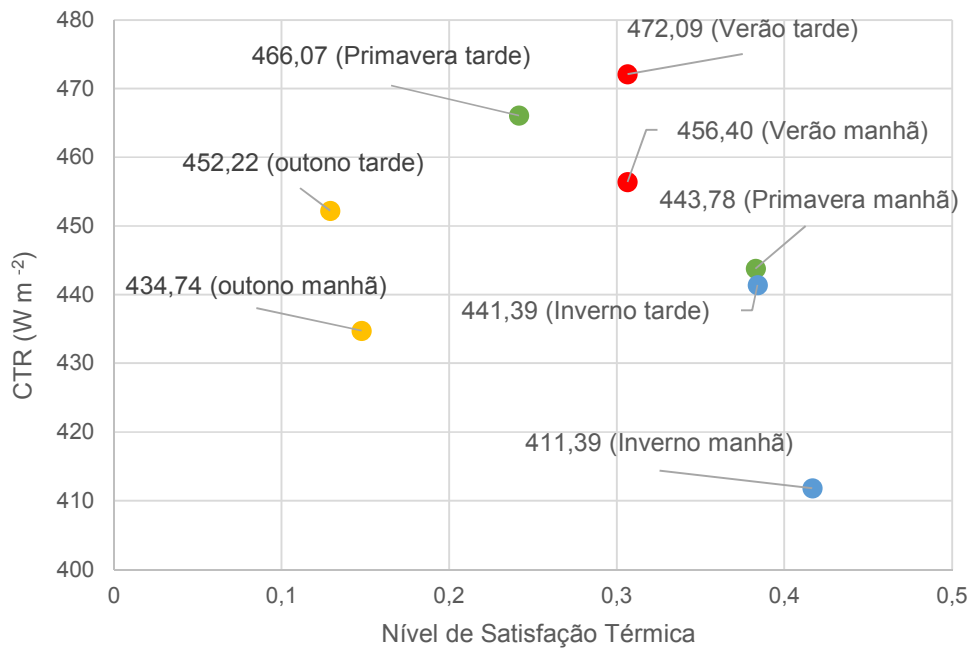
Estação	1ª Coleta			2ª Coleta			3ª Coleta			4ª Coleta		
	CTR	ITGU	IBUTG	CTR	ITGU	IBUTG	CTR	ITGU	IBUTG	CTR	ITGU	IBUTG
<b>Outono Manhã</b>	433,73	65,84	15,44	444,12	69,60	18,40	426,10	63,22	13,42	434,98	68,14	17,60
<b>Outono Tarde</b>	436,71	65,38	14,80	457,86	67,95	15,90	460,27	66,41	14,27	454,00	68,40	16,61
<b>Primavera Manhã</b>	439,61	66,75	15,91	448,74	72,09	20,50	439,39	71,51	20,55	447,37	72,46	20,95
<b>Primavera Tarde</b>	472,02	69,52	16,54	464,06	71,02	18,50	468,30	74,49	21,58	459,87	74,86	22,46
<b>Verão Manhã</b>	461,87	72,46	20,00	457,61	71,87	19,71	451,83	70,78	19,03	454,26	71,78	19,83
<b>Verão Tarde</b>	485,73	74,49	20,49	473,70	69,66	16,57	468,49	67,77	15,08	460,43	66,27	14,14
<b>Inverno Manhã</b>	408,20	64,20	15,60	408,21	64,24	15,64	423,27	65,04	16,13	418,60	65,46	16,08
<b>Inverno Tarde</b>	440,94	68,44	17,48	437,61	68,18	17,45	450,46	69,41	17,82	436,51	67,90	17,25

b)

Estação	Média			Desvio Padrão			Limite Inferior			Limite Superior		
	CTR	ITGU	IBUTG	CTR	ITGU	IBUTG	CTR	ITGU	IBUTG	CTR	ITGU	IBUTG
<b>Outono Manhã</b>	434,74	66,70	16,22	7,3572	2,7301	2,1850	426,41	63,61	13,74	443,06	69,79	18,69
<b>Outono Tarde</b>	452,22	67,04	15,40	3,6532	0,8941	0,9855	448,08	66,03	14,28	456,35	68,05	16,51
<b>Primavera Manhã</b>	443,78	70,71	19,48	4,1805	0,7674	0,6266	439,05	69,83	18,77	448,51	71,57	20,19
<b>Primavera Tarde</b>	466,07	72,47	19,78	3,5824	1,7985	1,7840	462,01	70,43	17,75	470,12	74,50	21,79
<b>Verão Manhã</b>	456,40	71,73	19,65	2,5393	0,5077	0,3594	453,52	71,15	19,23	459,27	72,30	20,05
<b>Verão Tarde</b>	472,09	69,55	16,58	5,9140	1,6120	1,1955	465,39	67,72	15,22	478,78	71,37	17,92
<b>Inverno Manhã</b>	411,82	64,73	15,86	6,3807	0,5151	0,2232	407,35	64,15	15,61	421,79	65,31	16,11
<b>Inverno Tarde</b>	441,39	68,48	17,50	6,3332	0,6579	0,2337	432,60	67,57	17,17	450,16	69,39	17,82

Em relação a **Carga Térmica Radiante (CTR)**, conforme mostrado no Gráfico 4-37, percebeu-se que há uma tendência inversamente proporcional, à medida que a CTR diminui, o nível de satisfação aumenta.

**Gráfico 4-37: Nível de Satisfação Térmica– CTR e Estação do Ano**



Observa-se que o valor da CTR mais próximo de 411,39 W m<sup>-2</sup> considerado implica no nível de satisfação mais elevado, no período do inverno – manhã. Na primavera – manhã e inverno – tarde os níveis de satisfação dos usuários foram semelhantes, sendo a variação da CTR nessas estações bastante pequena.

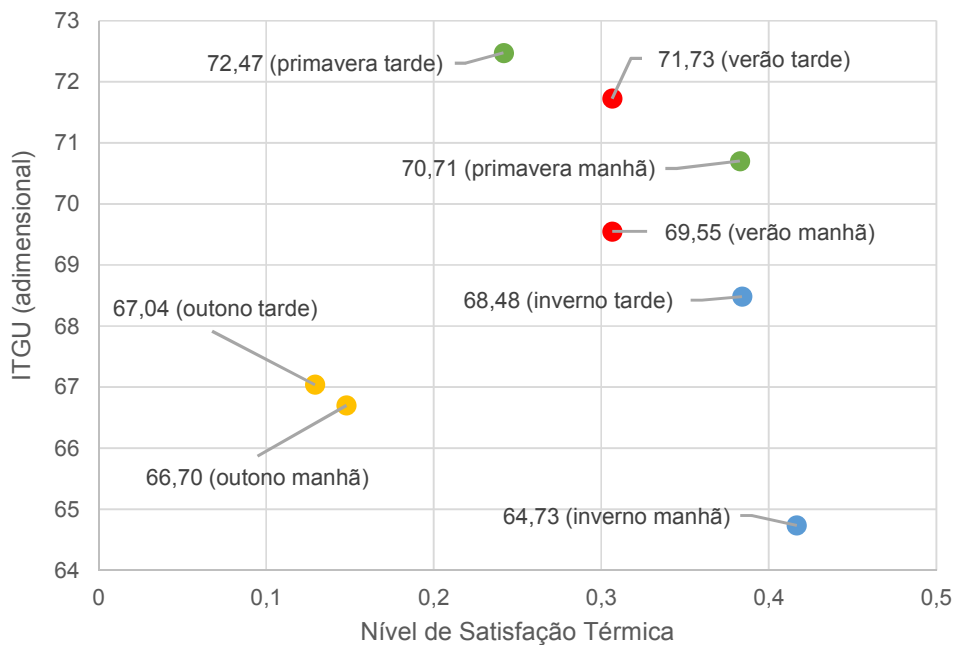
Dentre os valores alcançados no período de coleta de dados para a CTR, o índice atingiu seu ápice de 472,09 W m<sup>-2</sup> e mostra um nível de satisfação intermediário por parte dos usuários no verão – tarde, apontando uma certa tolerância por parte dos usuários nessa estação. Já no período da manhã, a CTR atingiu 456,40 W m<sup>-2</sup> e mostrou o mesmo nível de satisfação.

Verifica-se uma pequena variação do valor da CTR para o outono – tarde, sendo que, nessa estação, é observada menor tolerância dos usuários que sinalizam o mais baixo nível de satisfação, tanto pela manhã como à tarde. Logo, ao contrário do verão, o mais baixo nível de

satisfação foi no outono quando a CTR apresentou-se 434,74 W m<sup>-2</sup> pela manhã e 452,22 W m<sup>-2</sup> à tarde.

O **Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU)** confirmou a tendência de que as temperaturas elevadas não causam satisfação, mas também mostrou que no período do outono, tanto pela manhã quanto à tarde, o ITGU foi relativamente mais baixo e com pequena variação entre 66,70 e 67,04, respectivamente. De modo geral, os usuários sinalizaram o nível mais baixo de satisfação em relação ao ambiente térmico, conforme mostrado no Gráfico 4-38. Tal relação coincide com a intolerância em relação a CTR nesta estação. Dessa maneira, verifica-se que o outono é a estação que os usuários estão menos tolerantes aos níveis de temperatura.

**Gráfico 4-38: Nível de Satisfação Térmica – ITGU e Estação do Ano**

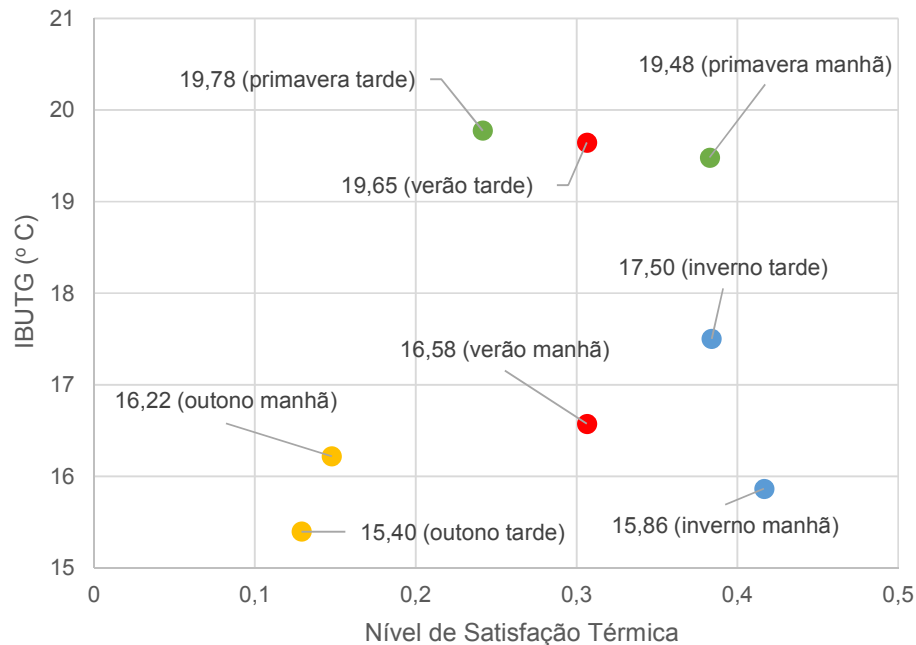


Na primavera - manhã, inverno - manhã e tarde, os usuários sinalizaram o maior nível de satisfação, sendo que o ITGU variou, entre 64,73 e 70,71, apontando maior tolerância ao ambiente térmico, se comparado com o outono que os usuários estavam expostos a um ITGU mais baixo que a primavera - manhã e inverno – tarde.

Já no verão os usuários mostraram tolerância intermediária, pois o nível de satisfação esteve na média dos demais.

Considerando que esta pesquisa incorporou o **Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG)** para análise verificou-se que apresentou um comportamento com menores variações em relação a satisfação, de acordo com mostrado no Gráfico 4-39. Mas ressalta-se, que os valores detectados foram baixos e conforme a literatura nota-se pouca representatividade na percepção da satisfação dos usuários. No geral, tais valores, como pode-se observar pelo gráfico para todas as estações, seriam notadamente baixas para um país de clima predominantemente tropical.

**Gráfico 4-39: Nível de satisfação – IBUTG e Estação do Ano**



#### 4.5.3 Análise estatística da sensação térmica

Sobre a sensação térmica, representada no questionário pela questão 4, e com base nas respostas dos usuários para cada estação, atribuiu-se uma pontuação para tipo de sensação térmica variando entre o muito frio e o muito quente. Dessa forma, para calcular o nível de sensação térmica, foi atribuído um nível representado em número para cada opção marcada no

questionário e com ela, foi possível calcular uma média ponderada para determinar qual a sensação daquele ambiente de acordo com a estação, conforme apresentado no Quadro 4-5.

**Quadro 4-5: Escala proposta para avaliação da sensação térmica**

<b>Escala</b>	
6,5-7,0	Muito quente
5,5-6,5	Quente
4,5-5,5	Ligeiramente quente
3,5-4,5	Confortável
2,5-3,5	Ligeiramente frio
1,5-2,5	Frio
0-1,5	Muito frio

Com essa conversão, os níveis de sensação resultantes para as estações são apresentados na Tabela 4-9.

**Tabela 4-9: Níveis de sensação para cada estação conforme a pontuação**

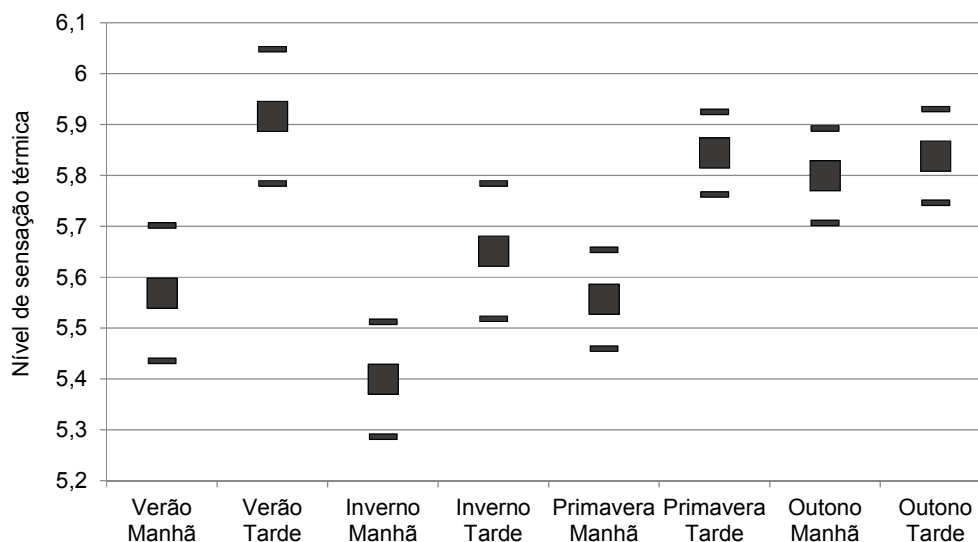
<b>Estação/ Turno</b>	<b>Nível de Sensação</b>	<b>Intervalo de Confiança</b>	
		<b>Inferior</b>	<b>Superior</b>
Verão Manhã	5,57	5,44	5,70
Verão Tarde	5,92	5,78	6,05
Inverno Manhã	5,40	5,29	5,51
Inverno Tarde	5,65	5,52	5,79
Primavera Manhã	5,56	5,46	5,65
Primavera Tarde	5,84	5,76	5,93
Outono Manhã	5,80	5,71	5,89
Outono Tarde	5,84	5,75	5,93



Assim, percebe-se que em todas as estações o nível de sensação térmica está acima de 4,5 que seria o limite para considerarem o ambiente confortável. Dessa forma, com exceção do inverno pela manhã, as demais estações são consideradas quentes.

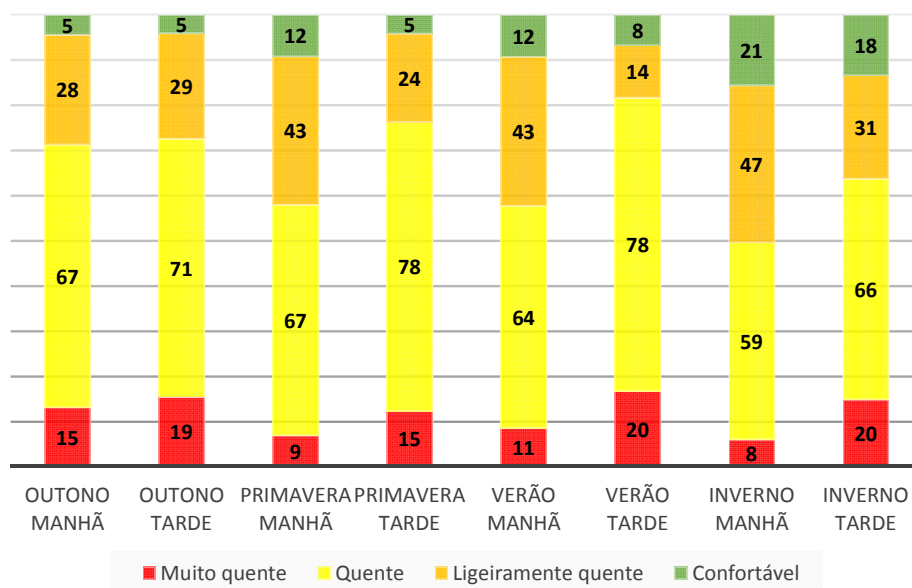
O gráfico abaixo destaca o intervalo dos níveis de sensação, sendo possível notar que ocorre diferença de nível, conforme mostrado nas análises anteriores para cada estação do ano e nos Gráficos 4-40 e 4-41.

**Gráfico 4-40: Representação gráfica do nível de sensação térmica percebida entre os usuários**



Para representar as respostas dos usuários de acordo com a sensação térmica, apresenta-se no Gráfico 4-41, para as quatro estações, que predomina a sensação quente. As sensações relacionadas ao frio não aparecem no gráfico, pois não foram mencionadas pelos estudantes.

**Gráfico 4-41: Representação gráfica das respostas dos usuários conforme a sensação**



#### 4.6 Estimativa das faixas de conforto

Após analisar as estações do ano de acordo com a sensação e satisfação em relação ao ambiente de estudo, a próxima etapa foi estimar as faixas de conforto com base nesses dados.

No Quadro 4-5 já apresentado a sensação térmica foi classificada em escala, atribuindo um valor numérico para o resultado dos questionários. O valor foi estabelecido entre 1 e 7. Por exemplo, acima de 6,5 é muito quente. Na etapa anterior, mostrou-se essa escala, para cada pessoa que marcou muito quente, era atribuído uma pontuação “7”; para quente: 6; ligeiramente quente: 5; confortável: 4; ligeiramente frio: 3; frio: 2; muito frio: 1. Como muito frio e frio não apareceram em nenhuma ocorrência, juntou-se em apenas uma categoria.

Conforme as datas de aplicação do questionário apresentado no Quadro 3-1 no capítulo da Metodologia é possível identificar qual o valor de CTR, ITGU, IBUTG se encontrava presente no momento para cada índice. Assim, essa etapa consistiu em relacionar a escala de sensação com esses três índices com a perspectiva de obter as faixas de conforto. Por exemplo, até que valores da CTR o ambiente pode ser considerado ligeiramente quente? Ou seja, quando o índice de sensação apresenta um valor entre 4,5 e 5,5; qual o valor da CTR? Para isso, utilizou-se a técnica de **Regressão Linear** já apresentada na metodologia.

Para a realização desse modelo, organizou-se um banco de dados com a média das escalas de sensação térmica e os valores da CTR, do ITGU e do IBUTG que se encontravam no ambiente durante os dias de aplicação dos questionários (Tabela 4-10).

**Tabela 4-10: Escala de sensação para cada estação conforme a pontuação (continua)**

<b>Banco de Dados</b>			
<b>CTR</b>	<b>ITGU</b>	<b>IBUTG</b>	<b>Escala de sensação</b>
433,73	65,84	15,44	5,37
436,71	65,39	14,80	5,84
439,62	66,75	15,92	5,56
472,03	69,52	16,54	5,84
461,87	72,47	20,00	5,57
485,73	74,49	20,49	5,91
408,21	64,20	15,61	5,40
440,95	68,44	17,48	5,65
444,12	69,60	18,40	5,38
457,87	67,95	15,90	5,84
448,75	72,09	20,51	5,56
464,07	71,02	18,50	5,84
457,62	71,88	19,71	5,57
473,71	69,66	16,58	5,92
408,22	64,24	15,64	5,40
437,612	68,18	17,45	5,65
426,11	63,23	13,43	5,38
460,28	66,43	14,27	5,84
439,40	71,51	20,56	5,56
468,31	74,49	21,59	5,84
451,84	70,79	19,03	5,57
468,49	67,78	15,08	5,92
423,27	65,04	16,13	5,40
450,46	69,42	17,82	5,65
434,99	68,14	17,60	5,38

**Tabela 4-10: Escala de sensação para cada estação conforme a pontuação (conclusão)**

<b>Banco de Dados</b>			
<b>CTR</b>	<b>ITGU</b>	<b>IBUTG</b>	<b>Escala de sensação</b>
454,00	68,41	16,61	5,84
447,38	72,47	20,95	5,56
459,87	74,86	22,47	5,84
454,27	71,78	19,84	5,57
460,43	66,28	14,14	5,92
418,60	65,46	16,08	5,40
436,51	67,90	17,26	5,65

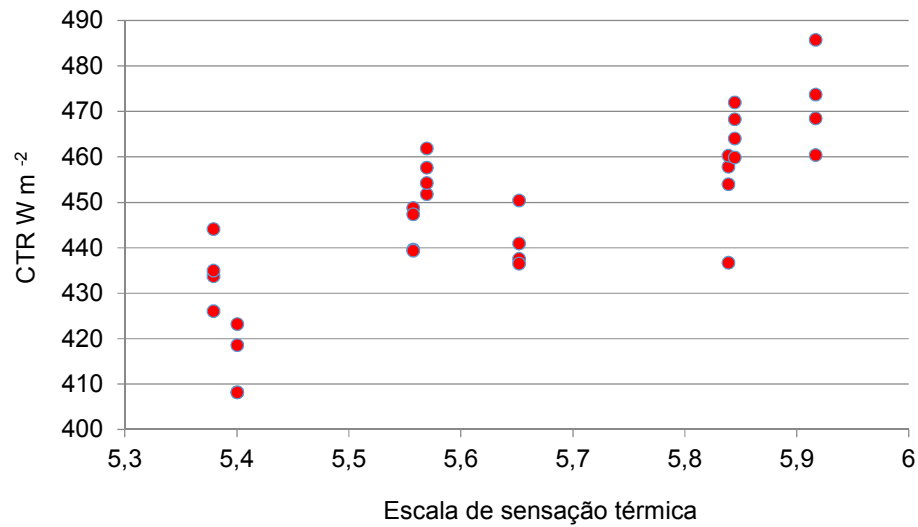
Certamente, para utilizar esse modelo de regressão linear, o primeiro passo foi saber se existe uma relação entre as duas variáveis (escala da sensação de conforto e dos respectivos índices de conforto térmico CTR, IBUTG, ITGU).

Em tempo, cabe dizer que não se pode usar esse modelo quando as variáveis de estudo não possuem um comportamento similar. Para verificar se existia essa relação, foram utilizados dois métodos. O primeiro foi apresentado de forma gráfica, por meio do diagrama de dispersão e o segundo por meio do coeficiente de correlação de Pearson.

O diagrama de dispersão é um gráfico onde pontos no espaço cartesiano XY são usados para representar simultaneamente os valores de duas variáveis quantitativas medidas em cada elemento do conjunto de dados.

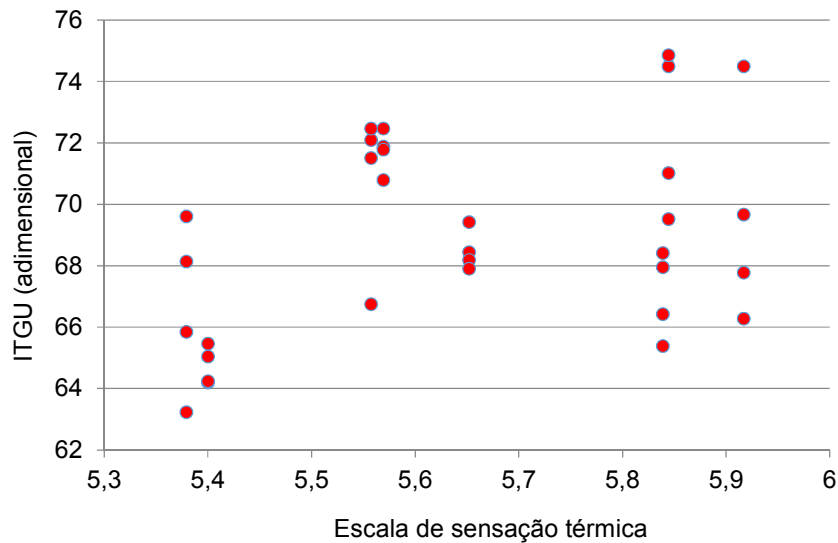
Assim, desenvolveu-se um diagrama comparando o Nível de sensação térmica (variável X) com a média da CTR, do ITGU e do IBUTG (variáveis Y) (Gráficos 4-42; 4-43; 4-44).

**Gráfico 4-42: Diagrama de dispersão entre a escala de sensação térmica e a CTR**



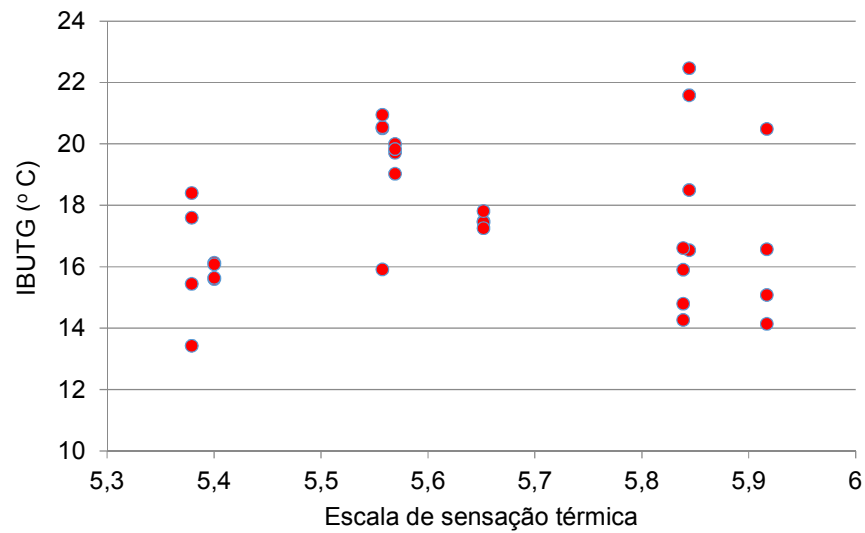
Percebeu-se que a medida que a escala de sensação aumenta, a CTR também é ampliada. Isso é um indício de que existe uma relação de associação positiva entre as duas variáveis.

**Gráfico 4-43: Diagrama de dispersão entre escala de sensação térmica e o ITGU**



O ITGU não pode ser comparado com a escala de sensação, visto que, o diagrama não mostrou relação significativa entre as duas variáveis.

**Gráfico 4-44: Diagrama de dispersão entre escala de sensação térmica e o IBUTG**



Pode-se notar que as variáveis não estão seguindo um padrão, encontrando-se dispersas ao longo do diagrama. Por isso não é possível apontar alguma relação entre a escala de sensação com o IBUTG.

Assim, a única temperatura medida que apresentou relação com a escala de sensação foi a CTR. Para confirmar essa relação foi utilizado um segundo mecanismo, a saber, o coeficiente de correlação de Pearson.

O coeficiente de correlação de Pearson é uma medida do grau de relação linear entre duas variáveis quantitativas. Este coeficiente varia entre os valores -1 e 1. O valor 0 (zero) significa que não há relação linear, o valor 1 indica uma relação linear perfeita e o valor -1 também indica uma relação linear perfeita, mas é inversa, assim, quando uma das variáveis aumenta, a outra diminui. Quanto mais próximo estiver de 1 ou -1, mais forte será a associação linear entre as duas variáveis e melhor será a estimativa da variável Y.

O coeficiente de correlação de Pearson é normalmente representado pela letra  $r$  e a sua fórmula de cálculo é realizada por meio da equação (4.1),

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{(\sum(x_i - \bar{x})^2) (\sum(y_i - \bar{y})^2)}} \quad (4.1)$$

onde,  $x_i$  é o valor da  $i$ -ésima observação da variável independente;  $y_i$  é o valor da  $i$ -ésima observação da variável dependente;  $\bar{x}$  é a média dos valores encontrados da variável independente, e o  $\bar{y}$  é a média dos valores encontrados da variável dependente.

O *software* Minitab forneceu o coeficiente de correlação da escala de sensação térmica relacionado com cada uma das três variáveis medidas (Tabela 4-11).

**Tabela 4-11: Correlação da escala de sensação térmica**

X	Y	$r$
<b>Escala de Sensação</b>	CTR	0,7941
	IBUTG	0,0554
	ITGU	0,3651

O valor do coeficiente de correlação reforça o que foi encontrado nos diagramas de dispersão. Tanto no IBUTG quanto no ITGU, o  $r$  está próximo de zero, representando que a associação é bem fraca. Isso quer dizer que não se deve utilizar o modelo de regressão para prever essas medidas relacionando-as com a escala de sensação. O que mede o quão boa é essa associação é o Coeficiente de Pearson ( $r$ ). Tanto no modelo relacionando a escala de satisfação com IBUTG, quanto o modelo relacionando a escala com o ITGU, o  $r$  mostrou um valor mais próximo de 0 do que de 1. Significando que não existe uma associação muito forte entre essas variáveis. Logo, não sendo possível usar uma para estimar a outra. O mesmo não acontece com o modelo relacionando a escala de satisfação com a CTR, que teve um  $r$  maior do que 0,7, ou seja, relativamente alto, indicando uma associação entre essas duas variáveis. Dessa forma, foi ajustado um modelo de regressão linear utilizando a escala de sensação térmica para a previsão do ITGU e IBUTG a partir da CTR.

#### 4.6.1 Ajuste do Modelo

Foi preciso fazer um ajuste do modelo por meio da regressão linear já apresentada na metodologia pela equação (3.5). Assim, encontrou-se os valores de  $\beta_0$  e  $\beta_1$ . Esses dois valores

foram estimados pelo método dos mínimos quadrados perfeitos<sup>27</sup>. Portanto, o método consistiu em encontrar os valores para esses coeficientes para minimizar o erro das medições.

Para esse trabalho, foi utilizado o Minitab para tal análise e ele forneceu os seguintes valores para os coeficientes que melhor se ajustam ao modelo:

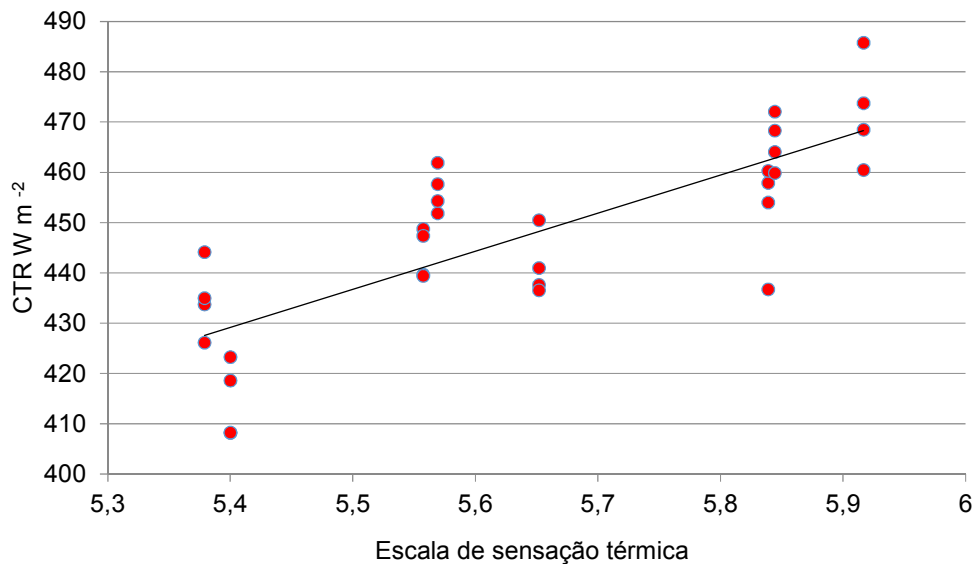
$$\beta_0 = 20,15 \qquad \beta_1 = 75,74$$

Assim, apresenta-se, a equação (4.2) ajustada:

$$\hat{Y}_i = 20,15 + 75,74 * x_i \qquad (4.2)$$

Desse modo, o gráfico 4-45 apresenta a dispersão dos valores observados e a reta para os valores ajustados entre a escala de sensação térmica e a CTR.

**Gráfico 4-45: Diagrama de dispersão entre a escala de sensação térmica e a CTR**



<sup>27</sup> Esse é o método padrão de ajuste de um modelo de equação que é utilizado nos *softwares* ao estimar os modelos.



Nesse sentido, utiliza-se a equação acima para identificar quais são os valores da CTR que delimitam as faixas de conforto. Ou seja, usa-se essa fórmula substituindo o x por 2,5;3,5;4,5; 5,5 e 6,5 para encontrar os intervalos (Tabela 4-12).

**Tabela 4-12: Escala de sensação e CTR, delimitando a faixa de conforto**

<b>Escala de Sensação</b>	<b>CTR</b>
2,5	210
3,5	285
4,5	361
5,5	436
6,5	512

Com esses valores calculados, foi possível estabelecer as faixas de conforto por meio da CTR (Tabela 4-13).

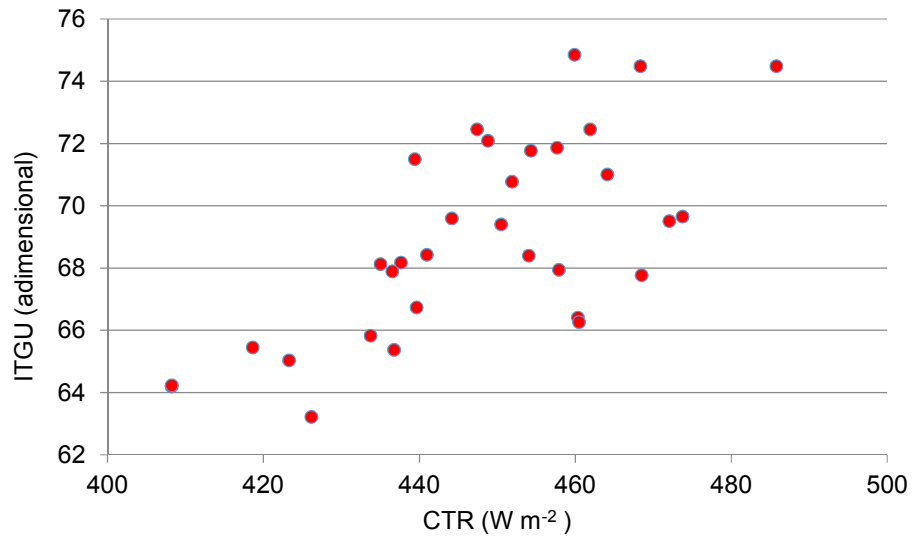
**Tabela 4-13: Faixa de conforto e a Sensação Térmica**

<b>CTR (W m<sup>-2</sup>)</b>	<b>Sensação Térmica</b>
< 210	Frio
210 - 285	Ligeiramente Frio
285 - 361	Confortável
361 - 437	Ligeiramente Quente
437 - 512	Quente
> 512	Muito Quente

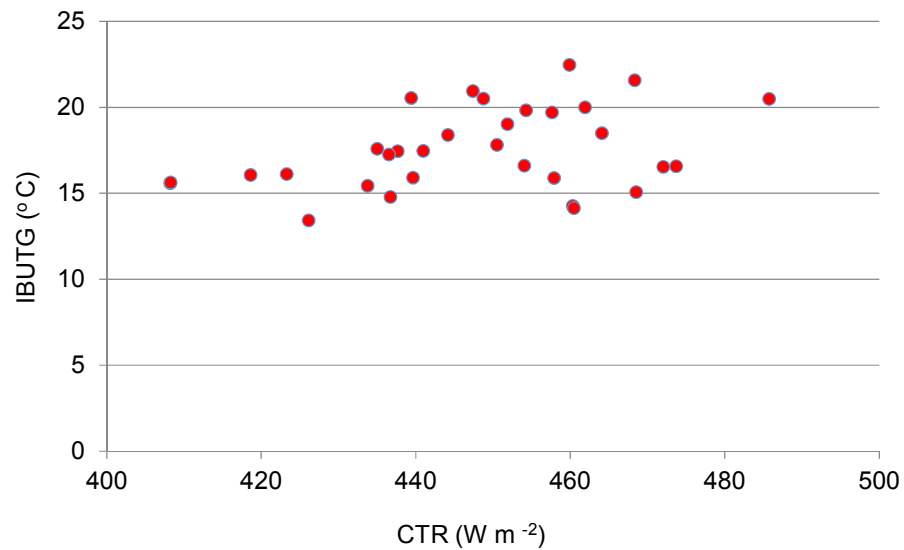
Assim, a questão é como estimar essa mesma faixa de conforto usando o ITGU ou o IBUTG, sendo que, nenhum dos dois se relacionam com a escala de sensação estabelecida. Então a opção escolhida foi empregar outra variável explicativa/preditora para o modelo. Com o estabelecimento das faixas da CTR, foi possível verificar se ela se relacionava com alguma dessas medidas, e assim, utilizá-la para obter os valores do ITGU ou do IBUTG.

Primeiro foi realizado o diagrama de dispersão entre a CTR com cada uma das duas para verificar se ocorre alguma relação (Gráficos 4-46 e 4-47).

**Gráfico 4-46: Diagrama de dispersão entre a CTR e o ITGU**



**Gráfico 4-47: Diagrama de dispersão entre a CTR e o IBUTG**



Nota-se em ambos os gráficos que compreendem a CTR com o ITGU e o IBUTG que essa relação parece mais nítida. Desse modo, foi calculado o coeficiente de correlação dessas duas relações (Tabela 4-14).

**Tabela 4-14: Coeficiente de correlação entre a CTR e ITGU, IBUTG**

<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>R</b>
CTR	ITGU	0,6922
	IBUTG	0,3711

Conforme previsto, existe uma associação moderada entre a CTR e o ITGU, assim, foi ajustado um modelo de regressão para prever as faixas de conforto do ITGU usando a CTR como variável explicativa. Usando o mesmo *software*, os coeficientes foram:

$$\beta_0 = 0 \quad \beta_1 = 0,1539163$$

Nesse caso, o coeficiente do intercepto não se mostrou necessário para o ajuste, por isso, compreendeu-se que ocorre uma relação direta e proporcional entre a CTR e o ITGU. A equação 4.3 de regressão foi:

$$\hat{Y}_i = 0,1539163 * x_i \quad (4.3)$$

Inserindo os valores de CTR que limitam as faixas de conforto na equação, obteve-se os seguintes valores (Tabela 4-15):

**Tabela 4-15: Faixa de conforto de ITGU a partir da CTR**

<b>CTR</b>	<b>ITGU</b>
210	32
285	44
361	56
437	67
512	79

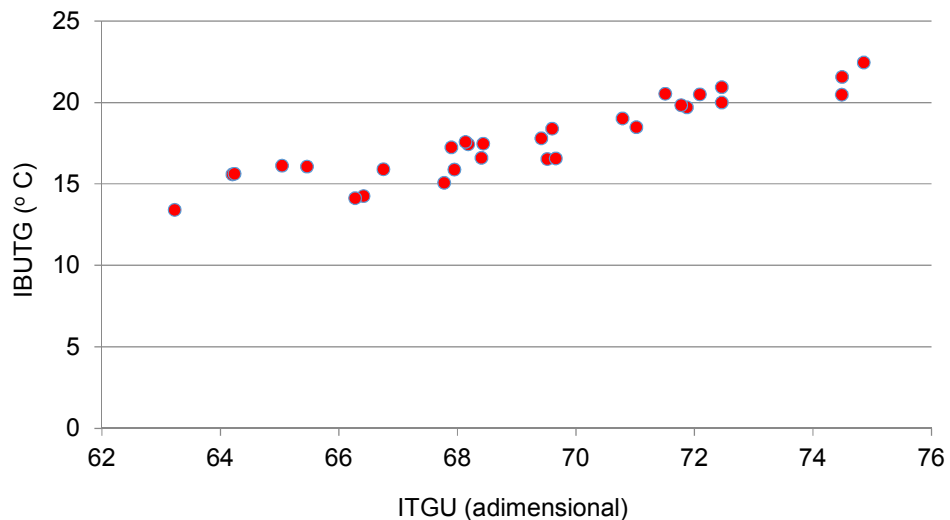
E o intervalo de conforto para o ITGU ficou como apresentado na Tabela 4-16:

**Tabela 4-16: Intervalo de conforto do ITGU**

ITGU	Sensação Térmica
< 32	Frio
32 – 44	Ligeiramente Frio
44 – 56	Confortável
56 – 67	Ligeiramente Quente
67 – 79	Quente
> 79	Muito Quente

Dando prosseguimento as análises, realizou-se as faixas com o IBUTG. Entretanto, tanto a CTR quanto as escalas de sensação não apresentaram relações significativas, permitindo o uso destas como variáveis dependentes do modelo. Por isso, após estimar o ITGU foi analisado se existia relação com o próprio IBUTG para realizar o ajuste de um modelo (Gráfico 4-48).<sup>28</sup>

**Gráfico 4-48: Diagrama de dispersão entre ITGU e o IBUTG**



<sup>28</sup> O IBUTG não tem associação forte nem com as escalas, nem com a CTR, mas tem alta associação com o ITGU. Assim, foram estimadas as faixas de conforto do IBUTG a partir dos valores do ITGU.

Dessa maneira, verifica-se nitidamente a existência de uma relação entre as duas, sendo que o próprio coeficiente de correlação confirmou isso, mostrando um valor de 0,9258 segundo o *software* Minitab (Tabela 4-17).

**Tabela 4-17: Coeficiente de correlação entre o ITGU e o IBUTG**

<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>R</b>
ITGU	IBUTG	0,925836

Assim, foi ajustado um modelo para o IBUTG com base no ITGU. Os coeficientes estimados pelo *software* foram:

$$\beta_0 = 0 \qquad \beta_1 = 0,255632$$

Com isso, o modelo ajustado apresentou a seguinte equação (4.4):

$$\hat{Y}_i = 0,255632 * x_i \qquad (4.4)$$

Na tabela 4-18 apresentam-se os valores obtidos pela equação e como ficaram as faixas de conforto para o IBUTG, a partir do ITGU.

**Tabela 4-18: Faixa de conforto de IBUTG a partir do ITGU**

<b>ITGU</b>	<b>IBUTG</b>
32	8
44	11
56	14
67	17
79	20

Assim, na tabela 4-19 são apresentados os intervalos de conforto do IBUTG.

**Tabela 4-19: Intervalo de conforto do IBUTG**

<b>IBUTG</b>	<b>Sensação Térmica</b>
< 8	Frio
8 – 11	Ligeiramente Frio
11 – 14	Confortável
14 – 17	Ligeiramente Quente
17 – 20	Quente
> 20	Muito Quente

Em vista disso, utilizando esses três modelos de regressão, as faixas de intervalo de conforto foram compactadas da seguinte forma para CTR, ITGU e IBUTG, conforme apresentado na Tabela 4-20:

**Tabela 4-20: Faixas de conforto para os Índices de Conforto Térmico – CTR, ITGU e IBUTG**

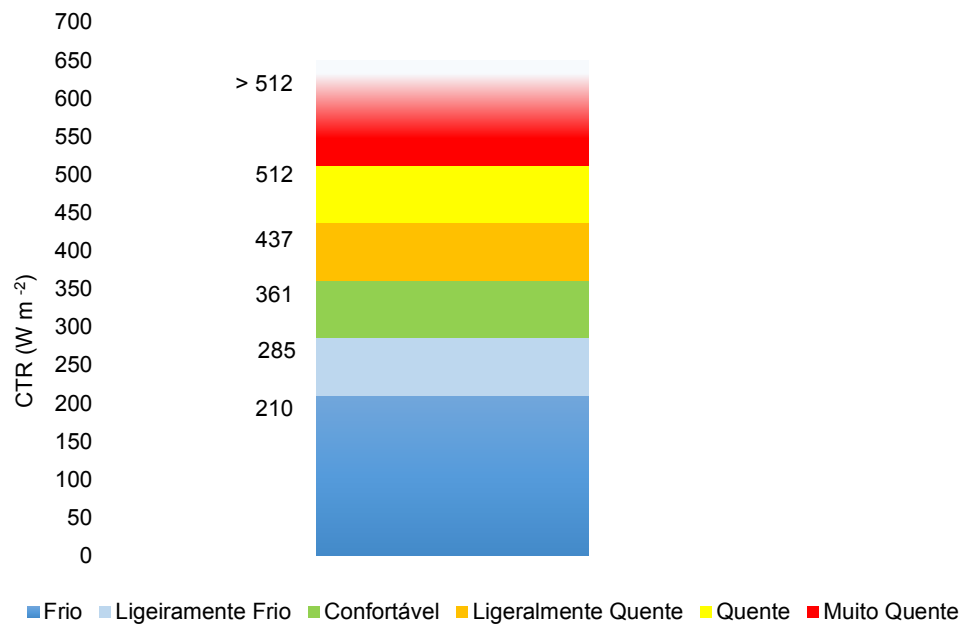
<b>Faixas de Intervalo</b>							
<b>Sensação Térmica</b>	<b>Escala</b>	<b>CTR</b>		<b>ITGU</b>		<b>IBUTG</b>	
Muito quente	6,5+	> 512		> 79		> 20	
Quente	5,5-6,5	437	512	67	79	17,18	20
Ligeiramente quente	4,5-5,5	361	437	56	67	14	17
Confortável	3,5-4,5	285	361	44	56	11	14
Ligeiramente frio	2,5-3,5	210	285	32	44	8	11
Frio + Muito frio	1,5-2,5	< 210		< 32		< 8	

Dessa forma, apresenta-se na Tabela 4-21, a representação gráfica das faixas de conforto para cada um dos índices, mostrando as faixas estimadas. Logo, os Gráficos 4-49, 4-50 e 4-51 expressam as estimativas a partir das análises estatísticas já relatadas, e considerando as respostas dos usuários.

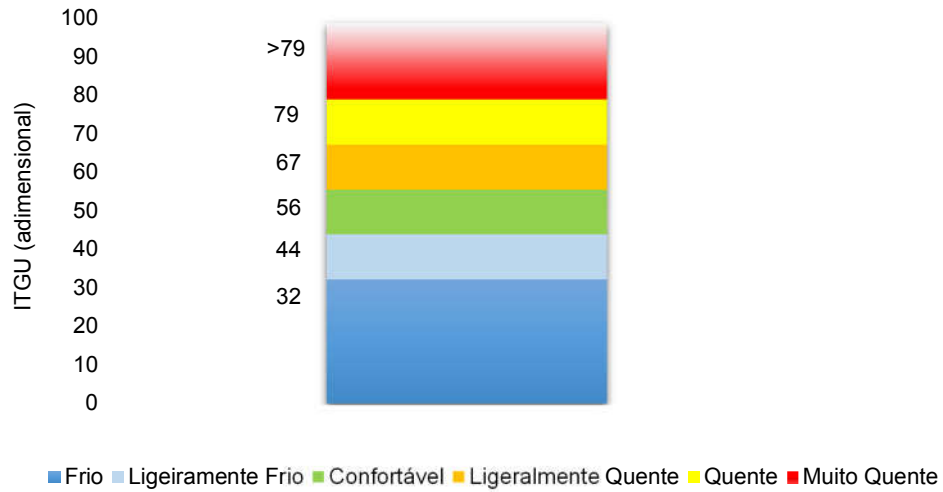
**Tabela 4-21: Representação gráfica das Faixas de conforto para os Índices de Conforto Térmico – CTR, ITGU e IBUTG**

ÍNDICES CONFORTO	Frio+ Muito frio	Ligeiramente Frio	Confortável	Ligeiramente Quente	Quente	Muito Quente
<b>CTR</b>	210	285	361	437	512	
<b>ITGU</b>	32	44	56	67	79	
<b>IBUTG</b>	8	11	14	17	20	

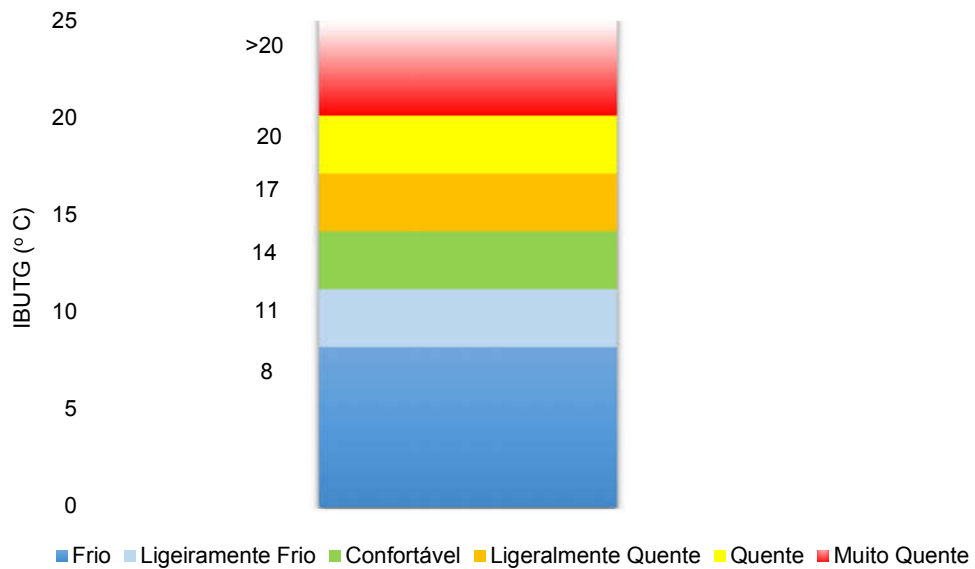
**Gráfico 4-49: Faixa de Conforto Térmico para a Carga Térmica Radiante (CTR)**



**Gráfico 4-50: Faixa de Conforto Térmico para o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU)**



**Gráfico 4-51: Faixa de Conforto Térmico para o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (IBUTG)**





Em síntese, a faixa de conforto da sensação térmica obtida nesta pesquisa para o ITGU e a CTR, respectivamente foram: muito quente  $> 79$  e  $> 512$ ; quente, entre 67 e 79, e entre 437 e 512; ligeiramente quente, entre 56 e 67, e entre 361 e 427; confortável, entre 44 e 56, e entre 285 e 361; ligeiramente frio, entre 32 e 44, e entre 210 e 285; frio,  $< 32$  e  $< 210$ .

### 5. CONCLUSÕES

Esse capítulo sistematiza uma resposta aos objetivos anunciados no Capítulo 1, e que foram ao longo desta tese expostos e analisados. Apresenta ainda, as limitações e sugestões para os desdobramentos de trabalhos futuros.

Após as análises e discussões para se alcançar uma faixa de conforto do Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) e da Carga Térmica Radiante (CTR) levando em consideração a percepção dos usuários em salas de aula, e cada estação analisada individualmente, verifica-se que as quatro estações do ano mostraram em comum um comportamento da **Temperatura de Bulbo Seco (T<sub>BS</sub>)** e da **Temperatura de Globo Negro (T<sub>GN</sub>)** ao longo do dia. Em todas as estações, as medições tendiam a crescer quando amanhecia (a partir das 6h) e aumentavam até chegar no seu pico, de modo geral entre 12h e 15h. Elas se mantinham elevadas até às 18h aproximadamente, quando reduziam até o amanhecer do dia seguinte.

A proposição inicial do estudo era que esse período em que a temperatura aumentava correspondia ao período que em os ambientes estavam ocupados e por isso, essas alterações ocorriam. Não obstante, esse mesmo comportamento também esteve presente nos fins de semana, em razão disso, é mais provável que tais mudanças de temperaturas são devidas à insolação e à inércia térmica da envoltória. Portanto, a partir desta pesquisa, **não foi possível relacionar esses valores medidos com as salas ocupadas e desocupadas nessa pesquisa**, uma vez que os fins de semana e nos outros dias de semana tiveram comportamento similar. Entretanto, ressalta-se que nos fins de semana os ambientes permaneciam com as janelas e portas fechadas e sem o uso de equipamento de ventilação. Diante disso, entende-se que a diferença pode não ter sido observada porque durante a semana a ventilação (sistema de aberturas controladas pelos usuários e ventiladores) também podem ter interferido nos valores coletados de T<sub>BS</sub> e T<sub>GN</sub>. De modo que, em um espaço com janelas abertas e ventiladores ligados, podem ter possibilitado que a ventilação controlada pelos usuários atenuasse a T<sub>BS</sub> e T<sub>GN</sub> e mascarasse a diferença.

A **Temperatura de Bulbo Úmido ( $T_{BU}$ )** não apresentou relação com as outras variáveis climáticas medidas e nem com a ocupação da sala. Em cada dia ela se comportava de uma forma distinta. Em relação a **Velocidade do ar ( $V_{ar}$ )** esta apresentou um comportamento praticamente constante durante todo período de aquisição dos dados, mostrando que, se fosse necessário simplificar as informações, ela poderia ser substituída por uma constante, mas, para toda a análise utilizou-se os dados coletados originais.

A comparação da  $T_{BS}$  e  $T_{GN}$  se mostrou adequada, em todos os meses e o teste T-pareado detectou diferenças entre elas. Entretanto, essa diferença foi bem pequena (em todos os casos foi próximo de zero) e em alguns meses, a  $T_{BS}$  apareceu maior que a  $T_{GN}$  e em outros, o contrário.

Após os estudos das variáveis climáticas, desenvolveu-se a análise dos índices de conforto, com o interesse de prever de maneira simplificada o conforto térmico dos ambientes, estimando a sensação térmica dos indivíduos e considerando o efeito combinado dos fatores climáticos nas respostas dos indivíduos.

Na etapa de comparação das estações, detectou-se ao longo do ano que essas temperaturas sofreram alterações e como as estações do ano influenciaram nos valores medidos. Dessa maneira, foi possível compreender como o  $T_{BS}$ ,  $T_{BU}$  e  $T_{GN}$  se comportaram e como influenciaram na CTR, no ITGU e no IBUTG. Tanto o ITGU, quanto o IBUTG são uma combinação entre o  $T_{BU}$  e o  $T_{GN}$ , assim, eles apresentaram uma escala diferente, porém comportamentos semelhantes.

Desse modo, observa-se que a CTR, não depende do  $T_{BU}$ , mas apenas da  $\bar{T}_r$  (Temperatura Radiante Média) que, por sua vez, depende do  $T_{GN}$  e do  $T_{BS}$ . Assim, conforme demonstrado que essas duas variáveis possuem comportamento similares, a CTR teve esse comportamento semelhante, entretanto, com uma escala diferente.

A partir da análise da escala de sensação térmica dos usuários, no exercício real de suas atividades, verifica-se que, na maior parte do tempo, o ambiente é denominado como quente, principalmente no verão e primavera no período da tarde. No inverno, no período da manhã, ocorre o maior intervalo de estudantes que consideram o ambiente ligeiramente quente. Dessa maneira, percebe-se que o ambiente em que ocorreu a aquisição de dados é considerado pelos usuários como pouco confortável.

Logo, a partir da análise estatística, a fim de se estimar um intervalo de conforto térmico dos índices **ITGU** (adimensional) e **CTR** ( $W m^{-2}$ ), em síntese, a faixa de conforto obtida, respectivamente foram: muito quente  $> 79$  e  $> 512$ ; quente, entre 67 e 79, e entre 437 e 512; ligeiramente quente, entre 56 e 67, e entre 361 e 427; confortável, entre 44 e 56, e entre 285 e 361; ligeiramente frio, entre 32 e 44, e entre 210 e 285; frio,  $< 32$  e  $< 210$ .

Segundo pesquisadores da área, o **IBUTG**, um índice empregado para avaliar a exposição ao calor apresenta relevante inconsistência entre a análise dos valores detectados e a real satisfação dos usuários. Assim, nesta pesquisa, os valores encontrados compreendem uma faixa em que os usuários responderiam que o ambiente estaria confortável, mas verifica-se que isso não aconteceu. Os estudantes em sua maioria consideraram que o ambiente real em uso, estava quente e ligeiramente quentes na análise geral de todas as estações. Por fim, os índices **ITGU** e **CTR**, quando analisados em conjunto com o **IBUTG**, representaram resultados significativamente mais fidedignos para os ambientes em questão, corroborando a proposição do uso do **ITGU** e da **CTR** para composição de índices que avaliam o conforto térmico em ambientes de uso humano.

A partir do pressuposto que, os índices de conforto térmico, têm como objetivo gerar e mensurar uma representação de valor que possibilite relacionar as condições e níveis de satisfação, que expliquem a sensação de conforto térmico, verifica-se que a relevância da pesquisa desenvolvida.

Todavia, fatores limitadores restringiram outras conclusões, tais como: a edificação onde ocorreu a coleta de dados não foi construída para fins educacionais. Desse modo, não se pode concluir a relação direta do conforto para edificação escolar, mais sim, para uma edificação de diversos fins. Mas, ressalta-se a importância de ter ocorrido em ambiente real de uso e com respostas bastantes similares no que se refere ao grupo com características semelhantes, os estudantes no exercício de suas atividades acadêmicas.

Outro limitador do estudo refere-se ao fato de que, durante todo o período de aquisição dos dados, a resposta maior está relacionada ao ambiente térmico denominado como quente ou ligeiramente quente.

Logo, torna-se um processo complexo obter condições climáticas agradáveis para todos os usuários, principalmente, relativo aos ambientes condicionados naturalmente, e em ambientes sem controle de variáveis subjetivas. Outro ponto importante a destacar é que

diversos fatores da subjetividade dos indivíduos podem ampliar a insatisfação com o ambiente térmico, e são por sua vez, não mensuráveis.

Assim, ao longo do trabalho pode-se verificar que os resultados apresentados podem servir de instrumento para motivar mudanças e melhorias para o design do conforto em diversas ambiências para o uso humano, mas ressalta-se aqui o *locus* desta pesquisa, as instalações escolares, bem como em suas salas de aula. Dessa conclusão, percebe-se a relevância da seleção da edificação escolar como espaço de avaliação da percepção do ambiente térmico dos usuários.

A proeminência do espaço escolar é incontestável, porque configura um lugar de significativa relevância no contexto social, cultural e econômico de um país, principalmente, no que diz respeito a um país em desenvolvimento, ainda com grandes desigualdades. Dessa forma, é necessário que seu ambiente seja adequado para os fins aos quais se destina, visto que, a educação é instrumento de emancipação e de ressignificação dos sujeitos.

Desse modo, conduz a compreensão acerca do ambiente térmico que este pode contribuir para o bem-estar dos usuários e a relação ensino e aprendizagem. E de maneira mais ampla motivar estudos nesses ambientes e em outros diversos para o entendimento da percepção dos indivíduos no exercício real de suas atividades. Mesmo que, muitas pesquisas considerem as respostas dos usuários subjetivas, entendeu-se nesse trabalho a importância da percepção destes, pois os indivíduos são distintos mesmo com semelhanças na fisiologia.

Assim, acentua-se a importância da proposição de se alcançar uma faixa de conforto dos índices, ITGU e CTR, que associam as variáveis climáticas  $T_{BS}$ ,  $T_{GN}$ ,  $T_{BU}$  e  $V_{ar}$ , e expressam de maneira simplificada a sensação térmica dos usuários.

## **5.1 Sugestões para trabalhos futuros**

No que se refere às pesquisas científicas e técnicas, nota-se que não se esgotam por si mesmas. Desse modo, como continuidade a esta investigação, sugere-se:

- Desenvolver a mesma metodologia com outros grupos, tais como homens, crianças e grupos mistos, a fim de verificar se ocorre diferença na percepção desses usuários.
- Aplicar a mesma proposta de trabalho em ambientes termicamente confortáveis, a fim de se obter faixa de conforto de ITGU e CTR.

- Avaliar as perdas e ganhos de potencialidades nas atividades desempenhadas no ambiente térmico de edificações escolares, por meio do uso da psicologia ambiental e psicopedagogia aplicada ao ensino e aprendizagem.

- Analisar matematicamente as equações de ITGU e IBUTG.

- Aplicar a termografia infravermelha a fim de validar os resultados e respostas dos aspectos subjetivos dos indivíduos.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N.; FRANCISCON, L.; COLDEBELLA, A.; AMARAL, A. G. Estimativa da Temperatura de Globo Negro a Partir da Temperatura de Bulbo Seco. **Engenharia na Agricultura**, v. 19, p. 557-563, 2011.

AHLBORN. **Manual for all ALMEMO measuring instruments**. 2011. Publisher: Mess- und Regelungstechnik GmbH, 83607 Holzkirchen, Germany Chief Editor: Dipl.-Ing. Peter Koschke, Dipl.-Ing. Christian Rinn and Dipl.-Ing. Wolfgang Hüttl. 9th revised edition, Holzkirchen 2011. Disponível em: <[http://www.ahlborm.com/en\\_UK/service/downloads](http://www.ahlborm.com/en_UK/service/downloads)>. Acesso em: 05 fev. 2016.

ALMEIDA, A. C. **Avaliação do Conforto Térmico em ovinos a céu aberto e em ambiente de confinamento na região norte da Bahia**. 2011, 60 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Vale do São Francisco. Petrolina, 2011.

AMBONI, J. D.; SILVEIRA, W. J. C. **A Interferência da Administração Universitária em Projetos de Empreendimentos Universitários**. In: 3º Fórum Mestres e Conselheiros: Municipalização do Patrimônio e Educação Patrimonial, 2011, Belo Horizonte - MG. 3º Fórum Mestres e Conselheiros: Municipalização do Patrimônio e Educação Patrimonial, 2011.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **ANSI/ASHRAE 55**: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta, 2013.

AMR WINCONTROL. **Software**. User Manual. Akrobit - Ahlborn, 2013. Disponível em: <<http://www.messgeraet.at/downloads/AMR-WinControl-Handbuch.pdf>>. Acesso em: 11 dez. 2015.

ARAÚJO, V. M. D. **Parâmetros de conforto térmico para usuários de edificações escolares no litoral nordestino brasileiro**. (o caso de Natal/RN). 1. ed. Natal - RN: Ed. UFRN, 2001. 138 p.

ARAÚJO, V. M. D; ARAÚJO, E. H. S. **Medição de parâmetros microclimáticos para estudos de clima urbano: controle de qualidade dos dados e tratamento estatístico**. Fórum Patrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável (UFMG. *Online*), v. 3, p. 1-10, 2009.

AZEVEDO, G. A. N. **As Escolas Públicas do Rio de Janeiro: Considerações sobre o Conforto Térmico das Edificações**. 1995, 188 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura).

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1995.

AZEVEDO, G. A. N. **Arquitetura Escolar e Educação: Um modelo conceitual de abordagem interacionista**. 2002, 236 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Pós-graduação em Engenharia-COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2002.

AZEVEDO, G. A. N. Sobre o papel da arquitetura escolar no cotidiano da educação: Análise das interações pessoa-ambiente para a transformação qualitativa do lugar pedagógico. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14, 2012, Juiz de Fora, **Anais...** Juiz de Fora: ANTAC, 2012. p. 3494-3504.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais – Conforto animal**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2010. 246p.

BARBETTA, P. A. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais**. 6. ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2006.

BARBIERO, M. **Avaliação das percepções quanto ao ambiente térmico em uma indústria metalúrgica: um estudo de caso**. 2004, 139 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2004.

BARNABÉ, J. M. C.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; GUISELINI, C.; JACOB, A. L. Conforto térmico e desempenho de bezerras Girolando alojadas em abrigos individuais com diferentes coberturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, p. 481-488, 2015.

BARNARD, H. **Practical illustrations of the principles of school architecture**. Hartford: Press of Case, Tiffany and Company, 1851.

BARNARD, H. **School architecture, or contributions to the improvement of school-houses in the United States**. New York: Charles B. Norton, 1854.

BARRADAS-FERNANDES, N. L. **Arquitetura escolar carioca: edificações construídas entre 1930 e 1960**. 2006, 142 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Arquitetura). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.

BARRADAS-FERNANDES, N. L. **Arquitetura e educação: ideologia e representação**. In: 8º Docomomo Brasil. Rio de Janeiro. CD ROM, 2009.



BENCOSTTA, M. L. Arquitetura e espaço escolar: reflexões acerca do processo de implantação dos primeiros grupos escolares de Curitiba (1903-1928). **Educar em Revista**, n. 18, p. 103-141, 2001.

BERNARDI, N.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K. Environmental Comfort in School Buildings: A Case Study of Awareness and Participation of Users. **Environment and Behavior**, Tuscon, Arizona, EUA, v. 38, n. 2, p. 155-172, 2006.

BERTOLOTTI, D. **Iluminação natural em projetos de escolas: uma proposta de metodologia para melhorar a qualidade da iluminação e conservar energia**. 2007, 150 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

BOND, T. E.; KELLY, C. F. The globe thermometer in agriculture research. **Agricultural Engineer**, v.36, n.2, p.251-260, 1955.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora n° 15 – Atividades e operações insalubres. **Diário Oficial da União**. Portaria 3214 de 08 de junho de 1978. Revogado pela Portaria MTE n.º 3.751, de 23 de novembro de 1990 a. Disponível em: <<http://www.mtps.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15/NR15-ANEXO15.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora n° 17 – Ergonomia. **Diário Oficial da União**. Portaria 3214 de 08 de junho de 1978. Redação dada pela Portaria MTPS n.º 3.751, de 23 de novembro de 1990 b. Disponível em: <<http://www.mtps.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR17.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2016.

BUDAIWI, I. An approach to investigate and remedy thermal-comfort problems in buildings. **Building and Environment**, v. 42, p. 2124-2131, 2007.

BUDD, G. M. Wet-bulb globe temperature (WBGT): its history and its limitations. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.11 (1), p. 20-32, 2008.

BUFFINGTON, C. S.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D.; THATCHER, W. W.; COLLIER, R. J. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.

CÂNDIDO, C.; DE DEAR, R.J.; LAMBERTS, R.; BITTENCOURT, L. Air movement acceptability limits and thermal comfort in Brazil's hot humid climate zone. **Building and Environment**, v. 45, p. 222-229, 2010.

CARA, M. **Do desenho industrial ao design no Brasil**: uma bibliografia crítica para a disciplina. São Paulo: Blücher, 2010.

CARVALHO, A. M. C. Alcançando o Sucesso Escolar: fatores que auxiliam nesta conquista. **Vertentes (UFSJ)**, v. 35, p. 69-76, 2010.

CHAPPELLS, H; SHOVE, E. Debating the future of comfort: environmental sustainability, energy consumption and the indoor environment. **Building Research & Information**, 33 (1), p. 32-40, 2005.

CHAVES, M. W. A educação integral e o sistema 'platoon': a experimentação de uma nova proposta pedagógica no antigo Distrito Federal nos anos 30. **Educação em Foco**, Juiz de Fora, v. 7, n.2, p. 115-125, 2003.

CIBSE. **The Chartered Institution of Building Services Engineers**. 2016. Disponível em: <<http://www.cibse.org/>>. Acesso: em 04 abr. 2016.

CONCEIÇÃO, E. Z.; LÚCIO, M.M.; RUANO, A.E.; CRISPIM, E.M. Development of a temperature control model used in HVAC systems in school spaces in Mediterranean climate. **Building and Environment**, v. 44, p. 871-877, 2009.

CORGNATI, S.P.; ANSALDI, R.; FILIPPI, M. Thermal comfort in Italian classrooms under free running conditions during mid seasons: Assessment through objective and subjective approaches. **Building and Environment**, v. 44, p. 785-792, 2009.

CORGNATI, S.P.; FILIPPI, M.; VIAZZO, S. Perception of the thermal environment in high school and university classrooms: Subjective preferences and thermal comfort. **Building and Environment**, v. 42, p. 951-959, 2007.

COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho**: manual técnico da máquina humana. Vol I. Belo Horizonte: Editora Ergo, 1995.

CUNHA, M. V. We, John Dewey's audience of today. **Journal of Curriculum Studies**, v. 48, p. 23-35, 2015.

D'AMBROSIO ALFANO. F. R.; PALELLA. B. I.; RICCIO, G. Thermal environment assessment reliability using temperature-humidity indices. **Industrial Health**, 49, p. 95-106, 2011.

D'AMBROSIO ALFANO, F. R.; MALCHAIRE, J.; PALELLA, B. I.; RICCIO, G. WBGT index revisited after 60 years of use. **Oxford Journals: the annals of occupational Hygiene**, v. 58, n.8, p. 955-970, 2014.

DE DEAR, R. J. Global database of thermal comfort in field experiments. **ASHRAE Transactions**, v. 104, n.1, p. 1141-1152, 1998.

DE DEAR, R. J.; BRAGER, G. S. Thermal Comfort in Naturally Ventilated Buildings: revisions to ASHRAE Standard 55. **Energy and Buildings**, v. 34, n. 6, p. 549-561, 2002.

DE DEAR, R. J.; BRAGER, G.; COOPER, D. Developing an adaptive model of thermal comfort and preference. **Final Report. ASHRAE RP-884**, p. 01- 297, 1997.

DE MORAES, D. **Metaprojeto: o design do design**. São Paulo: Blucher, 2010.

DIKMEN, S.; HANSEN, P. J. Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment? **Journal of Dairy Science**, v.92, p.109-116, 2009.

DÓREA, C. R. D. A arquitetura escolar como objeto de pesquisa em História da Educação. **Educar em Revista**. Curitiba: Editora UFPR, v. 49, p. 161-181, 2013.

FARIA FILHO, L. M.; VIDAL, D. G. Os tempos e os espaços escolares no processo de institucionalização da escola primária no Brasil. **Revista Brasileira de Educação**, v. 14, p. 19-34, 2000.

ELALI, G. V. M. A. A área das relações pessoa-ambiente e algumas de suas contribuições para a APO. In: XII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12, 2008, Fortaleza, **Anais...** Fortaleza: ANTAC, 2008. p. 01-12.

ESMAY, M. L. **Principles of animal environment**. Westport: Avi, 1982. 325p.

FANGER, P. O. **Thermal Comfort**. Analysis and Applications in Environmental Engineering. New York, McGraw-Hill Book Company, 1970.

FANGER, P. O. Assessment of man's thermal comfort in practice. **British Journal of Industrial Medicine**, 30, p. 313-324, 1973.

FERREIRA, C. C.; SOUZA, H. A. Avaliação da aplicabilidade de índices de conforto adaptativo para o caso brasileiro. In: XII ENCONTRO NACIONAL E VIII ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12, 2013, Brasília, **Anais...** Brasília: ANTAC, 2013. p. 692-701.

FERREIRA, C. C. **Análise de sensibilidade por meio de experimento fatorial de parâmetros de desempenho térmico de envoltórias de edificações residenciais: contribuição à revisão das normas brasileiras.** 2016, 435p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, 2016.

FONTANELLA, M. S.; SOUZA, H. A. Percepção do ambiente térmico nas salas de aula pelos alunos da UFOP. **REM. Revista Escola de Minas**, v. 64, p. 415-419, 2011.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de Conforto Térmico.** 7.ed., Studio Nobel, São Paulo, 2007.

FUNDACENTRO. Norma de higiene ocupacional. **NHO-6: avaliação da exposição ocupacional ao calor.** São Paulo, 2002.

GIVONI, B. **Man Climate and Architecture.** 2.ed., Londres: Applied Science, 1976.

GIVONI, B. **Climate considerations in building and urban design.** New York: ITP, 1998.

GOMES, V.J. **Aplicação de parâmetros ITGU e CTR para avaliação de conforto térmico em edifício escolar.** 2010, 106 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2010.

GONÇALVES, W. B. **Estudo de Índices de Conforto Térmico Avaliados com Base em População Universitária na Região Metropolitana de Belo Horizonte.** 2000, 241 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2000.

LAMBERTS, R. ; XAVIER, A. A. ; GOULART, S.; VECCHI, R. **Conforto e Stress Térmico.** LabEEE - Laboratório de Eficiência Energética e Edificações. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil, 2016. Disponível em: <[http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Apostila%20Conforto%20T%C3%A9rmico\\_2016.pdf](http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Apostila%20Conforto%20T%C3%A9rmico_2016.pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2016.

GRAÇA, V.A. Z.; KOWALTOWSKI, D.C.C.K; PETRECHE, J. R.D. An evaluation method for school building design at the preliminary phase with optimisation of aspects of

environmental comfort for the school system of the State São Paulo in Brazil. **Building and Environment**, UK, v. 42, n. 2, p. 984-999, 2007.

GRANJA, A. D.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; PINA, S. A. M. G.; FONTANINI, P. S. P.; BARROS, L. A. F.; PAOLI, D.; JACOMIT, A. M.; MACANS, R. M. R. A natureza do valor desejado na habitação social. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 9, p. 87-103, 2009.

HUIZENGA, C; ABBASZADEH, S; ZAGREUS, L; ARENS, E. Air quality and thermal comfort in office buildings: results of a large indoor environmental quality survey. **Proceedings of Healthy Buildings**, v. III, p. 393-397, Lisbon, Portugal, 2006. Disponível em: <<http://escholarship.org/uc/item/7897g2f8>>. Acesso em: 15 abr. 2014.

HUMPHREYS, M. A. Field Studies of Thermal Comfort Compared and Applied. **Building Services Engineer**, Watfort: v. 44, p. 5-27, 1976.

HUMPHREYS, M. A. **Thermal comfort temperatures and the habits of Hobbits**. In: Nicol, F., Humphreys, M., Sykes, O. and Roaf, S. (eds). Standards for Thermal Comfort, Chapman & Hall, London, p. 3-13, 1995.

HUMPHREYS, M. A. Quantifying occupant comfort: are combined indices of the indoor environment practicable? **Building Research & Information**. 33: 4. 317-325, 2007.

IBAM-INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. **Manual para elaboração de projetos de edifícios escolares na cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: IBAM/CPU, CPRJ/SMU, 1996.

IKEFUTI, P. V.; AMORIM, M. C. C. T. Análise do conforto térmico em diferentes padrões de Construção em Presidente Prudente/SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 13, 2009, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009. p. 1-15.

INCROPERA, F. P.; DEWITT, D. P.; BERGAMAN, T. L.; LAVINE, A. S. **Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa**. 6ª Edição. Trad. Eduardo Mach Queiroz e Fernando Luiz Pellegrini Pessoa. Rio de Janeiro, LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., 2008.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDAR STANDARDIZATION. **ISO 7726**: Ergonomics of the thermal environment - Instruments and methods for measuring physical quantities. Genebra, 1998.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 7730**: Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort

using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Genebra, 2005.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 7743**: Hot environments - estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT- index (wet bulb globe temperature). Genebra, 1989.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARD. **ISO 10551**: Ergonomics of the thermal environment – Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales. Genebra, 1995.

KAEHLER, J. W. M.; PEREIRA, L. A.; BALTAR, M. G. Uso de recursos naturais para redução de consumo de energia elétrica em edificações. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, 2006, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires: CIER Argentina, 2006. p. 1-6.

KARJALAINEN, S. Thermal comfort and gender: a literature review. **Indoor Air**, v. 22, n. 2, p. 96-109, 2012.

KOENIGSBERGER, O. **Viviendas y Edificios en Zonas Calidas y Tropicales**. Madrid, Paraninfo, 1977.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. Das geographische system der Klimate. **Handbuch der Klimatologie**, Berlim, p. 01-44, 1936.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; BORGES FILHO, F.; PINA, Sílvia A M. G. Avaliação da funcionalidade de prédio escolar da rede pública: o caso de Campinas. In: VI ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO E III ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: ANTAC, 2001. p. 231-232.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; FUNARI, T. Arquitetura Escolar e Avaliação Pós-Ocupação. In: VIII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO E IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8, 2005, Maceió. **Anais...** Maceió: ANTAC. p. 2255-2257.

KROEMER, E.; GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia adaptando o trabalho ao homem**. 5. ed. Bookman. Porto Alegre, 2005.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3. ed. [S.l.]: Eletrobrás/Procel, 2014.

- LAMPRECHT, B. M. **Richard Neutra: complet works**. New York: Taschen, 2000.
- LANA, S. L. B.; LAGE, A. C. A. **Creative people: the key of the innovation process**. In: XXIV World Conference, Barcelona, 2007.
- LEE, D. H. K. Seventy-five years of searching for a heat index. **Environmental Research**, 22 (2), p. 331-356, 1980.
- LOPES, S. **A obra de Sebastião Lopes: inédito**. Belo Horizonte/Brasil, 12 fev. 2009. Entrevista concedida a Viviane de Jesus Gomes.
- LOUREIRO, C.; AMORIM, L. . Por uma arquitetura social: a influência de Richard Neutra em prédios escolares no Brasil. **Arquitextos**, São Paulo, v. 20, n.20, p. 03, 2002.
- LULA, C. C. M.; SILVA, L. B. O conforto ambiental e a motivação: Implicações no desempenho de alunos em ambientes climatizados. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ERGONOMIA, 12, 2002, Recife. **Anais...** Recife: ABERGO, 2002.
- MAPS. 2014. Disponível em: <[www.google.com.br/maps](http://www.google.com.br/maps)>. Acesso em: 15 abr. 2014.
- MASLOW, A. H. **Motivation and personality**. New York, USA: Harper,1954.
- MASLOW, A. H. **Toward a Psychology of Being**. 3. ed. Nova York, USA: Wiley, 1998.
- MATTHEWS, J.; NICOL, F. Standards for Thermal Comfort. **Thermal Comfort of Factory Workers in Northern India**. Londres, Chapman & Hall, 1995.
- MCINTYRE, D. A. **Indoor Climate**. Applied Science Publishers Ltda. London, 1980.
- MCNALL, P.E.; JAAX, J.; ROHLES, F.H.; NEVINS, R. G.; SPRINGER, W. Thermal comfort (Thermally neutral) conditions for three levels of activity. **ASHRAE Transactions**, v. 73, p. 1: 3.1-1: 3.14, 1967.
- MEC - Ministério da Educação e Cultura do Governo Federal. **Fundo de Fortalecimento da escola. Espaços educativos. Ensino fundamental. Subsídios para elaboração de projetos e adequação de edifício escolar**. Brasília. FUNDESCOLA/MEC, 2002. v 1. 195p. v 2. 124p.

MEDEIROS, C. M; BAÊTA, F. C; OLIVEIRA, R. F. M; TINÔCO, I. F. F; ALBINO, L. F. T; CECON, P. R. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na agricultura**, v.13, p. 277-286, 2005.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de textos, 2007.

MOURA, L. F.; XAVIER, A. A. P. . Sensação térmica e ações para o conforto térmico: um estudo de caso. **Revista Gestão Industrial**, v. 8, p. 25, 2012.

MUMOVIC, D.; PALMER, J.; DAVIES, M.; ORME, M.; RIDLEY, I.; ORESZCZYN, T.; JUDD, C.; CRITCHLOW, R.; MEDINA, H.A.; PILMOOR, G.; PEARSON, C.; WAY, P. Winter indoor air quality, thermal comfort and acoustic performance of newly built secondary schools in England. **Building and Environment**, v. 44, n. 7, p. 1466-1477, 2009.

NÃÃS, I. A. **Princípios do conforto térmico na produção animal**. São Paulo, Ícone Editora, 1989.

NEUTRA, R. **Arquitetura social em países de clima quente**. São Paulo: G. Todtmann, 1948.

NEVINS, R. G.; ROHLES, F.; SPRINGER, W.; FEYERHERM, A. M. Temperature - Humidity chart for thermal comfort of seated persons. **ASHRAE Transactions**, v. 72, p. 283-291, 1966.

NIBS. National Institute of Building Sciences. **National Clearing House for Educational Facilities**. 2016. Disponível em: <<http://www.ncef.org/>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

NICOL, J. F. Adaptive Thermal Comfort Standards in the Hot-Humid Tropics. **Energy and Buildings**, v. 36, n. 7, p. 628-637, 2004.

NIMER, E. Um modelo metodológico de classificação de climas. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, ano 41, n. 04, out/dez 1979. p. 59-89.

OLGYAY, V. **Design with climate bioclimatic approach to architecture regionalism**. New Jersey: Princeton University, 1973.

OLGYAY, V. **Arquitectura y clima – manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas**. Barcelona: Gustavo Gili, 1998.



OSH. What is meant by thermal comfort? Physical agents. **Thermal comfort for Office work**. 2007. Disponível em: <[http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys\\_agents/thermal\\_comfort.html](http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/thermal_comfort.html)>. Acesso em: 10 fev. 2010.

PARSONS, K. Heat Stress Standard ISO 7243 and its Global Application. **Industrial Health**, 44, p. 368–379, 2006.

PEDRA, S. A. **Potencialidades da termografia infravermelha aplicada ao design do conforto térmico de alvenaria estrutural**. 2011, 100 p. Dissertação (Mestrado em Design). Universidade do Estado de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Design. Belo Horizonte, 2011.

PEIXOTO, K. P. **A participação popular no processo de projeto de habitações de interesse social: um olhar metodológico**. 2008, 120 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008.

PEREIRA, I. M.; ASSIS, E. S. Avaliação de modelos de índices adaptativos para uso no projeto arquitetônico bioclimático. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10 n. 1. p. 31-51. Porto Alegre, 2010.

PEREIRA, L. D.; RAIMONDO, D.; CORGNATI, S. P.; SILVA, M. G. Assessment of indoor air quality and thermal comfort in Portuguese secondary classrooms: Methodology and results. **Building and Environment**, v. 81, p. 69-80, 2014.

PERÉN, J. I. **Ventilação e iluminação naturais na obra de João Filgueiras Lima, Lelé: estudo dos hospitais da rede Sarah Kubitschek Fortaleza e Rio de Janeiro**. 2006, 262 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

PINTO, N. M. **Condições e parâmetros para a determinação de conforto térmico em ambientes industriais do ramo metal mecânico**. 2011, 107 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2011.

PORTAL ACTION. **Teste *Kruskal Wallis***. 2016. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/tecnicas-nao-parametricas/teste-de-kruskal-wallis>>. Acesso em: 04 jan. 2016.

PROCEL - **Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica**. Disponível em: <http://www.eletronbras.com>. Acesso em: 10 fev 2012.

QUINIOUN, N.; MASSABIE, P.; GRANIER, R. Diurnally variation of ambient temperature around 24 ou 28°: Influence on performance and feeding behavior of growing pigs. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE*, 1., 2006, Iowa. **Proceedings**. p.332-339.

RAPOSO, C. M. **Práticas de ensino e abordagem aos afetos e às emoções na educação pré-escolar e 1º ciclo do ensino básico**. 2013, 129 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Educação). Ponta Delgada: Universidade dos Açores, 2013.

RIVERO, R. **Arquitetura e Clima**. 2. ed. Porto Alegre - D.C. Luzzato Editores. 1986.

RUPP, R. F.; GHISI, E. Potencial de economia de energia elétrica através do uso da luz natural e da ventilação híbrida em edifícios comerciais em Florianópolis. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, p. 75-86, 2013.

SANTOS, P. A.; BAÊTA, F.C; TINÔCO, I. F. F; ALBINO, L. F. T.; CECON, P. R. Ventilação em modos túnel e lateral em galpões avícolas e seus efeitos no conforto térmico, na qualidade do ar e no desempenho das aves. **Revista Ceres**, v. 56, p. 172-180, 2009.

SCHNEIDER, M. Do school facilities affect academic outcomes. **National clearinghouse for educational facilities**, 2002. Disponível em: <http://www.ncef.org/pubs/outcomes.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2015.

SCHUELER, A. F. M.; MAGALDI, A. M. B. M. Educação escolar na Primeira República: memória, história e perspectivas. **Revista Tempo**, Rio de Janeiro, v.13, n. 26, p.32-55, 2008.

SIEGEL, S.; CASTELLAN. N. J. **Nonparametric statistics for the behavioral sciences**. Singapore : McGraw-Hill, 1988.

SILVA, E. Os novos prédios escolares do Distrito Federal. **Revista da Diretoria de Engenharia**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 16, p. 359-365, maio, 1935.

SOUZA, B. B.; LOPES, J. J.; ROBERTO, J. V. B.; SILVA, A. M. A.; SILVA, E. M. N.; SILVA, G. A. Efeito do ambiente sobre as respostas fisiológicas de caprinos saanen e mestiços ½saanen + ½boer no semi-árido paraibano. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Campina Grande, v. 6, p. 47-51, 2010.

SOUZA, R. A.; MARTINELLI, T. A. P. Considerações históricas sobre a influência de John Dewey no pensamento pedagógico brasileiro. **Revista HISTEDBR**, v. 9, n. 35, 2009.

STANSFELD, S. A.; MATHESON, M. P. Noise pollution: non-auditory effects on health. **British Medical Bulletin**, 68 (1), p. 243-257, 2003.

THOM, E.C. The discomfort index. **Weatherwise**, Boston, v.12, n.1, p.57-60, 1959.

TINÔCO, I. F. F.; SOUZA, C. F.; SOUZA, C. F.; OLIVEIRA, P. A. V.; PAULO, R. M.; CAMPOS, J. A. Avaliação do índice de temperatura de globo negro e umidade e desempenho de suínos nas fases de crescimento e terminação criados em sistemas em camas sobrepostas em condições de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1624-1629, 2007.

TOLON, Y. B.; BARACHO, M.; NÄÄS, I. A.; ROJAS, M.; MOURA, D. J. Ambiências térmica, aérea e acústica para reprodutores suínos. **Engenharia Agrícola**, v. 30, p. 1-13, 2010.

TORO, M. G. U. **Avaliação acústica de salas de aula em escolas públicas na cidade de Belém-PA: uma proposição de projeto acústico**. 2005, 175 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal do Pará. Belém, 2005.

TREWARTHA, G. T. **An introduction to Climate**. New York, Ed. McGraw-Hill, 1954.

TURCO, S. H. N. **Análise de sistemas de condicionamento térmico em maternidades para suínos**. 1997, 91p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, 1997.

UFSC. ANALYSIS BIO 2.15. **Software**. 2012. Disponível em: <<http://labeee.ufsc.br/antigo>>. Acesso em: 10 dez.2012.

UFSC. ANALYSIS SOL-AR. **Software**. 2015. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/downloads/software/analysis-sol-ar>>. Acesso em: 15 jan.2015.

VIDAL, D. G. 80 anos do manifesto dos pioneiros da Educação Nova: questões para debate. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 1, p. 1-12, 2013.

WARGOCKI, P.; WYON, P.; MATYSIAK, B.; IRGENS, S. The effects of classroom air temperature and outdoor air supply rate on the performance of school work by children. **Proceedings of Indoor Air I**, v. 1, p. 368-372, 2005.

XAVIER, A. A. P. **Predição de Conforto Térmico em ambientes internos com atividades sedentárias – Teoria Física aliada a estudos de Campo.** 2000, p. 267. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

YAGLOU, C.P.; MINARD, D. Control of heat casualties at military training centers. **Journal Arch Ind Health.** v. 16, p. 302–316, 1957.

MSW. MedStatWeb. 2016. **Serviço de Bioestatística e Informática Médica Faculdade de Medicina da Universidade do Porto.** Disponível em:  
<[http://stat2.med.up.pt/cursop/glossario/correlacao\\_Pearson.html](http://stat2.med.up.pt/cursop/glossario/correlacao_Pearson.html)>. Acesso em: 03 fev. 2016.

ZHANG, H.; ARENS, E; ABBASZADEH, S; HUIZENGA, H; BRAGER, G; PALIAGA, P; ZAGREUS, L. Air movement preferences observed in office buildings. **International Journal of Biometeorology.** 51(5), p. 349–360, 2007.

*APÊNDICE A – FICHA DE CAMPO*

Disciplina:				Professor:						
Data:		Horário					Estação:			
		Início:		Término:						
Condições climáticas:										
Medições										
<b>TGN</b>	<b>TBS</b>			<b>V. AR</b>	<b>UR</b>			<b>TBU</b>		
_00	_01	_02	_03	_04	_11	_12	_13	_21	_22	_23
Local:				Sala:		Pavto:		Fachada:		
Nº de usuários no ambiente:						Quant. questionários:				
OBS.:										
Porta			Janela				Ventilador/ar condicionado			
Aberta	Fechada		Aberta	Fechada		Sim		Não		

## APÊNDICE B – questionário de percepção do ambiente térmico

Prédio: \_\_\_\_\_ Sala: \_\_\_\_\_ Pav.: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

**01. DADOS DO USUÁRIO**

Idade \_\_\_\_\_ Peso \_\_\_\_\_ Altura \_\_\_\_\_

SEXO:

- Feminino  
 Masculino

**02. TEMPO QUE PASSA NA UNIVERSIDADE**

\_\_\_\_\_ horas

**03. ONDE SE ALIMENTA**



Restaurante



Cantina



Casa

**04. QUAL É A SUA SENSACÃO TÉRMICA EM RELAÇÃO AO AMBIENTE DA SALA DE AULA NESTE MOMENTO:**



Muito quente

Quente

Ligeiramente quente

Confortável

Ligeiramente frio

Frio



Muito frio

**05. QUE TIPO DE ROUPAS VOCE ESTÁ USANDO NO MOMENTO?**

Roupas leves: calça ou bermuda ou short; camiseta ou camisa de manga curta.

Roupas de frio leves: calça e camisa de manga comprida e/ou moletom leve.

Roupas de frio pesadas: calça e camisa de manga comprida e jaqueta ou casaco.

**06- RETIROU ALGUMA PEÇA DE ROUPA NA ÚLTIMA HORA?**

Sim

Não

**07- COLOCOU ALGUMA PEÇA DE ROUPA NA ÚLTIMA HORA?**

Sim

Não

**08- NUM AMBIENTE TÉRMICO COMO ESTE, VOCE:**

Consegue desenvolver sua atividade de estudo normalmente

Sua atividade de estudo fica prejudicada

**09. MARQUE ABAIXO SE ALGUMA DAS SENSACÕES LISTADAS OCORREU NA ÚLTIMA HORA:**

Impaciência devida ao desconforto

Dificuldade de prestar atenção devida ao desconforto

Sonolência devida ao desconforto térmico

Sede

**10. QUAL A SENSACÃO EM RELAÇÃO AO MOVIMENTO DO AR NO LUGAR EM QUE VOCE ESTÁ:**



Excelente

Muito bom

Bom

Ruim

Muito ruim

**11. VOCE VE A NECESSIDADE DE VENTILADORES, NESTE MOMENTO, PARA MELHORAR SEU CONFORTO TÉRMICO?**

Sim

Não

**12. HÁ INCIDÊNCIA SOLAR DIRETA NA SALA DURANTE O PERÍODO DE AULA?**



Sim



Não

13. AO ASSISTIR AULAS NESTA SALA, COM QUE FREQUÊNCIA VOCÊ TENTA CONTROLAR A INCIDÊNCIA DO SOL, POR MEIO DE PORTA, JANELAS, CORTINAS OU PERSIANAS?

<i>Nunca</i>	<i>Raramente</i>	<i>Às vezes</i>	<i>Frequentemente</i>	<i>Sempre</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

---

14. EXISTEM POSSIBILIDADES OU EQUIPAMENTOS QUE LHE PERMITE INTERFERIR NAS CONDIÇÕES TÉRMICAS DA SALA?

*Sim*

*Não*

SE SIM, QUAIS?

---

---

15. VOCÊ ESTÁ SATISFEITO COM O AMBIENTE TÉRMICO NESTE MOMENTO?

*Sim*

*Não*

16. VOCÊ ACHA QUE ESSE SERIA UM AMBIENTE TÉRMICO ACEITÁVEL PARA ESTAR TODOS OS DIAS?

*Sim*

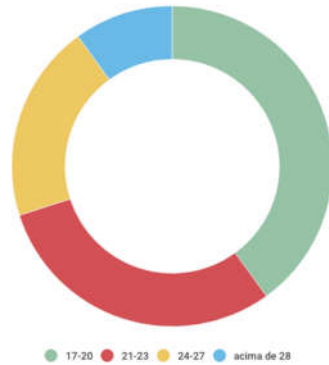
*Não*

AGRADECEMOS A SUA ATENÇÃO!

APÊNDICE C – Gráficos consolidados dos questionários

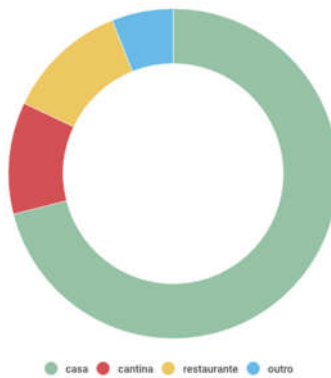
Questão 1)

Idade



Questão 3)

Onde se alimenta



Questão 2)

Tempo que passa na universidade





Questão 4)

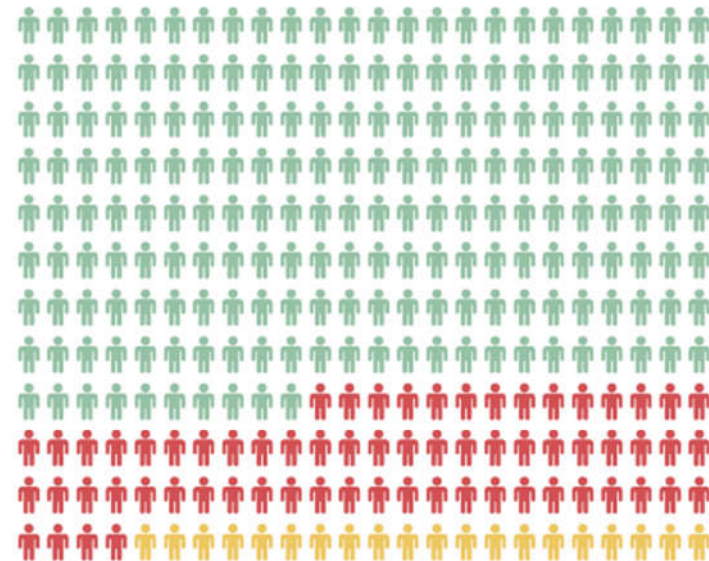
## Sensação térmica em relação ao ambiente (sala de aula) no momento de aplicação do questionário



- Muito quente
- Quente
- Ligeiramente quente
- Confortável
- Ligeiramente frio
- Frio
- Muito frio

Questão 5)

## Tipo de roupa que está usando no momento



- Roupas leves; calça, bermuda ou short; camiseta ou camisa de manga curta
- Roupas de frio leves; calça e camisa de manga comprida e/ou moletom leve
- Roupas de frio pesadas; calça e camisa de manga comprida e jaqueta

Questão 6)

# Retirou alguma roupa na última hora?

---



● Sim ● Não

Questão 7)

# Colocou alguma peça de roupa na última hora?

---



● Sim ● Não

Questão 8)

# Num ambiente térmico como este:

---

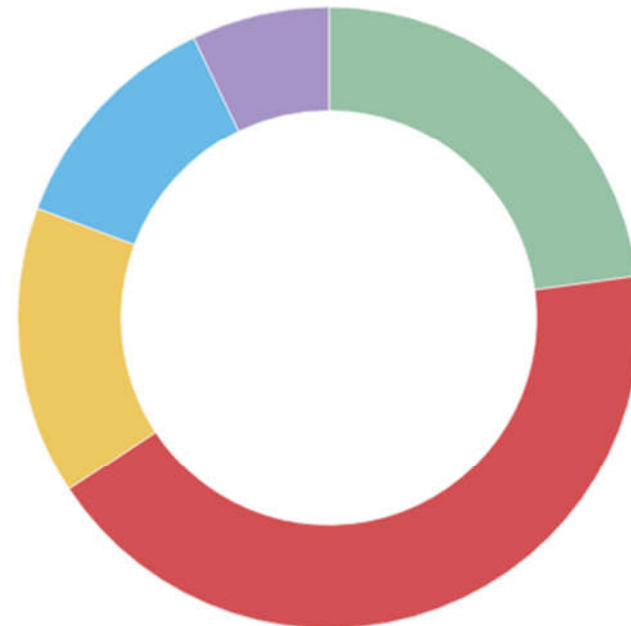


- Consegue desenvolver a atividade de estudo normalmente
- A atividade de estudo fica prejudicada

Questão 9)

# Sensações que ocorreu na última hora

---



- Impaciência devida ao desconforto
- Dificuldade de prestar atenção devida ao desconforto
- Sonolência devida ao desconforto térmico
- Sede
- sem dados



Questão 10)

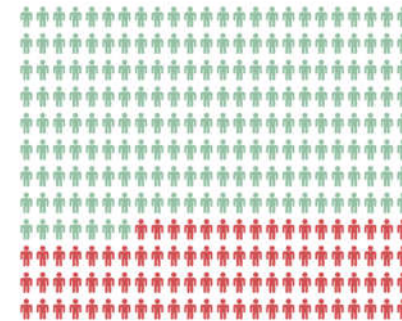
Em relação ao movimento do ar no lugar onde você está:



● Excelente ● Muito bom ● bom ● Ruim ● Muito ruim  
● sem dados

Questão 11)

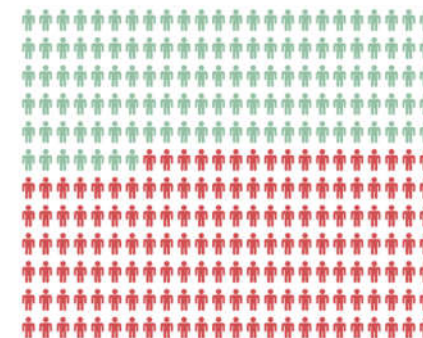
Necessidade de ventiladores para melhorar o conforto térmico?



● Sim ● Não

Questão 12)

Há incidência solar durante o período de aula?



● Sim ● Não

Questão 13)

Com que frequência tenta controlar a incidência solar por meio de portas, janelas, cortinas?



● Nunca ● Raramente ● Às vezes ● Frequentemente ● Sempre  
● sem dados

Questão 14)

Há possibilidades ou equipamentos que permitem interferir nas condições térmicas da sala?



● Sim ● Não ● Sem dados

Questão 15)

Estão satisfeitos com o ambiente térmico no momento de uso?

---



● Sim ● Não

Questão 16)

Seria um ambiente térmico aceitável para estar todos os dias?

---



● Sim ● Não

*APÊNDICE D – Banco de dados das variáveis climáticas*

(dias marcados em cinza foram aqueles em que ocorreu aplicação do questionário)

<b>Data</b>	<b>Hora</b>	<b>T<sub>GN</sub></b>	<b>T<sub>BS</sub></b>	<b>T<sub>BU</sub></b>	<b>V<sub>ar</sub></b>	<b>TRM</b>	<b>ITGU</b>	<b>CTR</b>	<b>IBUTG</b>
<b>Outono</b>		(médio)	(médio)	(médio)	(média)				
24/04/14	24h	25,97	25,95	20,21	0,18	298,98	73,85	453,08	21,93
24/04/14	01h	25,94	25,91	20,30	0,18	298,96	73,89	452,94	21,99
24/04/14	02h	25,78	25,62	20,16	0,18	298,93	73,67	452,76	21,85
24/04/14	03h	25,63	25,45	20,12	0,18	298,81	73,54	452,01	21,77
24/04/14	04h	25,47	25,25	19,93	0,18	298,69	73,29	451,29	21,59
24/04/14	05h	25,29	25,04	19,71	0,18	298,54	73,00	450,38	21,38
24/04/14	06h	25,31	25,20	19,76	0,18	298,42	73,05	449,68	21,43
24/04/14	07h	25,59	25,60	20,04	0,18	298,58	73,46	450,66	21,71
24/04/14	08h	25,66	25,67	19,92	0,18	298,64	73,41	450,99	21,64
24/04/14	09h	25,71	25,75	19,88	0,18	298,67	73,42	451,20	21,63
24/04/14	10h	25,71	25,75	19,79	0,18	298,66	73,36	451,09	21,56
24/04/14	11h	25,67	25,73	19,70	0,18	298,61	73,27	450,84	21,49
24/04/14	12h	25,68	25,73	19,69	0,18	298,63	73,27	450,96	21,49
24/04/14	13h	25,70	25,76	19,63	0,18	298,64	73,24	451,00	21,45
24/04/14	14h	25,65	25,70	19,33	0,18	298,59	72,99	450,71	21,23
24/04/14	15h	25,76	25,90	19,45	0,18	298,61	73,15	450,84	21,34

24/04/14	16h	25,96	26,06	19,55	0,18	298,85	73,36	452,26	21,47
24/04/14	17h	25,91	25,94	19,35	0,18	298,89	73,19	452,48	21,32
24/04/14	18h	25,61	25,64	18,98	0,18	298,58	72,70	450,61	20,97
24/04/14	19h	25,60	25,69	19,27	0,18	298,51	72,91	450,18	21,17
24/04/14	20h	25,85	25,90	20,00	0,18	298,79	73,61	451,91	21,75
24/04/14	21h	25,61	25,57	19,26	0,18	298,64	72,90	451,00	21,16
24/04/14	22h	25,69	25,72	19,37	0,18	298,65	73,04	451,06	21,27
24/04/14	23h	25,52	25,52	19,47	0,18	298,52	72,99	450,25	21,28
25/04/14	24h	25,44	25,50	19,26	0,18	298,37	72,78	449,39	21,11
25/04/14	01h	25,37	25,43	19,11	0,18	298,31	72,62	449,02	20,99
25/04/14	02h	25,29	25,34	18,92	0,18	298,24	72,43	448,56	20,83
25/04/14	03h	25,21	25,26	18,74	0,18	298,15	72,24	448,06	20,68
25/04/14	04h	25,13	25,18	18,59	0,18	298,08	72,08	447,62	20,55
25/04/14	05h	25,05	25,10	18,55	0,18	297,99	71,99	447,07	20,50
25/04/14	06h	24,90	24,88	18,41	0,18	297,91	71,78	446,63	20,36
25/04/14	07h	24,77	24,77	18,32	0,18	297,76	71,62	445,72	20,25
25/04/14	08h	24,69	24,67	17,78	0,19	297,72	71,18	445,47	19,85
25/04/14	09h	24,63	24,62	17,06	0,19	297,63	70,61	444,90	19,33
25/04/14	10h	24,63	24,71	16,88	0,19	297,55	70,49	444,44	19,21
25/04/14	11h	24,70	24,76	17,01	0,19	297,63	70,63	444,94	19,32
25/04/14	12h	24,79	24,88	16,71	0,18	297,70	70,48	445,38	19,14
25/04/14	13h	25,09	25,14	16,59	0,18	298,04	70,61	447,41	19,14



25/04/14	14h	25,29	25,34	16,91	0,18	298,24	70,98	448,58	19,42
25/04/14	15h	25,22	25,34	17,22	0,18	298,11	71,16	447,78	19,62
25/04/14	16h	24,73	24,79	18,08	0,19	297,67	71,42	445,18	20,07
25/04/14	17h	24,95	25,12	18,01	0,18	297,77	71,53	445,76	20,09
25/04/14	18h	25,10	25,16	18,23	0,18	298,03	71,79	447,31	20,29
25/04/14	19h	24,96	25,02	17,45	0,18	297,90	71,14	446,57	19,70
25/04/14	20h	24,90	24,95	17,53	0,19	297,84	71,15	446,20	19,74
25/04/14	21h	24,77	24,74	17,68	0,19	297,80	71,17	445,93	19,81
25/04/14	22h	24,69	24,69	17,77	0,19	297,69	71,17	445,29	19,84
25/04/14	23h	24,52	24,46	17,37	0,19	297,59	70,76	444,69	19,51
26/04/14	24h	24,40	24,34	17,18	0,19	297,45	70,53	443,88	19,34
26/04/14	01h	24,28	24,22	16,88	0,19	297,34	70,23	443,21	19,10
26/04/14	02h	24,14	24,05	16,43	0,19	297,22	69,81	442,47	18,74
26/04/14	03h	23,99	23,90	16,14	0,19	297,09	69,50	441,68	18,50
26/04/14	04h	23,86	23,73	15,83	0,19	296,98	69,18	441,06	18,24
26/04/14	05h	23,69	23,56	15,54	0,19	296,82	68,84	440,11	17,98
26/04/14	06h	23,57	23,44	15,38	0,19	296,69	68,64	439,34	17,84
26/04/14	07h	23,47	23,36	15,31	0,19	296,59	68,52	438,75	17,76
26/04/14	08h	23,48	23,41	15,37	0,19	296,55	68,57	438,53	17,80
26/04/14	09h	23,87	23,73	15,42	0,19	297,02	68,89	441,28	17,96
26/04/14	10h	23,89	23,86	15,76	0,19	296,92	69,15	440,69	18,20
26/04/14	11h	24,05	24,06	15,86	0,18	297,03	69,33	441,35	18,32

26/04/14	12h	24,33	24,32	15,71	0,18	297,33	69,42	443,14	18,29
26/04/14	13h	24,54	24,54	14,84	0,18	297,54	68,95	444,37	17,75
26/04/14	14h	24,64	24,61	14,63	0,18	297,68	68,88	445,24	17,64
26/04/14	15h	24,60	24,63	14,01	0,18	297,57	68,40	444,58	17,19
26/04/14	16h	25,02	25,15	14,36	0,18	297,89	68,95	446,46	17,55
26/04/14	17h	24,92	25,01	15,82	0,18	297,82	69,93	446,08	18,55
26/04/14	18h	24,74	24,83	16,31	0,18	297,66	70,16	445,08	18,84
26/04/14	19h	24,64	24,73	16,26	0,18	297,56	70,05	444,49	18,77
26/04/14	20h	24,55	24,64	16,19	0,18	297,45	69,93	443,86	18,70
26/04/14	21h	24,46	24,56	16,16	0,18	297,35	69,84	443,29	18,65
26/04/14	22h	24,44	24,59	16,43	0,18	297,29	70,03	442,88	18,83
26/04/14	23h	24,46	24,58	16,79	0,18	297,32	70,30	443,10	19,09
27/04/14	24h	24,42	24,55	16,69	0,18	297,28	70,20	442,86	19,01
27/04/14	01h	24,34	24,47	16,57	0,18	297,20	70,06	442,39	18,90
27/04/14	02h	24,28	24,40	16,47	0,18	297,16	69,94	442,12	18,81
27/04/14	03h	24,20	24,32	16,41	0,18	297,08	69,84	441,66	18,74
27/04/14	04h	24,12	24,23	16,34	0,18	297,00	69,73	441,18	18,68
27/04/14	05h	24,04	24,14	16,26	0,18	296,94	69,62	440,84	18,60
27/04/14	06h	23,96	24,04	16,17	0,18	296,88	69,50	440,44	18,51
27/04/14	07h	23,89	23,96	16,09	0,18	296,81	69,39	440,05	18,43
27/04/14	08h	23,88	23,96	16,08	0,18	296,80	69,37	440,00	18,42
27/04/14	09h	24,24	24,23	16,21	0,18	297,24	69,72	442,58	18,62

27/04/14	10h	24,06	24,09	15,96	0,18	297,02	69,41	441,32	18,39
27/04/14	11h	24,05	24,10	15,92	0,18	297,01	69,38	441,23	18,36
27/04/14	12h	24,20	24,19	15,92	0,18	297,21	69,49	442,45	18,41
27/04/14	13h	24,33	24,29	15,94	0,18	297,37	69,60	443,35	18,46
27/04/14	14h	24,41	24,39	16,01	0,18	297,43	69,70	443,71	18,53
27/04/14	15h	24,38	24,44	16,27	0,18	297,32	69,86	443,06	18,70
27/04/14	16h	24,39	24,50	16,51	0,18	297,29	70,05	442,87	18,87
27/04/14	17h	24,47	24,65	15,40	0,20	297,28	69,31	442,84	18,12
27/04/14	20h	24,09	24,16	14,55	0,20	297,01	68,42	441,23	17,41
27/04/14	21h	23,91	23,91	13,96	0,20	296,90	67,86	440,56	16,94
27/04/14	22h	23,86	23,91	14,09	0,20	296,81	67,93	440,07	17,03
27/04/14	23h	24,03	24,12	16,07	0,20	296,93	69,47	440,77	18,46
28/04/14	24h	23,90	23,97	16,10	0,20	296,81	69,40	440,06	18,44
28/04/14	01h	23,74	23,84	15,71	0,20	296,63	69,00	438,97	18,12
28/04/14	02h	23,67	23,80	15,66	0,20	296,54	68,92	438,43	18,06
28/04/14	03h	23,60	23,72	15,55	0,20	296,47	68,79	438,04	17,96
28/04/14	04h	23,50	23,61	15,47	0,20	296,38	68,66	437,52	17,88
28/04/14	05h	23,41	23,52	15,37	0,20	296,28	68,52	436,91	17,78
28/04/14	06h	23,35	23,45	15,33	0,20	296,24	68,45	436,68	17,74
28/04/14	07h	23,29	23,31	15,22	0,20	296,26	68,32	436,81	17,64
28/04/14	08h	23,20	23,24	14,89	0,20	296,15	68,03	436,15	17,39
28/04/14	09h	23,48	23,41	14,46	0,21	296,55	67,91	438,53	17,16

28/04/14	10h	23,33	23,37	14,32	0,20	296,28	67,70	436,92	17,02
28/04/14	11h	23,35	23,41	14,30	0,20	296,29	67,71	436,99	17,02
28/04/14	12h	23,44	23,48	14,28	0,21	296,40	67,76	437,63	17,03
28/04/14	13h	23,67	23,64	14,25	0,21	296,69	67,90	439,36	17,08
28/04/14	14h	23,66	23,68	14,12	0,21	296,64	67,80	439,02	16,98
28/04/14	15h	23,72	23,76	14,49	0,21	296,67	68,11	439,24	17,26
28/04/14	16h	23,77	23,91	14,46	0,20	296,62	68,13	438,91	17,25
28/04/14	17h	24,13	24,26	14,62	0,21	297,00	68,50	441,17	17,48
28/04/14	18h	24,23	24,35	14,70	0,21	297,09	68,63	441,69	17,56
28/04/14	19h	24,14	24,22	14,72	0,21	297,06	68,58	441,51	17,54
28/04/14	20h	24,13	24,27	14,84	0,21	296,97	68,66	440,98	17,63
28/04/14	21h	24,15	24,26	14,88	0,21	297,02	68,70	441,30	17,66
28/04/14	22h	23,88	23,95	14,94	0,21	296,80	68,55	439,97	17,62
28/04/14	23h	23,92	24,06	14,89	0,21	296,77	68,54	439,80	17,60
29/04/14	24h	23,94	24,04	14,71	0,21	296,83	68,43	440,18	17,48
29/04/14	01h	23,79	23,87	14,56	0,21	296,69	68,21	439,34	17,33
29/04/14	02h	23,63	23,70	14,59	0,21	296,56	68,12	438,54	17,31
29/04/14	03h	23,43	23,51	14,52	0,21	296,34	67,92	437,28	17,19
29/04/14	04h	23,29	23,36	14,36	0,21	296,20	67,70	436,44	17,03
29/04/14	05h	23,15	23,22	14,24	0,21	296,07	67,52	435,66	16,91
29/04/14	06h	22,89	22,86	13,73	0,21	295,92	66,96	434,80	16,48
29/04/14	07h	22,66	22,66	13,46	0,21	295,67	66,60	433,30	16,22

29/04/14	08h	22,62	22,63	13,19	0,21	295,60	66,38	432,92	16,02
29/04/14	09h	22,88	22,79	12,73	0,21	295,98	66,24	435,14	15,78
29/04/14	10h	22,74	22,73	12,44	0,21	295,75	65,93	433,80	15,53
29/04/14	11h	22,76	22,78	12,42	0,21	295,74	65,93	433,75	15,52
29/04/14	12h	23,08	23,10	13,01	0,21	296,06	66,58	435,60	16,03
29/04/14	13h	23,27	23,23	12,76	0,21	296,30	66,54	437,06	15,91
29/04/14	14h	23,25	23,21	11,42	0,21	296,29	65,56	436,98	14,97
29/04/14	15h	23,16	23,15	11,09	0,21	296,18	65,26	436,30	14,71
29/04/14	16h	23,07	23,12	11,40	0,21	296,00	65,42	435,28	14,90
29/04/14	17h	22,98	23,08	11,72	0,21	295,87	65,58	434,51	15,10
29/04/14	18h	22,91	23,04	11,97	0,21	295,77	65,71	433,89	15,25
29/04/14	19h	22,86	23,01	12,19	0,21	295,70	65,84	433,52	15,39
29/04/14	20h	22,81	22,95	12,18	0,21	295,65	65,79	433,20	15,37
29/04/14	21h	22,73	22,87	12,18	0,21	295,58	65,73	432,80	15,34
29/04/14	22h	22,64	22,74	11,92	0,21	295,51	65,48	432,41	15,13
29/04/14	23h	22,55	22,67	11,72	0,21	295,42	65,28	431,88	14,97
30/04/14	24h	22,55	22,70	12,24	0,21	295,38	65,65	431,60	15,34
30/04/14	01h	22,49	22,64	12,42	0,21	295,32	65,73	431,30	15,44
30/04/14	02h	22,41	22,55	12,46	0,21	295,26	65,70	430,93	15,44
30/04/14	03h	22,32	22,45	12,43	0,21	295,16	65,61	430,37	15,39
30/04/14	04h	22,22	22,35	12,40	0,21	295,08	65,53	429,86	15,35
30/04/14	05h	22,12	22,24	12,34	0,21	294,99	65,42	429,36	15,28

30/04/14	06h	22,01	22,12	12,27	0,21	294,89	65,29	428,79	15,19
30/04/14	07h	21,92	22,04	12,19	0,21	294,79	65,16	428,21	15,11
30/04/14	08h	21,92	22,02	12,23	0,21	294,80	65,19	428,24	15,13
30/04/14	09h	22,24	22,27	12,45	0,21	295,20	65,58	430,58	15,39
30/04/14	10h	22,07	22,11	12,16	0,21	295,03	65,24	429,57	15,13
30/04/14	11h	22,05	22,08	12,13	0,21	295,01	65,21	429,45	15,10
30/04/14	12h	22,17	22,19	12,19	0,21	295,15	65,34	430,26	15,18
30/04/14	13h	22,31	22,31	12,28	0,21	295,31	65,50	431,20	15,29
30/04/14	14h	22,38	22,39	12,35	0,20	295,36	65,60	431,51	15,36
30/04/14	15h	22,41	22,45	12,37	0,20	295,37	65,64	431,57	15,38
30/04/14	16h	22,40	22,46	12,44	0,20	295,32	65,68	431,29	15,43
30/04/14	17h	22,33	22,44	12,51	0,20	295,21	65,68	430,63	15,45
30/04/14	18h	22,28	22,43	12,56	0,20	295,11	65,68	430,06	15,47
30/04/14	19h	22,24	22,40	12,59	0,20	295,06	65,68	429,76	15,49
30/04/14	20h	22,20	22,36	12,71	0,20	295,02	65,73	429,52	15,55
30/04/14	21h	22,18	22,36	13,08	0,20	294,98	65,99	429,32	15,81
09/05/14	24h	24,65	24,83	16,07	0,20	297,45	69,91	443,88	18,64
09/05/14	01h	24,33	24,52	16,10	0,20	297,12	69,71	441,87	18,57
09/05/14	02h	24,11	24,31	16,17	0,20	296,89	69,60	440,52	18,55
09/05/14	03h	23,86	24,07	16,08	0,19	296,64	69,36	439,01	18,42
09/05/14	04h	23,66	23,89	16,06	0,20	296,42	69,20	437,71	18,34
09/05/14	05h	23,46	23,69	16,01	0,19	296,23	69,02	436,59	18,24

09/05/14	06h	23,16	23,41	15,90	0,19	295,90	68,73	434,69	18,08
09/05/14	07h	23,20	23,43	16,01	0,19	295,96	68,83	435,00	18,16
09/05/14	08h	24,17	24,21	17,27	0,19	297,13	70,44	441,92	19,34
09/05/14	09h	25,76	25,48	17,28	0,19	299,04	71,59	453,45	19,82
09/05/14	10h	27,23	26,69	17,34	0,19	300,77	72,69	464,00	20,31
09/05/14	11h	28,49	27,67	17,54	0,19	302,30	73,74	473,53	20,83
09/05/14	12h	28,10	27,23	14,88	0,19	301,99	71,55	471,55	18,85
09/05/14	13h	28,22	27,35	13,04	0,19	302,10	70,31	472,29	17,60
09/05/14	14h	27,46	26,84	12,82	0,20	301,10	69,60	466,01	17,21
09/05/14	15h	27,65	27,05	12,36	0,20	301,28	69,41	467,14	16,94
09/05/14	16h	27,63	27,27	11,76	0,20	301,00	68,96	465,40	16,52
09/05/14	17h	27,97	27,75	13,20	0,20	301,19	70,24	466,57	17,63
09/05/14	18h	27,28	27,30	13,86	0,19	300,27	70,22	460,93	17,88
09/05/14	19h	26,74	26,85	14,29	0,19	299,64	70,14	457,05	18,03
09/05/14	20h	26,28	26,41	14,73	0,19	299,14	70,12	454,05	18,19
09/05/14	21h	25,78	25,93	14,96	0,19	298,63	69,94	450,94	18,21
09/05/14	22h	25,35	25,53	15,02	0,19	298,17	69,67	448,16	18,12
09/05/14	23h	24,99	25,17	15,08	0,20	297,80	69,45	445,92	18,05
10/05/14	24h	24,57	24,76	15,09	0,19	297,38	69,16	443,42	17,94
10/05/14	01h	24,21	24,42	15,07	0,19	296,99	68,88	441,13	17,81
10/05/14	02h	23,86	24,08	14,98	0,19	296,63	68,57	438,98	17,65
10/05/14	03h	23,46	23,69	14,71	0,20	296,22	68,08	436,53	17,34

10/05/14	04h	23,04	23,28	14,27	0,20	295,78	67,47	433,98	16,90
10/05/14	05h	22,68	22,93	13,97	0,20	295,40	66,98	431,75	16,58
10/05/14	06h	22,39	22,66	13,87	0,20	295,10	66,70	429,98	16,42
10/05/14	07h	22,45	22,71	13,97	0,20	295,17	66,82	430,38	16,51
10/05/14	08h	23,24	23,37	14,35	0,20	296,09	67,66	435,79	17,02
10/05/14	09h	24,56	24,42	14,81	0,20	297,72	68,95	445,46	17,73
10/05/14	10h	26,08	25,48	15,11	0,20	299,69	70,25	457,39	18,40
10/05/14	11h	27,48	26,58	15,38	0,20	301,40	71,46	467,92	19,01
10/05/14	12h	28,71	27,61	15,62	0,20	302,83	72,52	476,86	19,54
10/05/14	13h	29,75	28,53	15,75	0,20	303,96	73,36	484,02	19,95
10/05/14	14h	29,99	28,89	15,80	0,20	304,09	73,57	484,82	20,06
10/05/14	15h	29,14	28,44	15,62	0,19	302,85	72,83	476,96	19,67
10/05/14	16h	27,96	27,66	15,76	0,20	301,26	72,07	467,03	19,42
10/05/14	17h	27,00	26,96	15,66	0,19	300,04	71,31	459,53	19,06
10/05/14	18h	26,29	26,36	15,34	0,20	299,21	70,57	454,43	18,62
10/05/14	19h	25,72	25,84	14,97	0,20	298,59	69,89	450,68	18,20
10/05/14	20h	25,24	25,39	14,70	0,20	298,08	69,36	447,60	17,86
10/05/14	21h	24,82	24,99	14,36	0,20	297,64	68,81	444,98	17,50
10/05/14	22h	24,50	24,68	13,88	0,20	297,32	68,24	443,06	17,07
10/05/14	23h	24,24	24,43	13,47	0,20	297,04	67,75	441,40	16,70
11/05/14	24h	23,94	24,14	12,96	0,20	296,73	67,17	439,56	16,26
11/05/14	01h	23,60	23,81	12,46	0,20	296,36	66,56	437,39	15,80



11/05/14	02h	23,22	23,46	12,14	0,20	295,96	66,06	435,04	15,46
11/05/14	03h	22,86	23,10	11,95	0,21	295,59	65,66	432,87	15,22
11/05/14	04h	22,48	22,73	11,72	0,21	295,21	65,22	430,62	14,95
11/05/14	05h	22,14	22,39	11,54	0,21	294,85	64,85	428,57	14,72
11/05/14	06h	21,86	22,11	11,49	0,21	294,58	64,61	426,99	14,60
11/05/14	07h	21,85	22,07	11,55	0,22	294,60	64,65	427,08	14,64
11/05/14	08h	22,33	22,45	11,81	0,22	295,20	65,18	430,56	14,97
11/05/14	09h	23,12	23,08	12,07	0,22	296,17	65,93	436,24	15,38
11/05/14	10h	24,10	23,84	12,42	0,22	297,40	66,90	443,53	15,93
11/05/14	11h	25,51	24,80	12,73	0,22	299,29	68,14	454,94	16,57
11/05/14	12h	26,44	25,56	12,87	0,22	300,41	68,90	461,76	16,94
11/05/14	13h	27,12	26,18	13,01	0,22	301,12	69,49	466,19	17,24
11/05/14	14h	27,13	26,35	12,94	0,22	300,97	69,45	465,23	17,20
11/05/14	15h	26,83	26,27	12,82	0,21	300,42	69,15	461,87	17,02
11/05/14	16h	26,01	25,74	12,63	0,21	299,29	68,42	454,94	16,64
11/05/14	17h	24,88	24,90	12,27	0,21	297,85	67,34	446,23	16,05
11/05/14	18h	24,19	24,30	12,37	0,21	297,08	66,92	441,62	15,92
11/05/14	19h	23,70	23,84	12,58	0,20	296,55	66,72	438,48	15,91
11/05/14	20h	23,29	23,47	12,60	0,20	296,10	66,44	435,86	15,81
11/05/14	21h	22,91	23,10	12,61	0,20	295,71	66,18	433,53	15,70
11/05/14	22h	22,56	22,76	12,65	0,21	295,34	65,95	431,38	15,62
11/05/14	23h	22,21	22,42	12,53	0,20	294,97	65,61	429,23	15,43

12/05/14	24h	21,83	22,06	12,36	0,21	294,59	65,22	427,01	15,20
12/05/14	01h	21,51	21,74	12,04	0,21	294,24	64,76	425,03	14,88
12/05/14	02h	21,19	21,41	11,76	0,21	293,93	64,32	423,21	14,58
12/05/14	03h	20,83	21,06	11,47	0,21	293,57	63,86	421,13	14,28
12/05/14	04h	20,50	20,74	11,12	0,21	293,22	63,36	419,16	13,93
12/05/14	05h	20,16	20,40	10,87	0,21	292,88	62,94	417,20	13,66
12/05/14	06h	19,87	20,11	10,71	0,21	292,58	62,61	415,51	13,45
12/05/14	07h	19,67	19,66	10,54	0,21	292,67	62,35	415,98	13,28
12/05/14	08h	20,27	20,20	10,23	0,21	293,35	62,56	419,91	13,25
12/05/14	09h	21,79	21,49	10,61	0,21	295,13	63,93	430,16	13,96
12/05/14	10h	23,45	22,87	10,00	0,20	297,06	64,68	441,51	14,03
12/05/14	11h	24,92	24,01	10,19	0,20	298,88	65,87	452,43	14,61
12/05/14	12h	26,11	24,98	10,49	0,20	300,30	66,96	461,08	15,18
12/05/14	13h	26,82	25,59	10,39	0,20	301,09	67,39	465,99	15,32
12/05/14	14h	26,96	25,82	10,87	0,20	301,15	67,84	466,37	15,70
12/05/14	15h	26,71	25,87	10,46	0,20	300,58	67,36	462,82	15,33
12/05/14	16h	26,18	25,69	10,69	0,20	299,69	67,14	457,37	15,34
12/05/14	17h	24,96	24,82	10,75	0,20	298,10	66,31	447,74	15,01
12/05/14	18h	24,04	24,10	10,59	0,20	296,98	65,53	441,06	14,62
12/05/14	19h	23,45	23,57	10,60	0,20	296,33	65,12	437,18	14,46
12/05/14	20h	22,96	23,10	10,54	0,20	295,80	64,72	434,08	14,26
12/05/14	21h	22,51	22,67	10,50	0,21	295,33	64,36	431,33	14,10

12/05/14	22h	22,08	22,26	10,43	0,21	294,88	64,01	428,71	13,93
12/05/14	23h	21,67	21,86	10,32	0,21	294,45	63,63	426,19	13,73
13/05/14	24h	21,31	21,52	10,23	0,21	294,06	63,30	423,99	13,55
13/05/14	01h	20,96	21,19	10,08	0,21	293,70	62,95	421,92	13,34
13/05/14	02h	20,59	20,83	9,98	0,21	293,32	62,61	419,70	13,17
13/05/14	03h	20,22	20,45	9,89	0,22	292,95	62,28	417,59	12,99
13/05/14	04h	19,76	20,00	9,75	0,21	292,48	61,85	414,94	12,75
13/05/14	05h	19,40	19,65	9,63	0,21	292,12	61,50	412,87	12,56
13/05/14	06h	19,07	19,32	9,48	0,21	291,78	61,15	410,95	12,35
13/05/14	07h	19,10	19,34	9,67	0,22	291,81	61,31	411,16	12,50
13/05/14	08h	19,93	20,03	10,21	0,22	292,80	62,30	416,76	13,12
13/05/14	09h	21,43	21,22	10,09	0,22	294,66	63,30	427,45	13,49
13/05/14	10h	23,12	22,44	9,91	0,21	296,87	64,38	440,42	13,87
13/05/14	11h	24,66	23,65	9,92	0,21	298,76	65,50	451,70	14,34
13/05/14	12h	25,82	24,79	9,26	0,21	299,93	65,86	458,87	14,23
13/05/14	13h	26,62	25,71	8,89	0,21	300,59	66,17	462,88	14,21
13/05/14	14h	27,08	26,28	9,09	0,21	300,92	66,64	464,92	14,49
13/05/14	15h	27,04	26,26	9,43	0,21	300,86	66,86	464,56	14,72
13/05/14	16h	26,40	25,77	8,64	0,21	300,07	65,83	459,68	13,97
13/05/14	17h	25,59	25,05	9,73	0,21	299,16	66,03	454,17	14,49
13/05/14	18h	24,63	24,56	10,10	0,21	297,71	65,61	445,39	14,46
13/05/14	19h	23,93	24,03	10,26	0,21	296,82	65,21	440,12	14,36

13/05/14	20h	23,45	23,58	10,46	0,21	296,30	65,01	437,00	14,35
13/05/14	21h	23,03	23,19	10,68	0,21	295,84	64,87	434,34	14,39
13/05/14	22h	22,67	22,85	10,84	0,21	295,46	64,73	432,12	14,39
13/05/14	23h	22,27	22,46	10,89	0,21	295,05	64,47	429,70	14,30
14/05/14	24h	21,89	22,10	10,82	0,21	294,66	64,15	427,42	14,14
14/05/14	01h	21,51	21,73	10,74	0,21	294,27	63,82	425,15	13,97
14/05/14	02h	21,11	21,33	10,64	0,21	293,86	63,46	422,81	13,78
14/05/14	03h	20,70	20,93	10,51	0,21	293,44	63,07	420,37	13,56
14/05/14	04h	20,30	20,53	10,34	0,21	293,02	62,66	418,02	13,33
14/05/14	05h	19,93	20,19	10,24	0,21	292,63	62,32	415,78	13,15
14/05/14	06h	19,61	19,87	10,17	0,21	292,30	62,04	413,93	13,00
14/05/14	07h	19,69	19,85	10,88	0,21	292,49	62,61	414,97	13,52
14/05/14	08h	20,84	20,85	11,71	0,21	293,82	64,03	422,56	14,45
14/05/14	09h	22,72	22,40	12,04	0,21	296,08	65,63	435,76	15,25
14/05/14	10h	24,54	23,81	11,36	0,21	298,33	66,45	449,11	15,31
14/05/14	11h	25,83	25,02	11,63	0,21	299,70	67,58	457,41	15,89
14/05/14	12h	26,93	26,03	11,11	0,21	300,89	67,99	464,73	15,86
14/05/14	13h	27,71	26,47	10,53	0,21	302,01	68,14	471,72	15,69
14/05/14	14h	26,01	24,97	8,22	0,21	300,12	65,24	459,99	13,55
14/05/14	15h	26,35	25,75	9,59	0,21	299,97	66,48	459,11	14,62
14/05/14	16h	26,84	26,24	9,77	0,21	300,48	66,96	462,20	14,89
14/05/14	17h	26,00	25,50	9,66	0,21	299,54	66,27	456,49	14,56

14/05/14	18h	25,53	25,09	10,51	0,21	299,00	66,54	453,16	15,01
14/05/14	19h	25,26	25,11	11,62	0,21	298,43	67,15	449,71	15,71
14/05/14	20h	24,98	24,95	12,32	0,21	298,02	67,46	447,26	16,12
14/05/14	21h	24,20	24,30	12,18	0,21	297,09	66,80	441,73	15,79
14/05/14	22h	23,53	23,71	11,94	0,21	296,32	66,14	437,12	15,42
14/05/14	23h	23,13	23,33	11,82	0,21	295,90	65,76	434,68	15,21

<b>Data</b>	<b>Hora</b>	<b>T<sub>GN</sub></b>	<b>T<sub>BS</sub></b>	<b>T<sub>BU</sub></b>	<b>V<sub>ar</sub></b>	<b>TRM</b>	<b>ITGU</b>	<b>CTR</b>	<b>IBUTG</b>
<b>Primavera</b>		(médio)	(médio)	(médio)	(média)				
20/11/14	24h	25,90	25,87	12,41	0,14	298,92	68,18	452,70	16,45
20/11/14	01h	25,48	25,48	12,26	0,14	298,48	67,77	450,04	16,22
20/11/14	02h	25,08	25,10	12,09	0,14	298,06	67,37	447,52	15,99
20/11/14	03h	24,71	24,74	11,94	0,13	297,69	66,99	445,26	15,77
20/11/14	04h	24,35	24,40	11,79	0,13	297,31	66,62	443,01	15,56
20/11/14	05h	24,01	24,07	11,67	0,13	296,96	66,29	440,91	15,37
20/11/14	06h	23,67	23,78	11,60	0,13	296,57	65,99	438,63	15,22
20/11/14	07h	23,48	23,55	11,91	0,13	296,42	66,08	437,76	15,38
20/11/14	08h	23,36	23,88	12,71	0,12	295,92	66,57	434,81	15,90
20/11/14	09h	24,56	24,96	13,40	0,12	297,23	67,93	442,55	16,75
20/11/14	10h	26,30	26,33	14,10	0,12	299,27	69,69	454,84	17,76
20/11/14	11h	28,01	27,71	13,96	0,12	301,25	70,82	466,99	18,17

20/11/14	12h	29,41	28,01	12,72	0,12	303,51	70,93	481,13	17,72
20/11/14	13h	28,57	27,24	11,14	0,12	302,62	69,19	475,54	16,37
20/11/14	14h	28,70	28,02	11,46	0,12	302,24	69,51	473,15	16,63
20/11/14	15h	29,50	28,81	12,56	0,12	303,04	70,88	478,15	17,64
20/11/14	16h	30,30	28,67	11,62	0,12	304,56	70,78	487,85	17,22
20/11/14	17h	29,65	28,26	12,11	0,12	303,73	70,66	482,56	17,37
20/11/14	18h	28,89	27,45	12,16	0,12	303,02	70,15	478,07	17,18
20/11/14	19h	27,75	26,50	11,55	0,12	301,74	68,90	470,02	16,41
20/11/14	20h	26,80	25,55	10,34	0,12	300,80	67,34	464,19	15,28
20/11/14	21h	25,42	25,63	8,82	0,12	298,25	65,25	448,62	13,80
20/11/14	22h	26,24	26,26	11,14	0,12	299,23	67,51	454,56	15,67
20/11/14	23h	26,04	26,03	12,29	0,12	299,05	68,20	453,45	16,42
21/11/14	24h	25,77	25,75	12,95	0,12	298,79	68,48	451,88	16,80
21/11/14	01h	25,45	25,47	13,36	0,12	298,43	68,54	449,75	16,99
21/11/14	02h	25,14	25,19	13,52	0,12	298,10	68,44	447,76	17,01
21/11/14	03h	24,83	24,89	13,60	0,12	297,78	68,27	445,83	16,97
21/11/14	04h	24,52	24,59	13,62	0,12	297,46	68,06	443,93	16,89
21/11/14	05h	24,22	24,32	13,64	0,12	297,14	67,86	442,01	16,81
21/11/14	06h	23,95	24,09	13,62	0,12	296,84	67,65	440,21	16,72
21/11/14	07h	23,79	24,09	13,82	0,12	296,54	67,68	438,43	16,81
21/11/14	08h	24,11	24,79	14,15	0,13	296,52	68,15	438,32	17,14
21/11/14	09h	25,72	26,34	14,76	0,13	298,19	69,75	448,29	18,05

21/11/14	10h	27,85	27,75	15,08	0,13	300,93	71,51	464,99	18,91
21/11/14	11h	29,48	28,81	14,83	0,14	303,05	72,51	478,22	19,23
21/11/14	12h	29,41	28,30	12,23	0,14	303,35	70,58	480,14	17,38
21/11/14	13h	29,90	28,75	11,56	0,14	303,87	70,45	483,42	17,06
21/11/14	14h	30,13	28,73	10,74	0,14	304,30	70,03	486,18	16,56
21/11/14	15h	30,35	28,99	11,17	0,14	304,49	70,49	487,38	16,92
21/11/14	16h	30,36	28,90	11,59	0,14	304,58	70,80	487,97	17,22
21/11/14	17h	30,19	28,57	11,54	0,14	304,55	70,64	487,76	17,13
21/11/14	18h	29,05	27,46	10,96	0,14	303,40	69,40	480,42	16,38
21/11/14	19h	27,30	25,82	8,09	0,14	301,57	66,08	468,98	13,86
21/11/14	20h	26,13	24,98	7,59	0,14	300,13	64,88	460,09	13,16
21/11/14	21h	25,40	24,36	7,49	0,14	299,32	64,28	455,09	12,87
21/11/14	22h	24,78	23,78	7,06	0,14	298,67	63,53	451,15	12,38
21/11/14	23h	24,18	23,22	6,70	0,14	298,04	62,83	447,38	11,94
22/11/14	24h	23,60	22,71	6,71	0,14	297,39	62,42	443,52	11,77
22/11/14	01h	23,08	22,25	6,54	0,13	296,80	61,93	440,00	11,51
22/11/14	02h	22,58	21,76	6,05	0,13	296,29	61,21	436,98	11,01
22/11/14	03h	22,08	21,32	5,74	0,13	295,08	60,63	429,87	10,65
22/11/14	04h	21,67	20,91	5,57	0,13	295,34	60,21	431,38	10,40
22/11/14	05h	21,28	21,24	7,86	0,13	294,31	61,58	425,42	11,89
22/11/14	06h	21,39	20,60	6,24	0,13	295,09	60,50	429,95	10,79
22/11/14	07h	21,24	21,15	8,57	0,13	294,32	62,06	425,46	12,37

22/11/14	08h	21,20	20,68	6,26	0,13	294,66	60,37	427,42	10,74
22/11/14	09h	21,76	21,17	6,24	0,13	295,28	60,76	431,04	10,90
22/11/14	10h	22,63	21,92	6,46	0,13	296,25	61,54	436,75	11,31
22/11/14	11h	23,70	22,96	6,93	0,13	297,34	62,66	443,18	11,96
22/11/14	12h	25,12	24,01	7,29	0,13	299,06	63,94	453,56	12,64
22/11/14	13h	25,68	24,15	7,31	0,13	299,97	64,35	459,12	12,82
22/11/14	14h	25,56	24,64	7,39	0,13	299,34	64,32	455,22	12,84
22/11/14	15h	26,75	25,44	7,72	0,13	300,84	65,42	464,46	13,43
22/11/14	16h	27,22	25,64	7,89	0,13	301,53	65,88	468,70	13,69
22/11/14	17h	27,09	25,40	7,70	0,13	301,50	65,65	468,50	13,52
22/11/14	18h	26,27	24,73	7,76	0,13	300,56	65,10	462,70	13,31
22/11/14	19h	25,53	24,21	7,63	0,13	299,64	64,48	457,10	13,00
22/11/14	20h	24,84	23,68	7,17	0,13	298,83	63,64	452,16	12,47
22/11/14	21h	24,27	23,29	7,30	0,13	298,11	63,33	447,79	12,39
22/11/14	22h	23,89	22,95	7,35	0,13	297,70	63,09	445,36	12,31
22/11/14	23h	23,45	22,57	6,88	0,13	297,21	62,44	442,45	11,85
23/11/14	24h	23,10	22,22	6,68	0,13	296,87	62,04	440,38	11,60
23/11/14	01h	22,69	21,86	6,52	0,13	296,41	61,63	437,70	11,37
23/11/14	02h	22,37	21,54	6,34	0,13	296,09	61,27	435,81	11,15
23/11/14	03h	22,08	21,31	6,58	0,13	295,76	61,23	433,83	11,23
23/11/14	04h	21,78	20,93	6,29	0,13	295,52	60,81	432,47	10,94
23/11/14	05h	21,30	21,21	8,25	0,13	294,38	61,88	425,80	12,17



23/11/14	06h	21,69	20,70	7,33	0,13	295,56	61,49	432,68	11,64
23/11/14	07h	21,50	21,21	8,96	0,13	294,76	62,53	427,99	12,72
23/11/14	08h	21,01	21,06	8,51	0,13	293,96	61,86	423,40	12,26
23/11/14	09h	21,60	20,57	6,77	0,13	295,50	61,03	432,35	11,22
23/11/14	10h	21,12	20,82	6,47	0,13	294,38	60,46	425,84	10,86
23/11/14	11h	22,48	22,09	6,47	0,13	295,82	61,44	434,21	11,27
23/11/14	12h	22,42	21,65	6,77	0,13	296,10	61,62	435,82	11,47
23/11/14	13h	23,42	22,13	7,62	0,13	297,53	62,95	444,34	12,36
23/11/14	14h	22,81	21,40	6,65	0,13	297,04	61,81	441,40	11,50
23/11/14	15h	21,83	20,85	6,33	0,13	295,69	60,88	433,47	10,98
23/11/14	16h	21,25	21,25	8,97	0,13	294,25	62,36	425,04	12,65
23/11/14	17h	21,44	20,85	8,46	0,13	294,96	62,13	429,19	12,35
23/11/14	18h	22,09	20,89	9,03	0,13	296,14	63,00	436,10	12,95
23/11/14	19h	20,98	21,75	12,02	0,13	293,29	64,36	419,53	14,71
23/11/14	20h	21,38	20,61	9,01	0,13	295,06	62,48	429,77	12,72
23/11/14	21h	21,65	22,06	13,54	0,13	294,29	65,94	425,26	15,98
23/11/14	22h	21,66	20,66	9,81	0,13	295,54	63,26	432,59	13,36
23/11/14	23h	21,46	21,96	13,58	0,13	294,02	65,83	423,71	15,95
24/11/14	24h	22,05	22,27	14,87	0,12	294,87	67,18	428,64	17,03
24/11/14	01h	21,85	20,65	10,54	0,12	295,86	63,92	434,44	13,93
24/11/14	02h	21,21	21,77	14,03	0,12	293,73	65,98	422,04	16,19
24/11/14	03h	21,85	22,13	15,22	0,12	294,62	67,29	427,17	17,21

24/11/14	04h	22,05	21,02	11,89	0,12	295,92	65,04	434,78	14,94
24/11/14	05h	20,57	21,46	13,62	0,12	292,80	65,22	416,76	15,71
24/11/14	06h	21,71	22,00	15,32	0,12	294,47	67,26	426,30	17,23
24/11/14	07h	21,97	22,58	18,64	0,12	294,45	69,84	426,24	19,64
24/11/14	08h	22,57	22,86	18,98	0,12	295,32	70,52	431,29	20,06
24/11/14	09h	22,82	23,01	18,84	0,12	295,66	70,59	433,28	20,03
24/11/14	10h	23,16	23,59	19,17	0,14	295,77	71,08	433,89	20,36
24/11/14	11h	24,01	24,25	19,44	0,14	296,80	71,89	439,98	20,81
24/11/14	12h	25,62	25,16	19,69	0,14	299,02	73,23	453,32	21,47
24/11/14	13h	25,01	24,48	19,74	0,14	298,48	72,82	450,00	21,32
24/11/14	14h	24,31	24,34	19,92	0,14	297,29	72,44	442,88	21,23
24/11/14	15h	24,56	24,76	19,58	0,14	297,38	72,38	443,45	21,08
24/11/14	16h	25,10	24,86	19,34	0,14	298,31	72,60	449,02	21,07
24/11/14	17h	24,94	24,79	19,27	0,14	298,07	72,43	447,57	20,97
24/11/14	18h	24,75	24,64	19,33	0,14	297,85	72,34	446,23	20,96
24/11/14	19h	24,44	24,45	19,27	0,14	297,43	72,07	443,74	20,82
24/11/14	20h	24,27	24,42	19,24	0,14	297,14	71,93	442,00	20,75
24/11/14	21h	24,21	24,26	19,00	0,14	297,17	71,71	442,18	20,56
24/11/14	22h	23,94	24,07	18,68	0,14	296,82	71,28	440,13	20,26
24/11/14	23h	23,80	23,94	18,49	0,14	296,67	71,05	439,24	20,09
25/11/14	24h	23,66	23,81	18,34	0,14	296,53	70,84	438,37	19,94
25/11/14	01h	23,55	23,71	18,18	0,14	296,41	70,64	437,68	19,79

25/11/14	02h	23,44	23,61	18,02	0,14	296,29	70,45	436,97	19,64
25/11/14	03h	23,33	23,50	17,88	0,14	296,17	70,27	436,29	19,51
25/11/14	04h	23,24	23,42	17,79	0,14	296,08	70,14	435,73	19,42
25/11/14	05h	23,17	23,33	17,73	0,14	296,02	70,05	435,39	19,36
25/11/14	06h	23,08	23,27	17,64	0,14	295,91	69,92	434,73	19,28
25/11/14	07h	23,06	23,36	17,73	0,14	295,79	69,97	434,01	19,33
25/11/14	08h	23,45	23,81	18,41	0,14	296,13	70,74	436,02	19,92
25/11/14	09h	24,43	25,10	18,56	0,14	296,83	71,55	440,16	20,32
25/11/14	10h	26,37	26,01	18,56	0,14	299,69	72,95	457,35	20,90
25/11/14	11h	26,51	26,21	18,94	0,14	299,77	73,32	457,88	21,21
25/11/14	12h	26,90	26,98	19,23	0,14	299,83	73,82	458,24	21,53
25/11/14	13h	28,49	27,94	19,03	0,14	301,96	74,82	471,39	21,87
25/11/14	14h	28,01	27,07	14,71	0,14	301,82	71,36	470,49	18,70
25/11/14	15h	27,43	26,81	12,78	0,14	300,97	69,55	465,23	17,18
25/11/14	16h	27,19	26,47	11,83	0,14	300,81	68,69	464,25	16,44
25/11/14	17h	26,71	26,42	15,01	0,14	299,97	70,64	459,06	18,52
25/11/14	18h	26,57	25,93	14,98	0,14	300,13	70,52	460,05	18,46
25/11/14	19h	25,85	25,58	15,44	0,14	299,09	70,33	453,73	18,57
25/11/14	20h	26,09	26,13	16,88	0,14	299,05	71,54	453,51	19,65
25/11/14	21h	25,98	26,00	17,37	0,14	298,96	71,81	452,93	19,95
25/11/14	22h	25,79	25,88	17,66	0,14	298,71	71,88	451,43	20,10
25/11/14	23h	25,62	25,68	17,85	0,14	298,57	71,90	450,57	20,18

26/11/14	24h	25,42	25,52	18,01	0,14	298,33	71,87	449,14	20,23
26/11/14	01h	25,26	25,35	18,14	0,14	298,18	71,85	448,23	20,28
26/11/14	02h	25,06	25,17	18,19	0,14	297,96	71,74	446,93	20,25
26/11/14	03h	24,89	24,97	18,26	0,14	297,82	71,66	446,07	20,25
26/11/14	04h	24,65	24,73	18,25	0,14	297,58	71,49	444,63	20,17
26/11/14	05h	24,46	24,58	18,19	0,14	297,35	71,31	443,26	20,07
26/11/14	06h	24,31	24,40	18,16	0,14	297,23	71,18	442,55	20,00
26/11/14	07h	24,11	24,25	18,25	0,14	296,99	71,10	441,11	20,01
26/11/14	08h	24,12	24,27	19,28	0,14	296,98	71,85	441,07	20,73
26/11/14	09h	24,15	24,32	19,68	0,14	297,00	72,16	441,15	21,02
26/11/14	10h	24,40	24,65	19,44	0,14	297,18	72,16	442,24	20,93
26/11/14	11h	24,60	24,01	15,21	0,14	298,12	69,26	447,87	18,03
26/11/14	12h	24,15	24,92	17,59	0,14	296,46	70,66	437,96	19,56
26/11/14	13h	26,19	25,47	19,98	0,14	299,82	73,84	458,14	21,85
26/11/14	14h	25,60	25,87	19,82	0,14	298,36	73,30	449,32	21,55
26/11/14	15h	26,38	26,52	19,59	0,14	299,25	73,70	454,72	21,63
26/11/14	16h	27,27	26,73	19,23	0,14	300,74	74,08	463,79	21,64
26/11/14	17h	26,63	26,40	18,98	0,14	299,83	73,44	458,23	21,27
26/11/14	18h	26,38	26,28	18,88	0,14	299,47	73,19	456,01	21,13
26/11/14	19h	25,98	25,85	18,82	0,14	299,10	72,85	453,77	20,97
26/11/14	20h	25,45	25,44	18,84	0,14	298,46	72,49	449,92	20,82
26/11/14	21h	25,05	25,12	18,71	0,14	297,99	72,10	447,07	20,61

26/11/14	22h	24,82	24,95	16,80	0,14	297,71	70,57	445,40	19,21
26/11/14	23h	24,67	24,79	18,60	0,14	297,56	71,75	444,52	20,42
27/11/14	24h	24,49	24,64	18,54	0,14	297,36	71,58	443,30	20,33
27/11/14	01h	24,36	24,50	18,52	0,14	297,24	71,47	442,59	20,27
27/11/14	02h	24,20	24,37	18,52	0,14	297,05	71,36	441,47	20,22
27/11/14	03h	24,08	24,25	18,53	0,14	296,92	71,28	440,72	20,20
27/11/14	04h	23,96	24,14	18,53	0,14	296,80	71,20	440,00	20,16
27/11/14	05h	23,83	24,01	18,52	0,14	296,67	71,09	439,20	20,11
27/11/14	06h	23,69	23,89	18,47	0,14	296,51	70,96	438,26	20,04
27/11/14	07h	23,62	23,87	18,59	0,15	296,39	70,99	437,54	20,10
27/11/14	08h	23,66	23,93	19,20	0,15	296,41	71,46	437,67	20,54
27/11/14	09h	23,92	24,20	19,41	0,14	296,67	71,79	439,21	20,76
27/11/14	10h	24,20	24,51	19,41	0,14	296,91	72,00	440,67	20,85
27/11/14	11h	24,96	25,88	19,31	0,14	297,13	72,48	441,94	21,01
27/11/14	12h	26,87	26,57	19,12	0,14	300,13	73,71	460,08	21,44
27/11/14	13h	27,09	26,83	18,92	0,15	300,32	73,72	461,23	21,37
27/11/14	14h	27,62	27,56	18,99	0,15	300,67	74,16	463,40	21,58
27/11/14	15h	28,34	27,85	18,78	0,14	301,76	74,52	470,15	21,65
27/11/14	16h	28,73	28,26	18,78	0,14	302,13	74,81	472,44	21,76
27/11/14	17h	28,70	28,13	18,85	0,15	302,20	74,84	472,86	21,81
27/11/14	18h	28,22	27,83	18,99	0,14	301,56	74,59	468,88	21,76
27/11/14	19h	27,69	26,15	15,10	0,14	302,03	71,41	471,83	18,88

27/11/14	20h	25,59	25,40	13,36	0,14	298,76	68,64	451,71	17,03
27/11/14	21h	25,97	25,96	16,56	0,14	298,98	71,22	453,04	19,38
27/11/14	22h	25,68	25,76	17,84	0,14	298,61	71,93	450,83	20,19
27/11/14	23h	25,49	25,56	18,38	0,14	298,43	72,19	449,71	20,52

<b>Data</b> <b>Verão</b>	<b>Hora</b>	<b>T<sub>GN</sub></b> <b>(médio)</b>	<b>T<sub>BS</sub></b> <b>(médio)</b>	<b>T<sub>BU</sub></b> <b>(médio)</b>	<b>V<sub>ar</sub></b> <b>(média)</b>	<b>TRM</b>	<b>ITGU</b>	<b>CTR</b>	<b>IBUTG</b>
02/03/15	08h	27,53	27,43	17,59	0,11	300,60	73,09	462,98	20,57
02/03/15	09h	27,44	27,60	16,94	0,12	300,31	72,55	461,19	20,09
02/03/15	10h	28,63	28,70	17,72	0,12	301,57	73,97	468,95	20,99
02/03/15	11h	29,47	29,31	17,43	0,12	302,59	74,36	475,33	21,04
02/03/15	12h	28,74	28,49	16,65	0,13	301,95	73,28	471,31	20,28
02/03/15	13h	29,06	28,75	16,21	0,12	302,31	73,20	473,56	20,07
02/03/15	14h	30,71	29,98	16,29	0,12	304,26	74,44	485,93	20,62
02/03/15	15h	31,04	30,33	16,17	0,12	304,58	74,59	488,00	20,63
02/03/15	16h	30,02	29,87	17,06	0,12	303,13	74,50	478,77	20,95
02/03/15	17h	29,18	28,85	15,76	0,12	302,44	72,96	474,41	19,79
02/03/15	18h	28,18	27,82	12,93	0,10	301,45	70,20	468,21	17,50
02/03/15	19h	28,79	28,80	15,96	0,10	301,79	72,82	470,30	19,81
02/03/15	20h	28,47	28,55	16,41	0,10	301,41	72,91	467,95	20,02
02/03/15	21h	28,19	28,30	16,70	0,10	301,10	72,92	466,06	20,15

02/03/15	22h	27,92	28,04	17,05	0,10	300,83	72,97	464,36	20,31
02/03/15	23h	27,63	27,79	17,33	0,10	300,52	72,97	462,44	20,42
03/03/15	24h	27,37	27,55	17,56	0,10	300,24	72,95	460,73	20,50
03/03/15	01h	27,08	27,28	17,71	0,10	299,93	72,85	458,84	20,52
03/03/15	02h	26,81	27,02	17,77	0,10	299,65	72,70	457,11	20,48
03/03/15	03h	26,54	26,76	17,77	0,10	299,38	72,50	455,46	20,40
03/03/15	04h	26,32	26,56	17,77	0,10	299,15	72,34	454,07	20,33
03/03/15	05h	26,12	26,35	17,72	0,10	298,95	72,16	452,85	20,24
03/03/15	06h	25,88	26,12	17,69	0,10	298,69	71,97	451,32	20,15
03/03/15	07h	26,04	26,26	18,08	0,11	298,87	72,37	452,41	20,47
03/03/15	08h	26,56	26,64	18,11	0,11	299,50	72,76	456,22	20,64
03/03/15	09h	26,74	26,51	16,78	0,12	299,92	71,94	458,81	19,77
03/03/15	10h	25,97	25,31	10,88	0,12	299,51	67,13	456,27	15,41
03/03/15	11h	26,40	25,68	10,34	0,12	299,98	67,05	459,13	15,16
03/03/15	12h	27,75	26,74	10,80	0,12	301,55	68,35	468,83	15,88
03/03/15	13h	28,47	27,49	13,18	0,12	302,24	70,58	473,12	17,76
03/03/15	14h	29,21	28,05	12,47	0,12	303,12	70,61	478,69	17,49
03/03/15	15h	29,20	28,04	11,34	0,12	303,11	69,79	478,61	16,70
03/03/15	16h	28,13	27,25	10,53	0,12	301,82	68,43	470,51	15,81
03/03/15	17h	27,45	27,03	9,32	0,12	300,78	67,08	464,08	14,76
03/03/15	18h	28,15	28,09	12,03	0,12	301,20	69,53	466,67	16,87
03/03/15	19h	27,86	27,93	13,63	0,10	300,80	70,47	464,21	17,90

03/03/15	20h	27,54	27,66	13,89	0,10	300,45	70,43	462,06	17,99
03/03/15	21h	27,31	27,46	14,08	0,10	300,20	70,40	460,49	18,05
03/03/15	22h	27,07	27,24	14,18	0,10	299,94	70,30	458,92	18,04
03/03/15	23h	26,76	26,95	14,28	0,10	299,62	70,15	456,96	18,03
04/03/15	24h	26,45	26,66	14,31	0,10	299,30	69,95	455,00	17,95
04/03/15	01h	26,16	26,37	14,33	0,10	299,00	69,75	453,18	17,88
04/03/15	02h	25,81	26,04	14,43	0,10	298,65	69,57	451,03	17,84
04/03/15	03h	25,53	25,77	14,50	0,10	298,35	69,42	449,26	17,81
04/03/15	04h	25,31	25,55	14,50	0,10	298,12	69,26	447,88	17,74
04/03/15	05h	25,12	25,36	14,57	0,10	297,93	69,17	446,75	17,73
04/03/15	06h	24,97	25,23	14,81	0,10	297,78	69,24	445,83	17,86
04/03/15	07h	24,94	25,08	15,89	0,10	297,84	70,00	446,17	18,60
04/03/15	08h	25,03	25,09	16,36	0,10	297,98	70,39	446,99	18,96
04/03/15	09h	25,79	25,78	16,27	0,10	298,81	70,88	452,00	19,12
04/03/15	10h	26,54	26,38	16,37	0,11	299,67	71,50	457,26	19,42
04/03/15	11h	28,23	27,77	16,61	0,11	301,59	72,88	469,06	20,09
04/03/15	12h	29,38	28,72	15,32	0,11	302,88	72,78	477,17	19,54
04/03/15	13h	30,54	29,60	14,76	0,11	304,23	73,21	485,71	19,49
04/03/15	14h	29,63	28,22	12,04	0,12	303,73	70,61	482,56	17,32
04/03/15	15h	28,35	26,95	9,58	0,12	302,45	67,90	474,43	15,21
04/03/15	16h	27,85	26,72	9,24	0,12	301,75	67,30	470,07	14,82
04/03/15	17h	26,85	26,02	8,39	0,12	300,51	65,97	462,43	13,93



04/03/15	18h	25,91	25,22	8,03	0,12	299,47	65,04	456,02	13,39
04/03/15	19h	25,21	24,66	7,65	0,12	298,67	64,26	451,16	12,92
04/03/15	20h	25,00	24,71	7,59	0,12	298,24	64,07	448,61	12,82
04/03/15	21h	26,16	26,24	10,95	0,12	299,09	67,32	453,75	15,51
04/03/15	22h	26,21	26,33	12,84	0,12	299,10	68,72	453,79	16,85
04/03/15	23h	26,09	26,24	13,66	0,12	298,96	69,22	452,93	17,39
05/03/15	24h	25,94	26,11	14,06	0,12	298,79	69,39	451,92	17,62
05/03/15	01h	25,69	25,89	14,34	0,12	298,53	69,42	450,36	17,74
05/03/15	02h	25,50	25,72	14,72	0,12	298,31	69,56	449,02	17,95
05/03/15	03h	25,32	25,55	15,16	0,12	298,13	69,74	447,91	18,20
05/03/15	04h	25,14	25,37	15,44	0,12	297,96	69,82	446,89	18,35
05/03/15	05h	24,97	25,20	15,71	0,12	297,78	69,89	445,83	18,48
05/03/15	06h	24,86	25,09	15,88	0,12	297,67	69,93	445,14	18,57
05/03/15	07h	25,02	25,17	17,16	0,12	297,88	70,96	446,45	19,51
05/03/15	08h	25,32	25,42	17,37	0,12	298,24	71,33	448,59	19,75
05/03/15	09h	26,19	26,14	17,25	0,12	299,23	71,88	454,59	19,93
05/03/15	10h	27,61	27,21	17,13	0,12	300,94	72,82	465,03	20,28
05/03/15	11h	29,44	28,55	17,08	0,12	303,14	74,10	478,83	20,79
05/03/15	12h	28,23	26,84	13,06	0,12	302,32	70,33	473,67	17,61
05/03/15	13h	27,07	25,82	10,00	0,12	301,07	67,29	465,85	15,12
05/03/15	14h	27,01	25,76	8,94	0,12	301,01	66,48	465,48	14,36
05/03/15	15h	27,05	25,71	8,79	0,12	301,11	66,40	466,12	14,27

05/03/15	16h	27,23	26,38	9,61	0,12	300,92	67,13	464,90	14,90
05/03/15	17h	28,46	28,05	12,37	0,12	301,78	70,00	470,26	17,20
05/03/15	18h	28,21	28,04	13,97	0,12	301,35	70,97	467,57	18,24
05/03/15	19h	27,89	27,88	15,18	0,12	300,90	71,61	464,80	19,00
05/03/15	20h	27,58	27,63	15,91	0,12	300,54	71,91	462,57	19,41
05/03/15	21h	27,16	27,27	16,90	0,12	300,08	72,32	459,74	19,98
05/03/15	22h	26,70	26,83	17,37	0,12	299,59	72,33	456,76	20,17
05/03/15	23h	26,34	26,51	17,81	0,12	299,20	72,39	454,38	20,37
06/03/15	24h	26,01	26,18	18,00	0,12	298,87	72,29	452,36	20,40
06/03/15	01h	25,69	25,89	17,89	0,12	298,53	71,98	450,32	20,23
06/03/15	02h	25,44	25,65	17,77	0,12	298,26	71,71	448,73	20,07
06/03/15	03h	25,17	25,38	17,69	0,12	297,99	71,46	447,07	19,94
06/03/15	04h	24,85	25,09	17,59	0,12	297,66	71,16	445,09	19,77
06/03/15	05h	24,65	24,89	17,49	0,12	297,46	70,94	443,93	19,64
06/03/15	06h	24,46	24,70	17,39	0,12	297,25	70,73	442,68	19,51
06/03/15	07h	24,42	24,66	17,49	0,12	297,22	70,77	442,50	19,57
06/03/15	08h	24,59	24,79	17,64	0,12	297,42	71,00	443,70	19,72
06/03/15	09h	24,90	25,04	17,76	0,12	297,78	71,31	445,83	19,90
06/03/15	10h	25,29	25,35	17,78	0,12	298,23	71,61	448,53	20,03
06/03/15	11h	25,91	25,84	17,78	0,12	298,96	72,05	452,94	20,22
06/03/15	12h	26,30	26,17	17,72	0,12	299,40	72,29	455,64	20,29
06/03/15	13h	27,24	26,86	17,82	0,12	300,54	73,04	462,58	20,64

06/03/15	14h	28,19	27,58	17,86	0,12	301,67	73,75	469,57	20,95
06/03/15	15h	28,01	27,53	17,85	0,12	301,38	73,62	467,78	20,90
06/03/15	16h	28,15	27,68	17,84	0,12	301,53	73,71	468,70	20,93
06/03/15	17h	27,39	27,25	17,69	0,12	300,51	73,06	462,40	20,60
06/03/15	18h	26,52	26,64	17,58	0,12	299,42	72,35	455,75	20,26
06/03/15	19h	26,07	26,24	17,59	0,11	298,94	72,04	452,83	20,13
06/03/15	20h	25,75	25,93	17,73	0,11	298,61	71,90	450,81	20,13
06/03/15	21h	25,38	25,57	17,77	0,11	298,23	71,66	448,50	20,05
06/03/15	22h	25,07	25,27	17,76	0,11	297,91	71,43	446,58	19,95
06/03/15	23h	24,79	25,00	17,68	0,11	297,62	71,18	444,86	19,81
07/03/15	24h	24,57	24,79	17,63	0,11	297,40	70,98	443,55	19,71
07/03/15	01h	24,35	24,58	17,55	0,11	297,17	70,77	442,19	19,59
07/03/15	02h	24,16	24,39	17,47	0,11	296,98	70,57	441,04	19,48
07/03/15	03h	24,03	24,26	17,44	0,11	296,84	70,46	440,20	19,42
07/03/15	04h	23,86	24,10	17,35	0,11	296,66	70,27	439,18	19,30
07/03/15	05h	23,69	23,94	17,29	0,11	296,49	70,11	438,18	19,21
07/03/15	06h	23,60	23,85	17,29	0,11	296,40	70,04	437,59	19,18
07/03/15	07h	23,71	23,94	17,39	0,11	296,52	70,19	438,35	19,28
07/03/15	08h	24,07	24,22	17,48	0,11	296,95	70,52	440,90	19,46
07/03/15	09h	24,80	24,78	17,63	0,12	297,81	71,15	446,03	19,78
07/03/15	10h	25,67	25,46	17,73	0,12	298,84	71,85	452,23	20,11
07/03/15	11h	26,63	26,19	17,74	0,12	299,99	72,55	459,18	20,41

07/03/15	12h	27,14	26,63	17,75	0,12	300,54	72,92	462,58	20,57
07/03/15	13h	27,86	27,19	17,99	0,12	301,40	73,61	467,89	20,95
07/03/15	14h	28,23	27,54	18,24	0,12	301,77	74,06	470,20	21,24
07/03/15	15h	27,61	27,22	18,41	0,12	300,92	73,73	464,94	21,17
07/03/15	16h	28,36	27,70	18,56	0,12	301,87	74,38	470,84	21,50
07/03/15	17h	27,64	27,37	18,26	0,12	300,86	73,65	464,57	21,08
07/03/15	18h	26,62	26,68	18,11	0,12	299,56	72,80	456,59	20,66
07/03/15	19h	26,13	26,29	18,08	0,12	299,00	72,43	453,19	20,49
07/03/15	20h	25,95	26,12	18,11	0,12	298,81	72,32	452,03	20,46
07/03/15	21h	25,75	25,92	17,98	0,12	298,61	72,09	450,83	20,31
07/03/15	22h	25,49	25,67	18,04	0,12	298,34	71,94	449,20	20,28
07/03/15	23h	25,23	25,42	18,06	0,12	298,08	71,77	447,63	20,21
08/03/15	24h	24,98	25,18	18,00	0,12	297,80	71,54	445,97	20,09
08/03/15	01h	24,80	25,00	18,04	0,12	297,62	71,44	444,89	20,07
08/03/15	02h	24,63	24,85	18,06	0,12	297,45	71,34	443,84	20,03
08/03/15	03h	24,47	24,70	18,06	0,12	297,29	71,22	442,89	19,98
08/03/15	04h	24,32	24,54	18,08	0,12	297,13	71,12	441,92	19,95
08/03/15	05h	24,16	24,39	18,11	0,12	296,96	71,03	440,96	19,92
08/03/15	06h	24,03	24,27	18,16	0,12	296,84	70,98	440,20	19,92
08/03/15	07h	24,18	24,30	18,79	0,12	297,08	71,54	441,68	20,41
08/03/15	08h	24,49	24,39	19,43	0,12	297,58	72,23	444,64	20,95
08/03/15	09h	24,95	24,88	19,49	0,12	298,01	72,60	447,18	21,13

08/03/15	10h	26,01	25,89	19,87	0,12	299,10	73,63	453,79	21,71
08/03/15	11h	26,82	26,58	20,38	0,12	300,01	74,58	459,35	22,31
08/03/15	12h	27,36	26,87	21,00	0,12	300,75	75,42	463,86	22,91
08/03/15	13h	27,90	26,74	18,23	0,12	301,83	73,82	470,55	21,13
08/03/15	14h	27,52	26,52	18,09	0,12	301,31	73,43	467,33	20,92
08/03/15	15h	26,70	25,95	17,56	0,12	300,30	72,47	461,11	20,30
08/03/15	16h	27,26	26,98	19,10	0,12	300,48	73,98	462,23	21,55
08/03/15	17h	26,46	26,39	19,41	0,12	299,51	73,62	456,29	21,52
08/03/15	18h	25,87	25,99	19,17	0,12	298,76	73,02	451,74	21,18
08/03/15	19h	25,49	25,66	18,96	0,12	298,35	72,60	449,26	20,92
08/03/15	20h	25,20	25,38	18,88	0,12	298,06	72,34	447,51	20,78
08/03/15	21h	24,99	25,18	18,87	0,12	297,83	72,18	446,15	20,71
08/03/15	22h	24,79	24,98	18,88	0,12	297,63	72,04	444,90	20,65
08/03/15	23h	24,53	24,73	18,73	0,12	297,35	71,74	443,27	20,47
09/03/15	24h	24,33	24,55	18,63	0,12	297,15	71,54	442,07	20,34
09/03/15	01h	24,18	24,41	18,55	0,12	296,99	71,37	441,13	20,24
09/03/15	02h	24,00	24,23	18,46	0,12	296,81	71,17	440,06	20,12
09/03/15	03h	23,79	24,04	18,31	0,12	296,58	70,91	438,71	19,96
09/03/15	04h	23,62	23,87	18,20	0,12	296,41	70,71	437,68	19,83
09/03/15	05h	23,47	23,73	18,08	0,12	296,25	70,51	436,74	19,69
09/03/15	06h	23,35	23,62	18,03	0,12	296,13	70,40	436,03	19,63
09/03/15	07h	23,54	23,74	18,36	0,12	296,37	70,77	437,44	19,91

09/03/15	08h	24,25	24,24	18,96	0,12	297,25	71,71	442,67	20,54
09/03/15	09h	24,18	23,61	13,25	0,13	297,67	67,55	445,19	16,53
09/03/15	10h	26,01	25,62	16,70	0,13	299,35	71,35	455,29	19,49
09/03/15	11h	27,95	27,08	18,75	0,13	301,67	74,22	469,55	21,51
09/03/15	12h	29,38	28,24	19,30	0,13	303,30	75,65	479,83	22,32
09/03/15	13h	28,99	28,22	19,37	0,13	302,63	75,42	475,56	22,25
09/03/15	14h	29,11	28,57	19,78	0,13	302,56	75,80	475,13	22,58
09/03/15	15h	29,83	29,19	19,67	0,13	303,34	76,24	480,09	22,72
09/03/15	16h	29,72	29,11	19,72	0,13	303,21	76,20	479,26	22,72
09/03/15	17h	29,18	28,78	19,76	0,13	302,50	75,83	474,80	22,58
09/03/15	18h	28,30	28,17	19,60	0,13	301,41	75,09	467,95	22,21
09/03/15	19h	26,84	26,39	15,81	0,13	300,23	71,31	460,65	19,12
09/03/15	20h	26,40	26,52	15,21	0,13	299,30	70,56	455,00	18,56
09/03/15	21h	26,40	26,57	17,63	0,11	299,27	72,30	454,82	20,26
09/03/15	22h	26,18	26,36	18,32	0,11	299,05	72,64	453,45	20,68
09/03/15	23h	25,93	26,11	18,56	0,11	298,78	72,63	451,87	20,77
10/03/15	24h	25,73	25,91	18,67	0,11	298,58	72,57	450,63	20,79
10/03/15	01h	25,49	25,69	18,55	0,11	298,33	72,31	449,11	20,63
10/03/15	02h	25,31	25,51	18,37	0,11	298,14	72,05	448,01	20,45
10/03/15	03h	25,08	25,29	18,13	0,11	297,91	71,71	446,58	20,22
10/03/15	04h	24,89	25,11	18,05	0,11	297,72	71,52	445,44	20,10
10/03/15	05h	24,74	24,95	17,93	0,11	297,57	71,32	444,54	19,97

10/03/15	06h	24,51	24,74	17,69	0,11	297,33	70,98	443,15	19,74
10/03/15	07h	24,49	24,70	17,71	0,11	297,32	70,98	443,06	19,74
10/03/15	08h	25,36	25,44	17,89	0,11	298,29	71,74	448,89	20,13
10/03/15	09h	27,01	26,75	18,47	0,12	300,22	73,34	460,63	21,03
10/03/15	10h	28,24	27,44	17,52	0,12	301,87	73,55	470,84	20,74
10/03/15	11h	27,16	26,14	12,11	0,12	300,98	68,88	465,32	16,63
10/03/15	12h	27,42	26,44	11,04	0,12	301,20	68,29	466,69	15,96
10/03/15	13h	28,23	27,12	11,66	0,12	302,12	69,32	472,36	16,63
10/03/15	14h	27,38	26,49	10,70	0,12	301,10	68,02	466,01	15,70
10/03/15	15h	27,00	26,11	10,55	0,12	300,71	67,64	463,65	15,49
10/03/15	16h	26,57	25,77	10,17	0,12	300,22	67,05	460,59	15,09
10/03/15	17h	26,51	26,16	10,39	0,12	299,79	67,16	457,97	15,22
10/03/15	18h	27,36	27,24	14,58	0,12	300,45	70,80	462,06	18,42
10/03/15	19h	26,96	27,00	16,27	0,12	299,93	71,72	458,86	19,48
10/03/15	20h	26,62	26,74	16,85	0,12	299,53	71,90	456,38	19,78
10/03/15	21h	26,33	26,48	17,23	0,12	299,21	71,96	454,46	19,96
10/03/15	22h	26,06	26,23	17,52	0,12	298,92	71,98	452,72	20,08
10/03/15	23h	25,77	25,95	17,67	0,11	298,63	71,88	450,97	20,10
11/03/15	24h	25,49	25,69	17,77	0,11	298,33	71,74	449,12	20,08
11/03/15	01h	25,19	25,40	17,68	0,11	298,02	71,46	447,28	19,93
11/03/15	02h	24,89	25,12	17,58	0,11	297,71	71,18	445,43	19,78
11/03/15	03h	24,62	24,85	17,42	0,11	297,44	70,87	443,80	19,58

11/03/15	04h	24,35	24,58	17,21	0,11	297,16	70,52	442,10	19,35
11/03/15	05h	24,07	24,32	17,01	0,11	296,86	70,17	440,35	19,12
11/03/15	06h	23,83	24,08	16,81	0,11	296,63	69,86	438,96	18,92
11/03/15	07h	23,84	24,04	17,04	0,11	296,67	70,03	439,22	19,08
11/03/15	08h	24,84	24,87	17,74	0,11	297,81	71,26	446,03	19,87
11/03/15	09h	25,95	25,63	17,27	0,11	299,19	71,71	454,34	19,87
11/03/15	10h	26,25	25,51	12,65	0,12	299,86	68,61	458,40	16,73
11/03/15	11h	27,33	26,33	11,78	0,12	301,14	68,76	466,26	16,45
11/03/15	12h	27,84	26,76	11,24	0,12	301,70	68,74	469,75	16,22
11/03/15	13h	28,84	27,54	10,97	0,12	302,86	69,26	477,06	16,33
11/03/15	14h	28,69	27,48	10,43	0,12	302,64	68,77	475,64	15,91
11/03/15	15h	28,41	27,34	10,81	0,12	302,25	68,84	473,21	16,09
11/03/15	16h	28,47	27,45	10,98	0,12	302,27	69,00	473,34	16,22
11/03/15	17h	27,30	26,57	10,82	0,12	300,88	68,04	464,71	15,76
11/03/15	18h	26,34	25,67	9,88	0,12	299,88	66,67	458,52	14,82
11/03/15	19h	26,48	26,33	11,59	0,12	299,60	68,02	456,85	16,06
11/03/15	20h	26,95	26,99	15,02	0,12	299,91	70,81	458,74	18,60
11/03/15	21h	26,80	26,90	16,08	0,12	299,71	71,47	457,49	19,30
11/03/15	22h	26,57	26,70	16,62	0,11	299,47	71,70	456,05	19,60
11/03/15	23h	26,34	26,50	16,84	0,11	299,21	71,69	454,47	19,69
12/03/15	24h	26,07	26,24	16,91	0,11	298,93	71,54	452,75	19,66
12/03/15	01h	25,81	26,01	16,99	0,11	298,65	71,41	451,06	19,63



12/03/15	02h	25,54	25,75	17,13	0,11	298,37	71,32	449,38	19,65
12/03/15	03h	25,27	25,49	17,25	0,11	298,10	71,21	447,74	19,66
12/03/15	04h	25,01	25,24	17,27	0,11	297,83	71,04	446,11	19,59
12/03/15	05h	24,74	24,97	17,21	0,11	297,57	70,80	444,55	19,47
12/03/15	06h	24,50	24,74	17,15	0,11	297,31	70,59	443,03	19,36
12/03/15	07h	24,59	24,76	17,64	0,11	297,45	71,01	443,87	19,73
12/03/15	08h	25,59	25,54	17,64	0,11	298,62	71,72	450,91	20,02
12/03/15	09h	25,94	25,45	14,83	0,11	299,31	69,95	455,08	18,16
12/03/15	10h	26,67	25,84	12,67	0,11	300,31	68,93	461,19	16,87
12/03/15	11h	27,81	26,83	12,42	0,11	301,56	69,56	468,88	17,03
12/03/15	12h	27,97	26,99	11,72	0,11	301,71	69,17	469,85	16,59
12/03/15	13h	28,96	27,83	11,96	0,11	302,81	70,06	476,72	17,06
12/03/15	14h	28,55	27,27	11,71	0,11	302,52	69,59	474,93	16,76
12/03/15	15h	28,50	27,58	13,07	0,11	302,20	70,53	472,87	17,70
12/03/15	16h	28,56	27,65	12,87	0,11	302,25	70,43	473,20	17,58
12/03/15	17h	27,84	27,04	11,59	0,11	301,44	68,99	468,17	16,46
12/03/15	18h	27,55	27,27	12,91	0,12	300,78	69,73	464,07	17,30
12/03/15	19h	28,16	28,09	16,22	0,12	301,21	72,55	466,72	19,80
12/03/15	20h	27,97	28,00	17,39	0,12	300,95	73,26	465,09	20,57
12/03/15	21h	27,76	27,85	17,69	0,12	300,68	73,32	463,45	20,71
12/03/15	22h	27,51	27,64	17,79	0,12	300,41	73,22	461,77	20,71
12/03/15	23h	27,24	27,40	17,79	0,12	300,11	73,03	459,97	20,63

13/03/15	24h	27,00	27,18	17,71	0,12	299,86	72,79	458,40	20,50
13/03/15	01h	26,76	26,96	17,62	0,12	299,60	72,55	456,81	20,36
13/03/15	02h	26,54	26,75	17,74	0,12	299,37	72,48	455,42	20,38
13/03/15	03h	26,27	26,50	17,98	0,12	299,09	72,46	453,71	20,47
13/03/15	04h	25,97	26,21	18,07	0,12	298,78	72,31	451,82	20,44
13/03/15	05h	25,69	25,93	18,02	0,12	298,50	72,07	450,14	20,32
13/03/15	06h	25,44	25,69	17,97	0,12	298,25	71,86	448,62	20,21
13/03/15	07h	25,44	25,67	17,96	0,12	298,24	71,84	448,59	20,20
13/03/15	08h	26,51	26,54	18,01	0,12	299,48	72,65	456,08	20,56
13/03/15	09h	27,96	27,63	17,87	0,12	301,22	73,60	466,81	20,90
13/03/15	10h	29,71	28,90	17,96	0,12	303,35	74,92	480,12	21,49
13/03/15	11h	31,44	30,17	18,01	0,12	305,40	76,20	493,27	22,03
13/03/15	12h	32,19	30,89	17,96	0,12	306,17	76,70	498,24	22,22
13/03/15	13h	33,32	31,79	18,14	0,12	307,48	77,66	506,79	22,70
13/03/15	14h	34,12	32,50	18,25	0,12	308,33	78,31	512,43	23,01
13/03/15	15h	34,04	32,64	18,23	0,12	308,10	78,24	510,90	22,97
13/03/15	16h	33,50	32,40	18,19	0,12	307,33	77,81	505,82	22,78
13/03/15	17h	32,20	31,63	18,22	0,12	305,64	76,91	494,82	22,42

<b>Data</b>	<b>Hora</b>	<b>T<sub>GN</sub></b>	<b>T<sub>BS</sub></b>	<b>T<sub>BU</sub></b>	<b>V<sub>ar</sub></b>	<b>TRM</b>	<b>ITGU</b>	<b>CTR</b>	<b>IBUTG</b>
<b>Inverno</b>		(médio)	(médio)	(médio)	(média)				
07/07/15	24h	21,49	21,71	18,77	0,14	294,29	69,59	425,30	19,59
07/07/15	01h	21,16	21,34	18,50	0,14	293,99	69,16	423,59	19,30
07/07/15	02h	20,91	21,15	18,31	0,16	293,67	68,83	421,70	19,09
07/07/15	03h	20,70	20,93	18,29	0,16	293,46	68,67	420,53	19,02
07/07/15	04h	20,58	20,82	18,24	0,13	293,36	68,55	419,96	18,94
07/07/15	05h	20,43	20,68	18,20	0,17	293,18	68,41	418,89	18,87
07/07/15	06h	20,35	20,57	18,33	0,16	293,12	68,45	418,57	18,94
07/07/15	07h	20,89	21,25	19,04	0,14	293,56	69,35	421,08	19,59
07/07/15	08h	22,00	22,17	19,53	0,13	294,84	70,50	428,47	20,27
07/07/15	09h	22,64	22,47	19,45	0,14	295,80	70,91	434,09	20,41
07/07/15	10h	23,61	23,22	19,14	0,15	296,96	71,38	440,94	20,48
07/07/15	11h	25,33	24,60	19,77	0,15	298,98	73,07	453,07	21,44
07/07/15	12h	25,61	25,19	19,57	0,15	298,99	73,13	453,12	21,38
07/07/15	13h	27,31	26,51	18,87	0,15	301,03	73,85	465,59	21,40
07/07/15	14h	27,81	27,21	18,14	0,17	301,38	73,69	467,76	21,04
07/07/15	15h	27,68	27,54	18,13	0,17	300,82	73,58	464,30	20,99
07/07/15	16h	26,69	26,61	17,60	0,17	299,77	72,49	457,85	20,33
07/07/15	17h	26,19	26,27	17,19	0,17	299,12	71,84	453,90	19,89
07/07/15	18h	25,39	25,25	18,02	0,17	298,53	71,85	450,33	20,23
07/07/15	19h	24,51	24,49	18,31	0,17	297,53	71,43	444,32	20,17

07/07/15	20h	23,46	23,66	17,86	0,17	296,26	70,35	436,81	19,54
07/07/15	21h	23,34	23,51	17,74	0,17	296,18	70,18	436,33	19,42
07/07/15	22h	22,67	22,73	17,21	0,17	295,61	69,31	432,98	18,85
07/07/15	23h	21,92	22,17	16,16	0,17	294,67	68,01	427,50	17,88
08/07/15	24h	21,36	21,63	15,44	0,17	294,08	67,10	424,09	17,22
08/07/15	01h	20,85	21,11	14,62	0,16	293,58	66,14	421,20	16,49
08/07/15	02h	20,17	20,42	13,61	0,16	292,92	64,92	417,43	15,57
08/07/15	03h	19,89	20,22	13,41	0,14	292,58	64,57	415,47	15,35
08/07/15	04h	19,43	19,68	12,97	0,14	292,19	63,92	413,29	14,91
08/07/15	05h	18,74	18,96	12,43	0,14	291,52	63,04	409,52	14,32
08/07/15	06h	18,13	18,32	12,27	0,14	290,93	62,49	406,22	14,03
08/07/15	07h	17,25	17,41	12,12	0,14	290,09	61,75	401,51	13,66
08/07/15	08h	18,39	18,35	12,40	0,14	291,44	62,77	409,04	14,20
08/07/15	09h	19,62	19,81	12,97	0,14	292,44	64,06	414,72	14,96
08/07/15	10h	21,10	21,38	13,83	0,14	293,84	65,75	422,68	16,01
08/07/15	11h	22,46	22,57	14,32	0,14	295,35	67,08	431,46	16,76
08/07/15	12h	23,71	23,64	14,25	0,14	296,78	67,93	439,84	17,09
08/07/15	13h	24,87	24,79	13,56	0,14	297,94	68,27	446,78	16,95
08/07/15	14h	25,88	25,70	13,69	0,14	299,04	69,09	453,42	17,35
08/07/15	15h	25,12	24,86	14,20	0,14	298,36	68,91	449,30	17,48
08/07/15	16h	25,54	25,64	14,79	0,14	298,45	69,64	449,86	18,01
08/07/15	17h	23,47	23,54	14,39	0,14	296,41	67,86	437,67	17,11

08/07/15	18h	21,09	21,48	14,13	0,14	293,74	65,96	422,12	16,22
08/07/15	19h	20,96	21,41	14,24	0,14	293,55	65,94	421,02	16,26
08/07/15	20h	21,74	21,94	14,31	0,14	294,56	66,55	426,85	16,54
08/07/15	21h	21,47	21,62	14,36	0,14	294,32	66,39	425,47	16,49
08/07/15	22h	20,78	20,90	14,49	0,14	293,68	66,00	421,76	16,38
08/07/15	23h	20,55	20,78	14,73	0,14	293,34	66,00	419,80	16,47
09/07/15	24h	20,13	20,30	14,66	0,14	292,97	65,65	417,73	16,30
09/07/15	01h	19,82	20,10	14,67	0,14	292,56	65,43	415,39	16,21
09/07/15	02h	19,47	19,66	14,58	0,14	292,29	65,11	413,83	16,04
09/07/15	03h	18,95	19,15	14,43	0,14	291,76	64,63	410,83	15,78
09/07/15	04h	18,75	18,98	14,52	0,14	291,54	64,55	409,61	15,79
09/07/15	05h	18,57	18,81	14,57	0,14	291,34	64,46	408,51	15,77
09/07/15	06h	18,60	18,90	14,69	0,14	291,31	64,57	408,32	15,86
09/07/15	07h	18,62	18,89	14,88	0,14	291,36	64,71	408,58	16,00
09/07/15	08h	19,23	19,54	15,39	0,14	291,93	65,53	411,80	16,54
09/07/15	09h	20,23	20,44	15,64	0,14	293,03	66,43	418,06	17,02
09/07/15	10h	21,33	21,42	15,86	0,14	294,25	67,37	425,07	17,50
09/07/15	11h	22,15	22,10	15,80	0,14	295,20	67,93	430,55	17,71
09/07/15	12h	22,87	22,74	15,69	0,14	295,99	68,37	435,22	17,85
09/07/15	13h	23,99	23,69	15,44	0,14	297,26	68,99	442,74	18,00
09/07/15	14h	24,74	24,31	15,31	0,14	298,13	69,44	447,91	18,14
09/07/15	15h	25,30	24,83	15,12	0,14	298,72	69,70	451,50	18,17

09/07/15	16h	25,20	24,90	15,58	0,14	298,46	69,96	449,93	18,47
09/07/15	17h	24,47	24,40	16,13	0,14	297,53	69,83	444,36	18,63
09/07/15	18h	23,69	23,70	16,17	0,14	296,68	69,30	439,26	18,43
09/07/15	19h	23,09	23,19	15,89	0,14	296,00	68,67	435,25	18,05
09/07/15	20h	22,53	22,70	15,76	0,14	295,38	68,17	431,60	17,79
09/07/15	21h	22,05	22,26	15,66	0,14	294,87	67,75	428,64	17,58
09/07/15	22h	21,52	21,75	15,65	0,14	294,30	67,36	425,34	17,41
09/07/15	23h	21,02	21,27	15,57	0,14	293,79	66,94	422,41	17,20
10/07/15	24h	20,55	20,82	15,41	0,14	293,29	66,49	419,55	16,95
10/07/15	01h	20,08	20,36	15,23	0,14	292,82	66,03	416,86	16,69
10/07/15	02h	19,69	19,98	15,07	0,14	292,42	65,63	414,57	16,45
10/07/15	03h	19,27	19,54	14,86	0,14	292,02	65,17	412,30	16,18
10/07/15	04h	18,91	19,22	14,71	0,14	291,62	64,81	410,08	15,97
10/07/15	05h	18,62	18,93	14,58	0,14	291,33	64,51	408,45	15,80
10/07/15	06h	18,40	18,70	14,44	0,14	291,11	64,24	407,18	15,63
10/07/15	07h	18,38	18,69	14,67	0,14	291,09	64,39	407,09	15,78
10/07/15	08h	18,93	19,26	15,24	0,14	291,63	65,21	410,10	16,35
10/07/15	09h	19,85	20,11	15,53	0,14	292,60	66,07	415,58	16,83
10/07/15	10h	20,94	21,04	15,67	0,14	293,85	66,96	422,77	17,25
10/07/15	11h	22,21	22,16	15,69	0,14	295,26	67,89	430,95	17,65
10/07/15	12h	23,58	23,26	15,93	0,14	296,87	69,05	440,38	18,22
10/07/15	13h	24,57	24,13	16,04	0,14	297,95	69,84	446,85	18,60

10/07/15	14h	25,55	24,99	15,61	0,14	299,03	70,23	453,36	18,59
10/07/15	15h	26,35	25,70	15,52	0,14	299,91	70,74	458,72	18,77
10/07/15	16h	26,00	25,52	15,49	0,14	299,41	70,47	455,69	18,65
10/07/15	17h	25,41	25,18	16,29	0,14	298,60	70,62	450,77	19,02
10/07/15	18h	24,62	24,56	16,77	0,14	297,68	70,40	445,25	19,13
10/07/15	19h	24,04	24,07	16,66	0,14	297,02	69,90	441,27	18,87
10/07/15	20h	23,49	23,59	16,58	0,14	296,40	69,45	437,64	18,66
10/07/15	21h	22,92	23,09	16,32	0,14	295,76	68,85	433,86	18,30
10/07/15	22h	22,45	22,69	16,24	0,14	295,24	68,46	430,78	18,10
10/07/15	23h	22,02	22,27	16,17	0,14	294,79	68,10	428,20	17,93
11/07/15	24h	21,62	21,86	15,80	0,14	294,39	67,54	425,88	17,55
11/07/15	01h	21,29	21,56	15,67	0,14	294,04	67,21	423,83	17,36
11/07/15	02h	20,90	21,16	15,65	0,14	293,66	66,92	421,68	17,23
11/07/15	03h	20,46	20,69	15,53	0,14	293,25	66,51	419,30	17,01
11/07/15	04h	20,46	20,72	15,77	0,14	293,22	66,68	419,14	17,18
11/07/15	05h	20,41	20,72	16,13	0,14	293,13	66,91	418,60	17,42
11/07/15	06h	20,22	20,39	16,28	0,14	293,07	66,88	418,27	17,46
11/07/15	07h	20,04	20,04	16,89	0,14	293,04	67,19	418,11	17,83
11/07/15	08h	19,76	19,84	17,23	0,14	292,68	67,23	416,08	17,99
11/07/15	09h	20,40	20,56	17,22	0,14	293,26	67,69	419,36	18,17
11/07/15	10h	21,21	21,37	16,84	0,14	294,06	68,00	423,96	18,15
11/07/15	11h	22,04	22,15	17,07	0,14	294,94	68,76	429,06	18,56

11/07/15	12h	23,24	22,89	17,34	0,14	296,55	69,82	438,53	19,11
11/07/15	13h	24,82	24,21	17,47	0,14	298,36	71,05	449,28	19,68
11/07/15	14h	25,46	25,14	18,02	0,14	298,74	71,90	451,62	20,25
11/07/15	15h	25,57	25,35	18,08	0,14	298,77	72,03	451,77	20,33
11/07/15	16h	24,69	24,51	17,37	0,14	297,85	70,89	446,27	19,57
11/07/15	17h	23,73	23,56	17,24	0,14	296,89	70,10	440,51	19,19
11/07/15	18h	22,49	22,60	17,36	0,14	295,39	69,29	431,66	18,90
11/07/15	19h	22,63	22,44	17,33	0,14	295,80	69,37	434,08	18,92
11/07/15	20h	21,73	21,45	17,32	0,14	294,99	68,72	429,37	18,64
11/07/15	21h	20,91	20,89	17,33	0,14	293,93	68,13	423,21	18,40
11/07/15	22h	20,87	20,98	17,28	0,14	293,75	68,06	422,20	18,35
11/07/15	23h	21,62	21,86	17,52	0,14	294,39	68,78	425,86	18,75
12/07/15	24h	21,54	21,78	17,56	0,14	294,31	68,75	425,43	18,75
12/07/15	01h	21,35	21,60	17,54	0,14	294,12	68,60	424,32	18,68
12/07/15	02h	21,19	21,46	17,59	0,13	293,95	68,53	423,33	18,67
12/07/15	03h	21,00	21,27	17,49	0,14	293,76	68,32	422,22	18,55
12/07/15	04h	20,79	21,07	17,42	0,13	293,53	68,11	420,94	18,43
12/07/15	05h	20,68	20,96	17,42	0,13	293,42	68,03	420,31	18,40
12/07/15	06h	20,38	20,51	17,32	0,13	293,26	67,74	419,35	18,23
12/07/15	07h	20,43	20,33	17,41	0,14	293,53	67,85	420,91	18,32
12/07/15	08h	21,45	21,22	16,94	0,14	294,67	68,24	427,48	18,29
12/07/15	09h	22,80	22,44	16,08	0,14	296,14	68,59	436,06	18,09



12/07/15	10h	23,73	23,36	15,27	0,15	297,08	68,68	441,63	17,81
12/07/15	11h	24,43	24,03	14,37	0,14	297,79	68,53	445,88	17,39
12/07/15	12h	25,30	24,79	14,38	0,14	298,75	69,16	451,65	17,65
12/07/15	13h	26,90	26,01	14,83	0,14	300,68	70,64	463,46	18,45
12/07/15	14h	26,87	26,27	15,28	0,14	300,40	70,95	461,70	18,76
12/07/15	15h	26,18	25,89	15,23	0,15	299,44	70,42	455,87	18,51
12/07/15	16h	25,26	25,22	14,72	0,14	298,30	69,38	448,96	17,88
12/07/15	17h	24,24	24,35	14,56	0,14	297,14	68,54	442,03	17,47
12/07/15	18h	23,57	23,66	14,71	0,14	296,50	68,16	438,18	17,37
12/07/15	19h	23,31	23,29	14,98	0,15	296,32	68,17	437,17	17,48
12/07/15	20h	22,76	22,69	15,19	0,14	295,83	67,93	434,26	17,46
12/07/15	21h	21,85	21,74	15,69	0,15	294,96	67,63	429,16	17,54
12/07/15	22h	21,32	21,69	15,44	0,14	293,98	67,07	423,53	17,21
12/07/15	23h	21,81	22,02	14,87	0,13	294,63	67,01	427,27	16,95
13/07/15	24h	21,42	21,65	14,70	0,13	294,21	66,61	424,83	16,72
13/07/15	01h	20,98	21,26	14,51	0,14	293,72	66,15	422,03	16,45
13/07/15	02h	20,37	20,60	14,10	0,14	293,17	65,42	418,85	15,98
13/07/15	03h	19,70	19,89	13,49	0,13	292,52	64,50	415,14	15,36
13/07/15	04h	19,33	19,61	13,17	0,13	292,08	64,00	412,66	15,02
13/07/15	05h	18,74	18,96	12,64	0,13	291,53	63,19	409,58	14,47
13/07/15	06h	18,24	18,44	12,46	0,14	291,06	62,70	406,90	14,19
13/07/15	07h	17,67	17,86	12,44	0,13	290,49	62,28	403,76	14,01

13/07/15	08h	18,48	18,87	12,58	0,14	291,10	62,96	407,17	14,35
13/07/15	09h	19,48	19,76	13,06	0,14	292,22	64,03	413,44	14,98
13/07/15	10h	20,69	20,70	13,69	0,15	293,68	65,36	421,75	15,79
13/07/15	11h	22,40	22,17	13,95	0,14	295,62	66,77	433,03	16,49
13/07/15	12h	23,97	23,49	13,93	0,14	297,39	67,89	443,52	16,94
13/07/15	13h	25,03	24,63	14,20	0,14	298,38	68,84	449,41	17,45
13/07/15	14h	25,34	25,00	14,72	0,14	298,65	69,44	451,04	17,90
13/07/15	15h	24,87	24,81	15,35	0,15	297,93	69,56	446,70	18,21
13/07/15	16h	23,61	23,74	15,51	0,14	296,49	68,77	438,15	17,94
13/07/15	17h	22,41	22,78	15,67	0,14	295,08	68,02	429,87	17,69
13/07/15	18h	21,90	22,32	15,59	0,14	294,50	67,59	426,52	17,48
13/07/15	19h	22,60	22,79	15,08	0,14	295,42	67,72	431,87	17,33
13/07/15	20h	22,56	22,71	15,07	0,14	295,43	67,70	431,91	17,32
13/07/15	21h	22,16	22,26	14,19	0,14	295,06	66,77	429,76	16,58
13/07/15	22h	21,20	21,23	13,74	0,14	294,17	65,76	424,58	15,98
13/07/15	23h	20,40	20,44	13,93	0,14	293,36	65,32	419,93	15,87
14/07/15	24h	19,95	20,04	13,67	0,14	292,86	64,80	417,08	15,55
14/07/15	01h	19,56	19,66	13,69	0,14	292,47	64,54	414,84	15,45
14/07/15	02h	19,19	19,31	13,87	0,13	292,08	64,40	412,64	15,46
14/07/15	03h	18,86	18,99	13,89	0,14	291,73	64,18	410,68	15,38
14/07/15	04h	18,74	18,89	13,93	0,13	291,59	64,12	409,89	15,37
14/07/15	05h	18,54	18,70	14,08	0,13	291,39	64,09	408,79	15,42

14/07/15	06h	18,38	18,55	14,21	0,13	291,22	64,06	407,82	15,46
14/07/15	07h	18,94	19,34	14,68	0,14	291,55	64,81	409,68	15,96
14/07/15	08h	20,29	20,74	15,42	0,14	292,86	66,31	417,11	16,88
14/07/15	09h	20,86	21,05	15,29	0,14	293,68	66,63	421,78	16,96
14/07/15	10h	21,45	21,67	15,43	0,15	294,23	67,15	424,96	17,23
14/07/15	11h	22,05	22,26	15,68	0,14	294,84	67,76	428,48	17,59
14/07/15	12h	22,28	22,25	15,33	0,14	295,31	67,68	431,21	17,42
14/07/15	13h	23,53	23,57	15,54	0,15	296,49	68,73	438,17	17,94
14/07/15	14h	24,00	23,95	15,58	0,15	297,05	69,10	441,49	18,11
14/07/15	15h	23,75	23,73	15,43	0,17	296,77	68,81	439,83	17,93
14/07/15	16h	23,45	23,24	15,38	0,15	296,65	68,56	439,08	17,80
14/07/15	17h	21,03	21,24	15,02	0,16	293,82	66,56	422,58	16,82
14/07/15	18h	20,18	20,53	14,74	0,16	292,83	65,74	416,91	16,37
14/07/15	19h	19,66	19,89	14,68	0,17	292,43	65,32	414,61	16,17
14/07/15	20h	20,53	20,92	14,41	0,17	293,13	65,76	418,63	16,25
14/07/15	21h	20,73	20,90	14,29	0,17	293,56	65,81	421,09	16,22
14/07/15	22h	20,15	20,32	14,52	0,17	292,98	65,57	417,79	16,21
14/07/15	23h	19,60	19,81	14,44	0,17	292,40	65,11	414,45	15,99
15/07/15	24h	19,09	19,26	14,07	0,17	291,91	64,47	411,72	15,57
15/07/15	01h	18,49	18,68	13,73	0,14	291,30	63,79	408,27	15,15
15/07/15	02h	18,05	18,30	13,53	0,14	290,81	63,34	405,51	14,89
15/07/15	03h	17,77	18,01	13,36	0,14	290,54	63,01	404,04	14,68

15/07/15	04h	17,56	17,79	13,22	0,14	290,33	62,76	402,87	14,52
15/07/15	05h	17,11	17,34	12,93	0,14	289,89	62,23	400,45	14,18
15/07/15	06h	16,81	17,00	12,79	0,14	289,61	61,91	398,90	13,99
15/07/15	07h	16,43	16,68	12,72	0,14	289,18	61,58	396,53	13,83
15/07/15	08h	17,25	17,58	13,14	0,14	289,94	62,48	400,67	14,38
15/07/15	09h	18,68	19,06	13,94	0,14	291,32	64,09	408,36	15,36
15/07/15	10h	20,04	20,20	14,03	0,14	292,88	65,13	417,22	15,83
15/07/15	11h	21,09	21,22	13,72	0,14	293,97	65,66	423,42	15,93
15/07/15	12h	21,81	21,81	13,63	0,14	294,81	66,12	428,33	16,08
15/07/15	13h	22,02	22,00	13,81	0,14	295,03	66,40	429,59	16,27
15/07/15	14h	22,79	22,90	14,09	0,14	295,69	67,16	433,46	16,70
15/07/15	15h	23,33	23,34	14,21	0,14	296,33	67,63	437,19	16,95
15/07/15	16h	23,55	23,64	14,44	0,14	296,47	67,96	438,05	17,18
15/07/15	17h	22,85	22,65	14,15	0,14	296,03	67,24	435,41	16,76
15/07/15	18h	21,11	21,10	13,59	0,14	294,12	65,58	424,31	15,85
15/07/15	19h	20,45	20,46	13,59	0,14	293,44	65,11	420,42	15,65
15/07/15	20h	20,09	20,11	13,63	0,14	293,07	64,87	418,26	15,57
15/07/15	21h	19,62	19,73	13,75	0,14	292,50	64,62	415,06	15,51
15/07/15	22h	19,50	19,58	13,96	0,14	292,42	64,69	414,57	15,62
15/07/15	23h	19,08	19,13	13,73	0,14	292,03	64,22	412,36	15,33
16/07/15	24h	18,61	18,69	13,17	0,14	291,53	63,48	409,54	14,80
16/07/15	01h	18,20	18,30	12,95	0,14	291,11	63,03	407,18	14,53

16/07/15	02h	18,00	18,13	12,73	0,14	290,88	62,72	405,90	14,31
16/07/15	03h	17,78	17,92	12,73	0,14	290,65	62,57	404,61	14,25
16/07/15	04h	17,60	17,76	12,77	0,14	290,46	62,47	403,57	14,22
16/07/15	05h	17,50	17,65	12,61	0,14	290,35	62,27	402,95	14,07
16/07/15	06h	17,33	17,50	12,39	0,14	290,17	62,00	401,95	13,88
16/07/15	07h	17,48	17,74	12,54	0,14	290,24	62,22	402,35	14,03
16/07/15	08h	17,80	18,08	12,82	0,14	290,53	62,65	404,00	14,32
16/07/15	09h	18,72	19,05	13,05	0,14	291,42	63,48	408,93	14,75
16/07/15	10h	19,97	20,13	13,08	0,14	292,82	64,39	416,85	15,15
16/07/15	11h	21,14	21,12	13,56	0,14	294,16	65,58	424,56	15,83
16/07/15	12h	22,03	21,96	13,88	0,14	295,09	66,45	429,93	16,32
16/07/15	13h	22,59	22,48	13,98	0,14	295,68	66,93	433,41	16,56
16/07/15	14h	22,90	22,80	14,14	0,14	295,99	67,27	435,19	16,77
16/07/15	15h	23,14	23,04	14,31	0,14	296,22	67,56	436,58	16,96
16/07/15	16h	23,01	22,99	14,59	0,14	296,03	67,67	435,41	17,12
16/07/15	17h	22,53	22,63	14,88	0,14	295,44	67,53	432,00	17,17
16/07/15	18h	22,04	22,19	15,11	0,14	294,90	67,35	428,81	17,19
16/07/15	19h	21,57	21,64	15,09	0,14	294,50	67,00	426,51	17,04
16/07/15	20h	21,12	21,20	15,14	0,14	294,04	66,71	423,83	16,94
16/07/15	21h	20,77	20,85	15,28	0,14	293,69	66,56	421,86	16,93
16/07/15	22h	20,42	20,51	15,34	0,14	293,33	66,35	419,75	16,87
16/07/15	23h	20,04	20,19	15,30	0,14	292,89	66,04	417,28	16,72

17/07/15	24h	19,86	20,02	15,25	0,14	292,71	65,88	416,22	16,63
17/07/15	01h	19,36	19,44	14,86	0,14	292,29	65,24	413,83	16,21
17/07/15	02h	19,15	19,30	14,80	0,13	292,01	65,04	412,24	16,10
17/07/15	03h	19,03	19,20	14,87	0,13	291,88	65,01	411,52	16,12
17/07/15	04h	18,87	19,02	14,84	0,13	291,72	64,87	410,65	16,05
17/07/15	05h	18,74	18,90	14,80	0,13	291,58	64,75	409,86	15,98
17/07/15	06h	18,60	18,75	14,81	0,14	291,46	64,66	409,18	15,95
17/07/15	07h	18,70	18,95	15,25	0,13	291,47	65,04	409,20	16,28
17/07/15	08h	19,27	19,57	15,23	0,14	291,97	65,44	412,05	16,44
17/07/15	09h	20,17	20,39	14,86	0,14	292,96	65,82	417,65	16,45
17/07/15	10h	21,27	21,43	14,59	0,15	294,11	66,42	424,24	16,60
17/07/15	11h	22,43	22,48	14,33	0,14	295,38	67,06	431,62	16,76
17/07/15	12h	23,24	23,22	14,21	0,14	296,25	67,56	436,76	16,92
17/07/15	13h	23,87	23,80	14,51	0,14	296,94	68,24	440,81	17,32
17/07/15	14h	24,43	24,29	14,51	0,14	297,57	68,64	444,54	17,49
17/07/15	15h	24,76	24,67	14,73	0,15	297,85	69,03	446,25	17,74
17/07/15	16h	24,54	24,50	15,01	0,14	297,58	69,08	444,63	17,87
17/07/15	17h	24,01	24,05	15,12	0,14	296,96	68,77	440,96	17,78
17/07/15	18h	23,42	23,53	15,07	0,14	296,32	68,31	437,17	17,57
17/07/15	19h	22,87	22,97	14,97	0,14	295,77	67,84	433,93	17,34
17/07/15	20h	22,18	22,19	15,03	0,14	295,17	67,39	430,41	17,17
17/07/15	21h	21,55	21,61	15,08	0,14	294,49	66,98	426,47	17,02

17/07/15	22h	21,20	21,32	15,36	0,14	294,09	66,92	424,14	17,11
17/07/15	23h	20,86	20,96	15,79	0,14	293,76	66,99	422,24	17,31
18/07/15	24h	20,62	20,78	15,91	0,14	293,47	66,90	420,58	17,32
18/07/15	01h	20,37	20,49	15,81	0,14	293,27	66,65	419,41	17,18
18/07/15	02h	20,15	20,30	15,63	0,13	293,01	66,36	417,93	16,98
18/07/15	03h	20,05	20,21	15,65	0,14	292,90	66,30	417,31	16,97
18/07/15	04h	19,93	20,09	15,78	0,13	292,78	66,31	416,65	17,02
18/07/15	05h	19,89	20,09	15,85	0,14	292,71	66,33	416,23	17,06
18/07/15	06h	19,83	20,01	15,94	0,13	292,66	66,35	415,97	17,11
18/07/15	07h	19,68	19,92	16,03	0,14	292,45	66,31	414,75	17,13
18/07/15	08h	20,24	20,45	16,14	0,14	293,04	66,80	418,11	17,37
18/07/15	09h	20,59	20,70	16,10	0,14	293,48	67,01	420,63	17,45
18/07/15	10h	21,53	21,48	16,16	0,15	294,57	67,74	426,93	17,77
18/07/15	11h	22,56	22,53	16,39	0,14	295,59	68,65	432,88	18,24
18/07/15	12h	22,64	22,58	16,37	0,14	295,70	68,68	433,49	18,25
18/07/15	13h	22,57	22,69	16,85	0,15	295,44	68,98	432,01	18,57
18/07/15	14h	22,70	22,88	16,24	0,15	295,53	68,64	432,50	18,18
18/07/15	15h	22,87	23,04	16,23	0,17	295,70	68,75	433,51	18,22
18/07/15	16h	21,27	21,58	15,96	0,15	293,98	67,41	423,51	17,55
18/07/15	17h	21,31	21,62	16,12	0,16	294,01	67,55	423,65	17,67
18/07/15	18h	20,97	21,24	15,96	0,16	293,69	67,19	421,86	17,46
18/07/15	19h	21,46	21,70	15,78	0,17	294,21	67,42	424,85	17,49

18/07/15	20h	21,40	21,56	15,71	0,17	294,24	67,32	424,98	17,41
18/07/15	21h	21,41	21,78	15,91	0,17	294,05	67,47	423,88	17,56
18/07/15	22h	21,59	21,78	15,87	0,17	294,39	67,57	425,88	17,59
18/07/15	23h	20,86	21,08	15,54	0,17	293,64	66,81	421,56	17,14
19/07/15	24h	20,48	20,67	15,23	0,17	293,28	66,31	419,50	16,81
19/07/15	01h	20,15	20,36	14,99	0,14	292,96	65,91	417,67	16,54
19/07/15	02h	19,69	19,81	14,42	0,14	292,59	65,16	415,54	16,00
19/07/15	03h	19,44	19,62	14,44	0,14	292,26	64,99	413,69	15,94
19/07/15	04h	19,15	19,30	14,51	0,14	292,01	64,83	412,27	15,90
19/07/15	05h	18,91	19,06	14,44	0,14	291,77	64,61	410,91	15,78
19/07/15	06h	18,85	19,06	14,63	0,14	291,65	64,71	410,22	15,90
19/07/15	07h	18,97	19,18	14,96	0,14	291,77	65,03	410,89	16,16
19/07/15	08h	19,42	19,62	15,17	0,14	292,23	65,51	413,53	16,45
19/07/15	09h	20,31	20,65	15,55	0,14	292,99	66,42	417,84	16,98
19/07/15	10h	21,41	21,53	15,52	0,14	294,30	67,19	425,37	17,29
19/07/15	11h	23,05	22,70	15,16	0,14	296,38	68,11	437,48	17,52
19/07/15	12h	23,37	23,10	14,61	0,14	296,61	67,95	438,88	17,24
19/07/15	13h	23,67	23,61	14,52	0,14	296,73	68,10	439,55	17,27
19/07/15	14h	24,36	24,27	14,53	0,14	297,45	68,61	443,84	17,48
19/07/15	15h	24,37	24,12	14,25	0,14	297,60	68,41	444,73	17,29
19/07/15	16h	24,29	24,31	14,68	0,14	297,27	68,66	442,77	17,56
19/07/15	17h	23,82	23,88	15,07	0,14	296,76	68,60	439,76	17,70



19/07/15	18h	23,09	23,16	15,04	0,14	296,02	68,05	435,36	17,45
19/07/15	19h	22,26	22,27	14,96	0,14	295,24	67,40	430,83	17,15
19/07/15	20h	22,10	22,41	15,14	0,14	294,81	67,41	428,31	17,23
19/07/15	21h	22,15	22,22	15,27	0,14	295,08	67,54	429,87	17,33
19/07/15	22h	20,98	21,13	15,14	0,14	293,83	66,60	422,66	16,89
19/07/15	23h	20,75	20,96	15,18	0,14	293,56	66,47	421,08	16,85