FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

RESILIÊNCIA DAS EDIFICAÇÕES ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

ESTUDO DE CASO: DESEMPENHO TÉRMICO DE
EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS PARA IDOSOS

CAROLINA ABRAHÃO ALVES

SÃO PAULO, 2014

Carolina Abrahão Alves

Resiliência das Edificações às Mudanças Climáticas na Região Metropolitana de São Paulo.

Estudo de caso: desempenho térmico de edifícios residenciais para idosos

Dissertação apresentada junto à Faculdade de
Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São
Paulo como requisito parcial para obtenção do
título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Área de concentração: Tecnologia da Arquitetura.

Orientadora: Profa. Dra. Denise Helena Silva Duarte.

São Paulo, 2014

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

E-MAIL DA AUTORA: carolina.alves@gmail.com

Alves, Carolina Abrahão

A474r Resiliência das edificações às mudanças climáticas na região
Metropolitana de São Paulo. Estudo de caso: desempenho térmico
de edifícios residenciais para idosos / Carolina Abrahão Alves -- São
Paulo, 2014.
169 p. : il.

Dissertação (Mestrado - Área de Concentração: Tecnologia
Da Arquitetura) — FAUUSP.
Orientadora: Denise Helena Silva Duarte

1.Conforto térmico 2.Mudança climática 3.Edifícios residenciais
4.Idosos 5.Ondas 6.Calor 7.Desempenho térmico 8.Conforto
adaptativo I.Título

CDU 697

DEDICATÓRIA

Aos meus pais pelo carinho, amor e apoio incondicionais.

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Denise Helena Silva Duarte pela orientação, carinho, ensinamentos, convivência e amizade fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa.

Ao Prof. Dr. Fábio Luiz Teixeira Gonçalves, coordenador do projeto temático no qual se insere essa pesquisa pelo apoio e pela confiança no meu trabalho.

Aos professores da área de conforto térmico do Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (LABAUT/FAU-USP): Profa. Dra. Joana Carla Soares Gonçalves e Prof. Dr. Leonardo Marques Monteiro por todo o carinho e por toda ajuda.

Aos demais LABAUT/FAUUSP: Profa. Dra. Anésia Barros Frota, Profa. Dra. Márcia Peinado Alucci, Profa. Dra. Roberta Kronka, Prof. Dr. Fernando Cremonesi, Prof. Dr. Antônio Gil Andrade e Prof. Dr. Walter Galvão pelos ensinamentos, atenção e simpatia.

Ao técnico do LABAUT, Ranieri Higa, não só por todo o apoio com os equipamentos utilizados na pesquisa, mas também pela companhia e pela ajuda prestada em todo o processo.

À pós-doutoranda Mônica Marcondes pelo imprescindível apoio para o aprendizado do software de simulação computacional, TAS, pelo apoio, pelas ótimas conversas, pela amizade e companheirismo.

Aos alunos de iniciação científica e graduação que colaboraram nesta pesquisa, tanto no levantamento das residências, quanto nas medições e simulações: Rosane Fukuoka, André Sato, Suzana Tateoka, Nathalia Lorenzetti e Cindy Aguado.

A todos os colegas do LABAUT pelo convívio enriquecedor, pelo constante aprendizado e por todo o apoio e incentivo.

Ao Prof. Dr. Maurício Roriz, pela ajuda na solução de questões surgidas com essa pesquisa e colaboração com a conversão de dados de radiação diários para sua utilização em arquivos climáticos.

Aos idosos voluntários dessa pesquisa pelo carinho, pela paciência e pela confiança em permitir que tivéssemos acesso a suas residências e ao seu cotidiano.

Ao Núcleo de Apoio à Pesquisa e Ensino em Geriatria e Gerontologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP (NAPEGG - HCFMUSP).

À Ângela, secretária do NAPEGG, cuja ajuda foi fundamental para submissão e aprovação do projeto no Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da USP (CEP-FMUSP)

Aos professores e pesquisadores da Faculdade de Medicina da USP participantes do projeto temático, especialmente ao professor Alexandre Leopold Busse, pelo apoio para a realização do trabalho de levantamento junto às residências dos voluntários dessa pesquisa.

Ao doutorando do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP, Rafael Jonas Righi, participante do projeto temático da pesquisa, pela presteza durante todo o trabalho e, principalmente, inestimável colaboração na interface entre as disciplinas de arquitetura e meteorologia, campo com tantas lacunas e possibilidades.

À Profa. Dra. Rosmeri Porfírio da Rocha, pela cessão dos dados climatológicos futuros simulados.

Aos colegas de pós-graduação que pela participação e convivência em todo o processo de realização do trabalho, principalmente durante o curso das disciplinas ou nos encontros nos ambientes da FAU-USP.

À Estação Meteorológica do IAG-USP/Parque de Ciência e Tecnologia da USP pela cessão de dados e, em especial à meteorologista Samantha N. S. Martins Almeida.

Ao INMET pela cessão de dados da Estação Meteorológica Mirante de Santana.

Ao Laboratório de Meteorologia Aplicada a Sistemas de Tempo Regionais (MASTER), do IAG-USP, pelo envio de dados meteorológicos do aeroporto de Congonhas.

Ao Laboratório de Micrometeorologia (LabMicro) do IAG-USP pela cessão de dados de sua estação meteorológica.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro à pesquisa.

Aos meus amigos de perto e de longe, essenciais para qualquer atividade que eu desenvolva.

Ao meu namorado, Alexandre, pela paciência, bom humor e carinho.

Agradecimento especial à minha família que sempre está por perto, apoiando e orientando, em especial: meu irmão Henrique; minha cunhada, Adriana; meu sobrinho, Matheus, que trouxe energia e alegria para a fase final da pesquisa; e, com muito carinho, aos meus pais Helio e Iolanda, sem os quais nada disso teria sido possível.

A todos que, de alguma forma, fizeram parte desse trabalho, meu muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE TABELAS	XIII
LISTA DE SIGLAS E REDUÇÕES	XVII
RESUMO	XIX
ABSTRACT	XXI
1. INTRODUÇÃO E COLOCAÇÃO DO PROBLEMA	1
1.1 Objeto e Objetivos.....	2
1.2 Estrutura do Trabalho	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 Mudanças Climáticas	5
2.1.1 Histórico	8
2.1.2 O Sistema Climático, as Ações Humanas e as Mudanças Climáticas	11
2.2 Mudanças Climáticas e a Questão Energética.....	16
2.3 Conforto Térmico	18
2.3.1 Índices de Conforto Adaptativo	22
2.3.1.1 Humphreys (1978).....	22
2.3.1.2 Auliciems (1981, 1989).....	23
2.3.1.3 De Dear et al. (1997)	24
2.3.1.3.1 ASHRAE 55 (2013): <i>Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy</i>	24
2.3.1.4 O Projeto SCATS (<i>Smart Controls And Thermal Comfort</i>).....	25
2.3.1.4.1 EN 15251 – 2007: <i>Indoor Environmental Input Parameter for Design and Assessment of Energy Performance of Buildings Addressing Indoor Air Quality, Thermal Environment, Lighting and Acoustics</i>	26
2.3.1.5 Humphreys et al. 2010	27
2.3.1.6 Proposta para Norma Brasileira de Conforto Térmico	28
2.3.1.7 Considerações sobre os Índices de Conforto Adaptativo.....	28
2.4 Desempenho dos Edifícios Frente às Mudanças Climáticas	29
2.5 Os Idosos no Contexto das Mudanças Climáticas	32
2.6 O Clima de São Paulo e Diretrizes Projetuais Sugeridas.....	33
2.6.1 Diagnóstico Climático	33
2.6.2 Diretrizes Projetuais Indicadas para a Cidade de São Paulo.....	35

2.6.3	O Clima de São Paulo no Contexto das Mudanças Climáticas.....	39
3.	MATERIAL E MÉTODO	45
3.1	Levantamento de Dados	46
3.1.1	As Residências para o Estudo	47
3.1.2	Dados Climáticos da Cidade de São Paulo	48
3.1.3	Variáveis Ambientais no Interior das Residências	49
3.1.3.1	Os equipamentos para os levantamentos.....	49
3.1.4	Coleta de Dados das Variáveis Ambientais nas Residências.....	50
3.2	Simulação Computacional.....	53
3.2.1	Arquivos Climáticos.....	54
3.2.2	Modelagem e Calibração	57
3.2.3	Simulações Computacionais e Aplicação de Modelos de Conforto Adaptativo	57
4.	APRESENTAÇÃO DOS DADOS PRIMÁRIOS LEVANTADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS	59
4.1	Residências de Estudo	59
4.1.1	Residência Cerqueira César	59
4.1.2	Residência Aclimação.....	63
4.1.3	Residência vila ida	67
4.1.4	Residência Freguesia do Ó.....	70
4.1.5	Residência Rio Pequeno.....	73
4.1.6	Residência Brooklyn Novo	76
4.1.7	Residência Pinheiros	79
4.2	Residências Estudadas e o Clima de São Paulo.....	83
4.3	Variáveis Ambientais Medidas nas Residências e Aplicação do Modelo Adaptativo de Conforto	85
5.	SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL E ANÁLISE DOS RESULTADOS	95
5.1	Calibração dos Modelos	95
5.2	Avaliação dos Resultados com Índices de Conforto	99
5.2.1	Resultados Comparativos do Desempenho Térmico em 4 Cenários Climáticos Simulados: Presente, Futuro Próximo, Futuro Intermediário e Futuro Distante	100
5.2.2	Resultados Comparativos do Desempenho Térmico em 3 Cenários Climáticos Medidos, Incluindo a Onda de Calor	116

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES.....	123
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	129
APÊNDICES	137
Apêndice A – Dados Meteorológicos Medidos pela Estação Meteorológica do IAG-USP/Parque de Ciência e Tecnologia da USP, de 1933 a 2014:	139
Apêndice B – Pesquisa e Levantamento de Dados de Estações Meteorológicas na Cidade de São Paulo	147
Apêndice C - Variáveis Ambientais Medidas nas Residências.....	149
Apêndice D – Dados de Entrada das Simulações Computacionais	161

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Variação da temperatura média na Terra nos últimos 20.000 anos pontuados por alguns dos mais relevantes eventos históricos. Fonte: WHO, 2003.....	6
Figura 2. Variações nas médias globais de temperatura. As mudanças são expressas pelas diferenças com relação às médias do período 1961 – 1990 (escala à esquerda) e em valores absolutos (valores à direita). As curvas representam as médias por décadas enquanto os círculos mostram os valores por ano. As áreas sombreadas representam os intervalos de incerteza. Fonte: IPCC, 2007.	8
Figura 3. Vista esquemática dos componentes do sistema climático, seus processos e interações. Fonte: Le Treut <i>et al.</i> (2007).....	12
Figura 4. Efeito estufa. Fonte: STONE, 2012.	13
Figura 5. Influência relativa dos gases de efeito estufa no efeito estufa natural da atmosfera da Terra, coluna do meio (Os valores são relativos aos 33°C de incremento de temperatura da Terra pelos quais o efeito estufa é responsável: diferença de -18°C para 15°C) e crescimento das concentrações atmosféricas devido às emissões antropogênicas para CO ₂ , CH ₄ e N ₂ O desde o início da era industrial. Fonte: NOBRE <i>et al.</i> , 2012.	13
Figura 6. Níveis de CO ₂ – Linha verde. CO ₂ emitido na atmosfera pelas atividades antrópicas. Fonte: COOK, 2011.....	14
Figura 7. Comparação entre anomalias de temperatura média global (°C) de observações (preto) e simulações forçadas com (a) ambas forçantes radiativas antropogênicas e naturais e (b) forçantes radiativas naturais apenas. Fonte: NOBRE <i>et al.</i> , 2012.	14
Figura 8. Fatores médios de emissão de CO ₂ com geração elétrica no sistema interligado nacional (SIN) do Brasil, mensais de 2009-2014 (CBCS <i>et al.</i> , 2014)	17
Figura 9. Benefícios da eficiência energética. Fonte: CBCS <i>et al.</i> , 2014.....	18
Figura 10. O efeito da oportunidade adaptativa. Fonte: NICOL <i>et al.</i> , 2009, p. 138.	21
Figura 11. Faixas de temperatura de conforto em escritórios relacionadas à temperatura externa média; faixas distintas são apresentadas para edifícios em modo de operação com e sem condicionamento ativo. Fonte: CIBSE, 2006, p. 1-17.	21
Figura 12. Relação hipotética entre temperatura neutra e temperatura externa (HUMPHREYS, 1978).....	23
Figura 13. Gráfico modelo adaptativo da norma norte-americana ASHRAE 55 (2013). Fonte: ASHRAE, 2013.	25
Figura 14. Gráfico modelo adaptativo da norma europeia EN 15251 (2007). As linhas cheias assinaladas com os algarismos I, II e III representam, respectivamente, o limite superior (zona de calor) das categorias I, II e III definidas pela norma. As linhas pontilhadas representam o limite inferior (zona de frio) das mesmas categorias. Fonte: CEN, 2007	27
Figura 15. Sobreposição das equações de regressão de cada um dos modelos de conforto. Elaboração da autora.	29
Figura 16. Energia consumida durante a vida de um edifício. Tempo de vida estimado: 60 anos. (JONES, 1998, in UNEP, 2007).	30
Figura 17. Pequenas economias de grandes números de unidades de uso final constituem a distribuição em ‘cauda longa’ de projetos do setor de construção. Fonte: UNEP, 2009. Adaptado de Hinostroza <i>et al.</i> , 2007, in UNEP, 2008.	31
Figura 18. Carta solar latitude 24oS. Fonte: FROTA, SCHIFFER, 2001.	33
Figura 19. Distribuição da radiação solar em plano vertical total diário: mês mais frio e mês mais quente. Fonte: software Climaticus 2011, versão beta.....	33
Figura 20. Variação da umidade relativa entre os meses mais quente (vermelho) e mais frio (verde) (%).	34

Figura 21. Valores médios diários da Estação Meteorológica do IAG-USP/Parque de Ciência e Tecnologia da USP, de 1960 a 1990. Fonte: BATISTA, 2012.	34
Figura 22. Carta bioclimática de Givoni para a cidade de São Paulo. Fonte: software Climaticus 2011, versão beta.	37
Figura 23. Diagnóstico climático a partir da carta bioclimática de Givoni. Fonte: software Climaticus 2011, versão beta.	37
Figura 24. Indicação de períodos para sombreamento. Fonte: software Climaticus 2011, versão beta.	38
Figura 25. Diretrizes para a Zona Bioclimática 3 (ABNT, 2005).	38
Figura 26. Variação dos dados médios de temperatura e umidade relativa do ar ao longo das décadas de 1940, 1950, 1960, 1970, 1980, 1990 e 2000. Elaboração da autora.	40
Figura 27. Gráfico de variação de temperatura e umidade relativa do ar médias anuais dos cenários climáticos simulados pelo IAG-USP. Elaboração da autora.	43
Figura 28. Fluxograma da pesquisa.	46
Figura 29. Mancha urbana da cidade de São Paulo com a localização das residências levantadas identificadas pelos nomes dos bairros onde se localizam e Estação Meteorológica do IAG-USP/Parque de Ciência e Tecnologia da USP. Elaborado pela autora sobre mapa Google Earth.	47
Figura 30. a) Confortímetros utilizados. b) Comparação dos valores de temperatura e umidade relativa do ar dos confortímetros com outros equipamentos já existentes e calibrados, no laboratório.	50
Figura 31. Confortímetros instalados nas residências.	51
Figura 32. Gráficos de Temperatura do Ar coletados em todos os confortímetros: identificação de falhas.	52
Figura 33. Representação esquemática dos mecanismos de transferência de calor em um edifício (fonte: EDSL Documentation).	54
Figura 34. Aumento de temperatura superficial média global em função das emissões totais globais cumulativas de CO ₂ de acordo com os cenários RCP 2,6, RCP 4,5, RCP 6,0 e RCP 8,5 do IPCC AR5. Fonte: IPCC, 2013.	56
Figura 35: Imagem satélite da região da residência Cerqueira César. Elaborado sobre imagem do Google Earth, por Suzana Tateoka.	59
Figura 36. Planta do pavimento tipo do edifício. Elaborado por Suzana Tateoka.	60
Figura 37. Volumetria do edifício com o apartamento estudado em destaque. Elaborado por Suzana Tateoka.	61
Figura 38: Planta da Residência Cerqueira César. Estar e Dormitório 1: ambientes de medição. Elaborado por Suzana Tateoka.	61
Figura 39. Residência Cerqueira César: estar	61
Figura 40. Residência Cerqueira César: dormitório	61
Figura 41. Fachada residência Cerqueira César	61
Figura 42. Residência Cerqueira César: janela do estar	62
Figura 43. Residência Cerqueira César: janela do dormitório	62
Figura 44: Planta do estar e do dormitório e respectivas aberturas com esquadrias de correr e áreas efetivas de ventilação. Elaborado por Suzana Tateoka.	63
Figura 45: Imagem satélite da região. Elaborado sobre imagem do Google Earth por Suzana Tateoka.	63
Figura 46: Volumetria do edifício com o apartamento estudado em destaque. Elaborado por Suzana Tateoka.	64
Figura 47: Planta da Residência Aclimação. Estar e Suíte: ambientes de medição. Elaborado por Suzana Tateoka.	64
Figura 48. Residência Aclimação: estar	65
Figura 49. Residência Aclimação: suíte.	65

Figura 50. Residência Aclimação: fachada	65
Figura 51: Planta do estar e da suíte e respectivas aberturas com esquadrias de abrir e de correr e áreas efetivas de ventilação. Elaborado por Suzana Tateoka.....	66
Figura 52: Imagem satélite da região. Elaborado sobre imagem do Google Earth por Suzana Tateoka.	67
Figura 53: Planta da Residência Vila Ida. Estar/jantar e dormitório: ambientes de medição. Elaborado por Suzana Tateoka.....	67
Figura 54. Residência Vila Ida: estar.....	68
Figura 55. Residência Vila Ida: dormitório	68
Figura 56. Residência Vila Ida: vista frontal.....	68
Figura 57: Planta do estar/jantar e do dormitório e respectivas aberturas com esquadrias de correr e pivotante e áreas efetivas de ventilação. Elaborado por Suzana Tateoka.....	69
Figura 58: Imagem satélite da região. Elaborado sobre imagem do Google Earth por Suzana Tateoka.	70
Figura 59: Planta da Residência Freguesia do Ó. Estar/jantar e dormitório: ambientes de medição. Elaborado por Suzana Tateoka.....	70
Figura 60. Residência Freguesia do Ó: estar	71
Figura 61. Residência Freguesia do Ó: dormitório	71
Figura 62. Residência Freguesia do Ó: fachada.....	71
Figura 63: Planta do estar/jantar e do dormitório e respectivas aberturas com esquadrias de correr e áreas efetivas de ventilação. Elaborado por Suzana Tateoka.	72
Figura 64. Residência Freguesia do Ó: janela estar.....	73
Figura 65. Residência Freguesia do Ó: janela dormitório.....	73
Figura 66: Imagem satélite da região. Elaborado sobre imagem do Google Earth por Suzana Tateoka.	73
Figura 67: Planta da Residência Vila Ida: em destaque, os ambientes de medição. Elaborado por Suzana Tateoka.	74
Figura 68. Residência Rio Pequeno: estar	75
Figura 69. Residência Rio Pequeno: dormitório.....	75
Figura 70. Residência Rio Pequeno: fachada	75
Figura 71: Planta do estar e do dormitório e respectivas aberturas com esquadrias de guilhotina e de correr e áreas efetivas de ventilação. Elaborado por Suzana Tateoka.	76
Figura 72: Imagem satélite da região. Elaborado sobre imagem do Google Earth por Suzana Tateoka.	77
Figura 73: Planta da Residência Novo Brooklin. Jantar: ambiente de medição. Elaborado por Suzana Tateoka.	77
Figura 74. Residência Brooklyn Novo: jantar	78
Figura 75. Residência Brooklyn Novo: fachada	78
Figura 76: Planta da sala de jantar sua respectiva esquadria de correr e área efetiva de ventilação. Elaborado por Suzana Tateoka.....	78
Figura 77: Imagem satélite da região. Elaborado sobre imagem do Google Earth por Suzana Tateoka.	79
Figura 78: Volumetria do edifício com o apartamento estudado em destaque. Elaborado por Suzana Tateoka.	80
Figura 79: Edifício unidade Pinheiros: planta do pavimento tipo. Elaborado por Suzana Tateoka.	80
Figura 80: Planta da Residência Pinheiros. Estar e suíte: ambientes de medição. Elaborado por Suzana Tateoka.	81
Figura 81. Residência Pinheiros: estar	82
Figura 82. Residência Pinheiros: dormitório	82
Figura 83. Residência Pinheiros: fachada.....	82

Figura 84: Planta do estar e da suíte e respectivas aberturas de correr e áreas efetivas de ventilação. Elaborado por Suzana Tateoka.	83
Figura 85. Variáveis ambientais medidas nos períodos de abril e dezembro de 2013: residência Cerqueira César.	85
Figura 86. Variáveis ambientais medidas nos períodos de abril e dezembro de 2013: residência Aclimação	86
Figura 87. Variáveis ambientais medidas nos períodos de abril e dezembro de 2013: residência Vila Ida	87
Figura 88. Variáveis ambientais medidas nos períodos de abril e dezembro de 2013: residência Freguesia do Ó.....	88
Figura 89. Variáveis ambientais medidas nos períodos de abril e dezembro de 2013: residência Rio Pequeno	89
Figura 90. Variáveis ambientais medidas nos períodos de abril e dezembro de 2013: residência Brooklyn Novo	90
Figura 91. Variáveis ambientais medidas nos períodos de abril e dezembro de 2013: residência Pinheiros.....	91
Figura 92. Calibração modelo virtual - Residência Cerqueira César.	96
Figura 93. Calibração modelo virtual - Residência Vila Ida.	97
Figura 94. Calibração modelo virtual - Residência Freguesia do Ó.....	98
Figura 95. Consumo de energia elétrica no Brasil, 1970-2013. Fonte: CBCS <i>et al.</i> , 2014.....	126

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados climatológicos da cidade de São Paulo. Fonte: software Climaticus 2011, versão beta.	35
Tabela 2. Variação da temperatura média mensal na cidade de São Paulo ao longo dos anos. Dados de 1933 a 2014 medidos pela Estação Meteorológica do IAG-USP Parque de Ciência e Tecnologia da USP. Elaboração da autora.	41
Tabela 3. Variação da umidade relativa média mensal na cidade de São Paulo ao longo dos anos. Dados de 1933 a 2014 medidos pela Estação Meteorológica do IAG-USP/Parque de Ciência e Tecnologia da USP. Elaboração da autora.	42
Tabela 4. Variação das temperaturas médias mensais nos cenários simulados pelo IAG-USP. Elaboração da autora.	43
Tabela 5. Variação da umidade relativa mensal nos cenários simulados pelo IAG-USP. Elaboração da autora.	43
Tabela 6. Síntese dos levantamentos das variáveis ambientais medidas nas sete residências nos ambientes estar e dormitório (na residência Brooklyn Novo, jantar) nos períodos de abril e dezembro de 2013 e avaliação do conforto conforme ASHRAE 55: 2013.	93
Tabela 7. Residência Cerqueira César, ambiente estar. Cenário climático presente (1975 a 2005): Resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear <i>et al.</i> (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys <i>et al.</i> (2010).	102
Tabela 8. Residência Cerqueira César, ambiente estar. Cenário climático futuro próximo (2015 a 2044): Resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear <i>et al.</i> (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys <i>et al.</i> (2010).	103
Tabela 9. Residência Cerqueira César, ambiente estar. Cenário climático futuro intermediário (2045 a 2074): Resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear <i>et al.</i> (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys <i>et al.</i> (2010).	104
Tabela 10. Residência Cerqueira César, ambiente estar. Cenário climático futuro distante (2076 a 2096): Resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear <i>et al.</i> (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys <i>et al.</i> (2010).	105
Tabela 11. Residência Vila Ida, ambiente estar. Cenário climático presente (1975 a 2005): Resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear <i>et al.</i> (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys <i>et al.</i> (2010).	106
Tabela 12. Residência Vila Ida, ambiente estar. Cenário climático futuro próximo (2015 a 2044): Resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear <i>et al.</i> (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys <i>et al.</i> (2010).	107
Tabela 13. Residência Vila Ida, ambiente estar. Cenário climático futuro intermediário (2045 a 2074): Resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear <i>et al.</i> (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys <i>et al.</i> (2010).	108
Tabela 14. Residência Vila Ida, ambiente estar. Cenário climático futuro distante (2076 a 2096): Resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear <i>et al.</i> (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys <i>et al.</i> (2010).	109
Tabela 15. Residência Freguesia do Ó, ambiente estar. Cenário climático presente (1975 a 2005): Resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear <i>et al.</i> (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys <i>et al.</i> (2010).	110
Tabela 16. Residência Freguesia do Ó, ambiente estar. Cenário climático futuro próximo (2015 a 2044): Resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear <i>et al.</i> (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys <i>et al.</i> (2010).	111
Tabela 17. Residência Freguesia do Ó, ambiente estar. Cenário climático futuro intermediário (2045 a 2074): Resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear <i>et al.</i> (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys <i>et al.</i> (2010).	112

Tabela 18. Residência Freguesia do Ó, ambiente estar. Cenário climático futuro distante (2076 a 2096): Resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear <i>et al.</i> (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys <i>et al.</i> (2010).	113
Tabela 19. Variação da condição de conforto segundo o modelo adaptativo (conforto: 90% de satisfeitos) ou de desconforto (Insatisfação por frio e Insatisfação por calor) ao longo dos cenários de mudanças climáticas simulados pelo IAG/USP nas três residências simuladas e avaliadas de acordo com o modelo adaptativo de De Dear <i>et al.</i> (1997) / ASHRAE 55 (2013).	114
Tabela 20. Variação de graus-hora fora da zona de conforto definida pela ASHRAE 55 (2013) para 90% de satisfeitos na zona de frio e na zona de calor das residências simuladas por modelo computacional (TAS EDSL/Bentley) nos cenários climáticos futuros simulados pelo IAG/USP e avaliadas de acordo com o modelo adaptativo de De Dear <i>et al.</i> (1997) / ASHRAE 55 (2013).	114
Tabela 21. Variação de graus-hora na zona de frio (abaixo da linha neutra) e na zona de calor (acima da linha neutra) das residências simuladas por modelo computacional (TAS EDSL/Bentley) nos cenários climáticos futuros simulados pelo IAG/USP e avaliadas de acordo com o modelo adaptativo de De Dear <i>et al.</i> (1997) / ASHRAE 55 (2013).	115
Tabela 22. Variação de graus-hora na zona de frio (abaixo da linha neutra) e na zona de calor (acima da linha neutra) das residências simuladas por modelo computacional (TAS EDSL/Bentley) nos cenários climáticos futuros simulados pelo IAG/USP e avaliadas de acordo com o modelo adaptativo de Humphreys <i>et al.</i> (2010)	115
Tabela 23. Residência Cerqueira César, ambiente estar. Comparação dos meses de janeiro e fevereiro de: passado (1972), presente (2013) e onda de calor de 2014: resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear <i>et al.</i> (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys <i>et al.</i> (2010).	118
Tabela 24. Residência Vila Ida, ambiente estar. Comparação dos meses de janeiro e fevereiro de: passado (1972), presente (2013) e onda de calor de 2014: resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear <i>et al.</i> (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys <i>et al.</i> (2010).	119
Tabela 25. Residência Freguesia do Ó, ambiente estar. Comparação dos meses de janeiro e fevereiro de: passado (1972), presente (2013) e onda de calor de 2014: resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear <i>et al.</i> (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys <i>et al.</i> (2010).	120
Tabela 26. Variação da condição de conforto segundo o modelo adaptativo (conforto: 90% de aceitabilidade) ou de desconforto (Insatisfação por frio e Insatisfação por calor) para os cenários climáticos medidos dos meses de janeiro e fevereiro de: passado (1972), presente (2013) e onda de calor de 2014 nas três residências simuladas por modelo computacional (TAS EDSL/Bentley) e avaliadas de acordo com o modelo adaptativo de De Dear <i>et al.</i> (1997) / ASHRAE 55 (2013).	121
Tabela 27. Variação de graus-hora fora da zona de conforto definida pela norma ASHRAE 55 (2013) para 90% de satisfeitos na zona de frio e na zona de calor das três residências simuladas por modelo computacional (TAS EDSL/Bentley) para os cenários climáticos medidos dos meses de janeiro e fevereiro de: passado (1972), presente (2013) e onda de calor de 2014 e avaliadas de acordo com o modelo adaptativo de De Dear <i>et al.</i> (1997) / ASHRAE 55 (2013).	121
Tabela 28. Variação de graus-hora na zona de frio (abaixo da linha neutra) e na zona de calor (acima da linha neutra) das três residências simuladas por modelo computacional (TAS EDSL/Bentley) para os cenários climático medidos dos meses de janeiro e fevereiro de: passado (1972), presente (2013) e onda de calor de 2014 e avaliadas de acordo com o modelo adaptativo de De Dear <i>et al.</i> (1997) / ASHRAE 55 (2013).	122
Tabela 29. Variação de graus-hora na zona de frio (abaixo da linha neutra) e na zona de calor (acima da linha neutra) das residências simuladas por modelo computacional (TAS EDSL/Bentley)	

para os cenários climático medidos dos meses de janeiro e fevereiro de: passado (1972), presente (2013) e onda de calor de 2014 e avaliadas de acordo com o modelo adaptativo de Humphreys <i>et al.</i> (2010).....	122
Tabela 30. Variação média para situações de frio e calor incluindo ambos os modelos de conforto adaptativo adotados e os diferentes modos de avaliação (valores de partida: média das variações das três residências avaliadas) entre os cenários climáticos simulados presente e futuro distante.	124
Tabela 31. Variação média para situações de frio e calor incluindo ambos os modelos de conforto adaptativo adotados e os diferentes modos de avaliação (valores de partida: média das variações das três residências avaliadas) entre os cenários climáticos medidos 2013 (presente) e 2014 (presente com onda de calor).	125
Tabela 32. Variação média para situações de frio e calor incluindo ambos os modelos de conforto adaptativo adotados e os diferentes modos de avaliação (valores de partida: média das variações das três residências avaliadas) entre os cenários climáticos medidos 1972 (década de construção das residências) e 2014 (presente com onda de calor).	125
Tabela 33. Variação da temperatura máxima mensal na cidade de São Paulo ao longo dos anos. Dados de 1933 a 2014 medidos pela estação meteorológica do IAG-USP Parque de Ciência e Tecnologia da USP.....	140
Tabela 34. Variação da temperatura mínima mensal na cidade de São Paulo ao longo dos anos. Dados de 1933 a 2014 medidos pela estação meteorológica do IAG-USP Parque de Ciência e Tecnologia da USP.....	141
Tabela 35. Variação da amplitude mensal na cidade de São Paulo ao longo dos anos. Dados de 1933 a 2014 medidos pela estação meteorológica do IAG-USP Parque de Ciência e Tecnologia da USP.....	142
Tabela 36. Variação da temperatura máxima média mensal na cidade de São Paulo ao longo dos anos. Dados de 1933 a 2014 medidos pela estação meteorológica do IAG-USP Parque de Ciência e Tecnologia da USP	143
Tabela 37. Variação da temperatura mínima média mensal na cidade de São Paulo ao longo dos anos. Dados de 1933 a 2014 medidos pela estação meteorológica do IAG-USP Parque de Ciência e Tecnologia da USP	144
Tabela 38. Variação das temperaturas máxima e mínima média mensais na cidade de São Paulo ao longo dos anos. Dados de 1933 a 2014 medidos pela estação meteorológica do IAG-USP Parque de Ciência e Tecnologia da USP	145
Tabela 39. Comparação dos dados das medições meteorológicas coletadas: porcentagem de falhas em cada uma das variáveis.....	147

LISTA DE SIGLAS E REDUÇÕES

AR 1 = *First Assessment Report*
AR2 = *Second Assessment Report*
AR3 = *Third Assessment Report*
AR4 = *Fourth Assessment Report*
AR5 = *Fifth Assessment Report*
ASHRAE = American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers
CEN = *Comité Européen de Normalisation*
CFC = Clorofluorcarboneto
CIBSE = *Chartered Institution of Building Services Engineers*
CO2 = gás carbônico
EN = norma européia
EUA = Estados Unidos da América
FAU-USP = Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo
IAG-USP = Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP
IEA = *International Energy Agency*
IPCC = *Intergovernmental Panel on Climate Change*
ISO = *International Organization Standardization*
LABAUT = Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética do Departamento de Tecnologia da FAU-USP
LabEEE = Laboratório de Eficiência Energética da UFSC
ONU = Organização das Nações Unidas
PBMCM = Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas
PMV = *Predicted Mean Vote*
PPD = *Predicted Percentage Dissatisfied*
RAN 1 = Primeiro Relatório de Avaliação Nacional
RCP = *Representative Concentration Pathways*
TMY = *Test Meteorological Year*
TRM = Temperatura radiante média
UFSC = Universidade Federal de Santa Catarina
USP = Universidade de São Paulo
UR = Umidade relativa
WMO = *World Meteorological Organization*

Das fórmulas

T_n = Temperatura operativa interna neutra ou preferida
T_{op} = Temperatura operativa interna
T_o = Temperatura do ar média mensal externa
T_{rm} = *Exponentially weighted running mean temperature*
T_{conf} = Temperatura de conforto

RESUMO

ALVES, C. A. Resiliência das edificações às mudanças climáticas na região metropolitana de São Paulo. Estudo de caso: desempenho térmico de edifícios residenciais para idosos. 169p. Dissertação (mestrado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

O objeto desta pesquisa é o desempenho térmico de edifícios residenciais na cidade de São Paulo, tendo em vista as mudanças climáticas previstas e a maior vulnerabilidade da população idosa. O objetivo é a avaliação de desempenho térmico e de conforto ambiental de edifícios residenciais no cenário RCP 8.5 do Quinto Relatório do IPCC – IPCC AR5 e durante a onda de calor ocorrida em janeiro e fevereiro de 2014.

Este trabalho se utiliza de estudos de casos reais e de simulações computacionais. O método é indutivo, por meio de levantamentos de campo, e dedutivo, por meio de comparações entre os resultados das medições e das simulações computacionais; o trabalho apresenta, ao final, estudos preditivos do comportamento térmico e do conforto ambiental dos usuários nos edifícios estudados. Para tanto, foram levantadas e monitoradas seis residências de idosos voluntários, além de uma residência de controle, e foram realizadas simulações com o modelo EDSL/Bentley TAS (*Thermal Analysis Software*).

Para a simulação computacional foram utilizados dados climáticos simulados e medidos. Os dados climáticos simulados foram tratados a partir de dados cedidos pelo Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas/IAG-USP representando os períodos presente (1975 a 2005), futuro próximo (2015 a 2044), futuro intermediário (2045 a 2074) e futuro distante (2076 a 2096). Os dados medidos foram os registrados pela estação meteorológica do IAG-USP, localizada na zona sul de São Paulo, para três períodos distintos: o ano de 2013, quando foram monitoradas as residências, o ano de 1972, selecionado como representativo do período de construção das residências estudadas, e também o ano de 2014, para fins de estudo dos efeitos da onda de calor ocorrida em janeiro e fevereiro desse mesmo ano.

Os resultados foram analisados comparativamente entre os diferentes cenários climáticos e também entre as unidades habitacionais estudadas, adotando-se os índices de conforto adaptativo De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys *et al.* (2010), considerados os mais adequados para a avaliação térmica da operação em modo passivo no clima local, dentre os índices já existentes. As análises revelaram que, com a progressão dos cenários climáticos futuros, há tendência de alteração na condição de conforto dos usuários com aumento da sensação de calor e redução da sensação de frio, expressos aqui em número de horas e de graus-hora de desconforto. Além disso, sob a ocorrência de ondas de calor, o aumento abrupto e persistente da temperatura do ar tende a tornar as condições de desconforto térmico ainda mais acentuadas. Dentre todos os cenários estudados, e aplicando-se os dois modelos de conforto, foi encontrado um valor médio de aumento da condição de calor de 271%, variando de 83% a 694%, e uma redução média da condição de frio de 51%, variando de 24% a 70%.

Os resultados mostram que a conjugação desses dois fenômenos, mudança climática e onda de calor, pode provocar um efeito potencializador para o desconforto térmico por calor, tornando as condições inóspitas para o conforto humano, além de implicar em maior consumo de energia para climatização artificial.

PALAVRAS-CHAVE: Desempenho térmico, conforto térmico, conforto adaptativo, mudança climática, onda de calor.

ABSTRACT

The subject of this research is the residential buildings performance in the city of São Paulo, taking into account the climate changes predicted for the next decades and the greater vulnerability of the elderly related to the environmental conditions. The aim is the evaluation of thermal performance and comfort in residential buildings under the RCP 8.5 scenario from the IPCC Fifth Assessment Report – IPCC AR5, as well as under the heat wave occurred in January and February 2014.

This work is based on real case studies and computer simulations. The method is inductive, by field surveys, and deductive, though the comparison between measurements and computer simulation; finally, predictive studies of thermal performance and comfort are presented. For this purpose, six elderly dwellings, besides a control one, were surveyed and monitored, and computer simulations were carried out using EDLS/Bentley TAS (Thermal Analysis Software).

For the computer simulations, simulated and measured climate data were employed. The simulated data were treated starting from data provided by the Institute of Astronomy, Geophysics and Atmospheric Sciences/IAG-USP representing the periods present (1975 to 2005), near future (2015 to 2044), intermediate future (2045 to 2074 and far future (2076 to 2096). Measured data were recorded by the IAG-USP meteorological station, located in southern São Paulo, for three different periods: 2013, when the residences were monitored; 1972, selected as representative of the buildings' construction period, and also 2014, to study the January and February heat wave effects.

Results were analyzed comparing comfort conditions in the different climate scenarios and also among the case studies, following the adaptive comfort indices De Dear et al. (1997) / ASHRAE 55 (2013) and Humphreys et al. (2010), which were considered the two most appropriate ones, among the existing indexes, for the passive mode operation in the local climate.

Analysis revealed a tendency of change in comfort conditions throughout the progression of future climate scenarios, showing an increase in heat sensation and a decrease in cold sensation, which were expressed in number of hours and degree-hours of discomfort. Furthermore, in the occurrence of heat waves, the unexpected and persistent increase in air temperature tends to make thermal discomfort even more pronounced. Among all the studied scenarios, and applying both comfort models, in average, discomfort by heat increased 271%, ranging from 83% to 694%, and discomfort by cold decreased 51%, ranging from 24% to 70%.

The results show that the combination of both phenomena, climate change and heat wave, may lead to a potential effect of heat discomfort, making thermal conditions inhospitable for human comfort, besides implying a higher energy consumption for air conditioning.

KEYWORDS: Thermal performance, thermal comfort, adaptive comfort, climate change, heat wave.

1. INTRODUÇÃO E COLOCAÇÃO DO PROBLEMA

A comunidade científica tem verificado alterações nos padrões de clima nos últimos anos. Ainda que exista certo grau de incerteza quanto às projeções das alterações, grande parte dos pesquisadores aceita sua relação com o aumento de emissões de gases de efeito estufa, resultado do modelo humano de ocupação do planeta, especialmente a partir do século XVII, com a revolução industrial e suas consequências, e que evoluiu até os dias atuais.

A principal organização mundial que se dedica ao fenômeno é o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), IPCC, órgão cuja função é sistematizar o estado atual do conhecimento científico referente à mudança climática de causa antrópica e seus impactos. As constatações de seu último relatório, o AR5 (*Fifth Assessment Report*) aumentam o grau de certeza da influência humana na mudança climática em curso e agravam as previsões de aquecimento. Segundo as previsões do relatório, até o ano de 2.100, o planeta sofrerá um aumento nas temperaturas médias de superfície de 0,9°C a 1,7°C de acordo com as previsões mais otimistas e, segundo as mais pessimistas, de 2,6°C a 4,8°C.

O desempenho térmico e energético dos edifícios depende do clima ao qual eles estão expostos (DE WILDE, COLEY, 2012; UNEP, 2007). Novas condições climáticas impõem novos impactos aos edifícios e cidades, assim como aos seus usuários, tanto pelo aumento das temperaturas médias, quanto pela redução das amplitudes diárias, quanto pela maior frequência de eventos extremos.

Para o clima da cidade de São Paulo, segundo Nobre *et al.* (2010) as projeções para a região indicam aumento no número de dias e noites quentes e redução no número de dias e noites frios. Um estudo de clima futuro simulado pelo IAG-USP/Departamento de Ciências Atmosféricas indica alteração do clima da metrópole: os anos típicos que geralmente apresentavam as 4 estações distintas passarão a ter basicamente dois períodos, um quente (de setembro a abril) e um ameno (de maio a agosto) (informação verbal¹). A leitura também coincide com Marengo (2006) que, através de simulações utilizando os cenários A2 e B2 do quarto relatório do IPCC indicaram uma anomalia nas temperaturas do sudeste brasileiro para um padrão tipicamente tropical. As mudanças também indicam que eventos que usualmente não acontecem em São Paulo passem a ocorrer, como ondas de calor a exemplo daquela verificada nos meses de janeiro e fevereiro de 2014 quando se registrou temperaturas acima daquelas observadas nos últimos anos e umidade relativa abaixo dos valores historicamente encontrados².

Neste contexto, existe um importante trabalho de adaptação e mitigação a ser realizado e os setores da construção civil, da arquitetura e do urbanismo podem prestar grandes contribuições. Adaptação diz respeito aos estudos dos impactos das mudanças climáticas e da previsão de suas prováveis consequências para as áreas urbanas, para os edifícios e para as pessoas que neles habitam; remete ao desempenho das construções

¹ Artigo em elaboração. Rafael J R Batista, Fabio L T Gonçalves, Rosmeri P da Rocha. "Apparent Temperature trends for the Metropolitan Region of São Paulo derived from RegCM3 regional climate model simulations".

² Dados da estação meteorológica do IAG-USP/Parque de Ciência e Tecnologia da USP.

frente às alterações dos principais parâmetros climáticos e à redução da sua vulnerabilidade a essas mudanças. Por outro lado, a mitigação das causas das mudanças climáticas, decorrentes das emissões de gases de efeito estufa, implica na redução dessas emissões pela diminuição do consumo de energia.

A primeira função dos edifícios, em especial daqueles com função habitacional, é a de abrigo (ROAF *et al.*, 2009; NICOL *et al.*, 2012). Oferecer condições favoráveis à vida e aos desempenho das atividades humanas, ou seja, condições de conforto, está em sua essência. Tendo em vista que, no âmbito da arquitetura, o conforto se relaciona às sensações provocadas pelo espaço em seus usuários como consequência de estímulos do ambiente, esse trabalho se propõe a buscar compreender o desempenho dos edifícios habitacionais submetidos a condições ambientais em transição: o clima em transição.

1.1 Objeto e Objetivos

O objeto desta pesquisa é o desempenho térmico de edifícios residenciais na cidade de São Paulo, tendo em vista as mudanças climáticas previstas e a maior vulnerabilidade da população idosa. O objetivo é a avaliação de desempenho térmico e de conforto ambiental de edifícios residenciais no cenário RCP 8.5 do Quinto Relatório do IPCC – IPCC AR5 e durante a onda de calor ocorrida em janeiro e fevereiro de 2014.

Este trabalho se insere no projeto temático Biometeorologia humana: análise dos efeitos de variáveis ambientais (meteorológicas, conforto térmico e poluição atmosférica) e das mudanças climáticas na população geriátrica da cidade de São Paulo, coordenado pelo Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo, o IAG-USP³.

Trata-se de um trabalho que procurou estudar, a partir de uma amostra selecionada, a relação entre conforto ambiental em ambientes residenciais, o possível impacto das mudanças climáticas no estoque edificado existente e possíveis estratégias para adaptação e mitigação. Neste projeto, as questões de conforto térmico são direcionadas à população de idosos, população essa que está crescendo em proporção na população brasileira e mundial e que, por sua maior fragilidade fisiológica, é mais suscetível às consequências das mudanças climáticas sobre a saúde humana.

1.2 Estrutura do Trabalho

Além desta Introdução e colocação do problema, a dissertação está organizada em mais seis capítulos:

O Capítulo 2 - Revisão Bibliográfica, apresenta um panorama dos principais assuntos que embasam esse trabalho. É apresentada uma visão global sobre o tema das mudanças climáticas, assim como, é abordada a influência recíproca do fenômeno sobre

³ Projeto temático FAPESP processo 2010/10189-5. Coordenador: Prof. Dr. Fábio Luiz Teixeira Gonçalves (IAGUSP). O projeto envolve IAGUSP, FMUSP, POLIUSP e FAUUSP, com a equipe do LABAUT – Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética. Vigência de 01/07/2011 a 30/06/2015.

cidades e edifícios. Em seguida é exposta uma pequena contextualização no que se refere a idosos e mudanças climáticas e por fim, as questões inerentes ao clima e às diretrizes de projeto para a cidade de São Paulo, contexto desse trabalho.

O Capítulo 3 - Método, expõe como foram realizados os levantamentos de dados necessários para esse trabalho: levantamento das residências para o estudo, levantamento dos dados climáticos da cidade de São Paulo e levantamento das variáveis ambientais no interior das residências, descreve também os equipamentos utilizados neste trabalho. Em seguida, expõe os procedimentos relacionados à realização das simulações computacionais, incluindo a elaboração de arquivos climáticos para representação dos cenários para essa pesquisa e a calibração dos modelos computacionais elaborados e, por fim, aborda-se a forma de análise dos resultados.

No Capítulo 4 - Apresentação dos Dados Primários Levantados e Análise dos Resultados, são apresentados os dados primários levantados: residências para o estudo e variáveis ambientais medidas em seu interior. Foram sete as residências levantadas, sendo seis delas de idosos voluntários e uma de controle, localizadas em diferentes bairros da cidade de São Paulo. Quatro variáveis ambientais foram medidas: temperatura do ar, umidade relativa do ar, temperatura de globo e velocidade do vento. Apresenta-se, também, a leitura comparativa destes levantamentos.

O Capítulo 5 - Simulação Computacional e Análise dos Resultados, expõe a calibração dos modelos, sua simulação nos diferentes cenários climáticos determinados para esse estudo e os resultados das simulações, avaliados utilizando os índices de conforto adaptativos selecionados para esse trabalho. Os arquivos climáticos elaborados e utilizados foram sete, divididos em dois grupos:

- Quatro arquivos climáticos baseados em dados simulados pelo IAG-USP, representativos das situações: presente (1975 a 2005), futuro próximo (2015 a 2044), futuro intermediário (2045 a 2074) e futuro distante (2076 a 2096);
- Três arquivos climáticos para observação do efeito de onda de calor, baseados em dados medidos de períodos já passados: década de 1970 (1972), presente (2013) e presente com onda de calor (2014), observados os meses de janeiro e fevereiro, representativos respectivamente da década estimada de construção das residências estudadas, o ano em que foram realizadas as medições e ano com advento de onda de calor nos meses de janeiro e fevereiro.

Por fim, o Capítulo 6 - Considerações Finais e Conclusões traz a compilação dos resultados, indicando o agravamento das condições de conforto térmico nas residências estudadas e pressupondo agravamento ainda maior se considerado o efeito combinado do aquecimento global com a incidência de onda de calor, fenômeno que tende a tornar-se mais recorrente no futuro.

O fechamento ocorre com o item Referências Bibliográficas, onde são indicadas a bibliografia referenciada e consultada para a elaboração da dissertação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A comunidade científica tem verificado alterações nos padrões de clima nos últimos anos. Ainda que exista certo grau de incerteza quanto às projeções das alterações, grande parte dos pesquisadores aceita sua relação com o aumento de emissões de gases de efeito estufa, resultado do modelo humano de ocupação do planeta, especialmente a partir do século XVII, com a revolução industrial e suas consequências, e que evoluiu até os dias atuais.

O desempenho dos edifícios depende do clima ao qual eles estão expostos (DE WILDE, COLEY, 2012; UNEP, 2007). Novas condições climáticas impõem novos impactos aos edifícios e cidades, assim como aos seus usuários. Neste contexto, existe um importante trabalho de adaptação e mitigação a ser realizado e os setores da construção civil, da arquitetura e do urbanismo podem prestar grandes contribuições.

2.1 Mudanças Climáticas

Segundo a definição do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), IPCC, mudanças climáticas são alterações nos padrões do clima ao longo dos anos e ocorrem no planeta desde o início de sua existência.

Roaf *et al.* (2009) destacam que mudanças no clima têm marcado a história da humanidade e que todas as grandes civilizações foram afetadas por elas, a exemplo dos antigos povos egípcios, mesopotâmicos, maias e europeus durante os cinco séculos da pequena Era Glacial e que desastres e epidemias têm ocorrido, trazendo problemas mais graves, muitas vezes em função das condições extremas dos ciclos climáticos regionais (Figura 1).

Ainda que a ocorrência destes fenômenos climáticos seja uma constante na história do planeta e que tenha sido, ao longo da maior parte de sua história, ocasionada por fatores naturais, existem evidências de que, nas últimas décadas, está ocorrendo a aceleração deste processo que pode não ser causada exclusivamente por causas naturais. Durante o século XX verificou-se um aumento da média global das temperaturas na superfície do globo de aproximadamente 0,7°C (OLIVEIRA, 2008).

Há divergências quanto às causas destas mudanças recentes terem origem antrópica ou não. Correntes que defendem que o fenômeno ocorre por causas ambientais naturais afirmam que há evidências de que, em diversos outros momentos da história do planeta, ocorreram variações significativas de temperaturas médias globais sem intervenções humanas nos ecossistemas. Afirmam também que o intervalo de tempo do qual a humanidade tem registro de medições climáticas de temperatura, de aproximadamente 150 anos, é muito curto para se afirmar que as alterações que vivenciamos no presente são realmente um fato único na história e também que a

contribuição humana para a emissão de gás carbônico, o principal gás de efeito estufa, é muito pequena, cerca de 3% do total, se comparada às emissões naturais, de modo que o peso da intervenção humana neste contexto seria muito pequeno para ocasionar mudanças desta magnitude (MOLION, 2008).

Figura 1. Variação da temperatura média na Terra nos últimos 20.000 anos pontuados por alguns dos mais relevantes eventos históricos. Fonte: WHO, 2003

Por outro lado, muitos estudos indicam que o fenômeno ocorre, principalmente, em consequência das atividades humanas e é relacionado, sobretudo, ao aumento da emissão de gases de efeito estufa na atmosfera terrestre, como a queima de combustíveis fósseis, o que altera a composição atmosférica e, com isso, potencializa o efeito estufa (GOLDEMBERG, 2010).

Existe, portanto, um dilema entre aceitar que o fenômeno esteja ocorrendo devido à ação da humanidade, com as consequentes previsões mais pessimistas ou assumir o risco de aceitar as previsões mais otimistas que, por um lado, não requerem ações ou custos, mas podem, por outro, acarretar riscos (COLEY *et al.*, 2012).

Partindo-se da hipótese de que as previsões de alterações climáticas estão ocorrendo por ações humanas e devem se acentuar nos próximos anos, não só pela ampla aceitação de pesquisadores da área, como pela precaução, procurando antever riscos e buscar soluções, há, portanto, um trabalho de adaptação e mitigação a ser realizado, pois, ainda que as emissões cessassem hoje, o efeito dos gases acumulados na atmosfera perduraria por um longo período. Isso porque gases como o gás carbônico, o metano e o óxido nítrico, denominados gases de efeito estufa de longa vida, “permanecem por décadas na atmosfera, o que possibilita sua distribuição homogênea e sua influência de longo prazo no clima” (OLIVEIRA, 2008).

A principal organização mundial que se dedica ao fenômeno é o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, ou, da sigla em inglês, IPCC, *Intergovernmental Panel on Climate Change*, uma instituição intergovernamental criada como resultado da Primeira Conferência Mundial sobre o Clima, realizada em Toronto no ano de 1988. Foi estabelecido pelo Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas e a Organização Meteorológica Mundial. Atualmente, conta com 195 países.

A função do painel é fornecer uma visão clara do estado atual do conhecimento científico referente às mudanças climáticas ocasionadas pelas atividades humanas e seus potenciais impactos ambientais e socioeconômicos através da compilação e avaliação das informações científicas disponíveis sobre o assunto. A organização publica relatórios periodicamente, o primeiro deles data do ano de 1990 e nele se concluiu que a crescente acumulação de gases antropogênicos na atmosfera aumentaria o efeito estufa, resultando em um aquecimento adicional da superfície terrestre (ROAF *et al.*, 2009).

Os segundo e terceiro relatórios, publicados respectivamente nos anos de 1995 e 2001, tiveram grande importância pelo embasamento que forneceram às reuniões e conferências internacionais, sendo que o segundo relatório foi o que embasou a proposição do protocolo de Kyoto.

O quarto relatório, por sua vez, data de 2007 e constata que houve um aumento global de temperatura registrado no século XX e que é muito provável que sua origem seja antrópica.

“The observed widespread warming of the atmosphere and ocean, together with ice mass loss, support the conclusion that it is extremely unlikely that global climate change of the past 50 years can be explained without external forcing and very likely that it is not due to known natural causes alone. During this period, the sum of solar and volcanic forcings would likely have produced cooling, not warming. Warming of the climate system has been detected in changes in surface and atmospheric temperatures and in temperatures of the upper several hundred meters of the ocean. The observed pattern of tropospheric warming and stratospheric cooling is very likely due to the combined influences of GHG increases and stratospheric ozone depletion. It is likely that increases in GHG concentrations alone would have caused more warming than observed because volcanic and anthropogenic aerosols have offset some warming that would otherwise have taken place.” (IPCC, 2007, p. 39)

O último trabalho do IPCC é o seu quinto relatório (AR5), divulgado entre o segundo semestre de 2013 e novembro de 2014. Entre os principais avanços do relatório estão aqueles incorporados nos modelos de simulação climática, principalmente na influência humana sobre o clima e o aumento da resolução dos modelos.

A cada relatório do IPCC a importância do fator antrópico nas condições e previsões climáticas aumenta. O AR5 expõe que a situação é cada vez mais crítica e aponta aumento no grau de certeza da influência humana no aquecimento global, agora em 95%. As cidades e o processo de urbanização ganham cada vez mais espaço nas discussões, tendo em vista a crescente urbanização mundial e o fato de que nessas áreas os efeitos das mudanças serão mais sentidos.

Figura 2. Variações nas médias globais de temperatura. As mudanças são expressas pelas diferenças com relação às médias do período 1961 – 1990 (escala à esquerda) e em valores absolutos (valores à direita). As curvas representam as médias por décadas enquanto os círculos mostram os valores por ano. As áreas sombreadas representam os intervalos de incerteza. Fonte: IPCC, 2007.

Estabelecido nos moldes do IPCC, o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, o PBMC, foi criado pelos Ministérios da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente no ano de 2009 com o objetivo de reunir, sintetizar e avaliar a produção científica nos aspectos relevantes das mudanças climáticas no Brasil. O Primeiro Relatório de Avaliação Nacional, o RAN 1 foi publicado em 2013

O PBMC se insere nas atividades de implementação do Plano Nacional sobre Mudança do Clima. As principais conclusões do seu primeiro relatório são que a temperatura no Brasil pode aumentar de 3 °C a 6 °C até 2100, o que poderia afetar a produção de alimentos e de energia no país. Mas também revela que existem lacunas nas informações sobre impacto ambiental e mudanças climáticas no país.

2.1.1 Histórico

As primeiras medições físicas sobre as emissões globais de gás carbônico (CO₂) foram iniciadas na década de 1950 em Mauna Loa, uma ilha do Havaí, e constituem o mais longo e ininterrupto registro de concentrações de CO₂ disponível no mundo. A ilha é dotada de uma localização favorável para a realização de medições devido à mínima influência local da vegetação e das atividades humanas, assim como de ventos vulcânicos. A partir desses registros é possível indicar as tendências da concentração atmosférica do gás. O relatório apresentado sobre as medições revelava um aumento de 18% na média anual de concentração de gás carbônico, de 316ppm (partes por milhão) de ar seco no ano de 1959 para 373ppm no ano de 2002 (ROAF *et al.*, 2009). Deste modo, já na década de 1960 foi, pela primeira vez, apontada a possibilidade da mudança climática em curso.

A partir de então, o desenrolar da história das emissões de gases de efeito estufa, estudos e políticas sobre mudanças climáticas se fundem com a história recente da humanidade. Destacam-se neste contexto alguns momentos e acontecimentos que

pontuam a relevância do tema com o desenvolvimento da história recente da civilização. Serão descritos a seguir alguns dos principais acontecimentos e momentos deste histórico.

Os primeiros modelos em larga escala de estudo das condições climáticas globais foram apresentados nos anos de 1970 e 1971. Estes endossaram os modelos climáticos recentes que apontavam uma modificação inesperada no clima e recomendavam maior iniciativa na coleta de dados globais, novos padrões internacionais de medição de dados ambientais e integração dos programas existentes para formação de uma rede global de monitoramento. Esses relatórios seriam os precursores da pauta das mudanças climáticas antropogênicas nas políticas públicas. Foram eles o *Study of Critical Environmental Problems* (SCEP) e o *Study of Man's Impact on the Climate* (SMIC), ambos elaborados para a reunião sobre o meio ambiente, que ocorreu em Estocolmo em 1972, a qual ficou conhecida como a Primeira Conferência da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre o Meio Ambiente (ROAF *et al.*, 2009), momento em que se discutiu a gravidade das mudanças climáticas.

Os anos seguintes foram marcados pelas negociações que culminaram com o Protocolo de Kyoto, firmado no Japão em 1997. O documento definiu o que se convencionou chamar de “princípio da responsabilidade comum, porém, diferenciada”, segundo o qual todos os países deveriam cooperar, em espírito de parceria para conservar, proteger e restabelecer a saúde e a integridade do ecossistema da Terra. Tendo em vista, porém, que os países desenvolvidos emitiram mais no passado, cabe a eles a responsabilidade de reverter os danos causados ao meio ambiente, bem como prevenir futuras agressões. Este foi o primeiro conjunto de metas de redução de gases responsáveis pelo efeito estufa adotado mundialmente. Sua entrada em vigor, porém, só ocorreria em 2005. De acordo com os termos do protocolo, as nações industrializadas se comprometeriam em reduzir em 5% as emissões de gases, em relação aos níveis de 1990, no período entre 2008 e 2012 (SALATIEL, 2012). Os Estados Unidos, que eram então a nação mais poluidora do planeta, não assinaram o protocolo, o que limitava o alcance das propostas para diminuir o aquecimento do planeta. Na época, o então presidente George W. Bush justificou que elas prejudicariam a economia americana. Nos últimos anos, a China ultrapassou os EUA na posição de maior poluidor mundial, em valores absolutos; o país assinou o protocolo em 1998, mas ele não inclui metas obrigatórias para os países então considerados emergentes (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul). Veiga (2009) questiona a não inclusão de países emergentes, ou em desenvolvimento, no tratado por considerar “discutível que a responsabilidade possa ser atribuída às gerações que usaram e abusaram do uso de energias fósseis quando nem se sabia que isso causava estrago” (VEIGA, 2009, p. 12).

Em 2006 foi divulgado o chamado Relatório Stern (nome do seu coordenador, Sir. Nicholas Stern, economista britânico do Banco Mundial). Trata-se de um estudo encomendado pelo governo britânico sobre os efeitos das alterações climáticas na economia mundial nos próximos 50 anos. Uma das principais conclusões do relatório é que com um investimento de apenas 1% do PIB mundial a cada ano se pode evitar a perda de 20% deste PIB no prazo simulado de 50 anos (STERN, 2006). Segundo o relatório, portanto, a não consideração da mudança do clima seria um grande erro de mercado ao passo que a transição para uma economia de baixo carbono significaria

grandes oportunidades principalmente no mercado de tecnologias de baixo uso de carbono.

No mesmo ano, um documentário sobre mudanças climáticas foi lançado por Al Gore. *“An Inconvenient Truth”* foi de grande impacto, alarmava sobre o advento das mudanças climáticas e seus possíveis impactos, criticando, inclusive, o governo norte-americano. No ano seguinte ao seu lançamento recebeu o Oscar de melhor documentário.

No ano de 2007 foi publicado o Quarto Relatório de Avaliação (AR4) sobre mudanças no clima do IPCC. Este é um relatório importante, pois expõe evidências das alterações no clima mundial e relaciona o fenômeno às ações humanas (IPCC, 2007). Neste mesmo ano Al Gore e o IPCC dividiram o prêmio Nobel da Paz por seus trabalhos a respeito de mudanças climática. Segundo Veiga (2009) as evidências científicas sobre o aquecimento global só começaram a ser, de fato, levadas a sério neste ano de 2007, portanto, trinta e cinco anos depois da primeira reunião internacional sobre o tema.

Com o peso de maior poluidor mundial, a China lançou, em 2011, seu 12º Plano Quinquenal para o desenvolvimento econômico e social. O rápido crescimento do país nas últimas décadas ocorreu às custas do aumento da poluição, do uso intensivo de energia e do esgotamento de recursos. Para esta nova fase de seu desenvolvimento são colocados como grandes objetivos as questões ambientais e de eficiência energética: o país, ainda que tenha uma matriz energética fortemente baseada em carvão muda seu foco para energias renováveis.

Em 2012 ocorreu a conferência que ficou conhecida como Rio+20. A conferência não rendeu grandes frutos. Pretendeu-se, na ocasião, estabelecer uma série de objetivos, chamados Objetivos de Desenvolvimento Sustentável que substituiriam os Objetivos do Milênio⁴. A conferência, porém, se encerrou sem que eles fossem estabelecidos. Esta reunião ocorreu em momento de crise financeira em países desenvolvidos importantes, como os da União Europeia e Estados Unidos e, neste momento, a questão ambiental não pareceu ser a mais relevante. Intenções foram reafirmadas, mas não houve fechamento de acordos.

A validade do Protocolo de Kyoto se encerraria neste mesmo ano de 2012, sem que outro acordo semelhante o substituisse. Em dezembro de 2012, último mês de vigência do Protocolo, em reunião na cidade de Doha, no Catar foi, então, aprovado o que seria o segundo período de vigência do documento, com validade até o ano de 2020. O acordo ficou, contudo, enfraquecido. Somente 37 dos 194 países signatários da Conferência das Partes, a COP, apoiam, hoje, o Protocolo de Kyoto. Juntos, eles respondem por apenas 15% do total das emissões de gás carbônico (SALATIEL, 2012).

No mês de maio de 2013 a concentração de dióxido de carbono na atmosfera, pela primeira vez nos últimos 4,5 milhões de anos, ultrapassou 400ppm. E a concentração continua a subir a cerca de 2 partes por milhão por ano. O número é bastante alto tendo em vista que os níveis pré-industriais eram de aproximadamente 280ppm e quando as medições em Mauna Loa se iniciaram, na década de 1950, eles eram de 315ppm

⁴ Objetivos do Milênio: Compromissos assumidos pelo países no âmbito da ONU para combater aqueles que foram considerados os principais problemas da sociedade. Foram definidos em 2000 através da Declaração do Milênio e deveriam ser alcançados até 2015.

(BIELLO, 2013; SIMMS, 2013; WOLF, 2013). É relevante, pois, notar que a humanidade se desenvolveu em ambiente com concentrações de CO₂ na ordem de 300ppm e que as ações internacionais para se evitar essas mudanças atmosféricas não estão gerando os resultados esperados.

O último relatório do IPCC, o AR5 (*Fifth Assessment Report*), foi lançado entre o final de 2013 e novembro de 2014, o relatório aumenta o grau de certeza da influência humana na mudança climática em curso e agrava as previsões de aquecimento. O relatório completo é composto pelo trabalho de três grupos mais um relatório síntese.

2.1.2 O Sistema Climático, as Ações Humanas e as Mudanças Climáticas

A Organização Meteorológica Mundial, ou, da sigla em inglês, WMO, *World Meteorological Organization*⁵, apresenta o clima como um sistema resultante de cinco elementos: atmosfera, hidrosfera, criosfera, litosfera e biosfera (Figura 3) e o clima pode ser descrito pelas médias e variabilidade de temperatura, precipitação e ventos durante um período de tempo, geralmente 30 anos.

Alterações ao longo do tempo influenciam suas características, as quais podem ser causadas tanto por dinâmicas internas quanto por fatores externos, chamados forçantes. Forçantes incluem fenômenos naturais como erupções vulcânicas e variações solares, assim como alterações na composição atmosférica causadas por ações humanas (LE TREUT *et al.*, 2007).

A energia solar influencia fortemente o sistema climático. Existe um equilíbrio radiativo que pode ser alterado de três formas:

“(...) (1) variar a energia solar incidente por alterações na órbita da Terra e no próprio Sol; (2) variar a fração da radiação refletida (albedo) por mudanças nas coberturas de nuvens, pela presença de aerossóis atmosféricos, etc.; (3) variar a radiação infravermelha emitida pela Terra pela variação no teor de gases de efeito estufa.” (OLIVEIRA, 2008, p. 22)

A primeira opção, a variação na energia solar incidente, pôde ser refutada pela Teoria dos Ciclos de Milankovitch, que constatou que a quantidade e distribuição da energia proveniente do Sol realmente variaram ao longo do tempo, fato que conseguiu explicar as glaciações dos últimos 650 anos. Contudo, observando-se apenas o tempo em questão, o último século, concluiu-se que “(...) a energia que a Terra recebe do Sol permanece praticamente inalterada pela mudança dos parâmetros orbitais” (OLIVEIRA, 2008, p. 23). Ou então, pela teoria das Manchas Solares, a energia incidente na Terra pode variar de acordo com a quantidade de manchas solares, porém, as flutuações registradas nos últimos mil anos foram consideradas de pequena amplitude.

⁵ WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). Understanding Climate. Disponível em: <http://www.wmo.int/pages/themes/climate/understanding_climate.php#b>. Acesso em: outubro / 2013.

Restam, portanto, as outras duas opções, que serão discutidas a seguir: a amplificação do efeito estufa pela emissão de gases e as cidades como amplificadoras do aquecimento.

Figura 3. Vista esquemática dos componentes do sistema climático, seus processos e interações. Fonte: Le Treut *et al.* (2007)

O efeito estufa (Figura 4) é o responsável por permitir a vida humana na Terra, pois, sem ele, a temperatura média do planeta seria -18°C . Graças ao efeito estufa, essa média é, atualmente, 15°C . (NOBRE *et al.*, 2012). O fenômeno foi descrito pela primeira vez, teoricamente, por Jean-Baptiste-Joseph Fourier, em 1824, interessado em compreender os mecanismos responsáveis pela absorção e manutenção da radiação solar na atmosfera. Fourier reconheceu que muitos gases atmosféricos eram transparentes à radiação emitida pelo sol, mas opacos à radiação emitida pela Terra. As primeiras medições da capacidade de absorção da atmosfera foram feitas por John Tyndall, em 1859, que construiu o primeiro espectrofotômetro com o propósito de testar a hipótese de Fourier. Já no final do século XIX, o físico sueco, Svante August Arrhenius, colocou sua atenção sobre as potenciais alterações climáticas que o aumento do nível do CO_2 poderia ocasionar na atmosfera terrestre (STONE, 2012). Os anos que o precederam haviam sido marcados pelo início da revolução industrial e da extração de petróleo. Seus cálculos sugeriram que alterações significativas nas concentrações de CO_2 atmosférico poderiam causar alterações no clima global.

Entre os gases que compõem a atmosfera terrestre, o principal gás de efeito estufa é o vapor d'água, que é responsável por aproximadamente 60% desse efeito. O CO_2 , por sua vez, é responsável por aproximadamente 20%, outros gases de efeito estufa como metano e óxido nitroso têm participações ainda menores (Figura 5). Enquanto as concentrações de vapor d'água são controladas principalmente pela evaporação dos oceanos, sem controle humano, a concentração dos demais gases como CO_2 , metano,

óxido nitroso e CFCs está aumentando consideravelmente, influenciada pela atividade humana. Ainda que não haja incremento de vapor d'água ocasionado diretamente pela humanidade, o aumento da temperatura ocasionado pelo incremento de outros gases pode ter efeitos sobre a concentração de vapor d'água na medida em que proporciona maior evaporação, o que origina um efeito estufa adicional (NOBRE *et al.*, 2012).

Figura 4. Efeito estufa. Fonte: STONE, 2012.

GASES DO EFEITO ESTUFA	ΔT	CRESCIMENTO
Vapor D'água	20°C	-
Dióxido De Carbono	7°C	36%
Ozônio	2 A 3°C	-
Óxido Nitroso (N ₂ O, Derivados)	1,4°C	18%
Metano	0,8°C	150%
Demais Gases	0,6°C	-

Figura 5. Influência relativa dos gases de efeito estufa no efeito estufa natural da atmosfera da Terra, coluna do meio (Os valores são relativos aos 33°C de incremento de temperatura da Terra pelos quais o efeito estufa é responsável: diferença de -18°C para 15°C) e crescimento das concentrações atmosféricas devido às emissões antropogênicas para CO₂, CH₄ e N₂O desde o início da era industrial. Fonte: NOBRE *et al.*, 2012.

O clima varia naturalmente, tanto temporal quanto espacialmente. Nos últimos 400 mil anos, ocorreram quatro ciclos distintos, glaciais e interglaciais, todos naturais. O que caracteriza, porém, a mudança climática em curso e que a distingue das demais é a velocidade com que a temperatura está subindo, nos últimos 100 ou 150 anos que é muito maior que nos casos anteriores. Segundo Nobre *et al.* (2012) a melhor explicação existente no presente para o aumento da temperatura nos últimos 50 anos é o acúmulo de gases de efeito estufa (Figura 6). Nota-se na Figura 7 que o modelo de simulação

climática que não considera as emissões humanas se afasta da curva de temperatura medida. A melhor aproximação de dados medidos e simulados é obtida quando tanto as condições naturais quanto as emissões de origem antrópica são consideradas.

Figura 6. Níveis de CO₂ – Linha verde. CO₂ emitido na atmosfera pelas atividades antrópicas. Fonte: COOK, 2011.

Figura 7. Comparação entre anomalias de temperatura média global (°C) de observações (preto) e simulações forçadas com (a) ambas forçantes radiativas antropogênicas e naturais e (b) forçantes radiativas naturais apenas. Fonte: NOBRE *et al.*, 2012.

Além dos gases de efeito estufa, outro importante fator de alteração do clima são as alterações no uso da terra proporcionadas pelas ações humanas. Para sua compreensão são consideradas as características da superfície terrestre relacionada a albedo e balanço energético.

Albedo é a refletância das superfícies. Quanto maior o albedo terrestre, maior a quantidade de radiação recebida é refletida de volta, ambas em ondas curtas, de modo que não colaboram para o efeito estufa já que esta porção de radiação refletida, em sua maior parte, atravessa a atmosfera terrestre e volta para o espaço.

O balanço energético superficial terrestre diz respeito aos mecanismos de reemissão de radiação na forma de ondas longas e sua absorção pelos gases de efeito estufa, assim como outros dois mecanismos que proporcionam o aquecimento da atmosfera terrestre e têm grande impacto em escala regional: os mecanismos de dissipação de calor sensível e de calor latente.

O calor sensível se origina do aquecimento das superfícies que, então, aquecem o ar imediatamente sobre elas e, assim, por diferença de densidade, o ar sobe e distribui o calor pela atmosfera por meio da convecção.

O calor latente é aquele resultante da evaporação da água encontrada nos corpos d'água, nas superfícies de diversos materiais, na cocção dos alimentos e também na transpiração humana. Esta modalidade de calor não proporciona um aumento direto da temperatura. A energia da radiação é contida no vapor de água (inicialmente água em estado líquido) que se dispersa na atmosfera. Desse modo, regiões de pântano ou floresta podem manter a temperatura do ar mais baixa em períodos quentes, pela evaporação.

Combinadas, as propriedades de albedo e de balanço energético da superfície terrestre desempenham papel significativo no aquecimento atmosférico. As alterações humanas no uso da terra estão promovendo tanto a redução do albedo como da disponibilidade de umidade para resfriamento evaporativo (fluxo de calor latente), de modo que maior quantidade de energia solar retornará à atmosfera na forma de radiação de ondas longas, o que proporciona aumento de temperatura mesmo sem o aumento de concentrações atmosféricas de gases de efeito estufa.

Efeitos como os descritos acima são importantes em casos de alteração no uso da terra, a exemplo do desmatamento da Amazônia no Brasil. Mas são também significativos em cidades, principalmente grandes aglomerações urbanas, onde os efeitos do aquecimento proporcionado pelo uso da terra maximizam os efeitos do aquecimento global causados pela emissão de gases de efeito estufa. Segundo Stone (2012, p. 57), “ *the actual impacts of human activities on climate at the regional scale, accounting for both land-surface changes and emissions of greenhouse gases, may be twice as great as the impacts of greenhouse gases alone*” (grifo do autor).

Os principais fenômenos que tornam as cidades mais quentes são 1) a redução das oportunidades de resfriamento evaporativo devido à menor retenção de umidade pela redução da vegetação e grande utilização de materiais impermeáveis e que não retém água; 2) baixa refletividade das superfícies, que ocorre principalmente por utilização de cores escuras, e que proporciona absorção de grande quantidade de radiação solar que é, em seguida, reenviada à atmosfera na forma de calor sensível ou de radiação de ondas

longas, provocando aumento na temperatura; 3) a formação de “canyons urbanos”⁶, que bloqueiam parte da reflexão da radiação de onda longa diretamente para o céu e provocam a reabsorção da radiação refletida pelas superfícies verticais de edifícios altos e, por fim, 4) o calor antropogênico eliminado pelos processos mecânicos, incluindo veículos e equipamentos de ar condicionado. Segundo Stone (2012) nas regiões urbanas, as questões de uso da terra e as emissões de resíduos de calor pelos sistemas mecânicos “*are playing a more significant role in ongoing warming trends than greenhouse gas emissions*” (STONE, 2012, p. 86). Segundo o mesmo autor, as taxas de aquecimento médio decenal em grandes cidades dos Estados Unidos durante os últimos 50 anos é maior que as taxas de aquecimento de zonas rurais em um fator de 1,5, o que significa uma taxa média de amplificação de 50%. E a taxa de aquecimento das cidades é o dobro da taxa de mudança global.

As questões climáticas em qualquer ponto do planeta são fortemente influenciadas tanto por mecanismos globais quanto regionais, e ambos oferecem o potencial para acelerar ou desacelerar a tendência de aquecimento. Na grande maioria dos modelos climáticos, porém, pelo caráter predominantemente regional, as influências causadas pelos fenômenos relacionados como ocupação e uso da terra descritas não figuram, na maioria das vezes, por uma questão de escala. Sua importância, porém, está principalmente no fato de, ainda que de caráter regional, os fenômenos relacionados ao uso da terra ocorrem predominantemente nas regiões urbanas onde vive atualmente mais da metade da população terrestre. É na escala regional onde se encontram os principais agentes e também onde os principais efeitos são sentidos por grande parte dos habitantes do planeta.

2.2 Mudanças Climáticas e a Questão Energética

A principal fonte de emissão antropogênica de gases de efeito estufa no mundo é a geração de energia (CBCS *et al.*, 2014), para as mais diversas funções. No cenário internacional, grande parte da geração de energia elétrica é feita a partir de matrizes fósseis, cuja queima libera gases de efeito estufa. Segundo o relatório anual de 2012 da Agência Internacional de Energia (IEA, 2012) aproximadamente 80% das emissões de CO₂ admissíveis em 2035 já estão irremediavelmente determinadas pelas emissões das centrais elétricas, das fábricas, dos edifícios existentes, entre outros. Ainda segundo a IEA (2014), será necessário reduzir as emissões de CO₂ provenientes do setor em 77% até 2050 para manter o aquecimento médio global abaixo de 2°C. Um importante meio para reverter este cenário é a aplicação rápida de tecnologias de maior eficiência energética, a fim de se atingir o tão necessário acordo mundial de redução das emissões de gases de efeito estufa.

O Brasil ocupa uma posição diferenciada no contexto energético mundial por possuir uma forte base hidráulica para produção energética, já que 70,6% da rede elétrica

⁶ Os canyons urbanos são formados por vias margeadas por edifícios, sendo composto, portanto, por três superfícies, (fachada, pavimento, fachada) e é caracterizado pela relação entre altura e largura dos elementos ($H/W = \text{height/width ratio}$) (OKE, 1982).

brasileira é baseada em hidroeletricidade (BRASIL, 2014). Essa matriz envolve questões ambientais e sociais polêmicas e sua emissão de gases de efeito estufa não é, ainda, completamente conhecida pela ciência (VIANNA *et al.*, 2009). Ainda assim, pode-se afirmar que suas emissões são bastante reduzidas se comparadas a outras fontes energéticas. De fato, o Brasil tem enorme potencial para fazer mudanças relativamente rápidas para uma economia de baixo carbono se comparado a outros países devido, principalmente, aos seus recursos naturais, possibilidades de acesso a fontes renováveis de energia e melhor gestão dos recursos, além de potenciais ganhos de eficiência energética e tratamento de resíduos. Ainda assim, algumas ações governamentais no campo energético, como a instalação de novas centrais de termelétricas, vão na contramão desta direção. Se até o ano de 2013 as centrais térmicas funcionavam apenas no período seco, com a escassez de chuvas verificada nos anos 2013 e 2014 somada à demanda crescente de energia, as térmicas estão funcionando por mais tempo (CBCS *et al.*, 2014), o que implica em importante aumento nas emissões de CO₂ pelo setor elétrico (Figura 8).

Desse modo, mesmo a hidroeletricidade mantendo participação preponderante na produção de energia elétrica, outras matrizes, mais poluentes, vêm ganhando espaço nos últimos anos: entre os anos de 2012 e 2013 a participação hidráulica no montante de energia elétrica apresentou uma redução de 5,9% e a participação de matrizes não renováveis, em 2013 representou 20,7% do total nacional, contra 15,5% em 2012 (BRASIL, 2014). Tendo em vista que, a médio prazo, as tendências do setor apontam para aumento importante no consumo energético, reduções nas médias anuais de chuva além de participação crescente de centrais termelétricas, pode-se considerar que a energia elétrica no Brasil ficará mais cara e mais “suja” nos próximos anos (CBCS *et al.*, 2014).

Figura 8. Fatores médios de emissão de CO₂ com geração elétrica no sistema interligado nacional (SIN) do Brasil, mensais de 2009-2014 (CBCS *et al.*, 2014)

No âmbito da arquitetura e do urbanismo, as ações possíveis não se localizam no campo da geração elétrica, mas da eficiência energética dos edifícios e cidades. Questões dessa ordem transcendem o problema das emissões: a IEA identifica 15 principais áreas afetadas pelas questões de eficiência energética, conforme Figura 9 (IEA, 2014).

Figura 9. Benefícios da eficiência energética. Fonte: CBCS *et al.*, 2014.

A questão da segurança energética é especialmente relevante por ser responsável por garantir condições de funcionamento ou ocupação dos edifícios mesmo em caso de racionamento ou de falta de energia como o que ocorreu no ano de 2001, quando o Brasil enfrentou uma crise energética que ficou conhecida como “apagão”.

2.3 Conforto Térmico

Segundo a norma ASHRAE: 55 (2013), conforto térmico é a condição de satisfação do homem com o ambiente térmico que o circunda.

Em parte, as exigências humanas de conforto se relacionam com o funcionamento de seu organismo. O ser humano, na qualidade de ser homeotérmico, tem a necessidade fisiológica de manter seu organismo a temperaturas constantes próximas a 37°C, com variações muito pequenas deste valor que vão de 36,1 °C a 37,2°C. Como as condições térmicas do ambiente externo variam mais do que a temperatura do corpo, a regulação da temperatura interna ao organismo é feita por processos metabólicos, nomeados regulação térmica ou termorregulação (FROTA, SCHIFFER, 2003). Essas respostas consistem, por exemplo, em alteração do fornecimento de sangue para a pele ou para o núcleo do corpo, suor e tremores (ROAF, 2009).

Além de fatores fisiológicos, porém, o conceito de conforto abrange ainda fatores psicológicos subjetivos: envolve a satisfação do usuário, seu conforto, saúde e prazer térmico (NICOL, HUMPHREYS, 2002).

Os modelos de conforto se dividem basicamente em dois tipos: modelos estáticos ou racionais e modelos adaptativos. Os modelos estáticos baseiam-se na correlação da sensação térmica com a física e a fisiologia da transferência de calor de modo que o índice assim obtido expressa o estado térmico do corpo humano com base em ambientes termicamente controlados de câmaras climatizadas. Nicol e Humphreys (2002) sugerem que índices dessa natureza são de difícil aplicação em situações reais e, portanto, indicadores insuficientes das condições de conforto em edifícios.

Dentre os modelos estáticos, o modelo de conforto mais difundido foi o desenvolvido por Fanger em 1970, baseado em estudos em câmara climatizada. Basicamente, combina quatro variáveis físicas: temperatura do ar, velocidade do vento, temperatura radiante média e umidade relativa do ar e duas variáveis pessoais: isolamento da vestimenta e taxa metabólica determinada pelo nível de atividade. O índice é chamado *Predicted Mean Vote* (PMV), ou Voto Médio Estimado e pode ser usado para prever a sensação térmica média de um grupo de pessoas expostas às mesmas condições ambientais, desde que as variáveis pessoais sejam as mesmas. Utiliza-se da escala de sete pontos da norma americana ASHRAE de sensação térmica que varia de muito quente a muito frio. Atualmente esse índice é adotado como parâmetro em normas de conforto térmico como ISO, ASHRAE e EN.

Estudos de campo em diferentes climas, porém, identificaram outros padrões de sensação térmica em ambientes não condicionados, evidências sobre as quais foram propostos os modelos adaptativos.

Os modelos adaptativos de conforto térmico surgem na última década do século XX, baseados em levantamentos de campo de pessoas em suas atividades cotidianas e indicam modelagens para conforto térmico em espaços naturalmente ventilados (MONTEIRO, ALUCCI, 2010).

Com base em estudos empíricos, Nicol e Humphreys (1973) sugeriram que poderia haver uma retroalimentação entre a sensação térmica dos usuários e seu comportamento e consequente adaptação às condições climáticas. Os estudos de campo consideram os efeitos de todos os comportamentos no dia-a-dia. Algumas ações comportamentais estão ligadas ao ambiente térmico e, por isso, influenciam a relação entre conforto térmico e o ambiente (NICOL *et al.*, 2009). Esses estudos consistem na relação entre respostas subjetivas de pessoas em seu meio e atividade normais e as medições empíricas de variáveis ambientais. Observou-se uma relação entre o voto de

conforto médio dos participantes de vários estudos de campo e a temperatura média registrada.

O princípio da adaptação é “se uma mudança ocorre e produz desconforto, as pessoas reagem de forma a restaurar seu conforto” (NICOL *et al.*, 2009 p. 136; NICOL, HUMPHREYS, 2002 p. 46).

Modelos dessa natureza propõem uma abordagem comportamental e se justificam pelo fato de que os indivíduos se adaptam ao meio, tanto fisiologicamente quanto psicologicamente. O conjunto de ações adaptativas concebíveis em resposta ao calor ou ao frio pode ser dividido em cinco categorias: regulação da taxa de geração de calor interno, regulação da taxa de perdas térmicas corporais, regulação do ambiente térmico, seleção de outro ambiente térmico e modificação das condições corporais fisiológicas de conforto. São inúmeras as ações adaptativas concebíveis com as quais o conforto pode ser restaurado e isso geralmente acontece através de um conjunto coordenado de ações mínimas, cujo efeito isolado pode parecer muito pequeno mas que, combinadas, podem ter um grande efeito. As adaptações mais sutis dificilmente são percebidas por indagações sobre vestimenta e atividade. São exemplos de pequenas adaptações uma pequena tensão muscular, vasoconstrição, leve alteração na postura, etc. (NICOL *et al.*, 2009).

Mecanismos voluntários de adaptação comportamental também são adotados como vestimentas, alimentação, migração, atividade desempenhada, entre outros (JENDRITZKY, DE DEAR, 2009). Por considerar que as pessoas normalmente apresentam atitudes adaptativas, os modelos dessa natureza não pressupõem conhecimento e controle de vestimenta e de taxa metabólica (CIBSE, 2006).

As opções que as pessoas encontram para reagir refletem sua situação: aquelas que têm mais oportunidades de se adaptar ao ambiente ou de adaptar o ambiente às suas necessidades provavelmente se sentirão menos desconfortáveis (Figura 10) (NICOL *et al.*, 2009). Estudos de campo apontam também que a faixa de conforto para edifícios condicionados e não condicionados é diferente (Figura 11).

Roaf *et al.* (2009) relacionam três variáveis contextuais: o clima, a edificação e o tempo. Devido a este último, entendendo-se a variabilidade do ambiente em função do tempo, os usuários respondem a mudanças do ambiente, o que significa que a temperatura de conforto muda continuamente com o passar do tempo. As faixas expostas na Figura 11 indicam as temperaturas internas dentro das quais os usuários facilmente se adaptam dadas em função da temperatura exterior. Um edifício termicamente bem sucedido é aquele cuja temperatura interior se altera gradualmente em resposta a mudanças na temperatura externa e raramente extrapola as faixas de conforto estabelecidas (CIBSE, 2006).

Figura 10. O efeito da oportunidade adaptativa. Fonte: NICOL *et al.*, 2009, p. 138⁷.

Figura 11. Faixas de temperatura de conforto em escritórios relacionadas à temperatura externa média; faixas distintas são apresentadas para edifícios em modo de operação com e sem condicionamento ativo⁸. Fonte: CIBSE, 2006, p. 1-17.

⁷ BAKER, N.V.; STANDEVEN, M. A. A behavioural approach to thermal comfort assessment in naturally ventilated buildings. In: **Proceedings of the CIBSE National Conference**. London: Chartered Institute of Building Service Engineers (CIBSE), 1995.

⁸ O equacionamento das faixas limites de temperatura de conforto para edifícios naturalmente ventilados apresentado pelo Guia A do CIBSE (CIBSE, 2006) correspondem às equações da Categoria I do modelo adaptativo da norma europeia CEN EN 15251 – 2007 (item 2.3.1.4.1), porém, sem os limitantes de temperatura externa apresentados pela mesma.

Por incorporarem o conceito de variação da temperatura de conforto em função da temperatura externa a aplicação de modelos adaptativos reduz a diferença média entre ambas e pode, consequentemente, proporcionar redução na demanda energética, em oposição aos modelos estáticos de conforto.

A maior parte dos estudos de conforto adaptativo são relacionados a edifícios de escritórios. Sobre ambientes residenciais há muito pouca informação. Há, porém, indícios de que as pessoas são menos sensíveis a alterações de temperatura quando estão em casa do que quando estão no ambiente de trabalho pois, em geral, são maiores as oportunidades adaptativas (CIBSE, 2006).

Recentemente normatizações internacionais reconheceram a possibilidade de aplicação de modelos de conforto desta natureza (NICOL *et al*, 2012). São elas a norma americana ASHRAE 55 de 2004, 2010 e 2013: *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy* e a norma europeia CEN EN15251 - 2007: *Indoor environmental input parameter for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics*.

As normas têm o objetivo de especificar a combinação de fatores ambientais térmicos no interior dos ambientes e fatores individuais que proporcionam as características ambientais aceitáveis para a maioria dos ocupantes desses espaços. A inclusão do modelo adaptativo em instrumentos normativos baseia-se nos estudos de campo que mostram que a resposta térmica de ocupantes de espaços com essas qualidades depende em parte do clima exterior e podem diferir em as respostas dos ocupantes de ambientes condicionados artificialmente durante todo seu período de uso e ocupação. Os principais motivos para essas variações são: experiências térmicas, alterações na vestimenta, possibilidade de controle e expectativa dos ocupantes.

Para a avaliação das condições de conforto, cada uma das normas propõe uma relação entre temperatura operativa interna x temperatura externa, de modo que cada um deles propõe limites de temperatura aceitável e faixas de conforto que serão vistas adiante. A adoção desses modelos é colocada como uma alternativa ao modelo principal adotado pela norma que é aquele descrito por Fanger na década de 1970 e que contempla ambientes condicionados artificialmente.

2.3.1 Índices de Conforto Adaptativo

Diversos estudos foram conduzidos com o intuito de relacionar a condição de conforto térmico em ambientes internos e clima em edifícios naturalmente ventilados. Eles partem da relação do voto de conforto (avaliado através de questionário) e variáveis ambientais internas e externas, medidas empiricamente.

Alguns dos principais estudos são expostos a seguir:

2.3.1.1 Humphreys (1978)

Na década de 1970 foi desenvolvido um estudo baseado em dados obtidos nas décadas de 1930 a 1970 em diversos países e continentes e que procurou um padrão

que descrevesse a relação entre conforto térmico e clima considerando a transição entre ambientes interno e externo.

Foram estudadas as relações de conforto tanto em edifícios naturalmente ventilados quanto em edifícios condicionados artificialmente, o primeiro caso, porém, revelou maior relação entre conforto interno e clima, tendo em vista a forte correlação linear ($r=0,97$) (Figura 12), descrita pela equação:

$$T_n = 11,9 + 0,534T_o \quad (1)$$

Onde T_n é a temperatura operativa interna neutra ou preferida ($^{\circ}\text{C}$) e T_o a temperatura do ar média mensal externa ($^{\circ}\text{C}$) local, obtida através de dados meteorológicos.

Figura 12. Relação hipotética entre temperatura neutra e temperatura externa (HUMPHREYS, 1978)

2.3.1.2 Auliciems (1981, 1989)

Na década de 1980 Auliciems também trabalhou no tema, baseado em dados já utilizados por Humphreys, eliminando questionários que considerou incompatíveis, adicionando outros e utilizando simultaneamente, para a mesma análise de regressão linear, dados de edifícios em operação passiva e ativa. A relação encontrada foi:

$$T_n = 17,7 + 0,27T_o \quad (2)$$

Onde T_n é a temperatura operativa interna neutra ou preferida ($^{\circ}\text{C}$) e T_o a temperatura do ar média mensal externa ($^{\circ}\text{C}$).

Nota-se que o fator multiplicador da temperatura externa é de menor valor que aquele encontrado anteriormente no estudo de Humphreys, o que denota menor relação da temperatura neutra com a variação da temperatura externa.

2.3.1.3 De Dear *et al.* (1997)

No final da década de 1990 De Dear e Brager trabalharam um modelo de conforto térmico adaptativo dentro do projeto de pesquisa norte-americano RP-884, *Adaptive Model Project*, da ASHRAE (DE DEAR *et al.*, 1997; DE DEAR, BRAGER, 1998).

Para seu desenvolvimento, uma base de dados nova foi montada. O trabalho incluiu dados de aproximadamente 21.000 observações de 160 edifícios em nove países em quatro continentes (América, Europa, Ásia e Oceania) e se beneficiou dos avanços tecnológicos em instrumentação, como respostas mais rápidas e armazenamento de dados computadorizado. Os dados foram divididos de acordo como modo de operação dos edifícios (naturalmente ventilado, condicionado artificialmente ou modo-misto de operação). O resultado foi a seguinte equação de temperatura neutra em função da temperatura externa:

$$T_n = 17,8 + 0,31T_o \quad (3)$$

Onde T_n é a temperatura operativa interna neutra ou preferida ($^{\circ}\text{C}$) e T_o a temperatura do ar média mensal externa ($^{\circ}\text{C}$).

O resultado deste trabalho constitui a base para a norma ASHRAE 55 (2004, 2010 E 2013).

2.3.1.3.1 ASHRAE 55 (2013): *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*

O modelo de conforto adaptativo foi adotado desde a versão de 2004 da norma e propõe a utilização do gráfico da Figura 13.

Por essa norma, a faixa de temperatura externa aceitável para se obter condição de conforto de modo naturalmente ventilado é entre 10°C e $33,5^{\circ}\text{C}$.

O gráfico determina limites de temperatura operativa aceitável ou não, dentro dos parâmetros de expectativa de haver, nas condições encontradas, 80% ou 90% de usuários satisfeitos. A determinação das faixas de temperatura limites para a condição de conforto, podem ser definidas através das equações que seguem, sendo T_{op} a temperatura operativa interna em $^{\circ}\text{C}$, e T_n a temperatura operativa interna neutra em $^{\circ}\text{C}$.

Para obtenção da condição de conforto de 80% de satisfeitos tem-se:

$$(T_n - 3,5) \leq T_{op} \leq (T_n + 3,5) \quad (4)$$

E para a condição de 90% de satisfeitos:

$$(T_n - 2,5) \leq T_{op} \leq (T_n + 2,5) \quad (5)$$

Figura 13. Gráfico modelo adaptativo da norma norte-americana ASHRAE 55 (2013). Fonte: ASHRAE, 2013.

2.3.1.4 O Projeto SCATS (*Smart Controls And Thermal Comfort*)

Assim como a associação americana de normas técnicas, também a associação europeia desenvolveu um projeto baseado em outra base de dados independente das anteriores a ser incorporada em norma específica. O projeto SCATS teve duração de 1 ano e levantou dados da condição ambiental de escritórios em cinco países europeus (França, Grécia, Portugal, Suécia e Reino Unido). Contou com levantamentos padronizados incluindo questionários e medições de variáveis ambientais (MCCARTNEY, NICOL, 2002).

A métrica escolhida para temperatura externa foi a Trm^9 (*exponentially weighted running mean temperature*), cujo cálculo dá maior peso às temperaturas do passado mais recente e peso progressivamente reduzido para aqueles no passado mais remoto.

A equação para a definição da *exponentially weighted running mean temperature* e a equação de regressão para edifícios naturalmente ventilados são respectivamente:

$$Trm(amanhã) = 0,8Trm(ontem) + 0,2Tm(hoje) \quad (6)$$

$$Tconf = 18,8 + 0,33Trm \quad (7)$$

$Tconf$ é temperatura de conforto.

O estudo embasa o modelo adaptativo adotado pelo CIBSE *Guide A: Environmental Design* (CIBSE, 2006) e pela norma EN 15251 (2007): *Indoor Environmental Input Parameter for Design and Assessment of Energy Performance of Buildings Addressing Indoor Air Quality, Thermal Environment, Lighting And Acoustics*.

⁹ Não confundir com temperatura radiante média (TRM).

2.3.1.4.1 EN 15251 – 2007: *Indoor Environmental Input Parameter for Design and Assessment of Energy Performance of Buildings Addressing Indoor Air Quality, Thermal Environment, Lighting and Acoustics.*

A norma europeia propõe a utilização do gráfico da Figura 14.

As faixas de temperatura externa aceitáveis para se obter condição de conforto de modo naturalmente ventilado são: entre 10°C e 30°C no limite superior e entre 15°C e 30°C no limite inferior do gráfico.

O gráfico determina limites de temperatura operativa aceitável ou não para três categorias definidas na norma:

- Categoria I: alto nível de expectativa. Recomendado para espaços ocupados por pessoas muito sensíveis e frágeis com necessidades especiais como deficientes, doentes, crianças muito novas e idosos;
- Categoria II: Nível normal de expectativa. Recomendado para edifícios novos e reabilitados;
- Categoria III: Nível moderado de expectativa. Recomendado para edifícios existentes.

Seguem as equações para determinação das faixas de temperatura limites para a condição de conforto em cada uma das categorias:

Categoria I:

$$(T_n - 2) \leq T_{op} \leq (T_n + 2) \quad (8)$$

Categoria II:

$$(T_n - 3) \leq T_{op} \leq (T_n + 3) \quad (9)$$

Categoria III:

$$(T_n - 4) \leq T_{op} \leq (T_n + 4) \quad (10)$$

Em que:

T_{op} = temperatura operativa interna, em °C

T_n = temperatura operativa interna neutra, em °C;

Figura 14. Gráfico modelo adaptativo da norma europeia EN 15251 (2007). As linhas cheias assinaladas com os algarismos I, II e III representam, respectivamente, o limite superior (zona de calor) das categorias I, II e III definidas pela norma. As linhas pontilhadas representam o limite inferior (zona de frio) das mesmas categorias.
Fonte: CEN, 2007

2.3.1.5 Humphreys *et al.* 2010

Em estudo mais recente, conduzido por Humphreys, Rijal e Nicol (2010) foram utilizados dados recolhidos tanto no projeto ASHRAE RP-884 quanto do projeto SCATs. Apesar de haver diferenças na métrica para o cálculo da variável referente à temperatura externa entre ambos (temperatura média mensal no primeiro caso e *running mean temperature* no último), concluiu-se que a diferença teria pequeno efeito no resultado.

Novamente foi encontrando alto coeficiente de correlação entre a temperatura neutra e a média da temperatura predominante externa ($r=0,89$). A equação da linha de regressão encontrada foi:

$$Tn = 13,8 + 0,53To \quad (11)$$

Onde Tn é a temperatura operativa neutra e To é a temperatura do ar externo predominante¹⁰.

¹⁰ Humphreys *et al.* (2010) chamam de temperatura do ar externo predominante a variada métrica utilizada nos modelos descritos para a definição da temperatura externa representativa para o modelo, que pode ser a temperatura média do período do levantamento, a média mensal histórica ou a *running mean temperature* ($\alpha=0,8$)

2.3.1.6 Proposta para Norma Brasileira de Conforto Térmico

No Brasil está sendo formado um banco de dados de conforto térmico organizado pelo Laboratório de Eficiência Energética da Universidade Federal de Santa Catarina (LabEEE - UFSC) que desenvolveu uma proposta para norma brasileira de conforto térmico incluindo um modelo adaptativo baseado na norma norte-americana ASHRAE: 55 (2013), prevendo incrementos na velocidade do vento acima daqueles permitidos para o padrão estadunidense (LAMBERTS *et al.*, 2013).

2.3.1.7 Considerações sobre os Índices de Conforto Adaptativo

Existe uma série de condições que devem ser atendidas para a aplicação dos modelos apresentados e que, nas normas expostas, são colocadas como condições para utilização dos modelos:

- ambientes naturalmente ventilados;
- regulação das condições térmicas pelos ocupantes, principalmente através da operação de janela ainda que permita, também, o uso de sistemas mecânicos de ventilação, desde que não refrigerantes como ventiladores, persianas, ventilação noturna, etc. A norma europeia permite a existência de sistema de aquecimento, mas o modelo não se aplica quando esse sistema estiver em operação;
- atividades sedentárias com taxas metabólicas entre 1,0 e 1,3 met (60 – 75 W/m²), que corresponde a indivíduos geralmente sentados realizando atividades como descanso, conversa, leitura, entre outros;
- possibilidade de adaptação da vestimenta;

O modelo considera que os usuários de edifícios naturalmente ventilados se vestem de modo adequado para se adaptarem às variações térmicas dos ambientes e por isso a vestimenta não é um fator a ser considerado. Umidade e velocidade do vento também não são fatores utilizados no modelo.

Em todos a condição de conforto é determinada em função de um valor representativo da temperatura externa e da temperatura operativa no interior dos edifícios, a qual é calculada com base nos dados de temperatura do ar interno e temperatura radiante média. Nenhum deles, portanto, foi especialmente ajustado para elevadas velocidades do ar ou para altas umidades.

A similaridade entre as equações regressivas de todos os modelos apresentados são claras e dão suporte umas às outras, em todos os casos percebe-se ligação forte e linear entre temperaturas interna e externa em edifícios naturalmente ventilados (Figura 15). O único deles que considera uma amostra conjunta de edifícios em diferentes modelos de operação é o modelo desenvolvido por Auliciems na década de 1980, e, por isso mesmo, se apresenta com a menor relação interno/externo dentre eles. Por outro lado, destacam-se os modelos Humphreys (1978) e Humphreys *et al.* (2010) cujas retas possuem inclinação muito semelhante e, por isso, são os modelos que trazem relação mais próxima entre temperaturas interna e externa.

Figura 15. Sobreposição das equações de regressão de cada um dos modelos de conforto. Elaboração da autora.

2.4 Desempenho dos Edifícios Frente às Mudanças Climáticas

O setor de edificações é o maior consumidor final de energia no mundo (CBCS *et al.*, 2014). Segundo o PBMC o setor está ganhando expressão no consumo de energia tanto no Brasil quanto no mundo (PBMC, 2013c) de modo que pode responder por parcela significativa das emissões de dióxido de carbono. No caso brasileiro, seu consumo energético responde por aproximadamente 48,5% do consumo total do país (CBCS *et al.*, 2014). No Brasil, porém, devido à sua preponderante base hidráulica para a produção de energia elétrica, o efeito é atenuado.

Os gastos energéticos das edificações ocorrem em todas as fases do seu ciclo de vida. Na fase de operação, porém, ocorre a maior parte do consumo (UNEP, 2007; VIANNA *et al.*, 2009), principalmente o gasto energético decorrente das funções de resfriamento e aquecimento dos ambientes (Figura 16).

O consumo energético em edifícios tem uma peculiaridade em relação aos outros grandes consumidores: é formado por um número muito grande de pequenas unidades com uma vida útil longa e diversas partes interessadas (Figura 17) (UNEP, 2007). Este é, provavelmente, um dos grandes obstáculos para a contabilização da contribuição deste

setor tanto na emissão de gases de efeito estufa quanto nos ganhos com maior eficiência energética, o que é reforçado pelo fato do setor não figurar nos principais acordos internacionais para a diminuição das emissões de carbono, a exemplo do protocolo de Kyoto.

No cenário mundial, a eficiência energética dos edifícios tem potencial para reduzir a demanda energética e, conseqüentemente, parte das emissões de gases de efeito estufa e, deste modo, contribuir para a mitigação das mudanças climáticas ocasionadas por razões antrópicas (DE WILDE, TIAN, 2011).

O Brasil representa um contraponto neste cenário, pois a maior parte da energia elétrica do país é gerada a partir de fontes hídricas e o consumo energético para a função de resfriamento em edifícios residenciais é relativamente baixo, respondendo por percentual de aproximadamente 20% do total em edifícios residenciais enquanto, em edifícios comerciais, esse valor é de cerca de 47% (LAMBERTS, 2007).

Existem, porém, evidências de tendência de aumento da demanda por resfriamento. Segundo Isaac e Van Vuuren (2009) mesmo em países de clima mais frio, com as mudanças climáticas previstas, espera-se que a demanda energética para resfriamento seja maior que a redução da demanda para aquecimento. Nas ocorrências de onda de calor, essa demanda tende a ser ainda maior, a exemplo do episódio nos meses de janeiro e fevereiro de 2014, em São Paulo, quando foi registrado aumento no consumo de energia de 4,9% em janeiro e 8,6% em fevereiro em comparação com os mesmos meses de 2013, sendo grande parte desse incremento devido ao aumento do consumo de ar-condicionado no período e o maior crescimento ocorreu na parcela doméstica (BRASIL, 2014a; 2014b).

Portanto, estratégias de mitigação devem envolver a melhoria da eficiência energética em edifícios, especialmente enfrentando o processo de transição brasileira para melhores patamares de consumo energético, visando as questões de segurança energética e um aumento gradual das temperaturas causadas pela mudança climática em andamento e conseqüente aumento da demanda por resfriamento.

Figura 16. Energia consumida durante a vida de um edifício. Tempo de vida estimado: 60 anos. (JONES, 1998, in UNEP, 2007).

Figura 17. Pequenas economias de grandes números de unidades de uso final constituem a distribuição em ‘cauda longa’ de projetos do setor de construção. Fonte: UNEP, 2009. Adaptado de Hinostroza et al., 2007, in UNEP, 2008.

O desempenho dos edifícios está relacionado ao clima do local onde se implantam. Os edifícios têm vida longa: a norma brasileira “NBR 15575 (2013): Edificações habitacionais– Desempenho”, estabelece que sua estrutura deva durar por no mínimo 50 anos. Assim, tanto edifícios já existentes quanto aqueles sendo construídos agora ou nos próximos anos sofrerão os efeitos das mudanças climáticas. Colocam-se, pois, novos desafios para as construções e seu desempenho.

O trabalho de adaptação e mitigação é crucial nas áreas urbanizadas e nos edifícios. Por um lado, o ritmo acelerado da urbanização aumenta a vulnerabilidade dos habitantes aos impactos das mudanças climáticas. Por outro lado, as megacidades, a exemplo de São Paulo, funcionam como amplificadores dessas alterações. Independentemente das mudanças climáticas globais, as cidades tendem a ter temperaturas do ar e de superfície mais altas do que os ambientes rurais (UN-HABITAT, 2011; STONE, 2012). Um exemplo é o fenômeno da ilha de calor em suas diferentes manifestações; originalmente esse fenômeno era caracterizado por um aumento da temperatura mínima noturna em ambientes urbanos (OKE, 1973), mas há estudos recentes em áreas urbanas tropicais e subtropicais trazendo novas contribuições, inclusive no Brasil. Esse fenômeno, restrito às áreas urbanas, ainda é considerado pouco significativo em escala global (OLIVEIRA, 2008), mas muito ainda há que se investigar a respeito. Ainda assim, fenômenos deste tipo, quando intensificados por um aumento de médias globais de temperatura, tendem a se tornar mais prementes (STONE, 2012).

As mudanças climáticas podem ocasionar alterações no desempenho térmico dos edifícios construídos nos padrões atuais e/ou provocar um aumento no consumo de energia, especialmente para resfriamento ativo. Existe grande aceitação internacional de que a ocorrência de mudanças climáticas e consequente aumento da ocorrência de temperaturas extremas podem ocasionar superaquecimento em edifícios não climatizados artificialmente até mesmo em países europeus de climas mais frios. A ocorrência das temperaturas extremas, especialmente as mais altas, pode ser tratada com a utilização de sistemas de condicionamento ativos. Porém, além do alto custo da medida, tendo em vista o desenho das matrizes energéticas atuais e o caráter acelerador da emissão de gases de efeito estufa nas mudanças climáticas, estas ações intensificariam o processo (LOMAS, GIRIDHARAN, 2012) indo, portanto, em oposição à

mitigação de seus efeitos. Neste sentido, adaptação com condicionamento ativo e mitigação passam a ser conflitantes.

É importante destacar a capacidade de adaptação das pessoas a alterações nas condições ambientais. No limite, porém, problemas de conforto podem se transformar em problemas de saúde se as condições se tornarem mais variáveis e as pessoas não puderem ou não souberem como lidar com os efeitos adversos (NICOL *et al.*, 2012), daí a importância de os edifícios responderem de maneira adequada nos cenários futuros.

2.5 Os Idosos no Contexto das Mudanças Climáticas

A população mundial como um todo está suscetível aos desdobramentos das mudanças climáticas sobre a saúde humana, mas alguns grupos, por sua maior fragilidade, estarão mais suscetíveis. Este é o caso da população de idosos, a qual representa uma parcela que tem aumentado sua participação no total da população do país e a tendência é de que esta progressão continue nas próximas décadas. Dados da Região Metropolitana de São Paulo revelam o mesmo cenário: a população com idade acima de 60 anos na metrópole corresponde a 11,3% da população total, mesmo valor percentual que corresponde à proporção de idosos em todo o país (IBGE, 2010).

Os idosos são, por motivos fisiológicos e comportamentais, mais suscetíveis às sobrecargas que o clima impõe. Estes indivíduos, com 60 anos ou mais, têm um declínio na capacidade termorregulatória, mesmo quando saudáveis (AUERBACH, 2007; UN-HABITAT, 2011). Bell *et al.* (2008) investigaram a mortalidade relacionada ao calor em três cidades latino-americanas: Cidade do México (México), São Paulo (Brasil) e Santiago (Chile). Os autores concluíram que as temperaturas elevadas estão associadas com o risco de mortalidade e que os idosos são mais suscetíveis. Em São Paulo (a mais quente das três cidades estudadas), a temperatura a partir da qual o risco de mortalidade foi verificado foi maior. Por outro lado, transposto esse limite de temperatura, verificou-se a associação mais forte nessa cidade que nas demais.

São exemplos de episódios associados com a suscetibilidade de idosos a altas temperaturas as ondas de calor europeia, em 2003, e aquela que atingiu a Baixada Santista em 2010 conforme segue.

No verão de 2003 a Europa foi atingida por uma forte onda de calor. Foram registradas taxas de mortalidade até 60 % maiores que as esperadas (MATZARAKIS *et al.*, 2009), e constatou-se que os mais afetados foram os idosos (STONE, 2012).

Na Baixada Santista, no estado de São Paulo, em fevereiro de 2010, as temperaturas atingiram 39°C com a sensação térmica de até 45°C, com registro de morte de mais de 50 pessoas. De acordo com o Departamento de Regulação da Secretaria de Saúde de Santos, provavelmente, essas mortes ocorreram por causa do calor. Essas pessoas, de faixa etária entre 60 e 97 anos, já sofriam de hipertensão, diabetes, cardiopatias e problemas renais que possivelmente foram agravados pelo aumento de temperatura do ar e as limitações termorregulatórias dos idosos (LIMA, 2010).

Sendo assim, o aumento na frequência de extremos de temperatura, indicados nas projeções climáticas, poderá aumentar seus efeitos adversos entre a população geriátrica, população essa que tem maior propensão a estar em casa nas horas mais quentes do dia. Se suas habitações forem mal projetadas, se não oferecerem oportunidades adaptativas ou, se necessário, estratégias ativas de resfriamento, as pessoas poderão estar mais vulneráveis ao estresse térmico e as taxas de mortalidade poderão subir com as temperaturas mais elevadas.

2.6 O Clima de São Paulo e Diretrizes Projetuais Sugeridas

2.6.1 Diagnóstico Climático

São Paulo, cidade mais populosa e centro financeiro do Brasil, é a maior cidade da maior região metropolitana do país e um dos maiores conglomerados do mundo, a população da cidade é de 11.253.503 milhões de pessoas e, se considerada toda a região metropolitana, a população atinge a cifra de mais de 19 milhões de habitantes, de acordo com o censo de 2010 (IBGE, 2010).

A cidade localiza-se na latitude 23,5°S e na longitude 46,6°W, o que resulta em movimento solar próximo ao eixo leste/oeste no solstício de verão e em inclinação solar na direção norte nos meses de inverno (Figura 18).

Tanto na estação de verão quanto na estação de inverno são registrados altos índices de radiação (Figura 19). São exceção, porém, os dias nublados, quando são mais baixos os níveis de radiação.

Figura 18. Carta solar latitude 24oS. Fonte: FROTA, SCHIFFER, 2001.

Figura 19. Distribuição da radiação solar em plano vertical total diário: mês mais frio e mês mais quente. Fonte: software Climaticus 2011, versão beta¹¹.

¹¹ Fonte dados Climaticus: Normais Climatológicas (1961-1990), Brasília, 1992. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Secretaria Nacional de Irrigação, Departamento Nacional de Meteorologia.

A cidade é caracterizada por clima subtropical com temperaturas amenas, sendo os verões mais quentes e úmidos e invernos amenos e mais secos (Figura 21). As normais climatológicas registradas pelo Instituto Nacional de Meteorologia, INMET, de 1961 a 1990 apontam temperaturas médias anuais de 19,3°C e temperaturas médias mínimas e máximas variando de 15,5°C a 24,9°C (Tabela 1). No entanto, ao longo do ano são registrados extremos de temperatura que chegam a valores inferiores a 10°C no inverno e superiores a 30°C no verão (Batista, 2012).

Figura 20. Variação da umidade relativa entre os meses mais quente (vermelho) e mais frio (verde) (%).

Os meses mais chuvosos coincidem com os meses mais quentes do ano, que vão de dezembro a março. A umidade relativa ao longo do ano se mantém bastante estável com valores médios de 78% (Figura 20 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Deste modo obtém-se, portanto, valores de umidade absoluta mais altos em períodos de altas temperaturas se comparados àqueles observados em dias mais frios.

Segundo a caracterização de Köppen, São Paulo fica na divisão de duas caracterizações: Cfa (Clima temperado úmido com verão quente) e Cwa (clima temperado úmido com inverno seco e verão quente).

TEMPERATURAS

PRECIPITAÇÃO

Figura 21. Valores médios diários da Estação Meteorológica do IAG-USP/Parque de Ciência e Tecnologia da USP, de 1960 a 1990. Fonte: BATISTA, 2012.

Tabela 1. Dados climatológicos da cidade de São Paulo. Fonte: software Climaticus 2011, versão beta.

cidade	Lat (s)	Long. (W.Grw.)	Alt. (m)										
São Paulo,SP	23,3	46,37	792,1										
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Pressão Atmos (hPA)	923,5	924,2	924,9	926,2	927,4	928,7	929,4	928,3	927,2	925,4	923,8	923,2	926
Temperatura Média (°C)	22,1	22,4	21,7	19,7	17,6	16,5	15,8	17,1	17,8	19	20,3	21,1	19,3
Temperatura Máxima (°C)	27,3	28	27,2	25,1	23	21,8	21,8	23,3	23,9	24,8	25,9	26,3	24,9
Temperatura Mínima (°C)	18,7	18,8	18,2	16,3	13,8	12,4	11,7	12,8	13,9	15,3	16,6	17,7	15,5
Temp Máx Absoluta (°C)	34,2	34,7	33,5	31,4	29,7	28,6	29,3	33	35,2	34,5	35,3	33,5	35,3
Temp Mín Absoluta (°C)	11,9	12,4	12,1	6,8	2,2	1,2	1,5	3,4	3,5	7	7	10,3	1,2
Precipitação Total (mm)	238,7	217,4	159,8	75,8	73,6	55,7	44,1	38,9	80,5	123,6	145,8	200,9	1455
Precip-Máx em 24h (mm)	103,5	121,8	90,8	57,9	71,8	74	70,8	42,3	62,6	63,7	82,8	151,8	151,8
Evaporação Total (mm)	99,9	86,9	88,4	80,7	79,8	78,2	91,1	104,8	100	99,9	101,4	96,9	1108
Umidade Relativa (%)	80	79	80	80	79	78	77	74	77	79	78	80	78
Insolação Total (horas)	148,6	144,5	144,6	140	152,4	145,2	164,4	156,5	125,8	135,6	144,7	130,4	1733
Nebulosidade (0-10)	5	5,5	5	5	5	4	4	5	5,5	5,5	5,5	6	6

Fonte: Normais Climatológicas (1961-1990), Brasília, 1992

Ministério da Agricultura e Reforma Agrária

Secretaria Nacional de Irrigação

Departamento Nacional de Meteorologia

Segundo BATISTA (2012), o vento na RMSP é considerado fraco a moderado, varia aproximadamente de 0 a 6m/s, sofre alterações de acordo com a hora do dia (mais intenso durante o dia e mais calmo à noite) e também devido à ação de sistemas meteorológicos (brisa marítima, aproximação de frentes frias, etc.), sendo que, nestas ocasiões, podem ocorrer rajadas com potencial para destelhamento de casa, quedas de árvores e demais transtornos. A principal predominância de ventos que atingem a cidade é no quadrante sudeste.

É relevante destacar a influência da urbanização no microclima local, incluindo o fenômeno da ilha de calor. A malha urbana da Região Metropolitana de São Paulo apresenta heterogeneidades, sendo que, de modo geral, a região central é mais adensada que as periferias e, conseqüentemente, com maiores influências dos fenômenos climáticos urbanos.

2.6.2 Diretrizes Projetuais Indicadas para a Cidade de São Paulo

Para a determinação das melhores estratégias de projeto de acordo com o clima esse projeto se utilizará dos parâmetros definidos pela carta bioclimática de Givoni (GIVONI,1976), e do zoneamento bioclimático brasileiro (ABNT, 2005), ambos com elaboração baseada na carta psicrométrica, que leva em consideração temperatura e umidade relativa do ar.

Segundo Givoni, as principais estratégias de projeto para o clima de São Paulo são ventilação e massa térmica de aquecimento (Figura 22 e Figura 23).

O zoneamento bioclimático brasileiro divide o país em oito zonas bioclimáticas e indica diretrizes construtivas para cada uma delas além do estabelecimento de estratégias de condicionamento térmico passivo considerando os seguintes parâmetros: tamanho das aberturas para ventilação, proteção das aberturas, vedações externas e estratégias de condicionamento térmico passivo. De acordo com o zoneamento, São Paulo está na zona 3, cujas estratégias são, principalmente, ventilação, insolação e massa térmica (ABNT, 2005) (Figura 25).

A partir dos parâmetros indicados e da caracterização do clima da cidade de São Paulo conclui-se que São Paulo é marcada pela sazonalidade, que inverno e verão têm características diferentes e requerem estratégias projetuais distintas. No período do verão é necessária a remoção de carga térmica através da ventilação e o sombreamento de aberturas para evitar ganhos excessivos de calor, principalmente no período da tarde. No inverno, por outro lado, é desejável o aquecimento solar das edificações e a retenção de calor, principalmente no período da noite, quando as temperaturas são mais baixas. Nesse período, portanto é necessário reduzir a taxa de ventilação. Devido à flutuação diária da temperatura, em ambos os casos a utilização da massa térmica é positiva: no verão seu resfriamento noturno propicia temperaturas mais amenas nas horas mais quentes do dia (efeito que pode ser potencializado com a ventilação noturna) e, no inverno, o aquecimento diurno dos elementos construtivos atrasa a queda da temperatura no ambiente interno, mantendo as temperaturas ao entardecer e à noite mais altas do que no exterior.

Nos casos em que os ambientes recebem grandes quantidades de carga térmica devido à ocupação, a exemplo dos edifícios de escritórios que são densamente ocupados ao longo do dia por pessoas e equipamentos pode ser desejável a remoção de carga térmica mesmo nos períodos mais frios e de incrementos de ventilação, por exemplo, com o uso de estratégias de ventilação ativa, nos períodos mais quentes.

Figura 22. Carta bioclimática de Givoni para a cidade de São Paulo. Fonte: software Climaticus 2011, versão beta¹².

hora	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
0	ZV	ZV	ZV	ZV	MTA	MTA	MTA	ZV	ZV	ZV	ZV	ZV
2	ZV	ZV	ZV	ZV	MTA	MTA	MTA	MTA	ZV	ZV	ZV	ZV
4	ZV	ZV	ZV	ZV	MTA	MTA	MTA	MTA	ZV	ZV	ZV	ZV
6	ZV	ZV	ZV	MTA	MTA	MTA	MTA	MTA	MTA	ZV	ZV	ZV
8	ZV	ZV	ZV	ZV	MTA	MTA	MTA	ZV	ZV	ZV	ZV	ZV
10	ZV	ZV	ZV	ZC	ZC	ZC	ZC	ZC	ZC	ZV	ZV	ZV
12	ZV	ZV	ZV	ZC	ZC	ZC	ZC	ZC	ZV/MTR/RE	ZV	ZV	ZV
14	ZV	CA	ZV	ZV/MTR/RE	ZC	ZC	ZC	ZC	ZV/MTR/RE	ZV	ZV	ZV
16	CA	CA	ZV	ZV	ZC	ZC	ZC	ZC	ZV	ZV	ZV	ZV
18	CA	CA	ZV	ZV	ZC	ZC	ZC	ZC	ZV	ZV	ZV	ZV
20	ZV	ZV	ZV	ZV	ZV	MTA	MTA	ZV	ZV	ZV	ZV	ZV
22	ZV	ZV	ZV	ZV	MTA	MTA	MTA	ZV	ZV	ZV	ZV	ZV

Resumo das Estratégias de Projeto

17,0	%	Conforto (ZC)
63,5	%	Ventilação (ZV)
0,0	%	Massa Térmica Resfriamento (MTR)
17,4	%	Massa Térmica/Aquecimento (MTA)
2,4	%	Resfriamento Evaporativo (RE)
0,0	%	Aquecimento Solar Passivo (ASP)
0,0	%	Aquecimento Artificial (AA)
3,1	%	Condicionamento Artificial (CA)
0,0	%	Umidificação (U)

Figura 23. Diagnóstico climático a partir da carta bioclimática de Givoni. Fonte: software Climaticus 2011, versão beta¹³.

¹² Fonte dados Climaticus: Normais Climatológicas (1961-1990), Brasília, 1992. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Secretaria Nacional de Irrigação, Departamento Nacional de Meteorologia.

¹³ Idem.

horários de sombreamento - aplicar na carta solar												
hora	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
5	conf	conf	aquecer	aquecer	aquecer	aquecer	aquecer	aquecer	aquecer	aquecer	conf	conf
6	conf	conf	aquecer	aquecer	aquecer	aquecer	aquecer	aquecer	aquecer	aquecer	aquecer	aquecer
7	conf	conf	conf	aquecer	aquecer	aquecer	aquecer	aquecer	aquecer	aquecer	conf	conf
8	conf	conf	conf	conf	aquecer	aquecer	aquecer	aquecer	conf	conf	conf	conf
9	conf	conf	conf	conf	conf	aquecer	aquecer	conf	conf	conf	conf	conf
10	sombra	sombra	conf	conf	conf	conf	conf	conf	conf	conf	sombra	conf
11	sombra	sombra	sombra	conf	conf	conf	conf	conf	sombra	sombra	sombra	sombra
12	sombra	sombra	sombra	sombra	conf	conf	conf	sombra	sombra	sombra	sombra	sombra
13	sombra	sombra	sombra	sombra	conf	conf	conf	sombra	sombra	sombra	sombra	sombra
14	sombra	sombra	sombra	sombra	sombra	conf	sombra	sombra	sombra	sombra	sombra	sombra
15	sombra	sombra	sombra	sombra	sombra	conf	sombra	sombra	sombra	sombra	sombra	sombra
16	sombra	sombra	sombra	sombra	sombra	conf	sombra	sombra	sombra	sombra	sombra	sombra
17	sombra	sombra	sombra	sombra	sombra	conf	conf	sombra	sombra	sombra	sombra	sombra
18	sombra	sombra	sombra	sombra	conf	conf	conf	sombra	sombra	sombra	sombra	sombra
19	conf	sombra	conf	conf	conf	conf	conf	conf	conf	conf	conf	conf

temperatura neutra/limite superior= $0.29 \cdot T_{med} + 15.5$ °C
temperatura neutra/limite inferior= $0.29 \cdot T_{med} + 20.5$ °C

Figura 24. Indicação de períodos para sombreamento. Fonte: software Climaticus 2011, versão beta¹⁴.

6.3 Diretrizes construtivas para a Zona Bioclimática 3

Na zona bioclimática 3 (ver figuras 6 e 7) devem ser atendidas as diretrizes apresentadas nas tabelas 7, 8 e 9.

Tabela 7 - Aberturas para ventilação e sombreamento das aberturas para a Zona Bioclimática 3

Aberturas para ventilação	Sombreamento das aberturas
Médias	Permitir sol durante o inverno

Tabela 8 - Tipos de vedações externas para a Zona Bioclimática 3

Vedações externas
Parede: Leve refletora
Cobertura: Leve isolada

Tabela 9 - Estratégias de condicionamento térmico passivo para a Zona Bioclimática 3

Estação	Estratégias de condicionamento térmico passivo
Verão	J) Ventilação cruzada
Inverno	B) Aquecimento solar da edificação C) Vedações internas pesadas (inércia térmica)
Nota: Os códigos J, B e C são os mesmos adotados na metodologia utilizada para definir o Zoneamento Bioclimático do Brasil (ver anexo B).	

Figura 25. Diretrizes para a Zona Bioclimática 3 (ABNT, 2005)

¹⁴ Fonte dados Climaticus: Normais Climatológicas (1961-1990), Brasília, 1992. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Secretaria Nacional de Irrigação, Departamento Nacional de Meteorologia.

2.6.3 O Clima de São Paulo no Contexto das Mudanças Climáticas

Segundo Nobre *et al.* (2010) as projeções para a cidade de São Paulo indicam aumento no número de dias e noites quentes e redução no número de dias e noites frios. Um estudo de clima futuro simulado em andamento no IAG-USP indica uma descaracterização do clima da metrópole: os anos típicos que geralmente apresentavam as quatro estações distintas passarão a ter basicamente dois períodos, um quente (de setembro a abril) e um ameno (de maio a agosto). A leitura também coincide com Marengo (2006) que, através de simulações utilizando os cenários A2 e B2 do quarto relatório do IPCC indicaram uma anomalia nas temperaturas do sudeste brasileiro para um padrão tipicamente tropical. As mudanças também indicam que eventos que usualmente não acontecem em São Paulo passem a ocorrer, como ondas de calor¹⁵.

A leitura dos dados medidos ao longo do tempo já revelam as mudanças que estão ocorrendo no clima, em específico na cidade de São Paulo. Os dados médios de temperatura e umidade relativa do ar registrados nas décadas de 1940, 1950, 1960, 1970, 1980, 1990 e 2000 foram respectivamente: 17,7°C/85,1%, 18,0°C/85,5%, 18,3°C/82,5%, 18,7°C/81,9%, 19,0°C/81,3%, 19,4°C/80,7%, e 19,5°C/80,0% (Figura 26)¹⁶. Portanto, já ocorreu aumento de aproximadamente 2°C de temperatura do ar e redução nos valores de umidade relativa de aproximadamente 5% desde o início das medições até o presente. Ver Tabela 2 e Tabela 3 para médias mensais e anuais.

A comparação dos valores médios de temperaturas mensais ao longo dos anos revela a mudança climática já em curso na cidade de São Paulo com tendência de elevação nos valores médios de temperatura nas últimas décadas e, conseqüentemente, umidade relativa mais baixa (a umidade específica não registrou tendência significativa de alteração).

Sob o aspecto das temperaturas máximas e mínimas (absolutas e médias), observa-se que as alterações nas temperaturas máximas não são tão significativas quanto às das mínimas, estas estão mais altas no presente que no passado, assim, as amplitudes mensais (diferença entre máxima e mínima absolutas) e diferença entre os valores médios das temperaturas máximas e mínimas, apresenta números gradativamente menores, indicando um achatamento das temperaturas diárias e mensais, tendência que se mantém para os dados futuros, conforme simulação. Ver Apêndice A.

¹⁵ Artigo em elaboração. Rafael J R Batista, Fabio L T Gonçalves, Rosmeri P da Rocha. “*Apparent Temperature trends for the Metropolitan Region of São Paulo derived from RegCM3 regional climate model simulations*”

¹⁶ Dados obtidos da Estação Meteorológica do IAG-USP/Parque de Ciência e Tecnologia da USP. Por se localizar em área de parque, os efeitos microclimáticos urbano são reduzidos, de modo que a variação nos dados medidos revelam, principalmente, o efeito das mudanças climáticas globais no local.

Para este trabalho foram obtidos, junto ao IAG-USP, dados de temperatura e umidade relativa¹⁷ simulados pela pesquisadora do IAG-USP Marta P. Llopart, cedidos pela professora Rosmeri P. da Rocha a partir dos modelos: regional RegCM4 e global MPI (*Max-Planck Institute for Meteorology*) utilizando o cenário RCP (Representative Concentration Pathways) 8,5 do IPCC AR5, cenário que representa o maior nível de emissões estimadas pelo Painel. Os cenários simulados são presente (1975 a 2005), futuro próximo (2015 a 2044), futuro intermediário (2045 a 2074) e futuro distante (2076 a 2096) e mantêm a mesma tendência que os dados medidos dos anos passados revelaram (Tabela 4 e Tabela 5 e Figura 27).

Tendo em vista, portanto, as novas condições climáticas, pode-se esperar que os edifícios construídos em outras épocas e, conseqüentemente, em outras condições climáticas, apresentem desempenho térmico diferente em um futuro marcado por mudanças climáticas. Espera-se, também, que os novos edifícios, construídos em um futuro próximo, mais quente, ou mesmo, concebidos para performarem nesse novo cenário, adotem estratégias adaptadas a ele como, por exemplo, incremento de massa térmica e de ventilação.

Figura 26. Variação dos dados médios de temperatura e umidade relativa do ar ao longo das décadas de 1940, 1950, 1960, 1970, 1980, 1990 e 2000. Elaboração da autora.

¹⁷ A variável mais significativa para a mudança climática é a temperatura e a umidade relativa varia em função dela. Deste modo, essas duas variáveis foram alteradas nos arquivos climáticos e as demais ficaram fixas e o efeito da mudança climática pôde ser observado com maior clareza.

Tabela 2. Variação da temperatura média mensal na cidade de São Paulo ao longo dos anos. Dados de 1933 a 2014 medidos pela Estação Meteorológica do IAG-USP Parque de Ciência e Tecnologia da USP. Elaboração da autora.

Temperaturas (°C): médias mensais													
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1933	19,9	21,1	19,0	17,0	15,6	13,3	13,3	15,1	16,2	16,9	16,8	18,4	16,9
1934	20,6	21,1	20,3	18,7	16,5	15,6	13,7	15,2	16,2	16,3	18,8	19,5	17,7
1935	20,2	20,7	20,6	17,3	14,4	15,9	15,7	14,9	16,2	17,2	18,4	20,8	17,7
1936	21,4	19,7	19,5	18,5	18,8	17,0	14,9	14,0	15,4	17,6	18,0	19,9	17,9
1937	19,0	21,1	20,4	17,9	15,0	14,9	15,3	16,3	15,8	16,7	17,6	18,3	17,4
1938	22,5	20,7	21,2	18,4	15,8	14,7	14,2	14,9	16,4	17,3	18,5	19,6	17,9
1939	20,8	21,4	21,3	18,5	17,5	15,4	12,9	16,2	15,6	17,6	19,1	19,8	18,0
1940	21,4	19,8	20,9	20,1	17,8	15,9	16,4	16,4	16,2	17,3	18,3	22,6	18,6
1941	21,8	22,0	19,9	20,8	17,4	14,5	14,0	17,0	13,8	16,7	18,6	19,7	18,0
1942	20,7	21,5	20,7	18,3	15,9	14,5	11,6	14,8	15,3	17,1	18,4	18,3	17,3
1943	19,8	20,3	20,3	16,3	16,5	15,6	14,0	13,4	15,0	17,1	18,3	18,4	17,1
1944	21,2	20,2	20,7	17,0	15,3	15,0	12,9	15,9	17,1	19,7	17,6	19,2	17,6
1945	20,2	21,5	19,8	18,0	14,5	13,4	14,4	17,1	15,7	17,7	18,3	18,6	17,4
1946	20,8	22,6	19,9	17,3	17,8	14,8	13,8	16,6	17,8	18,4	18,9	19,8	18,2
1947	21,2	22,0	19,2	18,0	17,8	16,2	13,4	14,8	16,1	15,2	16,9	18,6	17,5
1948	22,0	21,4	19,0	18,4	16,3	15,2	16,2	14,1	16,7	16,7	18,7	19,4	17,8
1949	20,6	19,9	22,0	17,7	15,7	16,0	14,5	15,6	16,1	16,6	17,6	19,7	17,7
1950	20,5	20,8	20,6	18,8	17,5	16,1	14,8	17,0	17,1	16,9	17,8	20,0	18,2
1951	20,3	20,8	19,8	15,9	15,7	14,4	13,1	13,9	16,3	17,5	19,0	18,5	17,1
1952	20,7	20,0	20,5	17,1	16,7	15,2	14,9	16,7	16,0	18,0	19,0	19,8	17,9
1953	21,8	20,6	20,8	18,1	16,9	15,5	13,3	15,7	17,7	18,3	18,6	19,4	18,0
1954	22,1	21,6	20,8	18,2	16,6	16,3	15,6	16,4	17,7	17,8	18,6	19,6	18,4
1955	20,9	21,9	20,7	18,5	15,8	15,0	14,8	15,3	16,6	16,4	16,9	20,2	17,7
1956	23,4	21,2	20,2	18,2	15,0	13,4	13,9	13,7	17,7	17,1	16,8	19,1	17,5
1957	21,1	20,3	20,3	18,1	16,0	15,0	14,4	15,8	15,8	19,1	18,7	20,7	18,0
1958	21,5	22,1	20,0	17,8	16,1	15,4	16,0	17,9	16,8	18,3	20,5	21,5	18,7
1959	21,7	22,0	20,0	21,4	17,7	15,0	16,5	16,1	18,3	18,8	19,1	20,2	18,9
1960	20,1	20,3	20,1	18,4	14,8	15,0	15,1	17,0	17,2	19,7	19,2	20,5	18,1
1961	21,4	21,8	20,5	19,8	16,9	16,4	15,7	17,3	19,7	20,1	20,4	20,2	19,2
1962	20,2	20,5	20,7	18,2	15,4	13,6	13,2	15,2	17,1	16,7	18,6	19,4	17,4
1963	22,2	21,1	21,9	18,6	16,1	14,3	15,4	16,7	19,7	18,9	20,6	20,2	18,8
1964	20,3	20,8	20,4	19,4	15,9	14,2	12,7	16,3	17,3	17,0	17,6	19,2	17,6
1965	19,6	21,0	19,3	19,2	16,5	16,8	15,3	16,9	18,8	18,3	19,6	21,6	18,6
1966	22,0	23,0	20,9	19,0	17,0	16,6	16,5	15,6	16,0	18,1	18,8	20,8	18,7
1967	20,7	21,6	20,6	18,9	18,0	16,1	15,6	17,9	17,7	20,2	18,8	18,8	18,7
1968	20,8	19,9	20,4	16,8	14,2	14,5	14,2	14,5	16,2	17,7	19,9	21,4	17,5
1969	22,4	22,2	21,4	18,3	17,1	16,2	15,3	16,6	17,9	16,4	19,7	18,9	18,5
1970	20,8	21,4	21,5	19,2	18,7	17,3	15,1	15,5	16,3	17,4	17,7	22,0	18,6
1971	22,9	22,3	21,8	18,5	16,3	14,9	15,0	16,4	16,9	17,1	17,8	20,3	18,4
1972	21,7	21,1	21,7	17,6	17,7	17,7	15,4	17,0	17,5	18,7	19,8	21,2	18,9
1973	22,9	23,2	20,6	21,8	17,1	17,4	16,4	15,2	16,3	17,5	17,9	20,9	18,9
1974	21,5	22,3	21,0	18,1	17,2	14,8	15,8	16,6	16,8	17,2	19,4	19,7	18,4
1975	21,0	22,1	21,6	18,1	16,2	15,5	13,7	18,4	17,6	18,0	19,5	21,2	18,6
1976	22,3	20,7	20,8	18,9	16,5	15,3	14,8	15,8	16,1	17,4	19,5	21,1	18,3
1977	21,9	23,6	22,1	18,8	17,3	16,8	18,3	18,0	18,2	19,8	20,2	19,7	19,6
1978	22,2	21,9	21,7	18,1	15,8	15,2	16,5	15,5	17,1	19,2	19,8	20,7	18,6
1979	19,2	21,6	19,9	18,5	17,3	14,9	14,6	17,3	16,7	19,8	19,2	21,3	18,4
1980	20,7	21,7	22,9	19,9	18,7	15,4	16,3	16,9	15,7	19,3	19,5	22,5	19,1
1981	21,8	23,0	21,3	18,8	18,1	15,2	13,7	16,2	18,3	17,1	20,4	20,7	18,7
1982	19,8	22,5	20,4	17,9	16,3	17,7	16,5	17,4	17,4	18,9	21,3	20,2	18,9
1983	22,2	22,5	20,9	19,7	18,7	16,2	17,1	16,4	15,4	18,2	20,9	21,3	19,1
1984	23,5	24,0	21,1	19,1	19,5	17,3	16,6	15,3	16,4	19,6	20,3	20,3	19,4
1985	20,2	22,5	22,1	20,7	17,0	14,7	14,7	17,4	17,0	19,0	20,3	21,0	18,9
1986	23,0	22,4	21,6	20,6	19,1	16,2	15,1	17,3	16,9	18,6	21,2	21,3	19,4
1987	22,9	22,2	21,0	20,8	17,0	15,0	17,8	15,7	16,4	18,9	20,2	21,6	19,1
1988	23,4	20,9	21,7	19,6	17,1	14,6	12,9	16,5	18,6	17,8	18,9	21,0	18,6
1989	21,9	22,5	21,6	20,6	16,8	15,8	14,2	16,1	17,0	16,8	19,2	20,4	18,6
1990	23,0	22,4	22,6	21,9	16,8	15,6	14,1	15,2	16,2	20,0	21,9	21,0	19,2
1991	21,2	21,3	20,7	19,5	17,9	16,9	15,7	16,7	16,4	19,2	20,6	22,3	19,0
1992	21,8	22,5	21,9	20,2	19,0	18,0	15,4	15,3	16,8	19,1	19,7	20,6	19,2
1993	22,9	21,7	22,1	20,9	17,9	16,0	16,8	15,4	16,9	20,2	22,3	21,8	19,6
1994	21,6	24,0	21,2	20,0	19,0	15,9	16,5	16,2	18,8	20,3	20,9	22,7	19,8
1995	23,5	22,4	21,6	19,8	17,7	16,5	17,8	18,7	17,6	18,1	20,5	21,2	19,6
1996	23,2	22,6	21,7	20,3	16,8	16,0	13,9	15,5	16,8	19,2	19,7	22,1	19,0
1997	22,1	22,6	20,8	19,4	17,2	15,9	17,1	17,1	18,4	19,6	21,5	23,1	19,6
1998	23,9	23,6	22,5	20,6	17,1	15,6	16,0	18,4	18,1	18,2	19,2	22,0	19,6
1999	23,1	22,9	22,4	19,3	16,5	15,7	16,3	16,4	17,7	17,2	18,4	21,7	19,0
2000	22,0	21,6	20,9	19,8	17,3	17,3	14,6	16,2	17,4	20,9	20,5	21,9	19,2
2001	23,4	23,6	22,7	21,8	17,5	16,9	16,5	17,8	17,7	19,3	20,8	21,3	19,9
2002	22,3	21,4	23,6	22,2	18,9	18,6	15,7	19,2	17,1	22,0	21,4	22,6	20,4
2003	22,2	24,2	21,8	20,3	17,3	18,1	16,7	15,1	17,4	19,1	20,3	21,9	19,5
2004	20,7	20,8	20,3	20,6	16,7	16,0	15,3	16,3	19,9	18,6	20,2	20,6	18,8
2005	22,0	21,4	21,7	21,4	18,7	18,0	16,0	18,2	17,1	20,0	19,6	20,4	19,5
2006	22,6	22,8	22,4	19,7	16,1	16,2	16,9	17,4	17,4	19,1	20,1	22,0	19,4
2007	22,2	22,8	23,0	21,2	16,9	17,3	15,3	17,0	19,1	20,1	19,8	21,7	19,7
2008	21,1	22,1	21,5	20,2	16,8	16,4	16,1	17,6	17,0	19,8	19,6	20,3	19,0
2009	21,6	22,9	22,4	19,5	18,4	14,8	15,8	17,3	18,9	19,0	23,3	21,8	19,6
2010	22,9	23,8	22,2	19,7	17,8	15,6	17,4	16,0	18,5	17,7	20,1	22,0	19,5
2011	23,2	23,3	21,0	20,7	16,7	14,8	16,4	17,2	17,1	19,3	18,9	21,0	19,1
2012	20,7	23,4	21,6	20,5	17,4	17,0	16,4	17,8	18,9	21,1	20,0	23,7	19,9
2013	21,2	22,7	21,4	19,3	17,8	17,5	15,4	16,5	18,0	18,9	20,7	22,3	19,3
2014	24,2	24,3	22,3	20,0	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Tabela 3. Variação da umidade relativa média mensal na cidade de São Paulo ao longo dos anos. Dados de 1933 a 2014 medidos pela Estação Meteorológica do IAG-USP/Parque de Ciência e Tecnologia da USP. Elaboração da autora.

	Umidade relativa (%): médias mensais												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1933													
1934													
1935													
1936	82,0	86,4	88,7	85,9	85,2	83,1	80,0	83,7	85,0	84,3	87,0	87,3	84,9
1937	90,5	87,5	85,6	89,8	88,5	86,3	81,8	79,8	82,7	88,1	88,1	88,3	86,4
1938	83,1	88,1	86,7	88,8	88,2	86,8	84,2	84,4	86,2	88,7	87,2	87,0	86,6
1939	87,1	84,3	85,9	87,8	87,4	83,8	85,3	75,8	85,4	80,3	85,2	87,0	84,6
1940	83,9	88,0	86,1	85,1	84,3	83,2	77,2	77,8	80,1	85,2	87,1	81,9	83,3
1941	83,3	83,4	87,9	81,3	82,0	84,6	85,5	79,9	86,3	82,0	85,4	87,0	84,0
1942	83,9	86,4	87,3	86,9	85,3	85,0	87,3	79,8	84,1	82,8	84,4	86,8	85,0
1943	85,1	85,8	87,2	87,0	82,1	85,1	83,5	84,0	84,0	88,2	85,6	87,6	85,4
1944	81,7	88,5	86,2	87,5	86,8	80,7	83,9	76,3	79,8	82,0	87,0	84,7	83,7
1945	88,3	87,4	89,2	88,7	87,1	88,0	83,7	82,0	84,7	84,9	89,1	89,4	86,9
1946	89,5	86,9	89,9	87,2	85,6	84,9	84,9	81,7	80,6	85,6	87,3	85,2	85,8
1947	87,1	84,6	89,9	86,5	84,9	84,1	86,0	83,8	86,2	87,9	86,3	87,8	86,3
1948	82,2	86,5	87,9	86,0	89,1	83,1	83,7	84,5	82,0	84,9	87,0	85,2	85,2
1949	85,0	87,2	85,3	86,6	85,7	87,2	85,9	82,8	81,6	86,7	83,1	85,4	85,2
1950	89,4	86,9	86,2	88,7	85,2	86,4	86,2	86,1	83,3	91,2	89,9	85,3	87,1
1951	88,6	87,9	89,4	87,8	87,5	85,9	82,4	86,1	80,0	84,6	87,7	87,0	86,2
1952	87,8	90,0	89,4	86,5	85,5	87,8	85,1	83,3	89,1	87,0	88,9	86,1	87,2
1953	85,1	90,3	87,7	89,3	89,0	87,7	83,4	82,3	85,8	86,4	86,1	87,6	86,7
1954	83,9	87,2	87,3	87,5	90,9	88,3	85,4	78,9	84,9	89,0	86,3	84,6	86,2
1955	87,8	83,3	84,8	88,0	84,4	86,4	83,6	81,6	82,5	86,0	85,1	85,6	84,9
1956	80,0	84,7	86,8	87,0	90,1	89,7	86,8	83,3	83,2	86,9	84,7	84,4	85,6
1957	84,5	85,8	87,2	87,5	85,6	83,5	84,8	82,0	88,4	84,0	86,1	84,8	85,3
1958	84,0	82,7	85,3	88,0	88,1	82,9	85,3	77,4	81,5	85,4	79,0	82,8	83,5
1959	83,3	85,3	87,0	81,7	84,5	78,9	75,8	79,2	81,5	83,3	83,6	85,0	82,4
1960	87,1	88,9	86,9	85,4	86,5	83,5	77,3	78,4	79,5	84,1	86,6	84,2	84,0
1961	85,2	83,0	84,0	83,8	85,0	84,3	79,5	76,2	79,8	80,5	81,2	82,1	82,1
1962	84,6	85,4	85,1	85,0	84,1	82,1	82,2	77,0	82,6	86,4	80,7	88,1	83,6
1963	82,0	83,3	82,8	81,1	79,9	79,6	75,0	71,0	70,1	83,9	81,2	79,5	79,1
1964	82,7	86,5	79,8	86,1	85,5	84,5	85,1	81,4	78,6	87,2	82,1	86,1	83,8
1965	86,7	85,5	84,1	84,4	84,7	86,2	82,5	74,1	80,0	84,7	85,1	85,0	83,6
1966	83,1	80,9	81,9	84,7	84,2	76,3	76,5	79,9	80,8	83,7	85,4	85,7	81,9
1967	86,4	85,7	87,0	85,1	80,7	82,0	80,0	74,3	80,3	80,0	82,7	85,3	82,5
1968	83,6	81,5	86,7	84,1	80,5	83,4	81,0	82,8	79,4	82,7	77,9	78,3	81,8
1969	80,5	83,7	83,4	84,9	81,1	80,7	80,1	78,7	82,4	87,3	85,9	82,4	82,6
1970	84,7	85,8	82,5	82,6	81,8	81,9	83,2	79,5	85,5	86,0	82,3	79,0	82,9
1971	76,2	81,5	84,1	85,9	84,9	85,5	81,2	81,2	80,9	83,9	83,3	84,4	82,8
1972	81,1	83,8	83,6	83,6	82,6	72,5	80,8	76,8	82,6	83,7	85,7	82,0	81,6
1973	81,6	81,8	85,6	85,2	84,5	80,1	81,8	84,9	85,9	83,7	83,2	83,8	83,5
1974	84,6	81,3	86,3	86,2	80,8	84,3	79,2	72,5	81,5	83,5	76,2	85,4	81,8
1975	82,6	84,1	80,3	79,8	80,7	79,2	74,7	68,8	78,0	81,4	81,5	82,9	79,5
1976	83,0	84,7	84,2	83,2	85,9	79,9	80,4	82,2	82,7	83,5	82,1	82,2	82,8
1977	83,6	77,5	81,3	86,1	81,9	85,0	69,4	77,6	80,3	81,3	84,1	84,5	81,0
1978	82,8	80,9	83,3	82,8	82,7	79,1	81,9	78,2	80,0	79,4	82,6	80,3	81,2
1979	82,8	83,4	83,6	82,8	82,5	81,3	77,8	79,5	80,7	81,3	81,3	83,5	81,7
1980	82,6	83,3	79,6	84,8	79,2	79,0	79,7	81,3	80,7	78,1	82,6	80,4	80,9
1981	84,4	79,1	82,8	81,8	83,1	78,9	77,6	78,1	72,1	84,8	84,3	79,9	80,6
1982	84,6	79,0	87,2	84,5	81,2	82,3	79,2	79,8	77,8	82,1	82,7	86,5	82,2
1983	83,6	82,4	83,8	86,5	85,5	85,5	75,8	74,5	88,9	84,8	77,3	82,8	82,6
1984	77,0	77,5	83,1	84,7	80,9	77,8	76,7	81,4	76,6	77,6	80,5	84,1	79,8
1985	87,0	83,4	83,6	83,1	82,0	78,4	75,2	72,4	82,3	78,4	78,0	78,6	80,2
1986	78,8	83,2	84,0	82,2	82,4	79,0	81,0	79,5	79,6	77,7	76,9	85,2	80,8
1987	81,3	80,8	81,8	83,2	86,0	82,5	74,0	74,7	83,3	82,4	80,0	80,9	80,9
1988	81,2	88,0	81,5	86,8	87,4	81,4	81,5	72,9	73,8	83,8	81,4	83,2	81,9
1989	83,7	83,8	85,2	82,3	85,6	84,6	82,9	78,4	83,3	82,9	81,1	82,7	83,0
1990	80,9	80,1	82,3	80,5	81,4	80,3	86,4	80,7	79,3	80,4	80,9	80,3	81,1
1991	84,1	84,1	87,5	83,5	80,5	80,5	76,6	76,8	80,9	78,7	78,5	78,9	80,9
1992	81,6	77,0	82,0	79,5	82,1	79,0	82,3	83,8	86,0	83,5	83,8	80,0	81,7
1993	79,1	82,9	82,7	82,6	80,9	80,8	76,8	75,8	85,6	77,6	72,8	79,4	79,8
1994	82,6	79,9	83,2	83,7	83,0	79,1	73,7	76,7	71,4	79,4	77,8	79,2	79,1
1995	81,2	85,4	81,4	81,2	84,3	79,3	76,7	72,0	78,5	83,2	78,2	80,6	80,2
1996	80,5	83,6	86,5	81,7	84,2	80,7	81,4	78,6	83,2	80,9	81,0	81,9	82,0
1997	83,8	80,6	81,1	79,1	82,0	80,3	77,9	76,2	80,1	83,8	84,7	79,7	80,8
1998	79,3	82,3	83,5	80,4	81,4	79,8	82,3	80,5	83,8	85,1	81,8	80,2	81,7
1999	83,6	82,5	79,4	79,3	77,9	84,1	81,4	74,0	76,2	82,8	77,9	77,3	79,7
2000	82,0	84,4	84,1	77,0	76,3	74,7	75,5	76,8	82,1	78,7	81,6	80,3	79,5
2001	76,9	80,6	80,3	76,8	82,1	81,1	78,6	76,4	80,9	77,8	80,8	81,3	79,5
2002	81,3	82,7	78,5	79,0	81,7	77,5	80,5	74,1	78,6	75,0	78,6	78,5	78,8
2003	83,4	77,1	81,6	80,8	76,9	79,0	74,3	77,5	78,2	79,9	79,4	80,6	79,1
2004	84,0	82,6	82,0	82,6	82,7	81,6	82,3	77,7	73,5	81,4	79,3	82,3	81,0
2005	84,6	79,8	82,6	81,4	79,5	79,9	79,0	73,1	85,0	84,8	81,3	80,7	81,0
2006	79,8	80,6	82,1	80,5	81,4	79,8	76,5	73,4	76,6	83,0	81,2	82,2	79,8
2007	82,9	79,6	77,5	82,2	81,5	76,2	78,9	75,1	74,1	79,2	80,3	80,2	79,0
2008	82,2	82,2	79,9	82,0	78,1	81,7	73,9	78,4	78,6	81,7	81,9	80,3	80,1
2009	82,2	82,2	81,7	82,6	80,7	81,2	86,6	76,7	83,5	86,1	79,9	84,3	82,3
2010	84,0	77,4	80,6	81,8	81,7	79,5	79,7	75,1	76,9	82,5	80,1	84,1	80,3
2011	83,4	80,7	86,9	81,7	82,7	81,1	79,3	77,3	76,7	80,0	79,3	78,5	80,6
2012	82,4	78,7	79,0	83,6	82,2	86,1	77,7	74,3	74,5	77,2	81,4	80,8	79,8
2013	84,7	80,5	82,6	81,9	81,7	84,8	81,9	74,3	76,4	80,1	79,7	78,3	80,6
2014	74,9	72,8	80,9	82,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 4. Variação das temperaturas médias mensais nos cenários simulados pelo IAG-USP. Elaboração da autora.

Presente	21,2	20,9	19,9	18,1	16,3	14,8	13,7	14,3	16,1	17,8	18,6	19,8	17,6
Futuro Próximo	21,8	21,9	20,8	19,0	17,3	15,5	14,8	15,4	17,5	19,0	19,4	20,5	18,6
Futuro Médio	22,8	22,7	21,9	20,2	18,4	16,8	15,9	16,8	19,4	20,3	21,2	21,9	19,9
Futuro Distante	24,4	23,6	22,8	21,1	19,7	18,0	16,6	18,3	20,5	22,4	22,3	23,1	21,1

Tabela 5. Variação da umidade relativa mensal nos cenários simulados pelo IAG-USP. Elaboração da autora.

Presente	81,7	82,2	83,4	82,5	80,8	79,3	78,6	77,2	77,3	78,8	79,5	81,3	80,2
Futuro Próximo	81,9	83,1	83,5	82,2	80,5	79,7	78,6	77,6	77,2	78,2	80,6	81,5	80,4
Futuro Médio	82,2	83,6	83,4	82,9	80,6	79,9	78,9	77,4	74,4	78,4	80,2	82,1	80,3
Futuro Distante	81,7	82,1	83,0	81,8	80,4	79,1	79,3	75,9	71,3	72,4	79,0	80,9	78,9

Figura 27. Gráfico de variação de temperatura e umidade relativa do ar médias anuais dos cenários climáticos simulados pelo IAG-USP. Elaboração da autora.

3. MATERIAL E MÉTODO

Descrito de forma sucinta, e conforme fluxograma apresentado na Figura 28, este trabalho se utiliza de estudos de casos reais e de simulações computacionais. O método é indutivo, por meio de levantamentos de campo, e dedutivo, por meio de comparações entre os resultados das medições e das simulações computacionais; o trabalho apresenta, ao final, estudos preditivos do comportamento térmico e do conforto ambiental dos usuários nos edifícios estudados. Para tanto, foram levantadas e monitoradas seis residências de idosos voluntários, além de uma residência de controle, e foram realizadas simulações com o modelo EDSL/Bentley TAS (Thermal Analysis Software).

Para a simulação computacional foram utilizados dados climáticos simulados e medidos. Os dados climáticos simulados foram tratados a partir de dados cedidos pelo Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas/IAG-USP representando os períodos presente (1975 a 2005), futuro próximo (2015 a 2044), futuro intermediário (2045 a 2074) e futuro distante (2076 a 2096). Os dados medidos foram os registrados pela estação meteorológica do IAG-USP, localizada na zona sul de São Paulo, para três períodos distintos: o ano de 2013, quando foram monitoradas as residências, o ano de 1972, selecionado como representativo do período de construção das residências estudadas, e também o ano de 2014, para fins de estudo dos efeitos da onda de calor ocorrida em janeiro e fevereiro desse mesmo ano.

Os resultados foram analisados comparativamente entre os diferentes cenários climáticos e também entre as unidades habitacionais estudadas, adotando-se os índices de conforto adaptativo De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys *et al.* (2010), considerados os mais adequados para a avaliação térmica da operação em modo passivo no clima local, dentre os índices já existentes.

Na sequência, cada uma dessas etapas é descrita detalhadamente.

Após a revisão bibliográfica, este trabalho foi estruturado em duas frentes complementares: levantamentos de dados empíricos e estudos baseados em simulação computacional.

Para a base de dados empíricos, foram realizados levantamentos arquitetônicos, dimensionais, construtivos e de uso e ocupação de residências de idosos voluntários e medições de variáveis ambientais (temperatura do ar, umidade relativa do ar, temperatura radiante média e velocidade do vento) no interior das unidades.

As simulações computacionais de desempenho térmico horário em base anual dessas unidades foram feitas utilizando o modelo TAS (*Thermal Analysis Software*) EDSL/Bentley, disponível na FAUUSP para uso acadêmico, em condições climáticas atuais e em cenários futuros de mudanças climáticas. Sobre os resultados de desempenho térmico das unidades selecionadas foram aplicados dois índices de conforto térmico adaptativo para comparação da condição obtida em cada cenário de simulação frente às exigências de conforto humano.

Figura 28. Fluxograma da pesquisa.

3.1 Levantamento de Dados

Foram levantados os seguintes dados primários:

- amostra de residências de idosos;
- dados climáticos da cidade de São Paulo, passados, atuais e futuros;
- medições das variáveis ambientais no interior das residências.

3.1.1 As Residências para o Estudo

Foram levantadas seis residências de idosos. A amostra compõe-se de residências de idosos voluntários do serviço de atendimento domiciliar do Hospital das Clínicas de São Paulo, o NADI (Núcleo de Assistência Domiciliar do Instituto Central do Hospital das Clínicas, da Faculdade de Medicina da USP), participante do projeto temático no qual este trabalho se insere. O NADI tem como critério para atendimento domiciliar a localização da residência do paciente, que deve estar a até 10 Km do Hospital das Clínicas.

As residências da amostra localizam-se em diversos bairros da cidade de São Paulo: Cerqueira César, Aclimação, Vila Ida, Freguesia do Ó, Rio Pequeno e Brooklyn Novo (Figura 29), incluindo casas térreas, sobrados e apartamentos em edifícios de múltiplos andares. Além destas residências de voluntários idosos, foi incluída no levantamento a residência da pesquisadora para fins de manutenção de uma unidade de controle. Esta residência localiza-se no bairro de Pinheiros.

Para fins de identificação de cada uma das residências e também para manter o sigilo de seu endereço e identificação dos voluntários, as residências serão identificadas pelo bairro de sua localização.

Figura 29. Mancha urbana da cidade de São Paulo com a localização das residências levantadas identificadas pelos nomes dos bairros onde se localizam e Estação Meteorológica do IAG-USP/Parque de Ciência e Tecnologia da USP. Elaborado pela autora sobre mapa Google Earth.

O levantamento inicial incluiu informações como dimensões, geometria, materiais e componentes construtivos, cargas térmicas internas, revestimentos e sistema de ventilação das residências. O levantamento físico contou com a participação de alunos de iniciação científica do LABAUT (Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética do Departamento de Tecnologia da FAU-USP), do qual a mestranda faz parte, participantes do mesmo projeto temático. Cada levantamento foi realizado em equipes de três pessoas e se utilizou basicamente de trena, câmera fotográfica, prancheta, papel e caneta. Também foram feitas fotos termais dos ocupantes e da

edificação, internas e externas, e a aplicação pré-teste dos questionários de conforto térmico com os usuários.

Além das questões de desempenho térmico do edifício e conforto térmico dos usuários tratadas neste trabalho, a equipe da FAU-USP inclui pesquisadores de ergonomia, participantes no mesmo projeto temático e que utilizam a mesma amostra de residências como estudo de caso. Esses pesquisadores, além de participarem do levantamento físico das residências aplicaram questionários pré-teste de ergonomia nos voluntários.

3.1.2 Dados Climáticos da Cidade de São Paulo

Para a realização desse trabalho foi necessária uma base de dados climáticos da cidade de São Paulo, tanto para a leitura do clima e compreensão do desempenho dos edifícios nela existentes quanto para a elaboração de arquivos climáticos, necessários para a realização de simulação computacional de desempenho térmico.

A base de dados utilizada nesse estudo teve como fonte principal a Estação Meteorológica do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP, o IAG-USP/ Parque de Ciência e Tecnologia da USP¹⁸. A Estação Meteorológica do IAG-USP localiza-se em área verde, o que proporciona reduzido efeito da progressiva urbanização da metrópole sobre ela. Como já foi dito neste trabalho, as cidades funcionam como amplificadoras do efeito das mudanças climáticas, principalmente pela substituição de materiais e pela redução de vegetação, de modo que supõe-se que nas áreas urbanizadas da cidade o fenômeno esteja mais agravado.

Foram obtidos e tratados dados climáticos horários dos anos de 1972, 2013 e 2014 (janeiro a abril). O ano de 1972 foi considerado representativo da década estimada de construção das residências estudadas e foi selecionado por apresentar temperaturas semelhantes às médias da década e por ser um ano sem ocorrência de El Niño¹⁹. O ano de 2013 é o ano em que foram realizadas as medições das variáveis ambientais nas residências para esse estudo e é representativo do clima presente. 2014 foi o ano com ocorrência de onda de calor nos meses de janeiro e fevereiro.

Para a base de dados representativa de cenários climáticos, foram utilizados os dados meteorológicos simulados referentes aos períodos: presente (1975 a 2005), futuro próximo (2015 a 2044), futuro intermediário (2045 a 2074) e futuro distante (2076 a 2096).

¹⁸ A Estação Meteorológica se localiza no Parque de Ciência e Tecnologia da USP na Avenida Miguel Stéfano, 4200, Água Funda, zona sul de São Paulo. Coordenadas Geográficas: 23,65°S / 46,62°W. Altitude: 800m. Número na WMO: 83.004. Além desta, foram pesquisadas também outras estações meteorológicas na cidade de São Paulo. A Estação IAG-USP foi a que apresentou dados mais completos. Ver Apêndice B.

¹⁹ O ano foi selecionado juntamente com o Prof. Dr. Fábio Gonçalves / IAG-USP, coordenador do projeto temático do qual esse mestrado faz parte.

3.1.3 Variáveis Ambientais no Interior das Residências

Foram realizadas medições das variáveis ambientais de conforto térmico (temperatura do ar, umidade relativa do ar, temperatura de globo e velocidade do vento) nas residências. Este tópico apresenta os procedimentos e resultados dos levantamentos de campo realizados.

As medições das variáveis ambientais ocorreram em período com tendência ao frio e ao calor, respectivamente, abril/maio e dezembro de 2013. Para a leitura dos dados foram selecionados quatro dias em cada um dos períodos de medição, a saber: de 20 a 23 de abril / 2013 e de 7 a 10 de dezembro / 2013. Os critérios de escolha foram o menor número de falhas nos equipamentos e, conseqüentemente, nas medições, e estabilidade do tempo.

Por se tratar de um trabalho no interior de residências em uso e de participantes voluntários, o levantamento procurou interferir o mínimo possível na rotina dos residentes. O ponto de instalação do equipamento foi definido pela pesquisadora juntamente com os moradores responsáveis.

3.1.3.1 Os equipamentos para os levantamentos

Para as medições das variáveis ambientais de conforto térmico utilizou-se confortímetros (Figura 30) de fabricação nacional Sensus, adquiridos dentro do projeto temático, em quantidade suficiente para a tomada de dados simultâneos em dois ambientes de permanência prolongada em todas as residências da amostra, sob as mesmas condições climáticas. O equipamento faz uso dos seguintes sensores:

- termômetro de bulbo seco tipo termorresistor, faixa de medição de 0 a 90°C, resolução de 0,1°C, incerteza de 0,2°C, com intervalo de confiança de 95%;
- termômetro de globo com esfera metálica, pintura preto fosco, segundo a norma ISO 7726 (1998), cujo diâmetro é de 0,15m e emissividade de 0,95. O equipamento opera com incerteza de 0,2 °C;
- sensor de umidade tipo capacitivo com faixa de medição de 5 a 98 %, incerteza de 3 %;
- termo-anemômetro, capaz de medir em intervalo de 0 a 3 m/s e com incerteza de 0,04 + 3%.

Previamente à utilização dos equipamentos foram realizados testes e aferições comparativas com outros instrumentos calibrados existentes no laboratório, tanto pela pesquisadora, quanto pelo técnico em eletrônica e pelo fabricante. A partir desses testes foram selecionados os equipamentos que apresentaram melhor desempenho tanto térmico quanto acústico (este último ponto se relaciona ao ruído que o equipamento gera devido ao *cooler* a ele acoplado, para interferir o mínimo possível na rotina dos moradores).

O certificado de calibração dos confortímetros encontra-se no Anexo A.

Figura 30. a) Confortímetros utilizados. b) Comparação dos valores de temperatura e umidade relativa do ar dos confortímetros com outros equipamentos já existentes e calibrados, no laboratório.

3.1.4 Coleta de Dados das Variáveis Ambientais nas Residências

Esta pesquisa definiu como espaços a serem monitorados a sala de estar e um dormitório das residências do estudo, por serem espaços de permanência prolongada, cuja qualidade térmica influi na convivência e na saúde de seus moradores. Em quase todas as residências estudadas foi possível instalar o equipamento em algum ponto de ambos os cômodos eleitos para estudo. Em uma das residências, a Brooklyn Novo, porém, por questões intrínsecas ao espaço e à apropriação do mesmo pelos moradores foram realizadas medições em apenas um ponto da residência, sendo este na sala de jantar.

Os confortímetros foram posicionados sobre tripés. A altura aproximada dos sensores ficou em 1,1m, o que corresponde à altura do abdômen de uma pessoa média (ISO 7726, 1998). Sua localização foi definida com a participação e consentimento dos voluntários em pontos que não prejudicassem a rotina dos residentes em suas habitações. Também nesse caso houve uma exceção, a saber, o estar da residência Rio Pequeno, onde, por não ser possível acomodar o tripé, o confortímetro foi colocado sobre um móvel existente e sua altura aproximada foi de 0,8m (Figura 31).

Os dados obtidos foram formatados em planilha eletrônica.

Algumas falhas foram identificadas nas medições ocasionadas por problemas nos equipamentos ao longo do intervalo de tempo medido (Figura 32). Em alguns casos o equipamento foi reinicializado e, deste modo, as medições foram retomadas; em um dos casos, porém, as medições com os equipamentos não foram restauradas.

Aos dados coletados no interior das residências foram reunidos dados de temperatura e umidade relativa do ar medidos pela Estação Meteorológica IAG-USP/ Parque de Ciência e Tecnologia da USP.

Figura 31. Confortímetros instalados nas residências.

Figura 32. Gráficos de Temperatura do Ar coletados em todos os confortímetros: identificação de falhas.

3.2 Simulação Computacional

A simulação computacional representa, atualmente, o principal modo de prever o desempenho dos edifícios. Simulações de desempenho possibilitam estimar com maior aproximação o desempenho de edifícios e sistemas projetados. (CRAWLEY, 2008).

Neste trabalho pretende-se, com a simulação computacional, obter modelos calibrados que possibilitem posterior qualificação e quantificação dos riscos e possibilidades para o conforto térmico colocados pelas mudanças climáticas, assim como, serem abertos caminhos para a busca de estratégias adequadas de adaptação e mitigação no setor da construção civil, especialmente o setor residencial, com especial atenção ao grupo dos idosos que se caracteriza por maior suscetibilidade a condições climáticas extremas. Será utilizado um banco climático horário anual de dados medidos na cidade de São Paulo.

O modelo computacional adotado foi o TAS (*Thermal Analysis Simulation*) EDSL/Bentley, disponível para uso acadêmico na FAU-USP, um software de simulação de desempenho térmico de edifícios. Seu sistema é constituído de três módulos:

- Tas *3D Modeller*: ferramenta de elaboração do modelo para posterior simulação.
- Tas *Building Simulator*: ferramenta de cálculo para a simulação do desempenho térmico de um edifício. A simulação desenha o estado térmico do edifício.
- Tas *Results Viwer*: ferramenta para exibição dos resultados da simulação.

O software adota o método da simulação dinâmica. Através deste método, traça o estado térmico do edifício hora a hora pelo período de um ano. Obtém-se, assim, panorama detalhado do comportamento do edifício ao longo do tempo, englobando as influências dos inúmeros processos térmicos que ocorrem no edifício (Figura 33).

Figura 33. Representação esquemática dos mecanismos de transferência de calor em um edifício (fonte: EDSL Documentation).

3.2.1 Arquivos Climáticos

O arquivo climático requerido pelo software TAS demanda uma base de dados horários de um ano completo composto por 8.760 horas das seguintes variáveis: radiação global, radiação difusa, nebulosidade, temperatura de bulbo seco (temperatura do ar), umidade relativa do ar, velocidade do vento e direção do vento.

Essa base de dados é de grande importância, pois o desempenho térmico de uma edificação está diretamente relacionado às condicionantes externas do tempo. Do mesmo modo, a representação dos fenômenos térmicos de um edifício exige a inclusão destes dados e, quanto mais detalhado for o programa, mais detalhamento requer do arquivo climático (LABEEE, 2005)

O formato utilizado no TAS é o TWD (*Tas Weather Data*). O programa contém um aplicativo baseado em planilha eletrônica chamado "*Weather Utility*" que possibilita abrir arquivos TWD, trabalhar com eles, importar arquivos em formato TM2 e EPW e

convertê-los para o formato TWD. É também possível criar um arquivo completamente novo através de entrada de dados próprios. É de responsabilidade do usuário checar a origem e o tipo do arquivo.

A fonte de dados dos arquivos climáticos geralmente é composta por dados medidos em estações automáticas e aeroportos. Em ambos os casos, na maioria das vezes, esses pontos de medição se localizam fora da zona urbana, o que implica em limitações no registro dos efeitos da cidade no microclima e, portanto, no desempenho térmico de uma edificação em área urbanizada. Além disso, deve-se considerar a possibilidade de falhas nos equipamentos ou interrupção nas medições para manutenção, gerando lacunas sem registros nos arquivos (LABEEE, 2005).

Para este trabalho foram compostos dois grupos de arquivos climáticos. O primeiro se baseou em **dados** de temperatura e umidade relativa do ar **simulados**²⁰ utilizando o cenário RCP (*Representative Concentration Pathways*) 8,5 do IPCC AR5, cenário que representa o maior nível de emissões estimadas pelo Painel (Figura 34). Os dados obtidos são referentes às médias de quatro períodos:

- presente (1975 a 2005);
- futuro próximo (2015 a 2044);
- futuro intermediário (2045 a 2074); e
- futuro distante (2076 a 2096).

O segundo grupo de arquivos climáticos partiu de **dados medidos** pela Estação Meteorológica do IAG-USP/ Parque de Ciência e Tecnologia da USP²¹, cujos dados preencheram todas as variáveis exigidas pelo arquivo climático. Para esses arquivos climáticos foram selecionados os anos:

- 2013, quando foram realizadas as medições das variáveis ambientais, para fins de calibração do modelo e representatividade do clima no presente;
- 1972, ano passado da década na qual, se estima, foram construídas as residências estudadas;
- meses de janeiro e fevereiro de 2014, quando ocorreu um evento de altas temperaturas e baixa umidade relativa na cidade de São Paulo, representativo de um evento de onda de calor, que tende a se tornar mais frequente nos anos futuros com a mudança do clima.

Dados climáticos simulados não devem ser comparados com dados medidos mas entre eles mesmos, comparando a variação climática através dos anos fornecida pela base de dados simulada (informação verbal)²². Por esse motivo, para permitir a elaboração de arquivos climáticos representativos dos períodos futuros, utilizou-se a estratégia de se obter a variação horária entre a base de dados representativa do presente e dos demais períodos. A variável mais significativa para a mudança climática

²⁰ Dados climáticos simulados pela pesquisadora do IAG-USP Marta P. Llopart, cedidos pela professora Rosmeri P. da Rocha a partir dos modelos: regional RegCM4 e global MPI (*Max-Planck Institute for Meteorology*).

²¹ A estação registra dados de radiação apenas em valores totais diários (em MJ/m²); para sua decomposição em dados horários de radiação global e difusa (W/m²) a pesquisa obteve a colaboração do Prof. Dr. Maurício Roriz (Universidade Federal de São Carlos - UFSCar).

²² Informação verbal da Profa. Dr. Rosmeri P. da Rocha, do IAG-USP, em março/2014.

é a temperatura (informação verbal)²³ e a umidade relativa varia em função dela. Deste modo, para a elaboração dos arquivos climáticos a partir de dados simulados, essas duas variáveis foram alteradas nos arquivos climáticos enquanto as demais ficaram fixas e o efeito da mudança climática pôde ser observado com maior clareza. A variação horária dos dados de temperatura e umidade do ar foi incorporada a um arquivo climático base, representativo do presente. Desse modo, tanto o aumento das temperaturas quanto a redução prevista das amplitudes diárias ficariam representadas no arquivo climático resultante.

O arquivo climático base utilizado foi obtido através da página eletrônica do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, LabEEE, da Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC²⁴, cujo ano base é 1984 e a fonte dos dados é a estação do aeroporto de Congonhas, em São Paulo²⁵.

Figura 34. Aumento de temperatura superficial média global em função das emissões totais globais cumulativas de CO₂ de acordo com os cenários RCP 2,6, RCP 4,5, RCP 6,0 e RCP 8,5 do IPCC AR5. Fonte: IPCC, 2013.

²³ Informação verbal do Prof. Dr. Fábio L. T. Gonçalves, do IAG-USP, em março/2014.

²⁴ Endereço eletrônico <<http://www.labeee.ufsc.br/downloads/arquivos-climaticos/formato-try-swera-csv-bin>>. Acesso em janeiro/2014.

²⁵ O arquivo climático é parte do projeto *Solar and Wind Energy Resource Assessment* (SWERA) que, juntamente com o INPE e o LABSOLAR/UFSC, disponibilizou arquivos climáticos TMY para 20 cidades brasileiras. TMY, *Test Meteorological Year*, é uma compilação de meses sem extremos de temperatura, provenientes de diferentes anos, gerando um ano climático de um ano que nunca existiu, mas que apresenta temperaturas sem extremos para cada mês (LABEEE, 2005).

3.2.2 Modelagem e Calibração

Para o trabalho de simulação computacional e avaliação comparativa da condição de conforto em diferentes cenários climáticos, dentre as sete inicialmente levantadas e monitoradas, foram selecionadas três residências com características diferentes umas das outras conforme segue:

- Cerqueira César, apartamento em edifício de múltiplos andares, que apresentou maior inércia térmica dentre as unidades levantadas;
- Vila Ida, residência térrea, com recuos em todas as fachadas, área ajardinada, e generosas aberturas para iluminação e ventilação. Sua ocupação é muito pequena nos ambientes avaliados e que praticamente permite isolar o seu efeito no edifício;
- Freguesia do Ó, residência de três pavimentos, sem recuos laterais e com variáveis térmicas medidas de valores intermediários dentre a amostra.

Com base na geometria e nos componentes construtivos já levantados, os modelos das residências foram elaborados e as simulações de desempenho térmico realizadas²⁶. Os dados de entrada dos modelos são encontrados no Apêndice D deste trabalho.

Para a simulação inicial de calibração dos modelos foi utilizado o arquivo climático de dados medidos, representativo do ano de 2013, coincidente com o ano em que foram realizadas as medições das variáveis ambientais no interior das residências, utilizando-se dos mesmos períodos em que foram realizadas as medições.

Os valores de temperatura do ar, temperatura radiante média e umidade relativa do ar resultantes das simulações foram comparados com os dados medidos, ambos no mesmo período, para fins de calibração do modelo. Os dados de velocidade do vento não foram utilizados para fins de calibração, tanto porque o software TAS não é específico para simulações de dinâmica de fluidos, quanto porque entende-se que esse é um dado referente a um ponto específico do ambiente e não o retrata como um todo, além da possibilidade de abertura e fechamento das janelas pelos usuários que pode ocorrer a qualquer momento.

3.2.3 Simulações Computacionais e Aplicação de Modelos de Conforto Adaptativo

As simulações computacionais foram realizadas utilizando-se dos arquivos climáticos elaborados e dos modelos representativos das residências elaborados.

A avaliação dos resultados foi feita utilizando-se dos índices de conforto adaptativo eleitos para este trabalho: modelo adaptativo desenvolvido por De Dear e Brager (DE DEAR *et al.*, 1997), conforme adotado pela norma estadunidense ASHRAE: 55 (2013) e

²⁶ A fase de modelagem e simulação computacional das residências contou com a participação das alunas de iniciação científica Rosane Fukuoka e Suzana Tateoka.

modelo desenvolvido por Humphreys *et al.* (2010). Esses modelos foram escolhidos por apresentarem base contendo dados climáticos de localidades de clima mais parecidos com aqueles encontrados no Brasil do que os demais modelos.

Foi utilizada a faixa denominada pela norma ASHRAE: 55 como zona de conforto para 90% de aceitabilidade e os graus-hora (para frio ou e calor) fora desta faixa e também os graus-hora acima da linha neutra (zona de calor) e abaixo dela (zona de frio) para ambos os modelos adotados.

Os resultados foram analisados comparativamente entre os diferentes cenários climáticos.

4. APRESENTAÇÃO DOS DADOS PRIMÁRIOS LEVANTADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesse capítulo são apresentados os dados primários levantados nesta pesquisa que inclui a amostra de residências, os dados climáticos da cidade de São Paulo e as medições das variáveis ambientais no interior dessas residências e análise dos resultados.

4.1 Residências de Estudo

A amostra de residências para esse estudo foi levantada com todas as informações necessárias para sua modelagem para a simulação computacional incluindo dimensionais, geométricas, de orientação, de materialidade da construção, aberturas, ocupação e equipamentos elétricos.

4.1.1 Residência Cerqueira César

Figura 35: Imagem satélite da região da residência Cerqueira César. Elaborado sobre imagem do Google Earth, por Suzana Tateoka.

A residência localiza-se em área central e densa da cidade de São Paulo, na Rua da Consolação, a principal via da região (Figura 35). O entorno é composto por edificações

de gabaritos variados sendo que vários edifícios possuem alturas semelhantes à do edifício estudado e outros possuem um ou dois pavimentos.

Há pouca vegetação nos arredores, sendo esta composta principalmente por poucas árvores localizadas no canteiro central da rua da Consolação e vegetação existente no Cemitério da Consolação que se localiza a aproximadamente 100m do edifício.

A unidade residencial faz parte de um edifício de dez pavimentos, com quatro apartamentos por andar, pé direito de 2,7m e área total de 62m² (Figura 36). Localiza-se no segundo pavimento, tem a frente voltada para a Rua da Consolação (Figura 37) e tem uso misto com dois pequenos comércios funcionando em seu pavimento térreo.

Figura 36. Planta do pavimento tipo do edifício. Elaborado por Suzana Tateoka.

As vedações são compostas por alvenaria de bloco cerâmico. As paredes externas possuem espessura de 28cm, revestidas com argamassa de cor clara. As paredes internas possuem espessura de 14cm e também são revestidas com argamassa e pintura de cor clara.

A residência está orientada no sentido noroeste-sudeste. As faces laterais, cegas, recebem sombreamento dos edifícios adjacentes. As medições realizadas foram feitas nos ambientes estar e dormitório 1 (Figuras 38 a 41).

Figura 37. Volumetria do edifício com o apartamento estudado em destaque. Elaborado por Suzana Tateoka.

Figura 38: Planta da Residência Cerqueira César. Estar e Dormitório 1: ambientes de medição. Elaborado por Suzana Tateoka.

Figura 39. Residência Cerqueira César: estar

Figura 40. Residência Cerqueira César: dormitório

Figura 41. Fachada residência Cerqueira César

A sala de estar localiza-se na região central do edifício, voltada para o pátio interno formado pelo afastamento de apartamento simétrico e o eixo de circulação vertical do edifício, o que confere à planta do edifício um formato em “H”. O ambiente estar possui uma abertura voltada para sudeste, que não recebe radiação solar direta, pois está localizada em região sombreada pela própria forma do prédio e é protegida por uma cortina interna. Há uma segunda abertura no ambiente, adjacente à primeira, direcionada para a área de serviço. Ambas possuem, somadas, área envidraçada de 2,9m², possuem caixilharia de alumínio e peitoril de 1,1m. São conjugadas com a parte inferior de correr e a parte superior basculante, a área efetiva de ventilação total é 1,94m², que representa 66% da área total da janela. Os dormitórios se localizam junto à fachada e se voltam para a Rua da Consolação, com abertura na direção noroeste e área efetiva de ventilação de ventilação de 0,84 m² (Figuras 42 a 44).

A residência é ocupada por quatro pessoas, sendo três da família e uma ajudante que se encontra apenas em horário comercial.

O estar é bastante ocupado durante o dia, sendo que três pessoas o utilizam, simultaneamente ou não. O televisor fica ligado em grande parte do dia e da noite

O dormitório estudado é ocupado apenas por uma pessoa durante o sono e, esporadicamente, durante o dia.

Figura 42. Residência Cerqueira César: janela do estar

Figura 43. Residência Cerqueira César: janela do dormitório

Figura 44: Planta do estar e do dormitório e respectivas aberturas com esquadrias de correr e áreas efetivas de ventilação. Elaborado por Suzana Tateoka.

4.1.2 Residência Aclimação

Figura 45: Imagem satélite da região. Elaborado sobre imagem do Google Earth por Suzana Teteoka.

Figura 46: Volumetria do edifício com o apartamento estudado em destaque. Elaborado por Suzana Tateoka.

A residência localiza-se no bairro da Aclimação (Figura 45). O entorno é composto por muitas casas térreas ou assobradadas, por um edifício adjacente, parte de seu condomínio, a sudeste, e por algumas edificações de gabaritos igualmente altos, porém, espaçadas. Recebe, portanto, apenas sombreamento do edifício ao lado.

A vegetação dos arredores é composta por árvores ao longo da rua, vegetação do Cemitério Israelita Vila Mariana, a cerca de 150m da residência, e pelo Parque da Aclimação, à sua frente.

A unidade residencial faz parte de um edifício de vinte andares, sendo um apartamento por andar (Figura 46). Localiza-se no décimo oitavo andar com de área 127,5m² e pé direito de 2,8m.

Figura 47: Planta da Residência Aclimação. Estar e Suíte: ambientes de medição. Elaborado por Suzana Tateoka.

Figura 48. Residência Aclimação: estar

Figura 49. Residência Aclimação: suíte

Figura 50. Residência Aclimação: fachada

As paredes são compostas por alvenaria de bloco cerâmico. As paredes externas possuem espessura de 30cm, revestidas com argamassa e pintura de cor clara, revestimento cerâmico de cor clara na fachada frontal na direção da cozinha e da área de serviço, além de revestimento cerâmico marrom em pequenas área, sob as janelas dos quartos e no piso e cobertura da sacada. A alvenaria sob as janelas dos dormitórios tem espessura menor que o restante da vedação externa: 18cm. As paredes internas têm espessura de 15cm e também são revestidas com argamassa e pintura de cor clara, assim como o teto; os pisos são revestidos de tacos de madeira, exceto as áreas molhadas que são revestidas por placas cerâmicas.

O apartamento está orientado no sentido norte-sul. As medições realizadas foram feitas nos ambientes estar e suíte (Figuras 47 a 50).

A sala de estar fica localizada no centro da unidade. É um ambiente amplo conjugado com a sala de jantar com 29,8 m² de área com uma porta envidraçada voltada para a sacada, a norte, e recebe insolação direta ao longo do dia. É uma ampla porta de correr, com folhas superiores que basculam. Possui área envidraçada total de 6,4m² e vão ventilante 2,9m², que representa 46% da área total.

A janela da suíte, também com orientação norte, recebe insolação ao longo de todos os dias do ano, podendo ser barrada exteriormente pela veneziana embutida na esquadria. É uma janela de alumínio do tipo máximo-ar com peitoril de 1m de altura e área envidraçada e ventilante de $1,8\text{ m}^2$ (Figura 51).

A residência é habitada por duas mulheres idosas. O estar da residência agrega as funções de convivência e refeição e o dormitório estudado é utilizado apenas esporadicamente.

Figura 51: Planta do estar e da suíte e respectivas aberturas com esquadrias de abrir e de correr e áreas efetivas de ventilação. Elaborado por Suzana Tateoka.

4.1.3 Residência vila ida

Figura 52: Imagem satélite da região. Elaborado sobre imagem do Google Earth por Suzana Tateoka.

A residência localiza-se a cerca de 200m da Praça Valdir Azevedo, região do Alto de Pinheiros, na Avenida São Gualter, que apresenta arborização esparsa em toda a sua extensão (Figura 52). Seu entorno tem predomínio de residências de baixo gabarito e uso exclusivamente residencial, recebendo sombreamento externo somente de seu próprio muro e da vegetação próxima.

Figura 53: Planta da Residência Vila Ida. Estar/jantar e dormitório: ambientes de medição. Elaborado por Suzana Tateoka.

Unidade residencial térrea inserida em um lote com 12m de frente e 42m de profundidade. Circundada por um muro com cerca de 2,3m de altura, possui recuo

frontal de 5,5m, recuos laterais de 1,6m cada e o fundo do lote é ocupado por três cômodos. A residência possui 204m² de área total (Figura 53).

As paredes são de alvenaria de bloco cerâmico. As paredes externas possuem espessura de 30cm, revestidas em parte de placas pétreas de cor clara e parte de argamassa pintada de cor clara. As paredes internas possuem espessura de 15cm revestidas com argamassa e pintura de cor clara em todas as superfícies. A cobertura é composta por laje e telhas cerâmicas coloniais (Figuras 54 a 56).

Figura 54. Residência Vila Ida: estar

Figura 55. Residência Vila Ida: dormitório

Figura 56. Residência Vila Ida: vista frontal

A residência está orientada no sentido leste-oeste. As medições realizadas foram feitas nos ambientes estar/jantar e dormitório.

A sala de estar/jantar está localizada na região oeste da residência com uma abertura orientada nessa direção e outra na fachada sul, portanto recebe principalmente o Sol da tarde. Ambiente amplo com 39m², tem uma grande área envidraçada (cerca de 4,7m² cada uma das duas esquadrias), protegida por cortina interna, que se iniciam na altura do piso. Possuem partes pivotantes e área efetiva de ventilação de 2,1m², representando 43% do total da abertura. Sua parede norte faz divisa com a garagem, cuja cobertura a protege do sol e a parede ao sul, que contém

uma das esquadrias, recebe sombreamento em alguns períodos do ano pelo muro externo.

O dormitório está na posição oposta à sala de estar/jantar, possui uma abertura voltada para norte e uma parede cega leste. A janela é de correr com peitoril de 1m de altura, tem caixilharia de madeira, folha de vidro e veneziana com área envidraçada de 2m² e vão ventilante de 1m². Há uma árvore no fundo do lote que faz sombra em parte da parede cega do dormitório (Figura 57).

A residência abriga apenas um morador idoso. Diariamente uma empregada doméstica também ocupa a casa e outros prestadores de serviço a frequentam esporadicamente.

O morador permanece a maior parte dos dias em sua suíte ou na cozinha, de modo que os ambientes estudados (estar e dormitório) são pouco utilizados.

Figura 57: Planta do estar/jantar e do dormitório e respectivas aberturas com esquadrias de correr e pivotante e áreas efetivas de ventilação. Elaborado por Suzana Tateoka.

4.1.4 Residência Freguesia do Ó

Figura 58: Imagem satélite da região. Elaborado sobre imagem do Google Earth por Suzana Tateoka.

Figura 59: Planta da Residência Freguesia do Ó. Estar/jantar e dormitório: ambientes de medição. Elaborado por Suzana Tateoka.

Figura 60. Residência Freguesia do Ó: estar

Figura 61. Residência Freguesia do Ó: dormitório

Figura 62. Residência Freguesia do Ó: fachada

A residência localiza-se na rua Doutor Estevão Montebello, região da Freguesia do Ó (Figura 58). É uma casa sem recuos laterais. Seu entorno tem predomínio de residências de baixo gabarito e uso residencial. Recebe sombreamento parcial da cobertura da garagem, um pergolado. A rua apresenta pouca vegetação em sua extensão, sendo mais significativa a vegetação concentrada na área de um conjunto de escolas da região, a cerca de 50m da residência.

A unidade residencial é um sobrado com subsolo semienterrado e está inserida em um lote com 4,8m de frente e 15m de profundidade. Apresenta área total construída de 138,91m² e pé direito de 2,7m. A parte da frente do lote é utilizada como garagem.

As vedações são de alvenaria cerâmica com espessura de 14cm revestidas por argamassa e pintura de cor clara, à exceção da parede da frente da casa que é revestidas com placas pétreas de cor intermediária e cuja espessura total é 30cm. O piso é

revestidos de placas cerâmicas e a cobertura composta por laje e telhas cerâmicas coloniais (Figuras 60 a 62).

A residência está orientada no sentido noroeste-sudeste. As medições realizadas foram feitas nos ambientes estar/jantar e dormitório 2 (Figura 59).

A sala de estar/jantar está localizada na direção noroeste da residência com uma janela orientada nessa direção, portanto recebe insolação, principalmente, no período da tarde. Ambiente com $20,7\text{m}^2$, tem uma área envidraçada de $3,9\text{m}^2$, protegida por uma cortina interna. A janela metálica possui $0,58\text{m}$ de peitoril e é de correr com basculante superior nas laterais, totalizando área efetiva de ventilação de $1,8\text{m}^2$, que representa 45% do total da área da janela.

O dormitório está posicionado à frente do lote, no piso superior da residência. A janela está voltada para noroeste, recebendo iluminação natural e insolação direta principalmente pela tarde. É uma janela de madeira escura de correr com peitoril de $0,9\text{m}$ de altura, área envidraçada de $2,4\text{m}^2$ e vão ventilante de $1,15\text{m}^2$, que representa 48% do total da área da janela (Figura 63 a 65).

Figura 63: Planta do estar/jantar e do dormitório e respectivas aberturas com esquadrias de correr e áreas efetivas de ventilação. Elaborado por Suzana Tateoka.

Figura 64. Residência Freguesia do Ó: janela estar

Figura 65. Residência Freguesia do Ó: janela dormitório

A residência é habitada por duas mulheres idosas, sendo uma delas acamada e que, por isso, permanece todo o tempo no dormitório 1. A segunda moradora utiliza o dormitório 3 para dormir e, durante o dia, circula pela casa toda, principalmente estar e cozinha. Por quatro ou cinco dias da semana, uma ajudante frequenta a casa e realiza serviços domésticos.

4.1.5 Residência Rio Pequeno

Figura 66: Imagem satélite da região. Elaborado sobre imagem do Google Earth por Suzana Tateoka.

A residência localiza-se no bairro Rio Pequeno, no ponto mais baixo de rua que apresenta grande declividade. Deste modo, recebe sombreamento da residência vizinha, apesar de ser um pequeno sobrado, e pelo seu próprio muro externo. Seu entorno tem predomínio de residências de baixo gabarito. Não há arborização de calçadas e presença de massa de vegetação significativa na região. É um bairro de uso misto (residencial e comercial) cercado por grandes avenidas (Figura 66).

Unidade residencial térrea inserida em um lote com 21m de frente e 10m de profundidade, sendo a testada do terreno em via em declive, razão pela qual a residência foi construída em patamares. É uma casa de esquina com a Avenida Rio Pequeno, possui recuo lateral esquerdo de 1,3m e frontal de 1,85m. Seu corpo principal possui área total construída de 87m² e pé direito de 2,7m e o anexo área de 60m². O fundo da casa é encostado no fundo do lote e a lateral direita, que fica voltada para a avenida, possui como anexo uma área coberta e aberta nas laterais sobre um pequeno comércio voltado para a Avenida Rio Pequeno, com a qual faz esquina (Figura 67).

Figura 67: Planta da Residência Vila Ida: em destaque, os ambientes de medição. Elaborado por Suzana Tateoka.

As vedações são compostas por alvenaria de bloco cerâmico. As paredes externas possuem espessura de 28cm, revestidas com argamassa e pintura de cor clara. As paredes internas possuem espessura de 28cm revestidas com argamassa e pintura de cor clara nas áreas secas e revestimento cerâmico nas áreas molhadas. O piso é revestido com placas cerâmicas. A cobertura é composta por laje e telhas de fibrocimento (Figuras 68 a 70).

Figura 68. Residência Rio Pequeno: estar

Figura 69. Residência Rio Pequeno: dormitório

Figura 70. Residência Rio Pequeno: fachada

Os levantamentos das variáveis ambientais foram realizados nos ambientes sala de estar e dormitório 2.

Adjacente à sala de estar localiza-se uma antessala envidraçada. O estar possui uma janela orientada na direção nordeste sombreada pela cobertura da antessala que encontra-se toda fechada com várias superfícies de vidro e pouca área de abertura, o que faz com que ela se aqueça e forme uma espécie de estufa, influenciando o ar que é trocado com a sala de estar. Ambiente com $11,65\text{m}^2$, tem uma área envidraçada de $1,3\text{m}^2$, protegida por uma cortina interna. A janela metálica possui $1,2\text{m}$ peitoril e é de correr com basculante superior, totalizando uma área efetiva de ventilação de $0,8\text{m}^2$, que representa 60% da área total da janela. A janela é protegida do sol pela cobertura da antessala.

O dormitório está posicionada no fundo do lote, com a janela voltada para o sudeste. É uma janela de caixilho de madeira com folhas venezianas de abrir e folha de vidro tipo guilhotina. O peitoril é de $1,15\text{m}$ de altura, a área envidraçada de $0,7\text{m}^2$ e área efetiva de ventilação de $0,35\text{m}^2$, 50% da área total da janela (Figura 71).

Figura 71: Planta do estar e do dormitório e respectivas aberturas com esquadrias de guilhotina e de correr e áreas efetivas de ventilação. Elaborado por Suzana Tateoka.

A residência abriga um casal de idosos, um adulto, um jovem e recebe frequentemente outros hóspedes.

O estar passa a maior parte do tempo do período diurno com ocupação de uma a três pessoas e com a televisão ligada. O dormitório estudado é pequeno e serve a apenas uma pessoa.

4.1.6 Residência Brooklyn Novo

A residência localiza-se próxima à Avenida Bandeirantes, no bairro Brooklin Novo. Seu entorno tem predomínio de residências de baixo gabarito, recebendo sombreamento externo somente de seu próprio muro e da vegetação próxima. A vegetação dos arredores é composta pelas poucas árvores ao longo da rua, pela vegetação da Sociedade Hípica Paulista, a cerca de 200m da residência, e pela Praça Acibe Ballan Casmamide, a cerca de 400m (Figura 72).

Figura 72: Imagem satélite da região. Elaborado sobre imagem do Google Earth por Suzana Tateoka.

Unidade residencial assobradada geminada inserida em um lote estreito e comprido, em uma esquina com uma rua local, com 5,5m de frente e 30,2m de profundidade. Possui recuo lateral de 1,6m (lado não geminado) e recuo frontal de 4m, coberto e utilizado como garagem. No fundo há uma segunda garagem, sobre a qual há um pequeno cômodo que funciona como escritório. Possui área total de 175m² e pé direito de 2,7m (Figura 73).

Figura 73: Planta da Residência Novo Brooklin. Jantar: ambiente de medição. Elaborado por Suzana Tateoka.

As paredes são de alvenaria de bloco cerâmico. As paredes externas possuem espessura de 25cm, revestidas com argamassa e pintura de cor clara. As paredes internas possuem espessura de 15cm. O piso é revestido com placas cerâmicas. A cobertura é composta por laje e telhas de cerâmica coloniais e a cobertura da garagem frontal é composta por telha de fibrocimento (Figuras 74 e 75).

Figura 74. Residência Brooklyn Novo: jantar

Figura 75. Residência Brooklyn Novo: fachada

A residência está orientada no sentido nordeste-sudoeste. Nesta residência, a medição realizada ocorreu apenas no ambiente sala de jantar.

A sala de jantar está localizada no centro do lote com a parede externa voltada para a direção sudeste, que contém uma janela, que recebe, portanto principalmente o sol da manhã. Porém, a janela, assim como a parede em que ela está inserida, é sombreada pelo muro alto que a rodeia. Ambiente com 14m^2 , tem uma área envidraçada de 2m^2 , que pode ser protegida por uma cortina interna. A janela metálica possui $1,15\text{m}$ peitoril e é de correr com basculantes superiores laterais, totalizando uma área efetiva de ventilação de $0,95\text{m}^2$, que representa 50% da área total da janela (Figura 76).

Figura 76: Planta da sala de jantar sua respectiva esquadria de correr e área efetiva de ventilação. Elaborado por Suzana Tateoka.

São quatro moradores na residência. O ambiente estudado, o jantar, agrega, principalmente, as funções de refeição e passagem.

4.1.7 Residência Pinheiros

Figura 77: Imagem satélite da região. Elaborado sobre imagem do Google Earth por Suzana Tateoka.

A residência localiza-se numa área densa da cidade de São Paulo, próxima a Avenida Rebouças, em seu trecho entre as avenidas Dr. Arnaldo e Henrique Schauman (Figura 77). O entorno é composto por edificações de gabaritos variados, sendo os edifícios vizinhos uma casa assobradada e uma garagem, que não sombreiam o edifício. Ao fundo há dois edifícios de altura aproximada igual à deste prédio, porém também não contribuem muito para o sombreamento. Há pouca vegetação nos arredores, sendo esta composta principalmente por poucas árvores ao longo das ruas.

O edifício possui dezoito andares sendo que o pavimento tipo possui dois apartamentos por andar. O apartamento estudado localiza-se no quarto pavimento do edifício com frente voltada para o fundo do lote, área total de 103,5m² e pé direito de 2,6m (Figuras 78 a 79).

Figura 78: Volumetria do edifício com o apartamento estudado em destaque. Elaborado por Suzana Tateoka.

Figura 79: Edifício unidade Pinheiros: planta do pavimento tipo. Elaborado por Suzana Tateoka.

APARTAMENTO 4º ANDAR

Figura 80: Planta da Residência Pinheiros. Estar e suíte: ambientes de medição. Elaborado por Suzana Tateoka.

As paredes são de alvenaria de bloco cerâmico. As paredes externas possuem espessura de 24cm, revestidas com argamassa e pintura de cor clara, com exceção das paredes da fachada frontal, que têm 15cm de espessura. As paredes externas laterais são cegas. As paredes internas possuem espessura de 15cm, também são revestidas com argamassa e pintura de cor clara, com exceção de uma das paredes do estar que tem cor esmeralda. Nos quartos e no estar/jantar os pisos são revestidos de tacos de madeira e nos banheiros, cozinha, e área de serviço, de placas cerâmicas (Figuras 81 a 83).

O apartamento está orientado no sentido nordeste-sudoeste. As medições realizadas foram feitas nos ambientes estar/jantar e suíte.

A sala de estar possui 21,9 m² de área com fachada e abertura voltadas para o sudoeste. É uma ampla janela de ferro de correr com área envidraçada de 4,15m² e área efetiva de ventilação de 2,05m², que representa 50% da área total da janela. O peitoril

é de 1,05m e a vedação da parte inferior do caixilho, composta por acrílico pintado de cor clara.

A suíte também tem uma janela voltada para sudoeste, porém, com menor área de abertura e com um pilar externo que bloqueia parte da radiação direta. É uma janela de ferro de piso a teto com a parte superior de correr composta por duas folhas de vidro e uma veneziana de alumínio, e parte inferior composta por vidro aramado, totalizando 3m² área envidraçada e 1m² de área efetiva de ventilação, que representa 30% da área total da janela (Figura 84).

A casa é ocupada por três pessoas, o estar é utilizado esporadicamente e o dormitório é ocupado por apenas uma pessoa.

Figura 81. Residência Pinheiros: estar

Figura 82. Residência Pinheiros: dormitório

Figura 83. Residência Pinheiros: fachada

Figura 84: Planta do estar e da suíte e respectivas aberturas de correr e áreas efetivas de ventilação. Elaborado por Suzana Tateoka.

4.2 Residências Estudadas e o Clima de São Paulo

Confrontando as características das residências levantadas com o clima de São Paulo e as estratégias de projeto indicadas para o melhor desempenho térmico, sobressaem algumas características positivas, conforme segue.

Nas residências estudadas, construídas nos anos 1970, as vedações, compostas por alvenaria de bloco cerâmico com grandes espessuras, principalmente nas paredes externas proporcionam massa térmica relativamente alta (coeficiente de transferência de calor, U , aproximadamente 2W/m^2). As coberturas, no caso das casas, possuem todas laje e camada de ar e, na maioria dos casos telhas cerâmicas, proporcionam maior massa térmica para a cobertura. A exceção é a residência Rio Pequeno, com telha de fibrocimento (a qual tem menor resistência térmica se comparada à telha cerâmica) mas que ainda assim possui laje e camada de ar. No caso dos apartamentos, a não ser no caso de unidades no último pavimento (não há exemplo com essa característica na

amostra estudada), o conjunto do edifício representa grande quantidade de massa térmica.

As janelas operáveis possibilitam a adequação da ventilação às necessidades térmicas dos ocupantes do ambiente: para a remoção da carga térmica ou para reduzir sua perda através do controle da ventilação. Questiona-se, porém, a qualidade térmica e acústica das janelas utilizadas no Brasil que, na maioria das vezes, não proporcionam fechamento estanque de modo que não é possível barrar completamente a infiltração ou obter isolamento acústico. Quanto à ventilação destaca-se a residência Vila Ida, cuja planta estreita e a grande disponibilidade de janelas de grandes dimensões, a exemplo das janelas inseridas nos corredores de circulação e as duas janelas em diferentes orientações na sala de estar/jantar.

As folhas venezianas móveis podem barrar a radiação direta externamente nos dias mais quentes ou permitir, nesses dias, a manutenção de ventilação, mesmo com a janela fechada. Nos dias frios, por outro lado, é possível tanto abrir a veneziana e receber a insolação ou fechar o ambiente com as folhas de vidro, não permitindo a ventilação permanente da veneziana. Observa-se, porém, que o emprego desta estratégia na amostra se restringe aos dormitórios e não foi adotada também nas salas de estar, onde notou-se ser usual o emprego de cortinas internas tanto para barrar a radiação direta como para manter a privacidade dos habitantes. Termicamente, porém, a estratégia é pouco eficiente pois, uma vez atingido o interior do ambiente, a radiação solar é absorvida pelos elementos existentes (por exemplo, a cortina e o mobiliário) e é emitida, em sua maior parte, na forma de ondas longas, que não atravessam o vidro de volta para o exterior tendo como resultado o aquecimento do ambiente.

Destaca-se como ponto negativo o caso da residência Rio Pequeno em que a sala de estar é precedida por uma antessala envidraçada. O espaço, originalmente um alpendre sem fechamentos, que tinha o aspecto positivo de proteger a entrada passa, então, a funcionar como um pequena estufa, para a qual tanto a porta quanto a única janela do estar estão voltadas.

A orientação geográfica das diferentes residências e seus ambientes é bastante variada.

4.3 Variáveis Ambientais Medidas nas Residências e Aplicação do Modelo Adaptativo de Conforto

A seguir são apresentados graficamente os dados medidos em cada uma das 7 residências da amostra, nos dois períodos de levantamento das variáveis ambientais (abril e dezembro de 2013). Os dados tabulados são apresentados no Apêndice C desse trabalho.

Cerqueira César:

Apartamento no segundo andar de edifício de dez pavimentos, com quatro unidades por andar, em área central da cidade de São Paulo. A orientação da fachada e, consequentemente, do dormitório, é noroeste, enquanto o estar possui abertura para o pátio interno do edifício, com orientação sudeste.

Figura 85. Variáveis ambientais medidas nos períodos de abril e dezembro de 2013: residência Cerqueira César.

Aclimação:

Apartamento no décimo andar de edifício de vinte pavimentos com um apartamento por andar, próximo ao Parque da Aclimação. Orientação norte nas aberturas do estar e do dormitório (suíte).

Figura 86. Variáveis ambientais medidas nos períodos de abril e dezembro de 2013: residência Aclimação

Vila Ida:

Casa térrea com amplas aberturas e existência de área ajardinada ao redor. Localiza-se em área exclusivamente habitacional com edificações vizinhas de um ou dois pavimentos e com existência de vegetação. A sala de estar possui aberturas voltadas para as direções predominantes sul e oeste e o dormitório possui abertura na direção norte e parede cega na direção leste.

Figura 87. Variáveis ambientais medidas nos períodos de abril e dezembro de 2013: residência Vila Ida

Freguesia do Ó:

Residência de três pavimentos, sendo térreo, superior e semi-enterrado, sem recuos laterais. Localiza-se na zona noroeste de São Paulo em região predominantemente residencial e com edificações vizinhas com gabarito de um a dois pavimentos. As aberturas tanto do estar quanto do dormitório têm orientação noroeste.

Figura 88. Variáveis ambientais medidas nos períodos de abril e dezembro de 2013: residência Freguesia do Ó

Rio Pequeno:

Casa térrea, em rua em declive, localizada próxima à Avenida Rio Pequeno. Região com pouca vegetação. Estar precedido de antessala envidraçada com orientação nordeste e dormitório pequeno com abertura voltada para sudeste.

Figura 89. Variáveis ambientais medidas nos períodos de abril e dezembro de 2013: residência Rio Pequeno

Brooklyn Novo:

Casa de dois pavimentos, geminada, localizada em lote de esquina. As medições foram realizadas na sala de jantar, com orientação a sudeste.

Figura 90. Variáveis ambientais medidas nos períodos de abril e dezembro de 2013: residência Brooklyn Novo

Pinheiros:

Apartamento adotado como controle (residência da pesquisadora) localizado no quarto andar de um edifício de dezoito pavimentos, com dois apartamentos por andar, em região adensada da cidade de São Paulo com edificações vizinhas de gabaritos variados e pouca vegetação. A vedação externa da fachada sudoeste do estar é composta, toda ela, por um caixilho com área envidraçada sobre área vedada com acrílico branco de orientação sudoeste e parede cega voltada para noroeste. A abertura do dormitório se restringe a parte da área da vedação sudoeste e é composta por vidro e veneziana metálica e também tem orientação sudoeste e parede cega a sudeste.

Figura 91. Variáveis ambientais medidas nos períodos de abril e dezembro de 2013: residência Pinheiros

A síntese dos dados levantados, assim como a avaliação de conforto dos dados segundo o modelo de conforto adaptativo, da norma ASHRAE 55 (2013)²⁷ para a condição de 90% de satisfeitos são expostos na Tabela 6. Síntese dos levantamentosTabela 6.

A avaliação de conforto mostra que não há desconforto por calor no período de medição de abril (condição de tempo frio) e que não há desconforto por frio no período de medição de dezembro (condição de tempo quente).

A comparação do desempenho entre as residências como um todo é dificultada pela grande variabilidade de condições como entorno, localização, projeto, elementos empregados, orientação geográfica, ocupação, entre outros. É possível, porém, destacar alguns pontos:

- As residências mais frias, em ambos os períodos de medição, foram Pinheiros e Vila Ida, com grande tendência à sensação de frio no período de abril. No primeiro caso destaca-se a orientação, bastante prejudicada, sudoeste, assim como as vedações leves, com bastante área envidraçada e, no estar, com emprego de placa acrílica na parte inferior da caixilharia da janela. No segundo, Vila Ida, a planta estreita com ventilação privilegiada que favorece as perdas de calor, além de questões de entorno e localização que não foram avaliadas em detalhe nessa pesquisa;
- Altas temperaturas encontradas na residência Rio Pequeno, com maior parte do tempo com sensação de desconforto por calor no período de medição de dezembro. Pode-se remeter à questão de haver uma antessala fechada de vidro na entrada da residência e também à intensa ocupação da casa ou ainda ao entorno densamente ocupado, com a casa situada no ponto mais baixo da rua em declive e recuos pequenos, o que dificulta as perdas de calor por ventilação;
- As residências com temperaturas mais amenas em ambos os períodos e com maior tendência à condição de conforto foram Cerqueira César e Aclimação, ambos apartamentos em edifícios de múltiplos pavimentos. A condição de incremento de massa térmica proporcionada pela massa da edificação indica um efeito positivo sobre o comportamento térmico das unidades. A exceção é o apartamento Pinheiros que apresentou temperaturas mais baixas, conforme abordado anteriormente.

Em nenhum dos casos, porém, é possível fazer afirmações conclusivas sobre o desempenho comparativo das residências em valores absolutos.

²⁷ O índice de Humphreys *et al.* (2010), também selecionado para a avaliação de desempenho térmico nesse trabalho, não foi aplicado para fins comparativos na Tabela 6, Síntese dos levantamentos das variáveis ambientais medidas, por não dispor de faixas para sua avaliação.

Tabela 6. Síntese dos levantamentos das variáveis ambientais medidas nas sete residências nos ambientes estar e dormitório (na residência Brooklyn Novo, jantar) nos períodos de abril e dezembro de 2013 e avaliação do conforto conforme ASHRAE 55: 2013.

Residência			Cerqueira César		Aclimação		Vila Ida		Freguesia do Ó		Rio Pequeno		Brooklyn Novo	Pinheiros		Estação Meteorol.						
Ambiente			Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Jantar	Estar	Dorm.							
Orientação geográfica			janela	janela	janela	janela	janela	janela	janela	janela	janela	janela	janela	janela	janela		janela					
			315° (NW)	315° (NW)	20° (NE)	20° (NE)	110° (SE)	260° (W)	170° (S)	350° (N)	80° (E)	327° (NW) (sombreamento com narçadeira)	327° (NW)	52° (NE) (sombreamento antessala envidracada)	142° (SE)		232° (SW)	130° (SE)	230° (SW)	320° (NW)	230° (SW)	140° (NW)
Pé-direito			2,68		2,8		2,7		2,66		2,72		2,6		2,6							
Pavimento			2º andar		18º andar		térreo		térreo	superior	térreo		térreo		4º andar							
medições de: ABRIL/2013			Temperatura do ar		média	21,9	23,0	21,7	21,1	20,3	19,8	21,3	21,4	24,1	23,3	21,7	20,1	20,4	16,4			
					média das máximas	22,8	24,2	22,5	21,7	21,8	20,5	23,3	23,2	24,9	24,1	22,8	21,0	21,5	21,9			
					média das mínimas	21,1	22,2	21,0	20,5	19,1	18,2	18,7	19,6	23,2	22,6	20,5	19,5	19,8	13,6			
					Diferenças máx mín	1,7	2,0	1,5	1,2	2,7	2,3	4,6	3,6	1,8	1,5	2,3	1,5	1,8	8,3			
			TRM (Temp. Radiante Média)		média	23,0	24,2	22,5	21,7	21,5	20,1	22,0	21,9	24,4	23,1	21,3	20,0	20,2				
					TO (Temp. operativa)		média	22,4	23,6	22,1	21,5	20,9	19,9	21,6	21,7	24,3	23,2	21,5		20,0	20,3	
			UR (Umid. Relativa)				média	58	56	62	62	64	66	61	58	57	59	61	65	66	85	
					Velocid. do ar		média	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	1,39	
			Avaliação de conforto (ASHRAE 55:2013, 90% de satisfeitos)				calor	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
							conforto	100%	100%	95%	52%	24%	2%	64%	63%	100%	100%	51%	0%	1%		
frio	0%	0%			5%	48%	76%	98%	36%	38%	0%	0%	49%	100%	99%							
medições de: DEZEMBRO/2013			Temperatura do ar		média	25,6	26,6	26,2	26,1	27,3	26,7	27,8	falha no confortímetro		29,1	27,9	27,1	25,4	26,1	22,2		
					média das máximas	27,1	28,2	27,2	27,1	29,4	28,6	30,7			31,1	29,6	29,2	28,2	28,3	28,0		
					média das mínimas	23,9	24,9	25,3	25,5	25,3	24,9	26,1			27,9	27,2	26,0	24,2	24,6	20,0		
					Diferenças máx mín	3,2	3,3	2,0	1,6	4,1	3,7	4,7			3,3	2,4	3,2	4,1	3,7	8,0		
			TRM (Temp. Radiante Média)		média	26,1	27,5	26,8	26,6	28,1	27,1	28,1			29,0	28,3	26,8	25,6	25,9			
					TO (Temp. operativa)		média	25,8	27,0	26,4	26,3	27,7			26,9	28,0	29,0	28,1	27,0		25,5	26,0
			UR (Umidade Relativa)				média	63	62	62	61	63			65	57	58	60	61	65	64	85
					Velocid. do ar		média	0,07	0,07	0,02	0,03	0,03			0,00	0,05	0,03	0,02	0,05	0,08	0,03	1,67
			Avaliação de conforto (ASHRAE 55:2013, 90% de satisfeitos)				calor	18%	46%	27%	34%	65%			54%	82%	100%	98%	46%	36%	35%	
							conforto	82%	54%	73%	66%	35%			46%	18%	0%	2%	54%	64%	65%	
					frio	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			0%	0%	0%	0%	0%	0%		

*Estação Meteorológica do IAG-USP/ Parque de Ciência e Tecnologia da USP

5. SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para o trabalho de simulação computacional e avaliação comparativa da condição de conforto em diferentes cenários climáticos foram adotados o ambiente estar de três das sete residências inicialmente levantadas e monitoradas.

A seleção das unidades habitacionais foi feita com o critério de se obter residências com características diferentes umas das outras (conforme item 3.2.2 Modelagem e calibração).

O ambiente estar foi considerado representativo de cada uma das residências selecionadas, além de se apresentar como o mais apropriado para avaliação com os índices de conforto adaptativo adotados para esse trabalho²⁸.

5.1 Calibração dos Modelos

Os modelos representativos das residências, elaborados conforme levantamentos e simulados com arquivo climático do ano de 2013 (Dados da Estação Meteorológica do IAG-USP/ Parque de Ciência e Tecnologia da USP), foram calibrados comparativamente com as medições realizadas.

Os gráficos comparativos das variáveis medidas e simuladas exibem a mesma tendência de comportamento em ambas as linhas, porém, não completamente coincidentes, como já esperado.

Sabendo que o modelo é uma representação simplificada da realidade e que é impossível ter conhecimento e controle da totalidade das condições de exposição do objeto real, como ter acesso às propriedades térmicas precisas dos materiais e a rotina de ocupação dos ambientes, é compreensível a impossibilidade de se obter o mesmo desempenho entre objetos real e simulado. Deste modo, o objetivo da calibração foi chegar a modelos que tivessem desempenho térmico o mais similar possível dos ambientes reais. Os dados de entrada dos modelos encontram-se o Apêndice D. Os modelos, assim elaborados, podem, então, ser simulados usando diferentes arquivos climáticos, representando diferentes cenários climáticos (atuais, passados e futuros). Dentro dos objetivos desse trabalho a calibração foi, então, considerada satisfatória e os dados medidos e simulados são apresentados a seguir, em forma de gráfico (Figuras 92 a 94).

²⁸ Os dados que compõem a base utilizada para formulação dos índices de conforto expostos nesse trabalho são, na maioria dos casos, provenientes de ambientes (e atividades) de trabalho. A atividade relacionada com o sono pode apresentar outras respostas e exigências térmicas não incorporadas nos índices.

Residência Cerqueira César - Estar

Figura 92. Calibração modelo virtual - Residência Cerqueira César.
Dados da estação meteorológica do IAG-USP Parque de Ciência e Tecnologia da USP

Residência Vila Ida - Estar

Figura 93. Calibração modelo virtual - Residência Vila Ida.

Dados da estação meteorológica do IAG-USP Parque de Ciência e Tecnologia da USP

Residência Freguesia do Ó - Estar

Figura 94. Calibração modelo virtual - Residência Freguesia do Ó.
Dados da estação meteorológica do IAG-USP Parque de Ciência e Tecnologia da USP

5.2 Avaliação dos Resultados com Índices de Conforto

São apresentados a seguir o desempenho térmico obtido como resultado da simulação computacional de cada uma das residências conforme o arquivo climático empregado e avaliado com base nos índices de conforto adaptativo selecionados para esse trabalho: De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys *et al.* (2010).

É importante destacar que, na comparação entre os dois modelos de conforto adaptativo adotados, o modelo de Humphreys *et al.* (2010) tende a ser mais tolerante com as variações de temperatura, por apresentar maior correlação entre temperatura externa e temperatura operativa interna que o modelo de De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013) (item 2.3.1 Índices de conforto adaptativo).

De início, são apresentadas as respostas de desempenho térmico das unidades para os progressivos cenários de aquecimento, conforme simulações climáticas obtidas junto ao IAG-USP: presente (1975 a 2005), futuro próximo (2015 a 2044), futuro intermediário (2045 a 2074) e futuro distante (2076 a 2096). Os resultados são apresentados em termos anuais e mensais.

Em seguida, são apresentadas as respostas de cada uma delas para os meses de janeiro e fevereiro, aos cenários: passado, da época da construção das edificações (ano representativo 1972); presente (ano representativo 2013); e presente com o acontecimento de onda de calor (ano representativo 2014). A comparação do desempenho térmico das unidades nessas três situações tem o objetivo de evidenciar o efeito da onda de calor ocorrida nos primeiros meses de 2014 nas condições térmicas ambientais das unidades residenciais.

Os resultados da avaliação da condição de conforto são apresentados a seguir: Tabelas 7 a 18 e 23 a 25.

As duas primeiras colunas das tabelas levam em consideração a faixa de conforto definida pela norma ASHRAE 55:2013 (baseada na equação de temperatura neutra desenvolvida por De Dear *et al.* (1997)), de 90% de pessoas satisfeitas, sendo que a coluna 1 apresenta a porcentagem de horas de “insatisfação por frio”, “conforto” e “insatisfação por calor” e a coluna 2 apresenta o somatório de graus-hora fora da faixa de conforto, definidas como zona de frio e zona de calor.

As colunas 3 e 4 não utilizam uma faixa de conforto, mas sim a linha neutra definida pelos dois índices de conforto adaptativo adotados nesse trabalho: De Dear *et al.*, (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys *et al.* (2010) respectivamente. Apresentam o somatório de graus-hora abaixo (zona de frio) e acima (zona de calor) de cada uma delas.

5.2.1 Resultados Comparativos do Desempenho Térmico em 4 Cenários Climáticos Simulados: Presente, Futuro Próximo, Futuro Intermediário e Futuro Distante

A verificação da variação da tendência ao conforto ou ao desconforto por frio e calor utilizando o modelo De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013), revela que a variação da porcentagem de horas em conforto, segundo o critério adotado, é menor que a variação da porcentagem de horas em desconforto, sendo que na residência Cerqueira César foi observada redução das horas em condição de conforto em 16% entre os cenários presente e futuro distante, enquanto nas residências Vila Ida e Freguesia do Ó foi observado aumento do número de horas em conforto com os percentuais de 7% e 5%. A observação da condição de desconforto entre os cenários presente e futuro distante revela, porém, variações mais significativas, principalmente a redução de horas em insatisfação por frio e aumento das horas em insatisfação por calor: na média de todas as residências houve redução das horas em desconforto com insatisfação por frio de 52% (Cerqueira César 55%, Vila Ida: 48% e Freguesia do Ó: 54%) e aumento médio das horas em desconforto com insatisfação por calor de 184%, sendo que a residência com maior aumento percentual de horas em insatisfação por calor foi a Cerqueira César, com aumento de 243% de horas insatisfação por calor, Vila Ida e Freguesia do Ó apresentaram, respectivamente, aumento de 155% e 152% nas horas em insatisfação por calor (Ver Tabela 19).

Os resultados mensais expostos mostram que, nos meses de verão, quando a sensação de calor supera a sensação de frio mesmo no cenário climático atual, o aquecimento do clima pode gerar situações em que, adotando-se o critério de avaliação de conforto adaptativo da norma americana, na maior parte das horas do mês, haverá desconforto por calor (Tabelas 10 e 18)

Do mesmo modo, a tendência da variação em graus-hora mostra, em todas as residências e utilizando-se ambos os modelos, incremento de graus-hora na zona de calor e redução dos graus-hora na zona de frio, sendo o primeiro maior que o segundo. Comparando a variação da porcentagem de horas em desconforto utilizando o modelo de De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013) é possível notar que, a avaliação das horas-grau apenas fora da zona de conforto (definida para esse trabalho de 90% de satisfeitos segundo parâmetro da ASHRAE 55:2013), apresenta uma variação maior (60% de redução de graus-hora na zona de frio e aumento de 325% na zona de calor entre os cenários presente e futuro distante) que na avaliação de graus-hora acima e abaixo da linha neutra (48% de redução de graus-hora na zona de frio e aumento de 137% na zona de calor entre os cenários presente e futuro distante) (Ver Tabelas 20 e 21). Por outro lado, a observação da variação do mesmo parâmetro avaliado segundo o modelo de conforto adaptativo de Humphreys *et al.* (2010), onde se avaliou o número de graus-hora abaixo (zona de frio) e acima (zona de calor) da linha neutra do modelo, percebe-se uma variação aproximadamente 50% menor que aquela observada utilizando o

modelo de De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013): redução de 24% em graus-hora na zona de frio e aumento de 83% maior na zona de calor (Tabela 22).

É importante ressaltar que, mesmo utilizando-se o modelo Humphreys *et al.* (2010), em que a linha neutra mantém maior relação com a temperatura externa, a tendência é mantida, porém, com valor absoluto de graus-hora muito menor neste caso.

Dentre as residências simuladas, a Vila Ida demonstrou ser aquela com maior tendência a gerar situação de desconforto por frio e, por isso, mesmo no cenário mais intenso, futuro distante (2076 a 2096), seu desempenho tende a gerar menos desconforto por calor que as demais residências. Porém, se analisada a partir da avaliação de conforto prevista por De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013), a mesma tendência de agravamento das condições de calor e redução da situação de sensação de frio observada em todos os casos é também observada neste. Mas, por outro lado, se avaliada pelo modelo de Humphreys *et al.* (2010), o aquecimento do clima tenderá a equilibrar o número de graus-hora de zona de frio e de calor, provavelmente, proporcionando melhores condições térmicas ao longo do ano.

Por outro lado, a residência Cerqueira César, que no presente apresentou desempenho com maior número de horas em conforto, apresentou, também, a maior variação com a evolução dos cenários, com redução de número de horas em conforto e a maior tendência de aumento no número de horas em desconforto por insatisfação por calor segundo o modelo de De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013) e maior variação com aumento de graus-hora na zona de calor se comparado com as demais residências.

A residência Freguesia do Ó apresentou, em linhas gerais, uma variação intermediária, sem variações destoantes na comparação com as demais residências.

Tabela 7. Residência Cerqueira César, ambiente estar. Cenário climático presente (1975 a 2005): Resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys *et al.* (2010).

Tabela 8. Residência Cerqueira César, ambiente estar. Cenário climático futuro próximo (2015 a 2044): Resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear et al. (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys et al. (2010).

Tabela 9. Residência Cerqueira César, ambiente estar. Cenário climático futuro intermediário (2045 a 2074): Resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys *et al.* (2010).

Tabela 10. Residência Cerqueira César, ambiente estar. Cenário climático futuro distante (2076 a 2096): Resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys *et al.* (2010).

Tabela 11. Residência Vila Ida, ambiente estar. Cenário climático presente (1975 a 2005): Resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys *et al.* (2010).

Tabela 12. Residência Vila Ida, ambiente estar. Cenário climático futuro próximo (2015 a 2044): Resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys *et al.* (2010).

Tabela 13. Residência Vila Ida, ambiente estar. Cenário climático futuro intermediário (2045 a 2074): Resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys *et al.* (2010).

Tabela 14. Residência Vila Ida, ambiente estar. Cenário climático futuro distante (2076 a 2096): Resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys *et al.* (2010).

Tabela 15. Residência Freguesia do Ó, ambiente estar. Cenário climático presente (1975 a 2005): Resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys *et al.* (2010).

Tabela 16. Residência Freguesia do Ó, ambiente estar. Cenário climático futuro próximo (2015 a 2044): Resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys *et al.* (2010).

Tabela 17. Residência Freguesia do Ó, ambiente estar. Cenário climático futuro intermediário (2045 a 2074): Resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys *et al.* (2010).

Tabela 18. Residência Freguesia do Ó, ambiente estar. Cenário climático futuro distante (2076 a 2096): Resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys *et al.* (2010).

Tabela 19. Variação da condição de conforto segundo o modelo adaptativo (conforto: 90% de satisfeitos) ou de desconforto (Insatisfação por frio e Insatisfação por calor) ao longo dos cenários de mudanças climáticas simulados pelo IAG/USP nas três residências simuladas e avaliadas de acordo com o modelo adaptativo de De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013).

	Presente para Futuro Próximo			Futuro Próximo para Futuro Intermediário			Futuro Intermediário para Futuro Distante			Presente para Futuro Distante		
	Insatisfação por frio	conforto: 90% aceitabilidade	Insatisfação por calor	Insatisfação por frio	conforto: 90% aceitabilidade	Insatisfação por calor	Insatisfação por frio	conforto: 90% aceitabilidade	Insatisfação por calor	Insatisfação por frio	conforto: 90% aceitabilidade	Insatisfação por calor
Cerqueira César	-31%	-3%	76%	4%	-6%	36%	-37%	-7%	43%	-55%	-16%	243%
Vila Ida	-16%	4%	27%	-19%	1%	54%	-23%	1%	30%	-48%	7%	155%
Freguesia do Ó	-16%	5%	33%	-22%	0%	44%	-30%	0%	31%	-54%	5%	152%
Média	-21%	2%	45%	-13%	-2%	45%	-30%	-2%	35%	-52%	-1%	184%

Tabela 20. Variação de graus-hora fora da zona de conforto definida pela ASHRAE 55 (2013) para 90% de satisfeitos na zona de frio e na zona de calor das residências simuladas por modelo computacional (TAS EDSL/Bentley) nos cenários climáticos futuros simulados pelo IAG/USP e avaliadas de acordo com o modelo adaptativo de De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013).

	Presente para Futuro Próximo		Futuro Próximo para Futuro Intermediário		Futuro Intermediário para Futuro Distante		Presente para Futuro Distante	
	zona de frio	zona de calor	zona de frio	zona de calor	zona de frio	zona de calor	zona de frio	zona de calor
Cerqueira César	-9%	133%	-11%	55%	-42%	65%	-53%	496%
Vila Ida	-19%	36%	-26%	77%	-32%	38%	-60%	233%
Freguesia do Ó	-23%	42%	-31%	68%	-36%	45%	-66%	245%
Média	-17%	70%	-23%	67%	-37%	49%	-60%	325%

Tabela 21. Variação de graus-hora na zona de frio (abaixo da linha neutra) e na zona de calor (acima da linha neutra) das residências simuladas por modelo computacional (TAS EDSL/Bentley) nos cenários climáticos futuros simulados pelo IAG/USP e avaliadas de acordo com o modelo adaptativo de De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013).

	Presente para Futuro Próximo		Futuro Próximo para Futuro Intermediário		Futuro Intermediário para Futuro Distante		Presente para Futuro Distante	
	zona de frio	zona de calor	zona de frio	zona de calor	zona de frio	zona de calor	zona de frio	zona de calor
Cerqueira César	-29%	62%	-3%	22%	-27%	36%	-50%	168%
Vila Ida	-13%	22%	-16%	34%	-19%	23%	-41%	103%
Freguesia do Ó	-17%	29%	-22%	42%	-27%	31%	-53%	139%
Média	-20%	38%	-14%	33%	-24%	30%	-48%	137%

Tabela 22. Variação de graus-hora na zona de frio (abaixo da linha neutra) e na zona de calor (acima da linha neutra) das residências simuladas por modelo computacional (TAS EDSL/Bentley) nos cenários climáticos futuros simulados pelo IAG/USP e avaliadas de acordo com o modelo adaptativo de Humphreys *et al.* (2010)

	Presente para Futuro Próximo		Futuro Próximo para Futuro Intermediário		Futuro Intermediário para Futuro Distante		Presente para Futuro Distante	
	zona de frio	zona de calor	zona de frio	zona de calor	zona de frio	zona de calor	zona de frio	zona de calor
Cerqueira César	-3%	22%	-5%	40%	-14%	25%	-21%	113%
Vila Ida	-4%	9%	-4%	19%	-6%	6%	-13%	37%
Freguesia do Ó	-11%	21%	-14%	34%	-18%	22%	-38%	99%
Média	-6%	17%	-8%	31%	-13%	18%	-24%	83%

5.2.2 Resultados Comparativos do Desempenho Térmico em 3 Cenários Climáticos Medidos, Incluindo a Onda de Calor

O estudo comparativo realizado com os cenários passado (1972), presente (2013) e presente com onda de calor (2014) teve o objetivo de revelar o efeito da onda de calor sobre as condições climáticas características de determinado período. As tabelas 23, 24 e 25 mostram a aplicação dos índices de conforto para cada uma das três residências simuladas por modelo computacional (TAS EDSL/Bentley) para os cenários climáticos medidos dos meses de janeiro e fevereiro de: passado (1972), presente (2013) e onda de calor de 2014.

Essa parte do estudo se concentra apenas nos dois primeiros meses do ano por ter sido esse o período de ocorrência da onda de calor no ano de 2014. Janeiro e fevereiro são meses de verão e, historicamente, os meses mais quentes o ano na cidade de São Paulo. A onda de calor veio, portanto, agravar ainda mais a situação característica do período.

A mesma tendência que foi observada com a avaliação das residências com simulações utilizando os cenários climáticos simulados pelo IAG/USP, ocorreu com a avaliação dos cenários medidos, retratando onda de calor: a tendência da variação em graus-hora mostra, em todas as residências e utilizando-se ambos os modelos, incremento de graus-hora na zona de calor e redução dos graus-hora na zona de frio, sendo o primeiro maior que o segundo.

Segundo os resultados das simulações avaliadas com o modelo de conforto adaptativo de De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013), apresentados abaixo, utilizando a faixa de conforto de 90% de satisfeitos definida pela ASHRAE 55 (2013), o aquecimento progressivo do clima, observado nas últimas décadas, provocou, nas três residências, um aumento médio de aproximadamente 60% (Cerqueira César: 74%, Vila Ida: 56% e Freguesia do Ó: 50%) de horas em desconforto por calor entre os anos de 1972 e 2013 e a ocorrência da onda de calor praticamente triplicou a porcentagem de horas em desconforto nos mesmos meses entre os anos consecutivos de 2013 e 2014 (Cerqueira César: 200%, Vila Ida: 164% e Freguesia do Ó: 144%). O número de horas em desconforto por frio sofreu um aumento entre os anos de 1972 e 2013 e redução entre os anos de 2013 e 2014 (onda de calor) nas residências Vila Ida e Freguesia do Ó enquanto na residência Cerqueira César se manteve em zero. O número de horas em conforto, em todos os casos, foi reduzido com a progressão dos cenários climáticos (Tabela 26).

Nas avaliações de desempenho das residências segundo o mesmo modelo utilizando-se, porém, o critério de graus-hora (fora da faixa de conforto definida e/ou acima e abaixo da linha de conforto) observou-se, confirmando a mesma tendência apresentada acima, que o número de graus-hora na zona de frio, à exceção dos casos em que esse número é zero, sofreu incremento entre os cenários de 1972 e 2013 (aumento médio para as três residências de 27% para avaliação em graus-hora fora da zona de conforto e de 24% para avaliação em graus-hora acima e abaixo da linha neutra

de conforto) e redução entre os anos de 2013 e 2014 (redução média para as três residências de 57% para avaliação em graus-hora fora da zona de conforto e de 79% para avaliação em graus-hora acima e abaixo da linha neutra de conforto), ao passo que, o número de graus-hora na zona de calor sofreu incremento em ambas as variações de cenário: aumento médio para as três residências de 109% entre os cenários de 1972 e 2013 e de 257% entre os cenários de 2013 e 2014 para avaliação em graus-hora fora da zona de conforto e de 70% entre os cenários de 1972 e 2013 e de 174% entre os cenários de 2013 e 2014 para avaliação em graus-hora acima e abaixo da linha neutra de conforto (Tabelas 27 e 28). Nota-se, portanto, maior variação quando a avaliação é feita utilizando apenas graus-hora fora da zona de conforto e também que, para os anos consecutivos é observado incremento de graus-hora na zona de calor que supera o dobro do incremento entre os cenários de 1972 e 2013.

Do mesmo modo, aplicando-se a linha de temperatura neutra do modelo de conforto de Humphreys *et al.* (2010), ainda que esta tenda a apresentar resultados mais tolerantes às variações do clima, é notável a mudança de condição de conforto entre os cenários, especialmente 2013 e 2014, com grande aumento da tendência da sensação de calor: incremento de graus-hora na zona de calor de 48% entre os cenários de 1972 e 2013 e de 107% entre os cenários de 2013 e 2014 e, assim como observado na aplicação do índice de De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013), também nesse caso, observa-se incremento no número de graus-hora na zona de frio, incremento esse que é menor do que o observado para a zona de calor, mas no caso desse modelo, diferentemente do modelo anterior, ocorre não só para a variação entre os cenários de 2013 e 2014 (49%), mas também entre os cenários de 1972 e 2013 (3%), ainda que o valor não seja alto.

Por fim, observa-se que, se avaliado o efeito da onda de calor no presente, comparativamente com o comportamento das residências na época em que foram construídas (década de 1970), o aumento da condição de calor, para todos os modelos e todos os parâmetros de avaliação, é maior que em qualquer outra variação climática avaliada: com a aplicação do modelo de De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013), as horas em desconforto de insatisfação por calor aumentaram 334%, o número de graus-hora fora da faixa de conforto, na zona de calor, aumentou 694% e o número de graus-hora acima da linha neutra, na zona de calor aumentou 211% e com o modelo de Humphreys *et al.* (2010), o incremento de graus-hora na zona de calor foi de 207% (Tabelas 26 a 29).

Tabela 23. Residência Cerqueira César, ambiente estar. Comparação dos meses de janeiro e fevereiro de: passado (1972), presente (2013) e onda de calor de 2014: resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys *et al.* (2010).

Modelo De Dear <i>et al.</i> , 1997 / ASHRAE:55 (2013)			Modelo Humphreys <i>et al.</i> (2010)
Faixa de conforto da ASHRAE: 90% de satisfeitos			
Zona de conforto:	Graus-hora em desconforto	Graus-hora acima ou abaixo da linha neutra	
<div><div><div>9</div><div>91</div><div>0</div></div><div><div>16</div><div>84</div><div>0</div></div><div><div>47</div><div>53</div><div>0</div></div></div>	<div><div><div>92</div><div>208</div><div>1033</div></div><div><div>zona de calor</div><div>zona de frio</div></div></div>	<div><div><div>-445</div><div>1108</div><div>0</div></div><div><div>-449</div><div>1505</div><div>3523</div></div><div><div>-102</div><div>0</div><div>0</div></div></div>	<div><div><div>-1004</div><div>606</div><div>0</div></div><div><div>-953</div><div>884</div><div>0</div></div><div><div>-470</div><div>2081</div><div>0</div></div></div>

Tabela 24. Residência Vila Ida, ambiente estar. Comparação dos meses de janeiro e fevereiro de: passado (1972), presente (2013) e onda de calor de 2014: resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys *et al.* (2010).

Modelo De Dear <i>et al.</i> (1997) / ASHRAE:55 (2013)			Modelo Humphreys <i>et al.</i> (2010)																																								
Faixa de conforto da ASHRAE: 90% de satisfeitos																																											
Zona de conforto:	Graus-hora em desconforto	Graus-hora acima ou abaixo da linha neutra
<table><tr><th>1972</th><th>2013</th><th>2014</th></tr><tr><td>6</td><td>9</td><td>25</td></tr><tr><td>91</td><td>86</td><td>74</td></tr><tr><td>3</td><td>5</td><td>1</td></tr></table>	1972	2013	2014	6	9	25	91	86	74	3	5	1	<table><tr><th>1972</th><th>2013</th><th>2014</th></tr><tr><td>-20</td><td>-29</td><td>-5</td></tr><tr><td>56</td><td>109</td><td>350</td></tr></table>	1972	2013	2014	-20	-29	-5	56	109	350	<table><tr><th>1972</th><th>2013</th><th>2014</th></tr><tr><td>-924</td><td>-955</td><td>-330</td></tr><tr><td>761</td><td>1057</td><td>2133</td></tr></table>		1972	2013	2014	-924	-955	-330	761	1057	2133	<table><tr><th>1972</th><th>2013</th><th>2014</th></tr><tr><td>-1624</td><td>-1608</td><td>-1016</td></tr><tr><td>401</td><td>585</td><td>1010</td></tr></table>	1972	2013	2014	-1624	-1608	-1016	401	585	1010
1972	2013	2014																																									
6	9	25																																									
91	86	74																																									
3	5	1																																									
1972	2013	2014																																									
-20	-29	-5																																									
56	109	350																																									
1972	2013	2014																																									
-924	-955	-330																																									
761	1057	2133																																									
1972	2013	2014																																									
-1624	-1608	-1016																																									
401	585	1010																																									

Tabela 25. Residência Freguesia do Ó, ambiente estar. Comparação dos meses de janeiro e fevereiro de: passado (1972), presente (2013) e onda de calor de 2014: resultados das simulações avaliadas com índices de conforto adaptativo De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013) e Humphreys *et al.* (2010).

Modelo De Dear <i>et al.</i> (1997) / ASHRAE:55 (2013)				Modelo Humphreys <i>et al.</i> (2010)																																									
Faixa de conforto da ASHRAE: 90% de satisfeitos																																													
Zona de conforto:		Graus-hora em desconforto		Graus-hora acima ou abaixo da linha neutra
<table><caption>insatisfação por calor conforto: 90% de satisfeitos insatisfação por frio</caption><thead><tr><th>Ano</th><th>insatisfação por calor</th><th>conforto: 90% de satisfeitos</th><th>insatisfação por frio</th></tr></thead><tbody><tr><td>1972</td><td>14</td><td>74</td><td>13</td></tr><tr><td>2013</td><td>20</td><td>63</td><td>17</td></tr><tr><td>2014</td><td>50</td><td>48</td><td>3</td></tr></tbody></table>		Ano	insatisfação por calor	conforto: 90% de satisfeitos	insatisfação por frio	1972	14	74	13	2013	20	63	17	2014	50	48	3	<table><caption>Graus-hora em desconforto</caption><thead><tr><th>Ano</th><th>zona de calor</th><th>zona de frio</th></tr></thead><tbody><tr><td>1972</td><td>240</td><td>-143</td></tr><tr><td>2013</td><td>495</td><td>-188</td></tr><tr><td>2014</td><td>1526</td><td>-22</td></tr></tbody></table>		Ano	zona de calor	zona de frio	1972	240	-143	2013	495	-188	2014	1526	-22	<table><caption>Graus-hora acima ou abaixo da linha neutra</caption><thead><tr><th>Ano</th><th>zona de calor</th><th>zona de frio</th></tr></thead><tbody><tr><td>1972</td><td>1175</td><td>-1374</td></tr><tr><td>2013</td><td>1718</td><td>-1377</td></tr><tr><td>2014</td><td>3926</td><td>-331</td></tr></tbody></table>		Ano	zona de calor	zona de frio	1972	1175	-1374	2013	1718	-1377	2014	3926	-331
Ano	insatisfação por calor	conforto: 90% de satisfeitos	insatisfação por frio																																										
1972	14	74	13																																										
2013	20	63	17																																										
2014	50	48	3																																										
Ano	zona de calor	zona de frio																																											
1972	240	-143																																											
2013	495	-188																																											
2014	1526	-22																																											
Ano	zona de calor	zona de frio																																											
1972	1175	-1374																																											
2013	1718	-1377																																											
2014	3926	-331
				<p>■ zona de calor ■ zona de frio</p>																																									

Tabela 26. Variação da condição de conforto segundo o modelo adaptativo (conforto: 90% de aceitabilidade) ou de desconforto (Insatisfação por frio e Insatisfação por calor) para os cenários climáticos medidos dos meses de janeiro e fevereiro de: passado (1972), presente (2013) e onda de calor de 2014 nas três residências simuladas por modelo computacional (TAS EDSL/Bentley) e avaliadas de acordo com o modelo adaptativo de De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013).

	1972 (déc. constr. residências) para 2013 (presente)			2013 (presente) para 2014 (presente c/ onda de calor)			1972 (déc. constr. residências) para 2014 (presente c/ onda de calor)		
	Insatisfação por frio	conforto: 90% aceitabilidade	Insatisfação por calor	Insatisfação por frio	conforto: 90% aceitabilidade	Insatisfação por calor	Insatisfação por frio	conforto: 90% aceitabilidade	Insatisfação por calor
Cerqueira César	0%	-7%	74%	0%	-37%	200%	0%	-42%	423%
Vila Ida	37%	-5%	56%	-75%	-14%	164%	-65%	-18%	313%
Freguesia do Ó	30%	-14%	50%	-83%	-24%	144%	-79%	-35%	266%
Média	22%	-9%	60%	-53%	-25%	169%	-48%	-32%	334%

Tabela 27. Variação de graus-hora fora da zona de conforto definida pela norma ASHRAE 55 (2013) para 90% de satisfeitos na zona de frio e na zona de calor das três residências simuladas por modelo computacional (TAS EDSL/Bentley) para os cenários climáticos medidos dos meses de janeiro e fevereiro de: passado (1972), presente (2013) e onda de calor de 2014 e avaliadas de acordo com o modelo adaptativo de De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013).

	1972 (déc. constr. residências) para 2013 (presente)		2013 (presente) para 2014 (presente c/ onda de calor)		1972 (déc. constr. residências) para 2014 (presente c/ onda de calor)	
	zona de frio	zona de calor	zona de frio	zona de calor	zona de frio	zona de calor
Cerqueira César	0%	127%	0%	396%	0%	1026%
Vila Ida	48%	94%	-82%	220%	-73%	521%
Freguesia do Ó	32%	106%	-88%	209%	-85%	536%
Média	27%	109%	-57%	275%	-53%	694%

Tabela 28. Variação de graus-hora na zona de frio (abaixo da linha neutra) e na zona de calor (acima da linha neutra) das três residências simuladas por modelo computacional (TAS EDSL/Bentley) para os cenários climático medidos dos meses de janeiro e fevereiro de: passado (1972), presente (2013) e onda de calor de 2014 e avaliadas de acordo com o modelo adaptativo de De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013).

	1972 (déc. constr. residências) para 2013 (presente)		2013 (presente) para 2014 (presente c/ onda de calor)		1972 (déc. constr. residências) para 2014 (presente c/ onda de calor)	
	zona de frio	zona de calor	zona de frio	zona de calor	zona de frio	zona de calor
Cerqueira César	1%	36%	-77%	134%	-77%	218%
Vila Ida	3%	39%	-65%	102%	-64%	180%
Freguesia do Ó	0%	46%	-76%	129%	-76%	234%
Média	2%	43%	-71%	115%	-72%	211%

Tabela 29. Variação de graus-hora na zona de frio (abaixo da linha neutra) e na zona de calor (acima da linha neutra) das residências simuladas por modelo computacional (TAS EDSL/Bentley) para os cenários climático medidos dos meses de janeiro e fevereiro de: passado (1972), presente (2013) e onda de calor de 2014 e avaliadas de acordo com o modelo adaptativo de Humphreys *et al.* (2010)

	1972 (déc. constr. residências) para 2013 (presente)		2013 (presente) para 2014 (presente c/ onda de calor)		1972 (déc. constr. residências) para 2014 (presente c/ onda de calor)	
	zona de frio	zona de calor	zona de frio	zona de calor	zona de frio	zona de calor
Cerqueira César	-5%	46%	-51%	135%	-53%	244%
Vila Ida	-1%	46%	-37%	73%	-37%	152%
Freguesia do Ó	-3%	53%	-61%	113%	-62%	226%
Média	-3%	48%	-49%	107%	-51%	207%

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

A função da ferramenta de simulação computacional é indicar diferenças entre cenários distintos em estudos preditivos de conforto térmico. Neste sentido, este trabalho procurou interpretar comparativamente os resultados obtidos segundo os dois diferentes índices de conforto adotados (DE DEAR *et al.*, 1997 / ASHRAE 55 (2013) e HUMPHREYS *et al.* 2010) e diferentes cenários climáticos, utilizando, para isso, dados climáticos simulados pelo IAG-USP: presente (1975 a 2005), futuro próximo (2015 a 2044), futuro intermediário (2045 a 2074) e futuro distante (2076 a 2096); além disso, procurou-se comparar os efeitos dos meses de verão de janeiro e fevereiro com onda de calor, no ano de 2014, com a condição dos mesmos meses em cenários climáticos passado (referente à época de construção das residências) e presente, utilizando, para isso, dados medidos respectivamente dos anos de 1972 e 2013.

De acordo com o critério de conforto adaptativo, poderia se esperar a adaptação das pessoas ao aquecimento gradual representado pelos cenários climáticos simulados. Ainda assim, nota-se claramente, segundo os modelos adotados, tendência de alteração na condição de conforto dos usuários, com redução gradual no percentual de horas na condição de insatisfação por frio e aumento gradual no percentual de horas em insatisfação por calor. Do mesmo modo, a observação do número de graus-hora em desconforto revela a progressão da condição de desconforto devido ao aquecimento do clima: o desconforto por calor torna-se mais proeminente nos cenários futuros mais distantes enquanto o desconforto pelo frio é reduzido. Observando-se o critério graus-hora na zona de calor ou de frio a partir da linha de temperatura neutra percebe-se o incremento de graus-hora na zona de calor e a redução dos graus-hora na zona de frio, neste último caso, com aplicação de ambos os modelos de conforto adotados, porém, com diferenças de valores e suas variações, sendo que o modelo de Humphreys *et al.* (2010) acomoda maiores variações de temperatura com menores variações de condição de frio e calor.

Verificando-se as variações médias das três residências, entre os cenários climáticos simulados presente (1975 a 2005) e futuro distante (2076 a 2096) e avaliadas sob cada critério descrito com os dois modelos de conforto adaptativo, obtém-se o valor médio de incremento de sensação de calor de 182%, variando de 83% a 325%, e uma redução média do desconforto por frio de 46%, variando de 24% a 60% (Tabela 30).

No caso da onda de calor, seu efeito comparativo, para os meses de janeiro e fevereiro, entre os anos consecutivos de 2013 (presente sem onda de calor) e 2014 (presente com onda de calor), revelam alterações na condição de conforto de mesma ordem de grandeza daquelas encontradas entre o presente e o futuro distante, cujo intervalo de tempo é de aproximadamente 90 anos, segundo a avaliação realizada com os modelos adaptativos de conforto pois, de acordo com o critério adaptativo, há uma adaptação gradual dos indivíduos às variações do clima, o que não ocorre com a entrada

de uma onda de calor, que proporciona variação repentina da condição climática. Nesse caso registrou-se aumento médio no desconforto por calor de 167%, variando de 107% a 275%, e redução média do desconforto por frio de 57%, variando de 49% a 71% (Tabela 31).

Comparando-se a variação para os mesmos meses de janeiro e fevereiro entre o período de construção das residências, representado pelo ano 1972 e o presente com onda de calor, 2014, percebe-se que o efeito conjunto do aquecimento ocorrido nas últimas décadas com o aumento abrupto de temperaturas no presente, provocado pela onda de calor, tende a tornar as condições térmicas ainda mais inóspitas. Neste caso, portanto, observa-se, a maior variação de condição de desconforto, principalmente com incremento de condição de calor. A média do aumento da condição de calor verificada entre esses cenários foi de 361%, variando entre 207% e 694% e a redução média da condição de frio foi de 56%, variando entre 48% e 72% (Tabela 32).

Tendo em vista a inclinação geral dos cenários climáticos de aquecimento resultarem em maior tendência para a condição de insatisfação por calor e que a ocorrência de ondas de calor tende a agravar bruscamente as condições climáticas, espera-se, portanto, que o efeito conjugado de ambos, ou seja, a ocorrência de ondas de calor no futuro, tenha um efeito potencializador para o desconforto térmico por calor, tornando as condições árduas não só para a sensação, como para a saúde humana, em especial de idosos, cuja capacidade de termorregulação é menor que aquela encontrada na média da população (item 2.5 Os idosos no contexto das mudanças climáticas) e, principalmente levando em consideração construções feitas para cenários climáticos anteriores ou não adaptadas ao seu clima.

Tabela 30. Variação média para situações de frio e calor incluindo ambos os modelos de conforto adaptativo adotados e os diferentes modos de avaliação (valores de partida: média das variações das três residências avaliadas) entre os cenários climáticos simulados presente e futuro distante.

Cenários climáticos simulados:		Presente para Futuro Distante	
		FRIO	CALOR
Modelo De Dear et al. (1997) / ASHRAE 55 (2013)	Horas em desconforto	-52%	184%
	Graus-hora fora da zona de conforto	-60%	325%
	Graus-hora acima e abaixo da linha neutra	-48%	137%
Modelo Humphreys <i>et al.</i> (2010)	Graus-hora acima e abaixo da linha neutra	-24%	83%
Média:		-46%	182%

Tabela 31. Variação média para situações de frio e calor incluindo ambos os modelos de conforto adaptativo adotados e os diferentes modos de avaliação (valores de partida: média das variações das três residências avaliadas) entre os cenários climáticos medidos 2013 (presente) e 2014 (presente com onda de calor).

Cenários climáticos medidos:		2013 (Presente) para 2014 (Onda de Calor)	
		FRIO	CALOR
Modelo De Dear et al. (1997) / ASHRAE 55 (2013)	Horas em desconforto	-53%	169%
	Graus-hora fora da zona de conforto	-57%	275%
	Graus-hora acima e abaixo da linha neutra	-71%	115%
Modelo Humphreys <i>et al.</i> (2010)	Graus-hora acima e abaixo da linha neutra	-49%	107%
Média:		-57%	167%

Tabela 32. Variação média para situações de frio e calor incluindo ambos os modelos de conforto adaptativo adotados e os diferentes modos de avaliação (valores de partida: média das variações das três residências avaliadas) entre os cenários climáticos medidos 1972 (década de construção das residências) e 2014 (presente com onda de calor).

Cenários climáticos medidos:		1972 (déc.constr. das residências) para 2014 (Onda de Calor)	
		FRIO	CALOR
Modelo De Dear et al. (1997) / ASHRAE 55 (2013)	Horas em desconforto	-48%	334%
	Graus-hora fora da zona de conforto	-53%	694%
	Graus-hora acima e abaixo da linha neutra	-72%	211%
Modelo Humphreys <i>et al.</i> (2010)	Graus-hora acima e abaixo da linha neutra	-51%	207%
Média:		-56%	361%

Se, por um lado, em comparação com outros países, o Brasil consome pouca energia em edificações e tem baixas emissões de CO₂, por outro, o cenário está rapidamente mudando, com aumentos de consumo energético. Os recentes picos de demanda e as altas taxas de construção de edifícios, cada vez maiores e mais complexos, destacam a urgência de se aumentar a eficiência energética neste momento, pois os sistemas instalados agora consumirão energia durante as próximas décadas e as previsões indicam aumento do consumo energético no setor de edifícios no Brasil (Figura 95). Ao mesmo tempo, a matriz de energia elétrica está cada vez mais suja com maiores emissões de gases de efeito estufa proveniente da sua geração (CBCS *et al.*, 2014).

Figura 95. Consumo de energia elétrica no Brasil, 1970-2013. Fonte: CBCS *et al.*, 2014.

Para a correta avaliação das condições de conforto, destaca-se a relevância da escolha do modelo de conforto a ser adotado. Neste trabalho observou-se que, aplicando-se ambos os modelos escolhidos pelas razões apresentadas no item 3.2.3 Simulações computacionais e aplicação de modelos de conforto adaptativo, a tendência de aumento ou redução das condições de desconforto é mantida. Porém, os números absolutos encontrados são bastante diferentes e podem indicar situações mais amenas ou grave condição de calor ou frio. Não existe, atualmente, um índice de conforto adaptativo desenvolvido para o Brasil, de modo que é difícil optar com segurança por um modelo específico. Entre os dois modelos aplicados aos resultados das simulações deste trabalho, constata-se uma diferença significativa entre eles: no modelo Humphreys *et al.* (2010), a linha neutra de temperatura operativa mantém maior relação com a temperatura externa do que no modelo De Dear *et al.* (1997) / ASHRAE 55 (2013), de modo que a situação apresentada por Humphreys revela sempre menor desconforto que De Dear/ASHRAE 55.

Em linhas gerais, porém, sabendo que a aplicação de ambos os modelos revela a mesma tendência (a redução do desconforto por frio e aumento do desconforto por calor, sendo o segundo em maiores proporções que o primeiro, pode-se afirmar que os resultados indicam aumento da necessidade de estratégias de resfriamento e diminuição na exigência de estratégias de aquecimento. Ficam ainda as dúvidas sobre ser possível ou não garantir condições de conforto apenas através de estratégias passivas ou sobre a necessidade de instalação de sistemas mecânicos de ventilação ou mesmo refrigeração. A chave para a questão pode estar na avaliação de até que ponto as pessoas serão capazes de se adaptar a um clima mais quente, questão levantada também pelas implicações do emprego dos diferentes modelos de conforto adotados, e ainda não totalmente resolvida nesse trabalho.

Para se ter um exemplo das possíveis consequências ocasionadas pelas mudanças climáticas que estão ocorrendo e que devem se intensificar em um futuro

próximo, na onda de calor registrada em janeiro e fevereiro de 2014 foram registrados aumentos no consumo de energia atribuídos, em grande parte, ao ar-condicionado, e com maior crescimento na parcela doméstica (BRASIL, 2014a; 2014b). Uma vez instalados, os equipamentos serão utilizados sempre que houver aumento na temperatura (WU, PETT, 2006), o que significa que, se não houver estratégias de mitigação e adaptação para os edifícios, dificilmente os padrões de consumo voltarão a ser como antes. Não é possível, portanto, ignorar a crescente participação do condicionamento artificial do ar no Brasil, principalmente no setor residencial, onde seu emprego não é, até o presente, preponderante.

Os objetivos de efficientização energética nos novos e futuros cenários climáticos demandarão, pois, adaptações aos edifícios existentes e alterações mais substanciais no projeto e no modo de operação dos novos edifícios ao longo da sua vida útil, em particular nos residenciais, com a adoção de estratégias passivas de condicionamento e de modo misto de operação visando ao conforto térmico dos usuários, à menor dependência energética e à não intensificação do aquecimento urbano pelo calor gerado pelos sistemas de condicionamento ambiental.

Destaca-se, também, a necessidade de adoção e implementação de cenários de mudanças climáticas para a avaliação dos edifícios projetados e/ou que passam por alterações e reformas para que possam atender às demandas de todo o seu período de operação, assim como para permitir a avaliação dos impactos futuros de políticas energéticas, programas de etiquetagem e outras ações no sentido da eficiência energética e sustentabilidade.

Por fim, é importante destacar a dificuldade de obtenção de dados climáticos segundo as variáveis e a frequência temporal exigida pelos arquivos climáticos de simulação computacional termo-energética de edifícios, tanto dados medidos quanto dados simulados de cenários climáticos futuros. Destaca-se também o desafio para a definição de anos típicos representativos de determinados cenários. Os setores da meteorologia e da avaliação de desempenho de edifícios, ainda que possuam pontos de ligação, têm escalas e focos diferentes, o que torna a troca de experiências e informações, muitas vezes, árdua, com um longo caminho a ser trilhado. Considera-se, portanto, que a aproximação dessas diferentes áreas de conhecimento pode ser bastante enriquecedora e promover a alimentação recíproca de dados de entrada, métodos e resultados em benefício de ambas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS²⁹

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575**: Edifícios habitacionais - Desempenho. Fevereiro, 2013.
2. _____. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. 2005.
3. AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley M. **O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil**. Série Sustentabilidade. São Paulo: Edgard Blucher, 2011
4. ALDY, Joseph E. (ed.), STAVINS, Robert N. (ed.). **Architectures for Agreement: Addressing Global Climate Change in the Post-Kyoto World**. Cambridge University Press, 2007.
5. AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE). **ASHRAE 55-2004**: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta: ASHRAE, 2004.
6. _____. **ASHRAE 55-2010**: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, Addenda 2013. Atlanta: ASHRAE, 2013.
7. _____. **ASHRAE 55-2013**: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta: ASHRAE, 2013.
8. ARNOLD, David. "Mixed-Mode HVAC - An Alternative Philosophy." In: **American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc., (ASHRAE)**. Atlanta, George, 1996
9. AUERBACH, Paul S. Thermoregulation: Important modifications of thermoregulatory responses. In: **Wilderness Medicine**. 5th ed. Philadelphia: Mosby Elsevier, 2007.
10. AULICIEMS, A. Towards a psycho-physical model of thermal perception. **International Journal of Biometeorology**, v. 25, p. 109-122, 1981.
11. AULICIEMS, A. Thermal Comfort. **Building design and human performance**, p. 3-28. Nova York: Nancy Ruck, Van Nostrand Reinhold, 1989.
12. BELL M., O'NEILL M.S., RANJIT N., BORJA-ABURTO V.H., CIFUENTES L.A., GOUVEIA NC. Vulnerability to heat-related mortality in Latin America: a case-crossover study in São Paulo, Brazil, Santiago, Chile and Mexico City, Mexico. **International Journal of Epidemiology**, v. 37, n. 4, p. 796-804, 2008.
13. BIELLO, David. 400ppm: Carbon Dioxide in the Atmosphere Reaches Prehistoric Levels. In: **Scientific American: Blogs**. Nova York, 9 de maio de 2013. Disponível em: <http://blogs.scientificamerican.com/observations/2013/05/09/400-ppm-carbon-dioxide-in-the-atmosphere-reaches-prehistoric-levels/>>. Acesso em 15 de novembro de 2013.
14. BORGESON, Sam; BRAGER, Gail. Comfort standards and variations in exceedance for mixed-mode buildings. In: **Building Research & Information**. Londres: Routledge, v. 39, n. 2, p. 118 — 133, 2011.

²⁹ De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023.

15. BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME). **Balanço energético nacional 2013: ano base 2012**. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, EPE, 20012.
16. BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME). **Balanço energético nacional 2014: ano base 2013**. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, EPE, 20013.
17. BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME). **Resenha mensal do mercado de energia elétrica**, v. 77. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética (EPE), fevereiro, 2014.
18. BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME). **Resenha mensal do mercado de energia elétrica**, v. 78. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética (EPE), março, 2014.
19. CANDIDO, Christhina; DE DEAR, Richard. From Thermal Boredom to thermal pleasure: a brief literature review. **Ambiente construído**, v. 12, n. 1, p. 81-90, 2012.
20. CEN. **EN15251**: Indoor Environmental Parameters for Design and Assessment of Energy Performance of Buildings: Addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics. English version. Bruxelas, 2007
21. CHARTERED INSTITUTION OF BUILDING SERVICES ENGINEERS (CIBSE). **CIBSE Guide A: Environmental design**. 7.ed. Londres: CIBSE, 2006.
22. COLE, Raymond J. et al. Re-contextualizing the notion of comfort. In: **Building Research & Information**. Londres: Routledge, v.36, n. 4, p. 323-336, 2008.
23. COLEY, David; KERSHAW, Tristan; EAMES, Matt.A comparison of structural and behavioural adaptations to future proofing buildings against higher temperatures. **Building and Environment**, v. 55, p. 159-166, set. 2012. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360132311004276>>. Acesso em: 20 mar. 2013.
24. Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS); BRASIL, Ministério do Meio Ambiente (MMA); Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). **Aspectos da Construção Sustentável no Brasil e Promoção de Políticas Públicas**. Subsídios para a Promoção da Construção Civil sustentável. Versão 1: Novembro 2014.
25. COOK, J. Skeptical Science, Comparing CO2 emissions to CO2 levels, 2011. Disponível em: <http://www.skepticalscience.com/co2-emissions-correlation-with-co2-concentration.htm>. Acesso em : 13 / set/2013.
26. CRAWLEY, Drury B. Estimating the impacts of climate change and urbanization on building performance. **Journal of Building Performance Simulation**, v 1:2, p. 91-115, 2008.
27. DE DEAR, R.; BRAGER, G. S. Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference. **ASHRAE Trans**, v. 104, part 1A, p. 145-167, 1998.
28. DE DEAR, R, BRAGER, G, COOPER, D. **Developing an adaptive model of thermal comfort and preference**: Final Report on RP 884. Macquarie University, Sydney, Australia, 1997.
29. DE WILDE, Pieter de; COLEY, David.DE WILDE, Pieter; COLEY, David. The implications of a changing climate for buildings. **Building and Environment**, v. 55, p. 1-7, set. 2012.
30. DE WILDE, Peter; TIAN, Wei.Towards probabilistic performance metrics for climate change impact studies. **Energy and Buildings** v. 43, p. 3013-3018, 2011.

31. DOWNTON, Paul F. **Ecopolis: Architecture and Cities for a Changing Climate**. Springer, 1ed., 2009.
32. EBI, Kristie L. (ed), BURTON, Ian (ed.), MCGREGOR, Glenn (ed.). **Biometeorology for Adaptation to Climate Variability and Change**. Springer, 2009.
33. European Committee for Standardization (CEN). EN 15251 – 2007: **Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings** - addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics. Bruxelas, 2007.
34. FANGER, P., **Thermal Comfort: Analysis and applications in environmental Engineering**. McGraw-Hill Book Company, United States, 1970
35. FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**. 8 ed. Sao Paulo: Studio Nobel, 2003.
36. GARVEY, James. **Mudanças climáticas: considerações éticas: o certo e o errado no aquecimento global**. São Paulo: Rosari, 2010.
37. GHISI, Enedir; GOSCH, Samuel; LAMBERTS, Roberto. Electricity end-uses in the residential sector of Brazil. **Energy Policy**. v. 35, p. 4107-4120, 2007
38. GIVONI, Baruch. **Man, Climate and Architecture**. 2 ed. London: Applied Science, 1976.
39. GIVONI, Baruch. **Passive and low energy cooling of buildings**. New York: John Wiley & Sons, 1994.
40. GOLDEMBERG, José. **Energia e desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Blucher, 2010.
41. GOLDEMBERG, José e LUCON, Oswaldo. Energia e meio ambiente no Brasil. In: **Estudos Avançados**. v. 21, n. 59, p. 7-20, 2007.
42. GOLDEMBERG, José; MOREIRA, José Roberto. Política energética no Brasil. In: **Estudos Avançados**. v. 19, n. 55, p. 215 – 228, 2005
43. GONÇALVES, Joana Carla Soares. **A Sustentabilidade do Edifício Alto: uma nova geração de edifícios altos e sua inserção urbana**. 2003. (Tese de doutorado em Arquitetura) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, 2003.
44. GONÇALVES, Joana Carla Soares; BODE, Klaus. The Environmental value of buildings: a proposal for performance assessment with reference to the case of the tall office building. In: **Innovation: The European Journal of Social Science Research**, 24:1-2, 31-55. Londres: Routledge, 2011
45. GUAN, Lisa. Energy use, indoor temperature and possible adaptation strategies for air-conditioned office buildings in face of global warming. In: **Building and Environment**, v. 55, p. 8–19, 2012.
46. GUPTA, Rajat; GREGG, Matthew. Using UK climate change projections to adapt existing English homes for a warming climate. In: **Building and Environment**, v. 55, p. 20-42, set. 2012.
47. HUMPHREYS, M. A. Outdoor temperatures and comfort indoors, **Building Research and Practice**, 6:2, 2-105, 1978
48. HUMPHREYS, M. A., RIJAL, H. B., NICOL, J. F. Examining and developing relation between climate and thermal comfort indoors. Proceedings of conference:

- Adapting to change: New thinking on comfort** Cumberland Lodge, Windsor, UK. 9-11 April 2010.
49. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.(IBGE). **Estudos e Pesquisas, Informação Demográfica e Socioeconômica nº 27: Síntese de Indicadores Sociais, Uma Análise das Condições de Vida da População Brasileira 2010.**Rio de Janeiro, 2010.
 50. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA) .**World Energy Outlook 2012.** IEA/OECD: Paris, 2012.
 51. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA) .**Capturing the multiple benefits of energy efficiency.** IEA/OECD: Paris, 2013.
 52. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.(IBGE). **Estudos e Pesquisas, Informação Demográfica e Socioeconômica nº 27: Síntese de Indicadores Sociais, Uma Análise das Condições de Vida da População Brasileira 2010.** Rio de Janeiro, 2010.
 53. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate change 2007: synthesis report.** Contribution of working groups I, II and III to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Pachauri RK, Reisinger A, editors. Core writing team. Geneva: IPCC; 2007.
 54. _____. **Climate Change 2013: The Physical Science Basis.** IPCC Working Group I Contribution to AR5. 2013.
 55. _____. **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability.** IPCC Working Group II Contribution to AR5. 2014
 56. _____. **Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change.** IPCC Working Group III Contribution to AR5. 2014.
 57. INTERNATIONAL ORGANIZATION STANDARDIZATION (ISO). **ISO 7726.** Ergonomics: instruments for measuring physical quantities. Genève: ISO, 1998.
 58. _____. **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. Genève: ISO, 2005.
 59. _____. **ISO 10551.** Ergonomics of the thermal environment: assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales. Genève: ISO, 1995.
 60. ISAAC, M., VAN VUUREN, D. P. Modeling global residential sector energy demand for heating and air conditioning in the context of climate change. **Energy Policy**,v. 37(2),p. 507–521, 2009.
 61. JENDRITZKY, Geard; DE DEAR, Richard. Adaptation and Thermal Environment. In: EBI, Kristie L. (ed), BURTON, Ian (ed.), MCGREGOR, Glenn (ed.). **Biometeorology for Adaptation to Climate Variability and Change.** Springer, 2009.
 62. JOHN, V. M.; Sato, N. M. N.; Agropyran, V.; Sjostrom, C. Durabilidade e Sustentabilidade: Desafios para a Construção Civil Brasileira. In: **Workshop sobre durabilidade das construções.** São José dos Campos. 2001.
 63. LABEEE (Laboratório de Eficiência Energética em Edificações). **Relatório 200504:** Processamento de arquivos climáticos para simulação do desempenho energético de edificações. LABEE, 28 de fevereiro de 2005. Disponível em:

- <http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/arquivos_climaticos/RT200504.pdf>. Acesso em agosto/2013.
64. LAMBERTS, R., CÂNDIDO, C., DE DEAR, R., DE VECCHI, R. Appendix 7 – The Proposed Brazilian Standard (in Portuguese) In: **Towards a Brazilian Standard on Thermal Comfort**. 2013. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/relatorios_pesquisa/RP_Towards_a_Brazilian_Standard_Complete_Version.pdf>. Acesso em julho/2014.
 65. LAMBERTS, R., PEREIRA, F., DUTRA, L. **Eficiência energética na arquitetura**. 3 ed. 2007.
 66. LE TREUT, H.; SOMERVILLE, R.; CUBASCH, U.; DING, Y.; MAURITZEN, C.; MOKSSIT, A.; PETERSON, T.; PRATHER, M. Historical Overview of Climate Change. In: **IPCC. Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. United Kingdom: Cambridge University Press, 2007.
 67. LIMA, Rejane. Calor aumenta o número de mortes na Baixada. **O Estado de São Paulo**. São Paulo. 11 fev. 2010. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/cidades,calor-aumenta-numero-de-mortes-na-baixada,509652,0.htm>>. Acesso em: 23 fev. 2013.
 68. LOMAS, K.J.; GIRIDHARAN, R. Thermal comfort standards, measured internal temperatures and thermal resilience to climate change of free-running buildings: A case-study of hospital wards. In: **Building and Environment**, v. 55, p. 57-72, set. 2012. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360132311004227>>. Acesso em: 27 fev. 2013.
 69. MARCONDES, Mônica Pereira. **Soluções projetuais de fachadas para edifícios de escritórios com ventilação natural em São Paulo**. 2010. (Tese de doutorado em Arquitetura) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, 2010.
 70. MARCONDES, Mônica Pereira; MUELLER, Cecília Mattos; BRANDÃO, Rafael Silva; SHIMOMURA, Alessandra Rodrigues Prata; BRUNELLI, Gustavo; BENEDETTO, Gisele Severiano; GONÇALVES, Joana Carla Soares; DUARTE, Denise; FROTA, Anésia Barros. Conforto e Desempenho Térmico nas Edificações do Novo Centro de Pesquisas da Petrobras, no Rio de Janeiro. **Ambiente Construído** (Online), v. 10, p. 7-29, 2010.
 71. MARENGO, José A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade**: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, Distrito Federal, Brasil. 2006.
 72. MARUYAMA, Shigenori. **Aquecimento Global?**. Tradução Kenitiro Suguio. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
 73. MATZARAKIS, Andreas; DE ROCCO, Manuela ; NAJJAR, Georges. Thermal bioclimate in Strasbourg - the 2003 heat wave. In: **Theor Appl Climatol**, v. 98, p. 209–220, 2009
 74. MCCARTNEY K.J and NICOL J.F. Developing an Adaptive Control Algorithm for Europe: Results of the SCATs Project. **Energy and Buildings**, v. 34, n. 6, p. 623-635, 2002.
 75. MIYAZAWA, Ikuho. **What are Sustainable Development Goals?** IGES Rio+20 Issue Brief vol.1. Institute for Global Environmental Strategies, 2012. Disponível em: <<http://www.stakeholderforum.org/fileadmin/files/IGES%20Rio%20issue%20brief.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2012.

76. MOLION, Luis Carlos Baldicero. Aquecimento global: uma visão crítica. In: VEIGA, José Eli (org). **Aquecimento Global: frias contendas científicas**. São Paulo: Senac, 2008.
77. MONTEIRO, Leonardo Marques. Modelos Preditivos de Conforto Térmico: quantificação de relações entre variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projeto de espaços abertos, 2008. (Tese de doutorado em Arquitetura) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, 2008
78. MONTEIRO, Leonardo Marques; ALUCCI, Márcia Peinado. Comparação cruzada entre pesquisas laboratoriais e de campo em conforto térmico em espaços abertos urbanos. **AmbienteConstruído** (Online), v. 10, n.4, p. 79-101, 2010.
79. NICOL, J F; HUMPHREYS, M A. **Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings**. v. 34, p. 563-572, 2002.
80. NICOL, J F; HUMPHREYS, M A. **Thermal comfort as part of a self-regulating system. Building Research and Practice**. v. 1, n.3, p. 174-179, 1973.
81. NICOL, Fergus; HUMPHREYS, Michael; ROAF, Susan. **Adaptive Thermal Comfort: Principles and Practice**. Oxon: Routledge, 2012
82. NOBRE, Carlos A. *et al.* **Fundamentos Científicos das Mudanças Climáticas**. São José dos Campos: INPE, 2012.
83. NOBRE, Carlos A. *et al.* **Vulnerabilidade das Megacidades Brasileiras às Mudanças climáticas: Região metropolitana de São Paulo**. Sumário executivo. 2010.
84. OKE, T.R. **Boundary layer climates**. Londres. 2ed, Methuen & Co., 1987.
85. OKE, T.R. The energetic basis of the urban heat island. In: **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**. v.108, n. 455, p.1-24, 1982.
86. OLIVEIRA, Sonia Maria Barros de. Base científica para a compreensão do aquecimento global. In: VEIGA, José Eli (org). **Aquecimento Global: frias contendas científicas**. São Paulo: Senac, 2008.
87. ONU. **United nations framework convention on climate change**. 1992
88. ONUBR, Nações Unidas no Brasil. **Conheça a ONU**. Disponível em: < <http://www.onu.org.br/conheca-a-onu/>>. Acesso em: 24 jun. 2013.
89. PEREIRA, Cláudia Donald, GHISI, Enedir. The influence of the envelope on the thermal performance of ventilated and occupied houses. In: **Energy and Buildings** v.43, n. 12, p. 3391-3399, 2011
90. POSAS, P. J. Exploring climate change criteria for strategic environmental assessments. In: **Progress in Planning**. v. 75 n. 3, p. 109-154. Elsevier, 2011.
91. RIO+20, Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável. **Sobre a Rio+20**. Disponível em: < http://www.rio20.gov.br/sobre_a_rio_mais_20.html>. Acesso em: 05 jul. 2012.
92. ROAF, Sue, CRICHTON, David; NICOL, Fergus. **A adaptação de edificações e cidades às mudanças climáticas: Um guia de sobrevivência para o século XXI**. Porto Alegre: Bookman, 2009.
93. ROGERS, Richard; GUMUCHDJIAN, Philip. **Cidades para um pequeno planeta**. Barcelona: Gustavo Gili, 2001

94. SALATIEL, José Renato. Meio Ambiente: Enfraquecido, Protocolo de Kyoto é estendido até 2020. **Folha de São Paulo**. São Paulo. 14 dez. 2012. Disponível em: <<http://vestibular.uol.com.br/resumo-das-disciplinas/atualidades/meio-ambiente-enfraquecido-protocolo-de-kyoto-e-estendido-ate-2020.htm>> Acesso em 26 jun. 2013.
95. SANTAMOURIS, Matheos. **Advances in Passive Cooling**. London: Earthscan, 2007
96. SANTAMOURIS, Matheos; ASIMAKOPOULOS, Demosthenes N. **Passive Cooling of Buildings**. London : James & James, 1996.
97. SIMMS, Andrews. Why did the 400ppm carbon milestone cause barely a ripple? In: **The Guardian Environment Blog**. Londres, 15 de maio de 2013. Disponível em: <<http://www.theguardian.com/environment/blog/2013/may/30/carbon-milestone-newspapers>>. Acesso em 15 de novembro de 2013.
98. STEEMERS, Koen, STEANE, Mary Ann. **Environmental Diversity in Architecture**. London: Spon Press, 2004.
99. STERN, Nicholas. Stern Review. The Economics of Climate Change, UK, 2006.
100. STONE, Bryan. **The City and the Coming Climate: Climate Change and the Places We Live**. Cambridge University Press, 2012.
101. TILLSON, Amy-Alys; ORESZCZYN, Tadj; PALMER, Jason. Assessing impacts of summertime overheating: some adaptation strategies. In: **Building Research and Information**. V. 41:6, p. 652-661, 2013.
102. UNITED NATIONS (UN). **Plan of Implementation of the World Summit on Sustainable Development**. Johannesburg, 2002.
103. UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Buildings and Climate Change: Status, challenges and opportunities**. 2007
104. UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Buildings and Climate Change: Summary for Decision-Makers**. 2009
105. UN-HABITAT. **Cities and climate change: global report on human settlements**. Earthscan, 2011
106. VEIGA, José Eli da (org). **Aquecimento Global: frias contendas científicas**. São Paulo: Senac, 2008
107. VEIGA, José Eli da. **Mundo em transe: do aquecimento global ao ecodesenvolvimento**. Campinas: Armazém do Ipê, 2009.
108. VIANNA, Sérgio Besserman; VEIGA, José Eli da; ABRANCHES, Sérgio. A Sustentabilidade do Brasil. In: GIAMBIAGI, BARROS (orgs) **Brasil Pós-Crise: Agenda para a próxima década**. Campus, p. 305-324, 2009.
109. WILDE, Peter de; TIAN, Wei. Towards probabilistic performance metrics for climate change impact studies. In: **Energy and Buildings** v. 43, p. 3013-3018, 2011.
110. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Climate change and human health: risks and responses**. Summary. Gênova, 2003. Disponível em: <<http://www.who.int/globalchange/environment/en/ccSCREEN.pdf>>. Acesso em: 20/jun/2013.
111. WOLF, Martin. O Mundo e o Risco de Caos no Clima. **Valor Econômico**. São Paulo 15 maio. 2013. Disponível em: < <http://www.valor.com.br/opiniao/3123970/o-mundo-e-o-risco-de-caos-no-clima#ixzz2TMhdSK68> > Acesso em 16 maio. 2013.

112. WU, Anson, PETT, Jacky. **Cold comfort for Kyoto?** Carbon implications from increasing residential cooling demand. A scoping report. ACE: Londres: 2006.

APÊNDICES

Apêndice A – Dados Meteorológicos Medidos pela Estação Meteorológica do IAG-USP/Parque de Ciência e Tecnologia da USP, de 1933 a 2014:

- Temperaturas máximas mensais;
- Temperaturas mínimas mensais;
- Amplitudes mensais;
- Temperaturas máximas médias mensais;
- Temperaturas mínimas médias mensais;
- Variação das temperaturas médias máximas e mínimas mensais.

Tabela 33. Variação da temperatura máxima mensal na cidade de São Paulo ao longo dos anos. Dados de 1933 a 2014 medidos pela estação meteorológica do IAG-USP Parque de Ciência e Tecnologia da USP

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÁX. MENSAL
1933	32,0	33,0	31,3	30,7	27,3	27,4	27,4	31,5	30,6	31,1	32,2	31,8	33,0
1934	30,8	33,3	30,7	29,7	27,6	27,4	25,4	29,5	30,2	32,5	33,4	32,0	33,4
1935	32,1	30,2	31,2	28,0	27,4	26,8	27,9	29,0	30,7	31,5	31,6	33,7	33,7
1936	34,4	30,1	30,8	30,3	28,0	28,0	27,5	27,4	31,0	34,8	30,6	32,0	34,8
1937	31,5	32,4	31,8	30,9	24,8	28,1	27,2	30,6	30,2	32,8	31,0	32,8	32,8
1938	34,5	32,0	31,0	29,4	26,5	25,2	27,5	30,4	30,6	30,8	32,3	31,6	34,5
1939	31,8	31,9	33,1	30,2	28,2	27,0	25,2	30,3	30,8	33,2	33,9	31,9	33,9
1940	33,8	30,8	32,8	31,6	28,8	26,9	29,7	32,3	32,6	34,6	32,4	35,6	35,6
1941	32,9	33,5	29,6	31,4	30,6	27,3	28,6	29,7	29,6	33,7	32,6	30,2	33,7
1942	32,6	32,4	31,0	28,4	28,9	25,6	25,2	28,3	30,1	33,4	33,0	32,1	33,4
1943	32,9	31,8	30,4	28,4	28,6	25,6	28,5	30,1	30,8	32,3	30,5	31,5	32,9
1944	32,4	30,5	30,6	28,0	25,7	27,2	26,2	29,8	31,7	35,0	31,4	34,1	35,0
1945	32,9	30,7	30,4	26,6	26,9	26,8	27,0	32,7	32,5	34,4	30,0	31,8	34,4
1946	31,6	32,2	30,8	28,8	29,0	26,6	27,2	29,1	32,8	34,6	32,3	34,9	34,9
1947	31,2	34,6	29,5	30,1	29,1	27,3	27,6	29,9	32,8	29,6	31,4	31,8	34,6
1948	33,4	31,1	30,1	30,3	27,8	26,6	28,3	28,2	30,6	32,6	32,4	32,9	33,4
1949	34,5	30,8	32,5	28,4	28,4	26,3	25,7	29,5	31,9	32,7	33,7	32,9	34,5
1950	30,2	31,8	30,6	29,6	27,2	25,3	26,0	29,0	32,2	30,7	29,5	31,7	32,2
1951	30,1	31,2	30,2	29,2	25,3	24,1	25,6	29,4	31,1	32,5	32,7	30,1	32,7
1952	31,7	31,4	30,5	28,4	28,0	26,3	26,2	30,8	31,2	31,8	32,1	32,1	32,1
1953	33,2	31,5	31,7	28,8	27,8	24,0	27,1	30,9	30,6	30,8	31,2	30,9	33,2
1954	31,8	32,5	30,9	28,4	27,0	25,0	26,3	27,6	32,2	31,0	31,9	31,5	32,5
1955	31,7	32,6	29,8	29,4	26,5	27,1	26,1	32,2	32,3	32,4	31,0	31,0	32,6
1956	33,6	33,1	30,6	29,1	25,0	22,7	24,2	28,3	31,5	31,6	30,1	32,8	33,6
1957	31,7	29,4	30,3	26,1	26,4	24,9	27,6	29,3	30,1	32,4	30,2	32,6	32,6
1958	33,0	32,8	30,7	29,4	27,2	26,8	27,0	30,4	30,1	31,4	35,5	34,1	35,5
1959	33,6	32,6	30,7	30,8	29,3	25,9	28,3	31,2	33,2	33,8	33,4	34,1	34,1
1960	32,4	31,0	30,6	30,2	28,7	26,4	27,5	29,6	33,3	34,3	31,2	32,5	34,3
1961	34,4	32,0	32,6	31,6	26,6	27,4	27,0	33,0	35,1	33,4	33,8	31,5	35,1
1962	33,3	32,3	30,8	30,2	27,9	26,0	26,0	30,0	33,4	29,8	32,4	32,5	33,4
1963	32,6	32,5	32,4	29,5	28,8	25,4	28,9	33,0	34,0	34,8	34,0	32,4	34,8
1964	33,0	32,8	33,0	30,2	27,2	25,6	25,4	30,7	30,6	28,4	30,7	30,2	33,0
1965	30,5	30,8	29,9	30,4	27,3	26,3	26,6	30,8	32,8	31,9	31,0	32,5	32,8
1966	34,1	32,5	31,6	30,0	28,5	27,0	27,5	29,8	33,5	32,0	31,4	33,4	34,1
1967	31,9	32,0	30,8	29,6	27,6	27,7	28,2	31,4	32,6	33,5	32,0	32,8	33,5
1968	31,4	31,5	30,4	28,7	26,6	25,3	28,4	26,6	32,1	33,4	34,0	33,0	34,0
1969	34,0	33,2	31,6	30,4	28,6	27,2	28,6	29,3	32,4	30,6	32,5	31,3	34,0
1970	32,6	30,7	32,5	29,8	28,8	27,6	27,8	28,0	31,0	31,6	31,5	32,5	32,6
1971	33,9	34,1	33,4	30,0	27,5	26,3	27,0	28,5	32,7	29,8	32,1	32,4	34,1
1972	32,0	31,4	31,2	29,4	28,2	29,3	26,6	29,6	31,1	35,0	33,2	31,6	35,0
1973	33,4	34,0	31,8	32,0	29,8	27,6	27,2	28,6	31,9	30,8	30,8	30,8	34,0
1974	32,0	32,6	32,4	29,4	27,8	27,4	26,8	30,9	32,1	30,8	33,6	30,8	33,6
1975	32,2	32,8	31,7	27,5	27,2	26,4	26,7	31,4	32,4	31,3	31,9	31,9	32,8
1976	33,3	31,6	31,2	29,4	26,6	26,2	28,2	28,1	28,8	31,6	32,2	32,0	33,3
1977	31,0	33,2	33,0	30,6	27,4	27,4	29,0	30,6	32,2	33,8	32,2	31,5	33,8
1978	34,6	32,9	32,2	28,7	29,0	26,0	27,4	29,7	27,7	33,9	31,7	30,7	34,6
1979	30,1	32,7	31,3	30,4	28,7	25,2	27,7	29,0	33,0	32,7	31,0	33,2	33,2
1980	30,4	31,9	32,4	29,3	28,0	26,8	28,0	30,3	30,8	34,4	31,7	32,5	34,4
1981	32,5	32,5	33,1	29,8	27,7	26,3	27,2	29,7	33,6	31,5	31,6	31,6	33,6
1982	29,0	33,5	28,7	26,8	27,8	27,9	26,1	30,3	30,7	32,1	32,1	29,3	33,5
1983	31,1	33,5	32,4	30,2	29,9	26,1	28,7	31,1	28,6	30,5	32,1	30,6	33,5
1984	34,0	34,5	32,7	29,5	29,7	27,1	28,3	30,2	29,5	34,0	33,6	30,7	34,5
1985	29,1	32,8	31,5	31,4	28,0	26,8	28,2	31,3	32,5	32,6	34,6	34,2	34,6
1986	32,9	33,1	32,8	31,1	28,2	26,5	28,3	29,1	32,6	33,9	33,7	30,5	33,9
1987	33,0	33,8	32,6	31,3	27,8	26,7	29,1	31,8	32,7	33,4	32,4	32,4	33,8
1988	34,1	30,4	32,1	30,1	28,8	27,8	26,2	30,9	35,3	31,7	32,3	31,9	35,3
1989	32,2	32,5	31,0	31,0	29,8	27,1	26,8	28,6	31,9	32,1	31,8	30,6	32,5
1990	33,4	31,5	33,5	32,5	27,3	26,4	25,5	27,4	32,1	34,2	35,1	32,3	35,1
1991	31,6	31,2	30,5	30,4	27,6	28,2	26,4	29,0	31,7	34,2	33,4	32,0	34,2
1992	32,6	33,2	31,8	31,3	27,8	29,0	28,6	29,2	30,4	32,3	32,4	32,6	33,2
1993	34,2	31,9	33,5	31,0	28,4	25,8	29,8	32,6	31,6	33,8	35,0	35,2	35,2
1994	32,8	34,2	30,7	30,2	29,2	27,5	29,0	32,3	35,0	35,4	34,1	33,4	35,4
1995	34,6	34,7	34,9	30,6	30,6	27,8	28,7	32,6	33,6	33,7	34,5	34,4	34,9
1996	34,9	33,2	32,1	33,3	27,3	27,8	26,7	30,6	30,8	32,7	32,2	32,4	34,9
1997	32,2	32,4	31,6	28,7	29,8	27,2	27,7	30,0	34,2	34,2	34,6	34,4	34,6
1998	34,2	33,9	33,4	32,6	26,9	27,0	28,4	30,7	33,1	31,7	33,8	32,9	34,2
1999	35,4	32,3	32,7	32,2	28,6	26,8	28,5	32,2	33,8	33,4	32,7	33,1	35,4
2000	33,3	31,8	32,2	30,8	30,2	27,9	28,3	32,4	31,7	35,2	32,0	32,1	35,2
2001	34,1	33,1	32,4	32,0	30,9	29,0	29,2	30,8	31,0	32,9	34,2	32,5	34,2
2002	33,7	31,8	34,0	32,8	29,4	28,5	30,2	31,1	31,6	35,2	33,5	33,8	35,2
2003	34,5	34,3	34,6	31,2	29,1	27,8	29,0	31,2	34,1	34,0	34,4	35,1	35,1
2004	31,9	32,5	32,0	30,0	28,4	25,8	27,0	30,6	34,4	31,8	33,0	32,2	34,4
2005	33,0	32,4	32,7	31,9	29,0	27,1	27,0	32,3	29,9	34,7	31,8	32,1	34,7
2006	34,8	33,4	33,6	29,0	27,4	26,4	29,7	31,2	34,3	31,9	33,4	31,9	34,8
2007	31,9	33,5	33,2	31,8	29,8	27,9	28,6	32,0	34,3	35,1	33,4	35,1	35,1
2008	32,2	33,2	32,4	30,4	27,9	27,0	28,5	30,0	33,4	34,3	31,8	32,9	34,3
2009	33,4	32,5	33,5	30,2	29,0	26,1	27,8	29,4	32,2	31,8	33,7	32,0	33,7
2010	33,1	34,6	32,8	30,3	30,6	28,3	29,4	31,8	32,2	32,4	33,3	33,0	34,6
2011	34,1	33,8	31,1	31,5	27,7	26,8	27,9	32,5	32,7	34,7	32,4	33,2	34,7
2012	31,0	35,1	35,1	31,6	27,4	27,2	28,0	28,4	34,5	35,9	34,2	34,5	35,9
2013	32,4	33,7	32,8	29,3	29,6	26,9	27,0	30,8	33,3	32,9	35,2	34,2	35,2
2014	36,1	36,1	33,1	30,9	28,2								

Tabela 34. Variação da temperatura mínima mensal na cidade de São Paulo ao longo dos anos. Dados de 1933 a 2014 medidos pela estação meteorológica do IAG-USP Parque de Ciência e Tecnologia da USP

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÍNIMA MENSAL
1933	12,3	13,6	9,6	7,2	3,2	0,8	-0,1	1,6	8,4	9,3	5,3	11,5	-0,1
1934	14,3	13,7	13,8	8,2	7,4	6,1	3,5	5,5	5,6	4,7	8,7	12,5	3,5
1935	12,8	14,4	11,3	9,6	3,9	4,8	1,6	6,6	8,1	8,9	10,2	10,4	1,6
1936	11,5	12,3	13,0	9,8	11,1	8,1	5,4	0,8	5,6	5,9	10,3	13,2	0,8
1937	13,8	13,3	12,6	8,6	5,8	4,7	4,0	6,9	6,1	8,6	10,2	11,3	4,0
1938	15,4	12,8	14,3	9,2	7,6	4,8	2,0	7,8	6,4	8,8	9,2	12,2	2,0
1939	12,9	15,4	15,4	11,1	9,7	6,0	1,4	2,1	6,4	6,9	10,9	11,7	1,4
1940	13,6	12,7	12,6	9,4	10,3	7,0	2,4	3,9	7,7	7,5	10,7	15,5	2,4
1941	12,0	12,3	12,8	13,1	4,0	4,0	2,6	10,0	0,4	5,7	9,9	12,1	0,4
1942	13,3	16,4	12,6	10,0	7,1	-0,5	-1,2	5,7	4,5	5,4	7,7	10,9	-1,2
1943	9,6	9,9	11,3	7,5	5,0	6,1	3,5	3,9	0,9	10,5	10,2	11,9	0,9
1944	10,7	12,6	13,9	6,5	4,1	5,7	3,4	3,4	2,7	11,4	9,1	9,4	2,7
1945	12,1	15,2	13,3	9,7	3,2	2,1	3,8	7,6	8,2	7,5	9,3	10,9	2,1
1946	14,6	16,4	13,0	6,6	9,6	2,4	0,4	4,1	9,4	8,3	10,1	11,4	0,4
1947	14,2	15,2	12,4	7,7	6,9	6,0	4,8	5,4	7,6	5,2	8,6	10,5	4,8
1948	15,3	15,0	12,9	10,8	6,0	2,1	7,8	1,6	2,8	7,9	10,9	10,8	1,6
1949	13,4	12,0	14,0	5,7	3,0	7,3	7,0	8,7	4,8	8,3	7,4	9,2	3,0
1950	15,0	14,7	12,5	12,1	11,1	9,2	5,0	9,8	5,3	10,3	10,2	11,4	5,0
1951	12,4	14,9	14,1	7,5	3,9	4,6	2,2	4,3	6,5	7,9	11,2	9,1	2,2
1952	12,4	14,5	12,7	4,6	5,8	3,5	5,8	8,8	5,4	5,8	10,6	10,9	3,5
1953	14,4	14,2	14,3	10,0	9,4	7,6	-0,1	1,3	7,6	10,3	11,2	12,3	-0,1
1954	14,2	15,8	14,9	9,7	8,7	7,7	8,0	5,9	7,4	8,5	10,8	11,2	5,9
1955	13,6	13,8	13,3	10,8	4,0	5,1	3,5	-1,2	3,7	7,9	8,0	13,4	-1,2
1956	16,5	14,0	12,8	10,9	8,5	5,8	2,6	5,8	9,1	10,5	7,2	10,1	2,6
1957	13,1	13,9	14,2	10,2	5,4	2,7	3,3	4,6	5,7	8,5	11,1	11,1	2,7
1958	12,9	15,3	12,7	10,8	5,7	6,2	7,2	10,8	8,1	11,3	9,9	13,2	5,7
1959	15,2	16,6	13,7	14,3	10,3	3,8	7,3	7,5	11,4	9,1	9,5	13,2	3,8
1960	11,2	14,7	11,5	8,7	5,7	7,1	5,2	10,4	6,7	12,2	12,5	12,1	5,2
1961	15,2	15,1	10,0	9,4	8,9	8,2	8,9	8,5	10,7	12,9	9,3	13,0	8,2
1962	11,0	12,1	14,7	9,0	6,2	3,9	1,8	3,0	8,7	8,2	8,9	12,6	1,8
1963	15,8	14,2	14,4	9,5	5,8	2,8	6,4	1,3	8,2	10,0	12,7	9,5	1,3
1964	12,6	13,1	12,3	13,7	6,8	3,7	2,9	8,2	1,7	10,8	8,9	10,1	1,7
1965	11,9	14,1	10,1	12,0	5,5	10,0	1,0	2,7	8,4	9,3	11,0	14,5	1,0
1966	14,4	16,6	14,1	12,7	7,7	8,0	9,5	3,6	5,2	8,7	11,8	13,0	3,6
1967	14,9	15,7	12,9	11,7	9,5	2,7	8,2	8,8	8,5	13,4	10,4	11,6	2,7
1968	12,0	12,1	11,5	9,6	2,5	6,2	4,8	5,0	7,2	6,3	10,8	13,0	2,5
1969	15,0	15,2	13,0	9,7	4,4	3,4	0,2	8,5	7,4	8,3	12,7	10,6	0,2
1970	12,1	15,9	15,1	11,0	10,0	9,3	5,5	6,2	6,1	9,7	7,9	10,5	5,5
1971	14,3	14,6	14,5	4,0	7,2	5,0	3,6	8,0	9,0	10,2	10,8	12,1	3,6
1972	13,5	13,4	13,5	7,0	9,0	5,8	1,4	8,3	4,1	9,6	13,1	11,5	1,4
1973	14,2	16,8	13,0	15,1	4,9	3,1	5,1	8,7	8,2	8,4	9,9	13,3	3,1
1974	14,9	14,4	13,4	9,8	6,6	4,9	6,9	2,7	4,8	6,3	7,4	12,1	2,7
1975	13,5	14,4	15,5	11,4	8,2	2,8	-1,1	9,5	10,3	9,7	11,7	10,1	-1,1
1976	15,3	12,8	13,9	9,8	8,7	8,2	5,8	6,0	8,4	9,1	10,9	13,1	5,8
1977	14,0	16,0	15,9	11,8	4,7	8,4	9,8	10,6	9,4	12,2	12,6	12,4	4,7
1978	13,4	14,6	16,2	10,0	5,8	3,3	9,1	2,8	7,3	10,3	12,0	12,2	2,8
1979	12,4	13,8	12,3	9,9	1,4	-0,2	1,3	9,5	7,9	9,6	7,9	14,9	-0,2
1980	10,4	14,5	16,8	13,4	10,4	6,9	8,6	8,6	3,8	11,0	11,0	17,0	3,8
1981	14,7	16,1	13,7	10,9	9,5	2,2	2,9	7,5	9,0	8,0	12,6	14,2	2,2
1982	14,4	16,6	15,3	11,0	9,0	10,2	8,2	8,4	8,8	7,5	13,8	12,6	7,5
1983	17,3	14,9	14,8	13,4	12,0	5,3	6,2	5,1	8,3	9,5	12,9	15,7	5,1
1984	16,6	17,0	13,9	12,0	9,5	8,4	8,6	1,6	7,2	10,8	13,4	12,9	1,6
1985	13,1	17,0	15,8	12,1	8,2	4,2	5,6	7,9	9,9	9,3	11,3	11,4	4,2
1986	14,7	15,3	14,4	12,1	10,8	6,2	6,7	10,3	8,7	8,8	10,9	15,2	6,2
1987	15,2	14,6	9,9	14,5	5,0	3,6	9,8	3,5	6,5	10,0	11,1	13,5	3,5
1988	16,6	14,9	14,6	13,2	7,0	1,9	3,6	6,8	10,9	9,5	10,3	13,3	1,9
1989	16,5	16,0	14,4	11,1	8,6	8,5	5,8	6,4	7,5	9,8	10,9	12,4	5,8
1990	16,3	15,8	17,1	13,9	4,6	3,5	-0,4	6,6	3,2	12,4	14,0	11,0	-0,4
1991	14,6	13,7	13,3	11,7	11,2	9,1	5,6	5,6	8,2	10,2	11,5	12,2	5,6
1992	13,9	15,6	15,1	11,8	11,5	8,6	7,5	5,5	11,2	11,0	12,0	11,5	5,5
1993	16,4	15,4	16,4	13,3	9,6	8,2	6,4	1,9	9,9	8,9	14,2	12,7	1,9
1994	14,8	17,9	15,0	12,8	11,4	0,6	1,5	5,5	10,7	12,8	12,7	14,3	0,6
1995	16,5	17,0	13,8	10,1	8,3	8,4	10,8	10,0	8,9	9,3	12,4	10,8	8,3
1996	14,6	16,0	13,9	9,8	8,8	8,2	4,9	4,0	9,5	12,4	10,4	14,4	4,0
1997	15,8	17,0	13,0	11,8	10,6	5,6	8,6	6,6	10,6	12,4	13,5	15,4	5,6
1998	15,6	16,5	15,2	11,1	9,4	7,2	8,4	11,3	11,3	12,5	12,0	14,2	7,2
1999	17,6	17,9	14,9	5,2	7,6	7,4	8,5	5,2	9,1	10,0	10,2	14,9	5,2
2000	13,5	14,5	13,8	10,9	5,2	5,3	-0,2	5,1	9,1	10,3	13,2	13,3	-0,2
2001	15,3	17,5	15,7	13,8	8,4	4,1	3,7	8,8	6,0	11,4	10,9	12,0	3,7
2002	13,2	13,7	16,6	15,7	9,7	11,7	5,8	11,9	3,7	13,1	10,8	13,7	3,7
2003	13,8	17,1	15,2	9,8	6,9	9,5	8,5	3,7	8,8	8,8	10,8	14,8	3,7
2004	14,6	13,2	12,3	13,2	7,0	6,6	5,1	4,1	9,6	8,1	12,4	12,3	4,1
2005	15,2	13,6	15,2	12,6	11,0	9,1	5,2	7,6	9,4	14,1	11,5	13,6	5,2
2006	15,3	16,7	16,1	12,4	8,1	7,9	7,8	5,0	4,3	9,9	11,3	15,9	4,3
2007	15,7	14,0	14,4	13,8	5,3	4,1	3,3	9,4	10,0	10,0	11,2	11,4	3,3
2008	13,7	15,8	13,8	12,6	7,9	6,8	7,2	9,8	8,9	11,0	11,3	10,8	6,8
2009	14,8	16,5	16,0	12,0	11,4	4,6	6,0	8,6	11,8	12,2	15,5	14,6	4,6
2010	17,6	16,8	15,7	12,3	10,6	5,2	9,4	7,9	10,9	8,7	11,7	13,7	5,2
2011	18,3	17,3	15,8	12,5	6,4	2,4	4,7	3,5	7,5	10,2	9,1	12,8	2,4
2012	13,0	16,6	13,7	12,1	9,0	9,9	5,4	9,6	8,3	11,9	12,5	17,6	5,4
2013	15,4	16,5	14,2	11,3	8,4	9,0	5,0	6,2	7,4	9,0	12,5	15,6	5,0
2014	16,1	15,6	14,8	10,3	10,1								

Tabela 35. Variação da amplitude mensal na cidade de São Paulo ao longo dos anos. Dados de 1933 a 2014 medidos pela estação meteorológica do IAG-USP Parque de Ciência e Tecnologia da USP

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	AMPLITUDE MENSAL
1933	19,7	19,4	21,7	23,5	24,1	26,6	27,5	29,9	22,2	21,8	26,9	20,3	19,4
1934	16,5	19,6	16,9	21,5	20,2	21,3	21,9	24,0	24,6	27,8	24,7	19,5	16,5
1935	19,3	15,8	19,9	18,4	23,5	22,0	26,3	22,4	22,6	22,6	21,4	23,3	15,8
1936	22,9	17,8	17,8	20,5	16,9	19,9	22,1	26,6	25,4	28,9	20,3	18,8	16,9
1937	17,7	19,1	19,2	22,3	19,0	23,4	23,2	23,7	24,1	24,2	20,8	21,5	17,7
1938	19,1	19,2	16,7	20,2	18,9	20,4	25,5	22,6	24,2	22,0	23,1	19,4	16,7
1939	18,9	16,5	17,7	19,1	18,5	21,0	23,8	28,2	24,4	26,3	23,0	20,2	16,5
1940	20,2	18,1	20,2	22,2	18,5	19,9	27,3	28,4	24,9	27,1	21,7	20,1	18,1
1941	20,9	21,2	16,8	18,3	26,6	23,3	26,0	19,7	29,2	28,0	22,7	18,1	16,8
1942	19,3	16,0	18,4	18,4	21,8	26,1	26,4	22,6	25,6	28,0	25,3	21,2	16,0
1943	23,3	21,9	19,1	20,9	23,6	19,5	25,0	26,2	29,9	21,8	20,3	19,6	19,1
1944	21,7	17,9	16,7	21,5	21,6	21,5	22,8	26,4	29,0	23,6	22,3	24,7	16,7
1945	20,8	15,5	17,1	16,9	23,7	24,7	23,2	25,1	24,3	26,9	20,7	20,9	15,5
1946	17,0	15,8	17,8	22,2	19,4	24,2	26,8	25,0	23,4	26,3	22,2	23,5	15,8
1947	17,0	19,4	17,1	22,4	22,2	21,3	22,8	24,5	25,2	24,4	22,8	21,3	17,0
1948	18,1	16,1	17,2	19,5	21,8	24,5	20,5	26,6	27,8	24,7	21,5	22,1	16,1
1949	21,1	18,8	18,5	22,7	25,4	19,0	18,7	20,8	27,1	24,4	26,3	23,7	18,5
1950	15,2	17,1	18,1	17,5	16,1	16,1	21,0	19,2	26,9	20,4	19,3	20,3	15,2
1951	17,7	16,3	16,1	21,7	21,4	19,5	23,4	25,1	24,6	24,6	21,5	21,0	16,1
1952	19,3	16,9	17,8	23,8	22,2	22,8	20,4	22,0	25,8	26,0	21,5	21,2	16,9
1953	18,8	17,3	17,4	18,8	18,4	16,4	27,2	29,6	23,0	20,5	20,0	18,6	16,4
1954	17,6	16,7	16,0	18,7	18,3	17,3	18,3	21,7	24,8	22,5	21,1	20,3	16,0
1955	18,1	18,8	16,5	18,6	22,5	22,0	22,6	33,4	28,6	24,5	23,0	17,6	16,5
1956	17,1	19,1	17,8	18,2	16,5	16,9	21,6	22,5	22,4	21,1	22,9	22,7	16,5
1957	18,6	15,5	16,1	15,9	21,0	22,2	24,3	24,7	24,4	23,9	19,1	21,5	15,5
1958	20,1	17,5	18,0	18,6	21,5	20,6	19,8	19,6	22,0	20,1	25,6	20,9	17,5
1959	18,4	16,0	17,0	16,5	19,0	22,1	21,0	23,7	21,8	24,7	23,9	20,9	16,0
1960	21,2	16,3	19,1	21,5	23,0	19,3	22,3	19,2	26,6	22,1	18,7	20,4	16,3
1961	19,2	16,9	22,6	22,2	17,7	19,2	18,1	24,5	24,4	20,5	24,5	18,5	16,9
1962	22,3	20,2	16,1	21,2	21,7	22,1	24,2	27,0	24,7	21,6	23,5	19,9	16,1
1963	16,8	18,3	18,0	20,0	23,0	22,6	22,5	31,7	25,8	24,8	21,3	22,9	16,8
1964	20,4	19,7	20,7	16,5	20,4	21,9	22,5	22,5	28,9	17,6	21,8	20,1	16,5
1965	18,6	16,7	19,8	18,4	21,8	16,3	25,6	28,1	24,4	22,6	20,0	18,0	16,3
1966	19,7	15,9	17,5	17,3	20,8	19,0	18,0	26,2	28,3	23,3	19,6	20,4	15,9
1967	17,0	16,3	17,9	17,9	18,1	25,0	20,0	22,6	24,1	20,1	21,6	21,2	16,3
1968	19,4	19,4	18,9	19,1	24,1	19,1	23,6	21,6	24,9	27,1	23,2	20,0	18,9
1969	19,0	18,0	18,6	20,7	24,2	23,8	28,4	20,8	25,0	22,3	19,8	20,7	18,0
1970	20,5	14,8	17,4	18,8	18,8	18,3	22,3	21,8	24,9	21,9	23,6	22,0	14,8
1971	19,6	19,5	18,9	26,0	20,3	21,3	23,4	20,5	23,7	19,6	21,3	20,3	18,9
1972	18,5	18,0	17,7	22,4	19,2	23,5	25,2	21,3	27,0	25,4	20,1	20,1	17,7
1973	19,2	17,2	18,8	16,9	24,9	24,5	22,1	19,9	23,7	22,4	20,9	17,5	16,9
1974	17,1	18,2	19,0	19,6	21,2	22,5	19,9	28,2	27,3	24,5	26,2	18,7	17,1
1975	18,7	18,4	16,2	16,1	19,0	23,6	27,8	21,9	22,1	21,6	20,2	21,8	16,1
1976	18,0	18,8	17,3	19,6	17,9	18,0	22,4	22,1	20,4	22,5	21,3	18,9	17,3
1977	17,0	17,2	17,1	18,8	22,7	19,0	19,2	20,0	22,8	21,6	19,6	19,1	17,0
1978	21,2	18,3	16,0	18,7	23,2	22,7	18,3	26,9	20,4	23,6	19,7	18,5	16,0
1979	17,7	18,9	19,0	20,5	27,3	25,4	26,4	19,5	25,1	23,1	23,1	18,3	17,7
1980	20,0	17,4	15,6	15,9	17,6	19,9	19,4	21,7	27,0	23,4	20,7	15,5	15,5
1981	17,8	16,4	19,4	18,9	18,2	24,1	24,3	22,2	24,6	23,5	19,0	17,4	16,4
1982	14,6	16,9	13,4	15,8	18,8	17,7	17,9	21,9	21,9	24,6	18,3	16,7	13,4
1983	13,8	18,6	17,6	16,8	17,9	20,8	22,5	26,0	20,3	21,0	19,2	14,9	13,8
1984	17,4	17,5	18,8	17,5	20,2	18,7	19,7	28,6	22,3	23,2	20,2	17,8	17,4
1985	16,0	15,8	15,7	19,3	19,8	22,6	22,6	23,4	22,6	23,3	23,3	22,8	15,7
1986	18,2	17,8	18,4	19,0	17,4	20,3	21,6	18,8	23,9	25,1	22,8	15,3	15,3
1987	17,8	19,2	22,7	16,8	22,8	23,1	19,3	28,3	26,2	23,4	21,3	18,9	16,8
1988	17,5	15,5	17,5	16,9	21,8	25,9	22,6	24,1	24,4	22,2	22,0	18,6	15,5
1989	15,7	16,5	16,6	19,9	21,2	18,6	21,0	22,2	24,4	22,3	20,9	18,2	15,7
1990	17,1	15,7	16,4	18,6	22,7	22,9	25,9	20,8	28,9	21,8	21,1	21,3	15,7
1991	17,0	17,5	17,2	18,7	16,4	19,1	20,8	23,4	23,5	24,0	21,9	19,8	16,4
1992	18,7	17,6	16,7	19,5	16,3	20,4	21,1	23,7	19,2	21,3	20,4	21,1	16,3
1993	17,8	16,5	17,1	17,7	18,8	17,6	23,4	30,7	21,7	24,9	20,8	22,5	16,5
1994	18,0	16,3	15,7	17,4	17,8	26,9	27,5	26,8	24,3	22,6	21,4	19,1	15,7
1995	18,1	17,7	21,1	20,5	22,3	19,4	17,9	22,6	24,7	24,4	22,1	23,6	17,7
1996	20,3	17,2	18,2	23,5	18,5	19,6	21,8	26,6	21,3	20,3	21,8	18,0	17,2
1997	16,4	15,4	18,6	16,9	19,2	21,6	19,1	23,4	23,6	21,8	21,1	19,0	15,4
1998	18,6	17,4	18,2	21,5	17,5	19,8	20,0	19,4	21,8	19,2	21,8	18,7	17,4
1999	17,8	14,4	17,8	27,0	21,0	19,4	20,0	27,0	24,7	23,4	22,5	18,2	14,4
2000	19,8	17,3	18,4	19,9	25,0	22,6	28,5	27,3	22,6	24,9	18,8	18,8	17,3
2001	18,8	15,6	16,7	18,2	22,5	24,9	25,5	22,0	25,0	21,5	23,3	20,5	15,6
2002	20,5	18,1	17,4	17,1	19,7	16,8	24,4	19,2	27,9	22,1	22,7	20,1	16,8
2003	20,7	17,2	19,4	21,4	22,2	18,3	20,5	27,5	25,3	25,2	23,6	20,3	17,2
2004	17,3	19,3	19,7	16,8	21,4	19,2	21,9	26,5	24,8	23,7	20,6	19,9	16,8
2005	17,8	18,8	17,5	19,3	18,0	18,0	21,8	24,7	20,5	20,6	20,3	18,5	17,5
2006	19,5	16,7	17,5	16,6	19,3	18,5	21,9	26,2	30,0	22,0	22,1	16,0	16,0
2007	16,2	19,5	18,8	18,0	24,5	23,8	25,3	22,6	24,3	25,1	22,2	23,7	16,2
2008	18,5	17,4	18,6	17,8	20,0	20,2	21,3	20,2	24,5	23,3	20,5	22,1	17,4
2009	18,6	16,0	17,5	18,2	17,6	21,5	21,8	20,8	20,4	19,6	18,2	17,4	16,0
2010	15,5	17,8	17,1	18,0	20,0	23,1	20,0	23,9	21,3	23,7	21,6	19,3	15,5
2011	15,8	16,5	15,3	19,0	21,3	24,4	23,2	29,0	25,2	24,5	23,3	20,4	15,3
2012	18,0	18,5	21,4	19,5	18,4	17,3	22,6	18,8	26,2	24,0	21,7	16,9	16,9
2013	17,0	17,2	18,6	18,0	21,2	17,9	22,0	24,6	25,9	23,9	22,7	18,6	17,0
2014	20,0	20,5	18,3	20,6	18,1								

Tabela 36. Variação da temperatura máxima média mensal na cidade de São Paulo ao longo dos anos. Dados de 1933 a 2014 medidos pela estação meteorológica do IAG-USP Parque de Ciência e Tecnologia da USP

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA DAS TEMPERATURAS MÉDIAS MÁXIMAS
1933	25,5	27,8	25,6	23,1	22,2	21,1	20,2	23,4	22,6	23,4	23,3	23,8	23,5
1934	26,2	27,2	26,6	24,3	23,6	21,9	20,4	22,5	22,0	23,4	25,9	24,6	24,1
1935	25,8	26,1	26,8	23,0	22,2	22,6	22,7	21,6	22,7	23,0	25,3	27,6	24,1
1936	28,5	26,2	25,5	25,6	25,7	24,0	22,4	20,5	22,3	24,8	24,5	26,6	24,7
1937	23,6	28,0	27,5	23,6	20,5	22,3	22,4	23,9	24,1	22,8	23,8	23,6	23,8
1938	29,1	26,1	27,8	24,0	22,0	21,1	21,6	21,6	22,7	22,8	25,4	25,6	24,1
1939	26,9	29,0	28,3	25,1	24,0	22,4	20,2	25,9	22,4	26,3	25,4	25,6	25,1
1940	28,0	25,3	28,2	26,3	25,1	23,3	25,3	24,6	24,8	23,6	24,2	29,9	25,7
1941	28,4	28,8	25,6	27,9	23,9	21,5	20,4	24,2	19,7	23,9	24,6	24,8	24,5
1942	26,9	28,0	26,3	23,8	21,4	20,8	17,5	22,7	23,0	23,7	25,4	24,1	23,6
1943	25,9	26,8	27,6	22,1	24,1	21,9	21,5	20,3	22,3	22,9	24,6	24,2	23,7
1944	28,0	25,9	27,2	23,2	21,9	22,9	20,4	24,7	25,6	27,8	23,7	26,1	24,8
1945	26,0	27,5	25,8	24,3	21,8	20,3	21,9	24,8	22,3	25,0	24,0	23,8	24,0
1946	26,8	29,1	25,3	24,2	24,5	21,5	21,0	24,4	26,0	24,8	25,6	25,9	24,9
1947	26,8	28,4	24,4	24,3	23,7	23,3	19,3	21,4	22,4	20,7	22,6	24,4	23,5
1948	28,7	27,0	24,8	24,9	21,7	22,5	22,1	21,2	24,4	22,7	24,5	25,6	24,2
1949	26,2	26,0	28,9	23,5	22,3	22,4	21,2	22,3	22,9	22,9	24,2	25,3	24,0
1950	25,5	26,8	26,0	24,2	23,4	21,8	21,6	24,6	24,3	22,2	22,9	26,1	24,1
1951	25,7	26,5	25,1	21,9	22,0	20,8	20,6	20,7	24,2	24,7	24,8	24,3	23,4
1952	26,5	24,9	26,1	23,3	23,4	20,9	21,3	24,0	22,1	23,3	24,8	26,4	23,9
1953	28,3	26,0	26,9	23,5	22,1	21,4	20,4	23,1	24,1	24,2	24,2	24,8	24,1
1954	28,8	27,2	26,7	23,6	21,2	21,9	22,1	23,9	24,8	23,4	25,0	25,4	24,5
1955	26,3	28,8	26,6	23,7	22,0	20,8	21,1	22,9	24,3	22,4	22,6	25,3	23,9
1956	30,5	27,6	25,9	22,8	19,2	17,4	19,3	19,7	23,9	22,4	22,2	24,9	23,0
1957	27,4	25,4	26,0	22,9	21,7	21,2	19,8	22,1	20,9	25,1	24,4	26,3	23,6
1958	27,4	28,5	25,7	23,1	21,1	22,0	22,1	24,7	22,8	24,1	27,4	27,8	24,7
1959	27,5	27,8	25,5	28,0	23,9	21,9	24,6	22,5	24,9	25,4	25,2	26,9	25,4
1960	26,2	26,3	26,8	24,8	21,3	21,8	22,4	23,7	25,1	26,2	25,2	26,8	24,7
1961	27,4	27,5	26,3	25,8	22,5	22,3	23,0	25,3	27,5	27,0	27,3	25,9	25,6
1962	25,6	26,1	26,6	24,1	21,4	20,0	19,9	23,0	23,9	21,2	25,1	24,5	23,5
1963	28,1	27,2	28,7	25,9	23,7	21,2	23,2	24,4	28,1	25,3	27,1	26,5	25,8
1964	26,3	26,4	27,0	25,7	21,8	19,8	18,7	22,9	24,9	22,3	23,6	24,7	23,7
1965	25,3	26,8	25,3	25,0	22,4	22,6	21,1	24,6	25,6	24,4	25,7	26,7	24,6
1966	28,2	29,5	26,9	24,4	22,4	22,9	22,7	22,1	23,0	24,2	24,6	26,8	24,8
1967	26,2	27,4	26,1	25,0	24,9	22,0	21,9	25,4	24,1	26,7	24,5	23,8	24,8
1968	26,4	25,6	26,4	22,5	21,2	20,9	20,7	21,2	23,1	24,0	26,8	27,7	23,9
1969	29,4	28,5	27,9	24,4	23,5	22,4	22,2	23,3	24,3	21,6	25,1	24,6	24,8
1970	27,8	26,6	27,9	23,2	24,0	25,6	21,7	23,2	23,1	24,3	24,8	27,0	24,9
1971	29,7	29,4	28,2	24,1	21,9	20,2	22,2	22,5	23,4	23,0	23,8	25,8	24,5
1972	27,8	26,6	27,9	23,2	24,0	25,6	21,7	23,2	23,1	24,3	24,8	27,0	24,9
1973	28,8	29,8	25,4	27,6	22,7	24,0	22,2	20,5	21,6	23,0	23,5	26,0	24,6
1974	27,8	26,6	27,9	23,2	24,0	25,6	21,7	23,2	23,1	24,3	24,8	27,0	24,9
1975	26,2	27,6	27,4	24,2	21,4	21,3	20,6	25,9	24,0	24,4	24,3	27,0	24,5
1976	27,7	26,0	26,5	24,4	21,4	21,3	20,4	21,4	20,9	22,6	25,8	26,2	23,7
1977	27,4	30,8	28,3	23,4	23,2	22,0	25,3	24,2	24,4	25,7	25,8	24,5	25,4
1978	28,0	27,9	27,6	24,0	21,8	21,6	22,9	22,0	23,1	26,6	25,0	25,9	24,7
1979	24,1	27,4	25,6	23,9	22,5	21,1	20,9	23,7	22,0	25,8	24,5	26,1	24,0
1980	25,9	27,5	29,2	25,1	24,8	21,1	22,3	23,1	21,4	25,4	24,9	28,2	24,9
1981	27,2	29,4	27,2	24,6	24,2	20,9	20,0	22,7	25,7	22,5	25,7	25,7	24,6
1982	24,7	28,9	25,0	23,0	22,1	22,7	22,8	24,0	23,7	24,9	26,8	24,6	24,4
1983	27,2	28,2	26,2	24,7	22,9	20,8	23,2	23,2	19,5	23,2	27,2	27,2	24,5
1984	29,8	31,4	27,6	24,3	25,8	24,0	23,1	21,0	23,2	26,0	26,2	25,4	25,6
1985	25,0	28,6	27,5	26,0	23,4	21,3	22,0	25,3	23,6	25,9	26,9	27,3	25,2
1986	29,5	28,1	27,2	26,4	24,6	23,0	21,1	23,2	23,0	24,7	27,3	26,3	25,4
1987	28,5	28,2	27,0	26,3	21,6	21,1	24,2	22,4	21,5	25,2	26,4	27,5	25,0
1988	29,8	25,8	28,1	24,4	21,6	20,2	18,9	24,6	25,3	23,6	24,3	26,8	24,4
1989	27,7	27,7	27,4	26,5	22,4	21,0	20,4	22,7	22,6	22,3	24,7	25,5	24,2
1990	29,1	28,6	28,8	27,9	22,5	21,6	19,5	21,4	22,4	26,2	28,7	27,0	25,3
1991	27,0	27,2	25,3	25,2	23,9	22,7	22,2	23,7	23,0	25,3	26,7	28,2	25,0
1992	27,5	29,1	28,1	25,7	24,1	24,2	20,9	21,2	21,1	24,9	25,2	26,8	24,9
1993	29,1	27,1	28,2	27,2	23,6	21,4	22,9	22,9	22,1	27,1	28,9	27,4	25,6
1994	27,4	31,1	26,5	25,5	24,7	22,2	23,8	23,5	26,3	27,2	27,6	29,0	26,2
1995	29,8	27,7	27,3	26,2	23,3	23,1	24,3	26,8	23,9	23,9	26,5	27,4	25,8
1996	29,7	28,9	27,1	25,9	22,6	21,9	19,6	23,2	22,2	25,3	25,1	28,1	25,0
1997	27,6	29,1	26,7	25,4	22,7	20,7	23,4	24,6	24,7	25,5	27,2	29,4	25,6
1998	30,0	29,0	28,4	26,0	22,9	21,5	21,8	24,4	23,4	23,2	24,9	27,7	25,3
1999	28,6	28,8	28,4	25,4	22,5	21,1	22,2	24,6	24,9	22,3	24,5	27,9	25,1
2000	28,0	27,0	26,2	27,0	23,7	24,4	21,4	23,1	23,2	28,0	26,3	27,9	25,5
2001	30,2	29,8	29,4	28,2	22,6	23,2	23,5	25,5	23,6	26,3	27,0	26,8	26,3
2002	28,3	26,7	30,4	28,8	25,0	25,2	22,2	26,7	23,4	29,5	27,5	28,6	26,9
2003	27,2	31,3	27,3	26,0	23,3	24,6	23,3	21,7	23,8	25,2	25,8	27,9	25,6
2004	25,8	26,3	26,0	25,9	21,1	21,6	20,5	23,3	27,4	23,9	25,4	26,0	24,4
2005	26,5	27,4	27,0	27,0	25,0	24,1	22,0	25,3	22,1	25,3	25,1	26,0	25,2
2006	28,8	28,3	28,3	25,5	21,5	22,3	24,2	24,4	23,7	24,8	25,9	27,8	25,4
2007	27,0	29,2	30,3	26,8	22,5	24,4	21,3	24,3	26,6	26,9	25,0	27,7	26,0
2008	26,2	27,9	27,1	25,6	22,5	22,0	24,1	23,9	22,9	25,7	25,2	26,4	25,0
2009	27,1	28,9	28,3	25,1	24,4	20,5	20,4	23,9	23,9	24,4	29,4	27,3	25,3
2010	28,5	30,6	28,1	25,3	23,4	22,2	23,3	23,1	25,1	23,7	26,1	27,6	25,6
2011	29,3	30,2	25,3	26,4	22,5	21,7	23,1	23,9	24,6	25,3	24,9	27,0	25,3
2012	26,4	30,1	28,2	26,2	22,7	21,6	22,8	25,4	26,4	28,5	25,7	29,7	26,1
2013	26,0	29,1	26,7	24,7	23,3	22,6	21,7	24,2	24,7	24,6	26,3	28,5	25,2
2014	31,7	31,6	28,7	25,8	23,6								

Tabela 37. Variação da temperatura mínima média mensal na cidade de São Paulo ao longo dos anos. Dados de 1933 a 2014 medidos pela estação meteorológica do IAG-USP Parque de Ciência e Tecnologia da USP

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA DAS TEMPERATURAS MÉDIAS MÍNIMAS
1933	16,2	16,6	14,4	12,9	10,6	7,3	8,1	9,1	11,7	12,5	11,6	15,0	12,2
1934	17,2	17,2	16,2	15,3	11,3	10,2	8,8	10,0	12,3	11,3	14,0	16,1	13,3
1935	16,7	17,8	16,7	13,4	8,9	11,0	10,8	10,4	12,0	13,6	13,4	16,5	13,4
1936	16,5	15,9	15,9	13,9	14,5	12,0	9,9	9,5	10,9	13,6	14,0	16,3	13,6
1937	16,1	17,4	16,4	14,8	11,4	9,9	10,6	11,1	10,8	12,9	14,0	15,0	13,4
1938	18,2	17,4	17,3	14,7	11,8	10,3	9,3	10,5	12,3	14,0	14,6	16,1	13,9
1939	17,2	17,3	17,5	14,9	13,5	10,8	7,6	9,8	11,6	12,4	15,2	16,6	13,7
1940	17,4	16,7	16,8	16,4	13,1	10,9	10,5	11,2	10,9	13,3	14,8	18,0	14,2
1941	17,1	17,6	16,3	16,0	12,9	9,2	9,5	12,3	9,5	11,8	14,4	16,3	13,6
1942	16,4	17,9	17,2	14,6	12,0	9,8	7,1	9,5	10,4	12,5	13,9	14,7	13,0
1943	15,5	16,5	16,0	12,2	10,8	11,4	8,8	8,8	10,1	13,8	14,0	15,1	12,7
1944	16,6	16,9	16,6	13,0	11,1	9,3	7,5	10,0	11,8	14,7	13,6	14,5	13,0
1945	16,3	17,9	16,2	14,1	9,9	8,6	9,2	12,0	11,3	13,0	14,5	15,0	13,2
1946	17,3	18,8	16,7	12,9	13,4	9,8	8,8	11,2	12,5	14,5	14,9	15,7	13,9
1947	17,8	18,0	16,4	13,9	13,7	11,4	9,2	10,1	12,1	11,8	13,3	15,0	13,6
1948	17,7	18,2	15,4	14,5	12,6	9,8	11,9	9,2	11,4	12,9	14,8	15,0	13,6
1949	16,6	16,0	17,8	13,6	11,0	11,7	10,1	11,2	11,5	13,0	12,8	15,4	13,4
1950	17,6	17,1	17,0	15,4	13,4	12,1	10,1	12,3	12,6	13,8	14,7	15,8	14,3
1951	17,0	17,4	16,7	11,9	11,5	10,2	7,3	9,4	11,5	13,4	15,3	14,9	13,0
1952	17,0	17,4	17,4	13,0	11,9	11,0	10,2	11,9	12,5	14,4	15,3	15,3	13,9
1953	17,7	17,4	16,9	14,5	13,2	11,4	8,0	10,4	13,6	14,4	14,7	16,2	14,1
1954	17,9	18,0	17,5	14,6	13,5	12,6	11,5	11,1	13,6	14,4	14,5	15,4	14,6
1955	17,6	17,5	16,6	15,3	11,3	10,7	10,2	10,7	11,7	12,9	12,8	16,4	13,6
1956	18,7	17,2	16,7	15,0	12,4	10,5	10,0	9,2	13,8	13,7	13,2	14,9	13,8
1957	17,2	17,0	16,9	14,7	11,8	10,3	10,3	11,2	12,5	14,7	15,0	17,1	14,1
1958	17,5	18,1	16,3	14,3	12,6	10,4	12,0	13,2	12,8	14,7	15,5	17,4	14,6
1959	17,9	18,4	16,7	17,0	14,0	9,9	10,6	11,5	14,0	14,7	14,9	16,6	14,7
1960	16,8	17,4	15,9	14,2	10,4	10,5	9,8	12,5	12,5	16,2	15,6	16,4	14,0
1961	18,0	18,4	16,8	16,0	12,8	12,4	10,7	11,9	15,2	16,0	15,7	16,5	15,0
1962	16,0	16,5	16,9	14,2	11,5	9,1	8,3	9,8	13,0	13,4	13,8	16,4	13,2
1963	18,4	17,1	18,1	13,7	10,8	8,9	9,8	11,0	14,2	14,9	16,1	15,8	14,1
1964	16,2	17,2	15,6	16,0	11,9	9,9	8,7	12,0	12,0	13,8	13,1	15,6	13,5
1965	16,1	17,5	15,4	15,2	12,1	13,1	10,8	11,1	14,3	14,1	15,6	18,4	14,5
1966	18,0	18,9	16,6	15,4	13,3	12,0	11,9	11,2	11,4	14,1	14,9	17,2	14,6
1967	17,4	18,0	16,9	14,9	13,0	11,4	11,0	12,4	13,0	15,7	15,0	15,0	14,5
1968	16,6	15,3	16,6	12,5	9,1	10,2	9,5	9,7	11,5	13,4	15,3	16,9	13,1
1969	17,9	18,2	17,3	14,1	12,2	11,7	10,7	12,3	13,8	12,9	16,2	14,8	14,3
1970	16,7	17,9	17,6	14,8	14,4	12,9	10,9	10,9	12,4	13,6	13,4	17,4	14,4
1971	17,8	17,8	17,9	14,5	12,4	10,7	10,1	12,3	12,4	13,0	13,8	16,5	14,1
1972	17,5	17,5	17,6	13,1	13,2	11,5	10,9	12,4	13,5	14,6	16,2	17,0	14,6
1973	18,8	18,8	16,6	18,2	13,0	12,7	12,1	11,5	12,7	13,7	13,6	17,3	14,9
1974	18,0	17,7	17,3	14,2	12,8	11,0	10,7	11,3	12,2	12,8	14,5	16,5	14,1
1975	17,2	18,1	17,7	13,8	12,2	10,8	8,6	13,2	13,6	14,2	15,7	17,4	14,4
1976	18,6	17,3	17,2	15,1	13,2	11,0	10,3	11,8	12,6	13,9	15,2	17,6	14,5
1977	18,1	18,5	18,0	15,5	13,0	12,9	12,9	13,7	14,0	15,8	16,8	15,9	15,4
1978	18,2	17,7	17,8	14,0	11,3	10,5	12,4	10,9	13,0	14,5	15,6	16,4	14,4
1979	15,6	17,8	16,1	14,5	13,2	10,7	9,9	13,1	12,7	15,9	14,9	17,9	14,3
1980	17,1	18,2	18,8	16,2	14,3	11,1	12,1	12,7	11,6	14,9	15,7	18,7	15,1
1981	18,5	18,5	17,5	15,0	13,7	10,8	9,2	11,4	13,2	13,7	16,8	16,9	14,6
1982	16,5	18,3	17,6	14,7	12,1	13,8	12,2	12,8	13,4	14,7	17,9	17,4	15,1
1983	19,1	18,8	17,6	16,6	15,8	12,7	12,7	11,7	12,7	14,7	16,4	17,9	15,6
1984	19,2	19,4	17,5	15,7	15,1	12,7	12,5	11,2	11,6	15,3	16,6	16,9	15,3
1985	17,4	18,9	18,7	17,2	12,8	9,9	9,2	12,2	13,1	14,1	15,7	16,4	14,6
1986	18,3	18,9	18,0	16,8	15,6	11,3	10,9	13,2	12,8	14,2	16,6	18,2	15,4
1987	19,2	18,5	16,6	17,3	13,5	10,6	12,9	10,8	12,6	15,0	15,9	17,5	15,0
1988	19,4	18,0	17,6	16,6	14,0	10,2	8,5	11,2	14,0	14,4	15,2	17,3	14,7
1989	18,5	19,3	18,4	16,7	13,0	12,2	9,6	11,2	13,2	12,7	15,2	16,6	14,7
1990	19,2	18,4	18,6	17,5	12,4	11,4	10,5	11,0	11,9	15,7	17,5	16,7	15,1
1991	17,6	17,6	17,7	15,7	13,8	12,9	10,9	11,7	12,0	14,7	16,2	18,2	14,9
1992	17,9	17,9	17,8	16,1	15,4	13,4	11,4	11,3	13,9	15,4	15,8	16,2	15,2
1993	18,6	18,1	18,2	16,7	13,3	11,6	12,0	9,9	13,2	15,3	17,2	17,8	15,2
1994	17,9	19,4	17,6	16,1	15,0	11,1	10,9	11,4	13,7	16,3	16,6	18,2	15,4
1995	19,7	19,2	17,8	15,5	13,7	11,9	13,1	13,1	12,9	14,2	15,8	16,8	15,3
1996	19,2	19,0	18,5	16,3	12,9	12,0	9,7	10,2	13,2	15,0	15,8	18,2	15,0
1997	18,8	18,5	16,8	15,1	13,1	11,8	12,5	11,5	13,9	15,9	18,0	18,5	15,4
1998	19,6	20,0	18,9	16,8	12,9	11,4	12,1	14,5	14,7	14,7	15,1	17,7	15,7
1999	19,6	19,4	18,4	15,3	12,0	12,0	12,2	11,0	12,9	13,7	13,9	17,2	14,8
2000	18,0	18,4	17,4	15,1	12,5	11,9	9,8	11,2	13,6	16,5	16,7	17,6	14,9
2001	19,0	19,8	18,4	17,0	13,6	12,6	11,4	12,8	13,5	14,6	16,7	17,3	15,6
2002	18,4	17,7	19,1	18,0	14,9	13,9	11,2	14,2	12,7	16,9	17,1	18,3	16,0
2003	18,6	19,5	17,9	16,2	12,7	13,3	11,7	10,4	13,3	15,1	16,1	18,1	15,3
2004	17,5	17,0	16,4	16,8	13,2	11,5	11,1	11,1	14,9	14,8	16,2	16,9	14,8
2005	18,8	17,2	18,1	17,7	14,3	13,4	11,3	12,8	13,6	16,4	15,6	16,3	15,5
2006	18,4	19,1	18,5	15,5	11,9	11,6	11,2	11,9	12,8	15,4	16,2	18,5	15,1
2007	18,9	18,6	18,1	17,5	12,6	11,8	10,3	11,8	13,8	15,3	15,2	16,9	15,1
2008	17,4	17,9	17,4	15,9	12,3	12,3	10,1	13,1	12,8	15,8	15,9	16,0	14,7
2009	18,0	19,1	18,6	15,5	14,0	10,3	12,1	12,6	15,3	15,6	19,3	18,3	15,7
2010	19,5	19,1	18,2	15,8	13,8	10,9	12,8	11,1	14,2	13,6	15,6	18,4	15,2
2011	19,5	19,1	18,1	16,7	12,7	9,7	11,8	12,5	12,5	15,0	14,5	16,8	14,9
2012	16,8	19,0	17,1	16,7	13,5	13,7	11,7	12,9	14,0	16,2	15,9	19,8	15,6
2013	18,0	18,7	18,0	15,1	13,7	13,8	11,2	11,2	13,3	15,0	16,7	18,3	15,2
2014	19,2	19,1	18,5	16,1	13,5								

Tabela 38. Variação das temperaturas máxima e mínima média mensais na cidade de São Paulo ao longo dos anos. Dados de 1933 a 2014 medidos pela estação meteorológica do IAG-USP Parque de Ciência e Tecnologia da USP

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	DIFERENÇA DAS TEMPERATURAS MÉDIAS MÁXIMAS E MÍNIMAS
1933	9,4	11,2	11,2	10,3	11,6	13,8	12,1	14,3	10,9	10,9	11,7	8,8	11,3
1934	9,0	10,0	10,4	9,0	12,3	11,7	11,6	12,5	9,8	12,1	11,9	8,4	10,7
1935	9,1	8,3	10,1	9,5	13,3	11,6	11,9	11,2	10,6	9,4	11,9	11,1	10,7
1936	12,0	10,3	9,5	11,7	11,2	12,0	12,5	10,9	11,4	11,1	10,5	10,3	11,1
1937	7,5	10,6	11,1	8,8	9,1	12,3	11,8	12,8	13,3	9,9	9,8	8,6	10,5
1938	10,9	8,8	10,4	9,3	10,2	10,9	12,3	11,0	10,4	8,8	10,8	9,6	10,3
1939	9,7	11,7	10,8	10,2	10,5	11,6	12,6	16,1	10,8	13,9	10,1	9,0	11,4
1940	10,6	8,6	11,4	9,9	12,0	12,4	14,9	13,4	14,0	10,3	9,4	11,9	11,6
1941	11,3	11,1	9,3	11,9	11,0	12,3	11,0	11,9	10,2	12,1	10,2	8,5	10,9
1942	10,5	10,1	9,1	9,2	9,3	11,0	10,4	13,2	12,6	11,1	11,5	9,4	10,6
1943	10,4	10,3	11,6	10,0	13,3	10,6	12,7	11,4	12,2	9,1	10,6	9,1	10,9
1944	11,5	9,0	10,6	10,2	10,8	13,6	12,9	14,6	13,8	13,1	10,0	11,6	11,8
1945	9,7	9,6	9,7	10,2	11,9	11,7	12,7	12,8	11,0	12,0	9,4	8,8	10,8
1946	9,5	10,3	8,6	11,3	11,1	11,7	12,1	13,2	13,5	10,3	10,7	10,2	11,0
1947	9,0	10,4	8,1	10,5	10,0	11,9	10,2	11,2	10,3	8,8	9,3	9,4	9,9
1948	11,0	8,8	9,4	10,4	9,1	12,7	10,2	12,1	13,0	9,8	9,6	10,6	10,6
1949	9,5	10,0	11,1	9,9	11,3	10,6	11,1	11,1	11,4	9,9	11,4	9,9	10,6
1950	7,9	9,7	9,1	8,8	10,0	9,7	11,5	12,3	11,7	8,4	8,2	10,3	9,8
1951	8,7	9,1	8,4	10,0	10,6	10,6	13,3	11,3	12,7	11,3	9,5	9,4	10,4
1952	9,5	7,5	8,6	10,3	11,6	9,9	11,1	12,1	9,6	8,9	9,4	11,1	10,0
1953	10,6	8,6	10,0	9,0	8,9	10,0	12,4	12,7	10,4	9,8	9,4	8,6	10,0
1954	10,8	9,1	9,2	9,0	7,6	9,4	10,6	12,8	11,1	9,0	10,5	10,1	9,9
1955	8,7	11,4	10,0	8,4	10,8	10,0	10,9	12,2	12,6	9,5	9,8	8,9	10,3
1956	11,8	10,3	9,3	7,8	6,8	6,9	9,3	10,5	10,0	8,6	9,1	10,0	9,2
1957	10,3	8,5	9,1	8,2	9,9	10,9	9,5	10,9	8,4	10,4	9,4	9,3	9,6
1958	9,9	10,4	9,4	8,8	8,4	11,6	10,1	11,5	10,0	9,3	11,9	10,4	10,1
1959	9,6	9,4	8,8	11,0	9,9	12,0	14,0	11,1	10,9	10,7	10,3	10,4	10,7
1960	9,5	8,8	10,9	10,6	11,0	11,3	12,7	11,2	12,6	10,0	9,6	10,4	10,7
1961	9,4	9,1	9,6	9,8	9,7	9,9	12,3	13,4	12,3	11,0	11,5	9,4	10,6
1962	9,7	9,6	9,7	9,8	10,0	10,9	11,6	13,3	10,9	7,8	11,3	8,1	10,2
1963	9,7	10,1	10,6	12,2	12,9	12,2	13,4	13,4	13,9	10,4	11,0	10,7	11,7
1964	10,1	9,1	11,5	9,7	9,9	9,9	10,0	10,9	12,8	8,5	10,5	9,1	10,2
1965	9,1	9,3	9,9	9,8	10,3	9,5	10,3	13,5	11,3	10,2	10,0	8,4	10,1
1966	10,2	10,5	10,3	9,1	9,1	10,9	10,8	10,8	11,6	10,1	9,7	9,6	10,2
1967	8,8	9,4	9,2	10,1	11,9	10,6	10,9	13,0	11,1	11,0	9,5	8,8	10,4
1968	9,9	10,3	9,8	10,0	12,0	10,7	11,2	11,5	11,6	10,6	11,5	10,8	10,8
1969	11,4	10,3	10,6	10,3	11,3	10,6	11,5	11,1	10,6	8,7	8,9	9,8	10,4
1970	11,1	8,7	10,3	8,4	9,7	12,7	10,8	12,3	10,8	10,8	11,4	9,6	10,5
1971	11,9	11,6	10,3	9,6	9,5	9,5	12,1	10,2	11,0	10,0	10,0	9,3	10,4
1972	10,3	9,1	10,3	10,1	10,8	14,1	10,8	10,9	9,7	9,7	8,6	10,0	10,4
1973	10,0	11,0	8,8	9,4	9,8	11,3	10,1	9,0	8,9	9,3	9,9	8,7	9,7
1974	9,9	8,9	10,5	9,0	11,2	14,7	10,9	11,9	11,0	11,5	10,3	10,5	10,9
1975	9,1	9,5	9,7	10,4	9,2	10,5	12,0	12,7	10,4	10,2	8,6	9,6	10,1
1976	9,1	8,7	9,3	9,4	8,2	10,3	10,1	9,6	8,3	8,8	10,6	8,7	9,3
1977	9,3	12,3	10,3	7,9	10,3	9,1	12,4	10,5	10,4	10,0	9,0	8,7	10,0
1978	9,9	10,3	9,8	10,0	10,5	11,2	10,4	11,1	10,1	12,1	9,4	9,4	10,3
1979	8,6	9,6	9,4	9,4	9,3	10,4	11,0	10,6	9,4	9,9	9,6	8,2	9,6
1980	8,8	9,3	10,4	8,9	10,6	10,0	10,2	10,4	9,8	10,5	9,2	9,5	9,8
1981	8,6	10,9	9,7	9,6	10,5	10,1	10,8	11,2	12,5	8,8	8,9	8,9	10,0
1982	8,2	10,5	7,4	8,3	10,0	8,8	10,6	11,2	10,3	10,1	8,9	7,2	9,3
1983	8,1	9,4	8,6	8,1	7,1	8,0	10,4	11,4	6,9	8,5	10,8	9,2	8,9
1984	10,6	12,0	10,0	8,6	10,7	11,3	10,7	9,8	11,6	10,6	9,7	8,6	10,3
1985	7,6	9,7	8,9	8,9	10,7	11,4	12,8	13,0	10,4	11,8	11,2	10,9	10,6
1986	11,2	9,2	9,2	9,5	9,0	11,7	10,1	10,0	10,2	10,4	10,8	8,1	10,0
1987	9,3	9,7	10,4	9,0	8,1	10,5	11,2	11,6	9,0	10,3	10,5	10,0	10,0
1988	10,4	7,8	10,5	7,8	7,7	10,0	10,4	13,3	11,4	9,2	9,1	9,4	9,7
1989	9,2	8,4	9,0	9,7	9,4	8,8	10,8	11,5	9,4	9,6	9,5	8,8	9,5
1990	9,9	10,2	10,2	10,4	10,1	10,2	9,1	10,4	10,6	10,5	11,2	10,4	10,3
1991	9,4	9,6	7,6	9,4	10,1	9,8	11,3	12,0	11,1	10,6	10,5	10,0	10,1
1992	9,6	11,2	10,3	9,6	8,6	10,8	9,5	9,9	7,3	9,4	9,4	10,7	9,7
1993	10,5	8,9	9,9	10,5	10,3	9,8	10,9	13,0	8,9	11,8	11,7	9,6	10,5
1994	9,5	11,7	8,8	9,4	9,6	11,1	12,9	12,1	12,6	10,9	11,0	10,8	10,9
1995	10,1	8,5	9,5	10,6	9,6	11,3	11,2	13,7	11,0	9,7	10,7	10,5	10,5
1996	10,5	9,9	8,6	9,6	9,6	10,0	9,9	13,1	8,9	10,3	9,3	9,9	10,0
1997	8,8	10,6	9,9	10,3	9,6	8,9	11,0	13,1	10,8	9,7	9,2	10,8	10,2
1998	10,4	9,0	9,5	9,2	10,0	10,0	9,7	9,9	8,6	8,5	9,8	9,9	9,6
1999	9,0	9,5	10,0	10,1	10,5	9,1	10,0	13,6	12,0	8,7	10,6	10,7	10,3
2000	10,0	8,6	8,8	11,9	11,2	12,5	11,6	11,9	9,7	11,5	9,6	10,3	10,6
2001	11,2	9,9	11,0	11,2	9,0	10,6	12,1	12,7	10,1	11,8	10,3	9,5	10,8
2002	9,9	9,0	11,3	10,8	10,1	11,3	10,9	12,5	10,7	12,6	10,4	10,3	10,8
2003	8,6	11,8	9,4	9,8	10,6	11,3	11,7	11,2	10,4	10,1	9,7	9,8	10,4
2004	8,3	9,3	9,5	9,0	8,0	10,2	9,4	12,2	12,5	9,1	9,1	9,2	9,7
2005	7,7	10,2	8,8	9,3	10,7	10,7	10,7	12,5	8,5	8,9	9,5	9,7	9,8
2006	10,4	9,2	9,8	10,0	9,6	10,8	12,9	12,5	10,8	9,4	9,7	9,3	10,4
2007	8,2	10,6	12,2	9,3	9,9	12,6	11,0	12,5	12,9	11,5	9,8	10,7	10,9
2008	8,8	10,0	9,7	9,7	10,2	9,7	14,0	10,8	10,0	9,8	9,2	10,5	10,2
2009	9,0	9,8	9,7	9,5	10,4	10,2	8,3	11,3	8,7	8,8	10,1	9,0	9,6
2010	9,0	11,5	9,8	9,5	9,6	11,3	10,5	12,0	10,9	10,1	10,6	9,2	10,3
2011	9,8	11,1	7,2	9,7	9,8	12,0	11,3	11,4	12,1	10,3	10,4	10,2	10,4
2012	9,6	11,1	11,1	9,5	9,2	7,9	11,1	12,5	12,4	12,3	9,8	10,0	10,5
2013	8,0	10,4	8,7	9,6	9,6	8,8	10,5	13,1	11,4	9,6	9,6	10,2	10,0
2014	12,5	12,5	10,2	9,7	10,0								

Apêndice B – Pesquisa e Levantamento de Dados de Estações Meteorológicas na Cidade de São Paulo

Nesse trabalho foram obtidos dados climáticos medidos, do primeiro semestre de 2013, para fins de elaboração de arquivo climático, nas seguintes estações meteorológicas na cidade de São Paulo:

- Estação Meteorológica do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP (IAG/USP). Localizada no Parque de Ciência e Tecnologia da USP na Avenida Miguel Stéfano, 4200, Água Funda, zona sul de São Paulo.
- Estação Mirante de Santana do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Localizada na Praça Vaz Guaçu, Jardim São Paulo, zona Norte de São Paulo.
- Estação SBSP (Congonhas) da Rede Metar, obtido junto ao Laboratório MASTER do IAG/USP. O aeroporto de Congonhas se localiza na Av. Washington Luiz, zona sul da capital paulista.
- Plataforma micrometeorológica do Laboratório de Micrometeorologia (LabMicro) do IAG/USP. Situada no edifício do IAG/USP, Rua do Matão, 1226, Cidade Universitária, zona Oeste de São Paulo.

Nenhuma das fontes, porém, proporcionou dados completos de todas as variáveis necessárias para a produção do arquivo climático, assim como foram encontradas diversos períodos falhos nas medições, conforme Tabela 1.

Entre os dados obtidos, os que se apresentaram mais completos foram aqueles obtidos junto à Estação Meteorológica do IAG-USP/Parque de Ciência e Tecnologia da USP na qual os dados de temperatura de bulbo seco, umidade relativa do ar, velocidade do vento e direção do vento apresentam-se completos, sem falhas.

A estação também fornece dados horários de nebulosidade, porém, não há dados desta variável entre 0 e 6h. Há dados de radiação global, porém, apenas em médias diária. Não há dados de radiação difusa.

Tabela 39. Comparação dos dados das medições meteorológicas coletadas: porcentagem de falhas em cada uma das variáveis.

ESTAÇÃO		IAG / USP	Mirante de Santana - INMET	SBSP (Congonhas)	LabMicro - IAG USP
Recebido em		06/08/2013 e 05/9/2013	24/08/2013	30/08/2013	24/10/2013
Horário		UTC -3	UTC 0	UTC 0	UTC -3
LOCALIZAÇÃO	Endereço	Av Miguel Stéfano, 4200 Água Funda	Praça Vaz Guesa Jardim São Paulo	Av. Washington Luís , s/nº Campo Belo	Rua do Matão, 1226 Cidade Universitária
	Latitude	23,65°S	23,5°S	23,62°S	23,55°S
	Longitude	46,62°W	46,62°w	46,65°W	46,63°W
% DE HORAS SEM VALOR DE MEDIÇÃO	Radiação Global	100,0%	5,7%	100,0%	3,5%
	Radiação Difusa	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	Nebulosid.	25,0%	100,0%	27,9%	100,0%
	Temp Bulbo Seco	0,0%	0,5%	1,1%	5,2%
	Umidade Relativa	0,0%	0,5%	1,1%	5,2%
	Velocidade do Vento	0,0%	0,5%	2,7%	100,0%
	Direção do Vento	0,0%	0,5%	2,7%	100,0%

Apêndice C - Variáveis Ambientais Medidas nas Residências

TEMPERATURA DO AR (°C)																	
	Residência		Cerqueira César		Aclimação		Vila Ida		Freguesia do Ó		Rio Pequeno		Brooklyn Novo		Pinheiros		Estação Meteorológica IAG - USP/ Parque de Ciência e Tecnologia da USP
	Ambiente	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Jantar	Estar	Dorm.			
a b r i l	20/04/2013 00:00	22,2	23,1	22	21,5	20,7	20,3	21,6	21,6	23,8	23,5	22	20,5	20,8	16		
	20/04/2013 01:00	22,2	23	21,8	21,4	20,6	20,3	21,5	21,7	24,5	23,7	22	20,3	20,7	15,5		
	20/04/2013 02:00	22	22,9	21,8	21,3	20,3	19,8	21,3	21,4	24,4	23,6	21,4	20,2	20,6	14,8		
	20/04/2013 03:00	21,8	22,8	21,6	21,2	20,2	19,8	21	21,4	24,2	23,5	21,3	20	20,4	14,4		
	20/04/2013 04:00	21,7	22,7	21,4	20,8	20,1	19,6	20,9	21,4	23,9	23,3	20,8	19,8	20,2	13,9		
	20/04/2013 05:00	21,6	22,8	21,4	20,9	19,8	19,4	20,6	21,5	23,6	23,2	20,6	19,9	20,1	13,7		
	20/04/2013 06:00	21,5	22,5	21,3	21	19,7	19,3	20,3	21,2	23,3	23,1	20,5	19,7	20	13,5		
	20/04/2013 07:00	21,5	22,9	21,5	21	19,4	18,8	20	20,6	23,1	23	20,4	19,6	20	16,7		
	20/04/2013 08:00	21,5	22,7	22,1	21,2	19,5	18,6	18,7	20,1	24	22,9	21,4	19,9	20,1	19,1		
	20/04/2013 09:00	21,1	22,6	22,5	21,4	19,5	18,6	19,6	19,6	23,9	23	21,5	19,7	20,1	19,8		
	20/04/2013 10:00	21,3	22,7	22,4	21,3	19,6	18,8	20,6	20,3	24,3	23,5	21,5	20,1	20,1	21,2		
	20/04/2013 11:00	21,3	22,9	22,3	21,6	20,3	19,4	22,4	21,2	24,8	23,8	22,2	20,2	20,2	21,9		
	20/04/2013 12:00	21,8	23,3	22,7	21,8	20,8	19,9	22	21,3	25	24,3	22,6	20,2	20,2	21,9		
	20/04/2013 13:00	22,7	23,8	22,5	21,8	21,6	20,4	23,2	22,9	25,4	24,1	23,2	20,8	20,1	21,4		
	20/04/2013 14:00	22,7	24,3	22,6	22,1	22,1	20,9	22,5	23,4	25,6	24,3	23,1	20,8	20,3	21,5		
	20/04/2013 15:00	22,8	24,6	22,7	21,9	22,8	21,2	22,2	22,5	25,5	24,8	22,9	21	20,3	19,9		
	20/04/2013 16:00	22,9	24,3	22,5	21,9	22,7	21,1	22,3	22,5	25,7	24,3	22,7	21,1	20,3	19		
	20/04/2013 17:00	22,5	23,7	22,1	21,8	21,9	21	22	22,6	24,9	24,1	22,6	21,1	20,4	17,2		
	20/04/2013 18:00	22,1	22,8	22,2	21,7	21,5	20,9	21,6	22	24,6	24,1	22,3	20,5	20,3	16,4		
	20/04/2013 19:00	22,6	23,7	22,1	21,5	21,2	20,7	21,4	21,9	24,1	24	22,2	21	20,7	16,2		
	20/04/2013 20:00	22,2	23,6	22,1	21,4	21,3	20,8	21,5	21,8	24,5	23,8	21,9	20,5	20	16,2		
	20/04/2013 21:00	22,5	23,8	22,1	21,4	21,1	20,9	21,7	21,9	24,4	23,7	21,5	20,5	20,2	16,2		
	20/04/2013 22:00	22,3	23,8	22	21,3	21	20,5	21,7	21,8	24,1	23,6	21,7	20,4	19,7	15,7		
	20/04/2013 23:00	22,4	23,8	22	21,3	20,7	20,3	21,4	21,8	24	23,4	21,5	20,3	19,9	15,3		
	21/04/2013 00:00	22,2	23,3	22	21,3	20,5	20,1	21,3	21,7	23,7	23,3	21,3	20,2	19,9	14,8		
	21/04/2013 01:00	22,3	23,5	21,6	21,1	20,2	20	21,1	21,5	23,7	23,1	21,2	19,9	19,8	14,6		
	21/04/2013 02:00	22,2	23	21,5	20,9	20,1	19,8	21	21,7	23,2	22,9	21,4	20	19,8	14,5		
	21/04/2013 03:00	22,1	22,9	21,3	20,7	19,9	19,6	20,9	21,4	23,4	23	20,8	19,9	19,6	14,5		
	21/04/2013 04:00	21,7	23,2	21,3	20,6	19,8	19,4	20,7	21,5	24	22,9	20,6	19,8	19,5	13,7		
	21/04/2013 05:00	21,8	23,3	21,4	20,9	19,6	19,1	20,3	21,3	23,8	22,8	20,2	19,7	19,5	13,5		
	21/04/2013 06:00	21,6	23,1	21,1	20,6	19,4	18,7	20,3	21,2	23,7	22,7	20,3	19,5	19,4	13,3		
	21/04/2013 07:00	21,7	22,9	21,4	20,8	19,4	18,5	17,9	20	23,6	22,6	20,2	19,5	19,5	15,6		
	21/04/2013 08:00	21,3	22,7	21,5	20,8	19	18,2	17,5	19,6	23,8	22,6	20,8	19,6	19,5	18,9		
	21/04/2013 09:00	21,1	22,5	22,3	21	19,3	18,2	19	19,9	23,5	22,6	21	19,7	19,5	20,9		
	21/04/2013 10:00	21,8	22,8	22,5	21,2	19,4	18,7	20,6	20,2	23,7	22,7	21,6	19,9	19,8	20,1		
	21/04/2013 11:00	22,9	23,5	22,3	21,4	19,7	19,1	21,5	21,2	24,1	23,2	21,8	20	19,7	20,6		
	21/04/2013 12:00	22,4	23,6	22,5	21,5	20,3	19,3	22,9	22,6	24,3	23,4	22,4	20,1	19,7	21,8		
	21/04/2013 13:00	22,4	23,5	22,5	21,6	20,7	19,8	22,8	22,9	24,7	23,6	22,6	20,4	20,1	20,7		
	21/04/2013 14:00	22,6	24,3	22,5	21,8	21,3	20,1	22,2	22	25	23,7	22,8	20,5	20,1	21,3		
	21/04/2013 15:00	23	24,2	22,4	21,5	21,9	20,5	22,4	22,5	24,8	23,8	22,4	20,4	20,2	19,9		
	21/04/2013 16:00	22,8	24	22	21,3	21,7	20,4	21,9	21,8	24,9	23,9	22,4	20,4	20,4	18,9		
	21/04/2013 17:00	22,6	23,8	22	21,4	21,1	20,2	21,8	21,7	24,9	23,8	21,8	20,5	20,3	17,6		
	21/04/2013 18:00	22,1	22,9	21,7	21,2	20,9	20,4	21,6	21,7	24,8	23,7	21,7	20,4	20,3	16,8		
	21/04/2013 19:00	22,1	23,5	21,7	21,1	20,7	19,9	21,6	21,6	24,6	23,6	21,8	20,6	21,1	16,4		
	21/04/2013 20:00	22,1	23,5	21,7	21	20,7	20,3	21,4	21,4	24,5	23,4	22,4	20,4	21	16,4		
	21/04/2013 21:00	22,3	23,5	21,7	21	20,7	20,1	21,5	21,4	24,2	23,2	21,8	21,1	20,5	15,8		
	21/04/2013 22:00	22,3	23,5	21,7	21	20,4	20,1	21,4	21,5	24,3	23,3	21,7	20,5	21,2	15,8		
	21/04/2013 23:00	22,1	23	21,6	21,2	20,4	19,9	21,3	21,5	24,3	23,3	21,7	20,2	21,5	16,1		
22/04/2013 00:00	22	22,9	21,5	21,1	20,1	19,8	21,3	21,5	24	23,1	21,5	20,4	21,3	16,1			
22/04/2013 01:00	21,9	22,8	21,4	20,9	20	19,4	21,2	21,4	24	23,1	21,8	19,8	21	16,1			
22/04/2013 02:00	22	22,8	21,3	20,7	19,7	19,4	20,9	21,5	24	23,1	21,7	19,5	21	15,9			
22/04/2013 03:00	21,7	22,8	21,2	20,7	19,7	19,1	20,9	21,4	24	23	21,5	19,4	20,9	15,7			
22/04/2013 04:00	21,9	23,2	21,1	20,5	19,7	18,9	20,7	21,3	23,8	22,9	21,3	19,4	20,9	14,8			
22/04/2013 05:00	21,8	23	21	20,6	19,4	18,7	20,5	21,2	23,6	22,9	21,1	19,2	20,9	14,8			
22/04/2013 06:00	21,9	22,7	20,9	20,2	19,5	18,5	20,3	21,1	23,5	22,7	21,1	19,2	20,8	14,7			
22/04/2013 07:00	21,7	22,8	21,1	20,6	19,4	18,4	20,3	21,1	23,4	22,7	21,5	19,5	20,7	16,1			
22/04/2013 08:00	21,5	22,9	21,2	20,7	19,1	18,3	18,7	20,2	23,5	22,6	21,5	19,5	20,7	19,8			
22/04/2013 09:00	21,6	22,7	22,1	21	19,1	18,2	18,9	19,2	23,6	22,7	21,9	19,4	19,8	20,8			
22/04/2013 10:00	21,5	23	21,9	20,9	19,3	18,4	20,6	20,8	23,5	23,1	21,8	19,8	20,3	19,7			
22/04/2013 11:00	21,5	22,5	22	21	20,1	19,3	21,4	21,2	24,1	23,2	22,2	20,1	20,2	20,8			
22/04/2013 12:00	21,7	22,9	22,4	21,5	20,7	19,3	21,6	21	24,2	23,3	22,6	20	20,3	20,3			
22/04/2013 13:00	22,2	23,5	22,3	21,3	20,6	19,6	23,3	23	24,6	23,8	22,6	20,3	20,4	20,4			
22/04/2013 14:00	21,9	23	21,9	21,2	20,8	19,9	22,4	21,9	24,8	24,2	22,6	20	20,3	20,5			
22/04/2013 15:00	22,4	24,1	21,7	21,1	21,6	20	21,6	21,5	24,7	24,2	22,3	20,3	20,2	19,7			
22/04/2013 16:00	22,5	23,3	21,5	20,9	21,1	19,8	21,6	20,8	24,5	23,8	22,2	20,1	20,4	18			
22/04/2013 17:00	22,1	23,1	21,3	20,9	20,8	19,8	21,6	20,6	24,1	23,4	21,9	20,3	20,9	17			
22/04/2013 18:00	21,8	22,6	21,6	20,8	20,5	19,9	21,4	21,1	24,4	23,5	21,7	20,1	20,3	16,4			
22/04/2013 19:00	21,6	22,5	21,7	20,8	20,3	19,9	21,3	21,3	24,3	23,6	22,1	20	20,4	16,4			
22/04/2013 20:00	21,6	21,6	21,6	21	20,4	19,7	21,4	21,4	24,3	23,5	21,3	20,2	21,7	16			
22/04/2013 21:00	21,4	22,3	21,6	20,7	20,2	19,6	21,3	21,3	24,3	23,4	21,5	20,8	21,1	16,2			
22/04/2013 22:00	21,2	22,3	21,4	20,8	20,1	19,3	21,1	21,3	24,3	23,3	21,5	20,3	21	16			
22/04/2013 23:00	21,5	22	21,4	20,7	19,9	19,3	21,1	21,1	24,3	23,3	21,1	20,1					

TEMPERATURA DO AR (°C)																
Residência	Cerqueira César		Aclimação		Vila Ida		Freguesia do Ó		Rio Pequeno		Brooklyn Novo	Pinheiros		Estação Meteorológica IAG - USP/ Parque de Ciência e Tecnologia da USP		
	Ambiente	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Jantar	Estar	Dorm.		
dezembro	07/12/2013 00:00	24,7	-	26,3	26,1	26,3	25,7	27	-	29,3	27,8	25,9	22,8	23,5	18,6	
	07/12/2013 01:00	24,2	-	26,3	26,2	25,9	25,5	27	-	29,6	27,9	25,7	23,4	24	18,8	
	07/12/2013 02:00	24,3	-	26,3	26	25,7	25,1	27	-	29,5	27,6	25,6	23,8	24	18,9	
	07/12/2013 03:00	24,8	-	26	25,8	25,6	25	27,1	-	28,9	27,6	26	23,7	23,9	18,8	
	07/12/2013 04:00	24,9	-	26,1	25,8	25,4	25	27,3	-	28,8	27,7	25,9	24,2	24,1	18,6	
	07/12/2013 05:00	25,2	-	26	25,9	25,1	24,9	27	-	28,5	27,7	25,9	24,2	24,3	19,1	
	07/12/2013 06:00	24,5	-	26	25,9	25	24,6	26,7	-	28,3	27,7	25,8	24,2	24,4	19,8	
	07/12/2013 07:00	23,9	-	25,9	25,8	24,9	24,7	26,1	-	28	27,5	25,7	24,2	23,9	21,3	
	07/12/2013 08:00	23,9	-	25,8	25,6	24,6	24,5	24,8	-	27,8	27,5	25,3	24,2	24,3	23	
	07/12/2013 09:00	23,8	-	26	25,6	24,7	24,2	24,9	-	28	27,3	25,5	24,4	24,6	24,7	
	07/12/2013 10:00	24,3	-	25,6	25,3	25	24,5	24,6	-	28,1	27,2	25,9	24,6	24,6	26,1	
	07/12/2013 11:00	25,1	-	25,1	25,3	25,6	25,1	25,8	-	28,6	27,6	26,8	25	24,8	26,6	
	07/12/2013 12:00	25,2	-	25,9	25,5	26,2	25,4	27,4	-	29,4	27,9	27,4	25,3	25,4	28	
	07/12/2013 13:00	26,1	-	26,3	26	27,4	26	29,2	-	29	28	27,5	26,5	26,2	25,6	
	07/12/2013 14:00	26,3	27,7	26,9	26,3	27,6	26,6	29,2	-	30,4	29	28,3	26,4	26,2	22	
	07/12/2013 15:00	26,5	28,1	26,7	26,3	28,3	27,3	29,4	-	30,5	29	28,1	26,4	26,1	21,1	
	07/12/2013 16:00	25,9	27	26	25,7	28,1	26,8	28,3	-	29,8	28,5	26,7	25,8	25,1	20,2	
	07/12/2013 17:00	25,6	26	26	25,6	27,5	26,3	27,6	-	29,8	28,4	26	25,1	24,6	19,8	
	07/12/2013 18:00	25,1	25,8	25,3	25,2	27	26,2	27,6	-	29,4	28,5	25,3	24,7	24,4	19,6	
	07/12/2013 19:00	25,2	24,2	25,6	25,3	27	26	27,3	-	29,2	28,2	25,3	24,6	24,1	19,8	
	07/12/2013 20:00	25,1	25,2	25,9	25,4	26,8	26,2	27,1	-	29	28	25,4	24	23,9	20	
	07/12/2013 21:00	25,3	25,8	26	25,5	26,7	26,2	27,5	-	28,9	27,9	25,9	24,1	24,1	19,8	
	07/12/2013 22:00	25	25,7	25,9	25,7	26,7	26	27,8	-	28,7	27,7	25,9	24,3	24,3	19,8	
	07/12/2013 23:00	24,6	25,5	25,9	25,8	26,4	25,8	27,6	-	28,5	27,6	25,6	23,9	24	19,8	
	08/12/2013 00:00	24,3	25,6	25,9	25,7	26,2	25,5	27,4	-	28,5	27,6	25,7	24,3	24,3	20	
	08/12/2013 01:00	24,1	25,5	25,9	25,7	25,9	25,3	27,3	-	28,5	27,4	25,9	24,6	24,3	20,1	
	08/12/2013 02:00	24,3	25,5	25,7	25,5	25,7	25,1	26,7	-	28,3	27,2	25,8	24,1	24,1	20,3	
	08/12/2013 03:00	23,7	25,1	25,6	25,3	25,5	25,1	27,2	-	28,2	27,1	26	24,3	24,1	20,5	
	08/12/2013 04:00	23,5	24,9	25,5	25,2	25,3	24,9	27,4	-	28,1	27,1	26	24,3	23,9	20,7	
	08/12/2013 05:00	24	25,2	25,5	25,2	25,2	24,8	27,1	-	28,2	27	25,9	24	24,2	20,8	
	08/12/2013 06:00	24,1	24,9	25,5	25,3	25,1	24,9	27	-	28,1	26,9	25,8	24,1	23,9	22	
	08/12/2013 07:00	23,2	24,5	25,4	25,1	24,8	24,7	26,2	-	27,9	26,8	25,7	24,1	24,1	22,6	
	08/12/2013 08:00	23,6	25	25,5	25,3	24,9	24,5	26	-	28	26,8	26,3	24,6	24,2	24,3	
	08/12/2013 09:00	24,5	25,6	25,7	25,4	25,4	24,9	26,3	-	28,2	26,8	26,3	24,9	24,7	24,8	
	08/12/2013 10:00	24,9	25,6	25,2	25,3	25,8	25,1	26,8	-	28,4	26,9	26,9	25	24,9	26,6	
	08/12/2013 11:00	25,3	26,2	25,9	25,6	26,2	25,3	27,4	-	28,9	27,3	27	25,4	25,2	27,8	
	08/12/2013 12:00	25,3	26,2	26,3	25,9	26,6	25,9	28,1	-	29,1	27,5	27,5	26,5	26,1	27,7	
	08/12/2013 13:00	26,1	26,7	26,6	26,2	27,1	26,1	29,1	-	29,3	27,7	27,7	26,4	26,6	28	
	08/12/2013 14:00	26,4	27	27	26,5	27,5	26,3	30	-	29,5	28	28,5	26,7	26,3	24,3	
	08/12/2013 15:00	26,4	27	26,6	26,5	28,2	27,3	30,6	-	29,8	28,3	28,7	27,5	26,2	23,7	
08/12/2013 16:00	26,4	27,4	26,4	26,3	28,2	27,5	28,9	-	30	28,7	27,8	27,3	26	23		
08/12/2013 17:00	26,2	27,7	26,4	26	28,3	27,6	27,9	-	30	28,6	27,3	25,1	25,3	22,4		
08/12/2013 18:00	26	27	25,9	26	27,8	27,3	27,8	-	30	28,6	26,7	24,8	25	22,2		
08/12/2013 19:00	25,6	26,6	25,9	25,9	27,7	26,9	27,7	-	29,8	28,6	26,7	26,1	25	22,1		
08/12/2013 20:00	25,6	26,6	26,1	26	27,6	27	27,2	-	29,4	28,4	26,6	25,7	24,8	21,8		
08/12/2013 21:00	25,4	26,5	25,9	25,9	27,6	27	27,1	-	29,3	28,3	27,1	25,4	24,7	21,2		
08/12/2013 22:00	25,6	26,4	25,9	26,3	27,4	26,9	26,8	-	29,1	28,1	27	25,5	25,1	20,8		
08/12/2013 23:00	25	26,1	25,9	26,3	27,3	26,9	27,2	-	28,4	28,3	27	25,6	25,3	20,8		
09/12/2013 00:00	24,8	26	25,3	26,1	27	26,8	26,6	-	28,9	27,9	26,8	25,7	25,4	20,9		
09/12/2013 01:00	24,2	25,4	26	26,3	26,8	26,7	26,7	-	28,8	27,8	27,1	25,5	25,5	20,6		
09/12/2013 02:00	24,4	25,5	26	26,1	26,7	26,2	26,1	-	29,2	28	26,9	25,4	26,3	20,9		
09/12/2013 03:00	24	25,3	26	26	26,6	26	27,4	-	29,1	27,7	26,7	25,3	26,5	21,4		
09/12/2013 04:00	24,1	25,3	25,9	25,8	26,2	25,8	27,3	-	28,7	27,5	26,6	25,3	26,4	21,5		
09/12/2013 05:00	24,1	25,3	25,7	25,7	26	25,6	27,3	-	28,5	27,3	26,7	25	26,1	21,7		
09/12/2013 06:00	24,3	25,7	25,8	25,7	25,9	25,5	27,2	-	28,5	27,3	26,2	25,1	25,6	22,8		
09/12/2013 07:00	24,3	26	25,8	25,7	25,8	25,3	27,2	-	28,4	27,2	26,4	25,2	25,7	25,2		
09/12/2013 08:00	24,4	25,7	25,8	25,7	25,8	25,5	26,6	-	28,4	27,1	26,8	25,3	26,2	27,2		
09/12/2013 09:00	25,1	26,2	26	26	26,5	25,7	26,7	-	28,7	27,1	27,1	25,3	25,8	29,5		
09/12/2013 10:00	25,5	26,3	25,8	26	26,8	26,3	28,3	-	29,1	27,5	27,5	26,6	26,7	30,6		
09/12/2013 11:00	26,6	27,1	26,9	26,3	27,8	27,3	29,4	-	29,4	27,8	28,3	28	27,8	31,3		
09/12/2013 12:00	27	28,1	27,6	26,7	29,2	27,8	30,3	-	-	28,9	29,5	27,8	28,1	31,2		
09/12/2013 13:00	28,1	28,8	27,4	26,8	30	28,4	31	-	-	29,7	29,5	28,3	28,2	31,9		
09/12/2013 14:00	28	28,7	27,3	26,8	30,5	29,2	31,6	-	-	30,2	29,5	29,1	29,2	33,1		
09/12/2013 15:00	28,4	30,8	27,4	26,9	31,1	29,7	32,2	-	-	30,7	30,6	30,2	31,2	32,9		
09/12/2013 16:00	28,5	30,1	27,4	27	31,2	30	32,7	-	-	30,8	30,5	31,2	30,4	32,1		
09/12/2013 17:00	28,7	29,8	27,4	27,1	31,2	29,9	32,8	-	-	31	30,8	31,6	30,7	28,9		
09/12/2013 18:00	28,9	29,2	27,6	27,4	31,4	29,8	32,5	-	-	30,8	31	32,5	30,6	27,1		
09/12/2013 19:00	28,6	29,5	27,5	27,3	31,2	29,9	32	-	-	30,8	31,5	31,5	30	26		
09/12/2013 20:00	28,4	29,1	27,5	27,4	30,8	29,8	31,6	-	-	30,7	30,5	31	29,5	25,6		
09/12/2013 21:00	28,3	29,5	27,4	27,8	30,8	29,8	31,2	-	31,8	30,4	30,2	29,3	28,7	23,3		
09/12/2013 22:00	28	28,8	27,5	27,5	30,7	29,8	30,5	-	31,7	30,4	29,9	29,5	29,1	22,2		
09/12/2013 23:00	27,4	28,1	27,3	27,4	30,6	29,8	31	-	31,5	30,3	29,6	29,6	28,6	21,5		
10/12/2013 00:00	27,3	28,3	27,3	27,6	30,4	29,6	30,8	-	31	30	29,6	28,9	30	21,5		
10/12/2013 01:00	27,5	27,9	27,4	27,4	30,2	29,5	30,8	-	31,7	29,8	29,5	28,3	29,8	21,7		
10/12/2013 02:00	27,7	28,2	27,3	27,4	30,2	29,4	30,8	-	31,4	30,1	29,4	28,6	29,8			

a b r i l	UMIDADE RELATIVA (%)															Estação Meteorológica IAG - USP/ Parque de Ciência e Tecnologia da
	Residência	Cerqueira César		Aclimação		Vila Ida		Freguesia do Ó		Rio Pequeno		Brooklyn Novo	Pinheiros			
	Ambiente	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Jantar	Estar	Dorm.	USP	
	20/04/2013 00:00	59	58	65	63	66	67	65	61	57	58	61	65	66	87	
	20/04/2013 01:00	59	58	64	62	66	67	67	65	57	60	61	66	66	91	
	20/04/2013 02:00	58	57	63	62	65	66	63	61	57	61	61	64	65	92	
	20/04/2013 03:00	58	56	63	62	65	66	61	59	57	61	61	65	65	94	
	20/04/2013 04:00	59	57	63	63	65	67	62	58	58	61	62	66	66	94	
	20/04/2013 05:00	58	56	63	62	65	67	63	59	59	62	63	65	66	94	
	20/04/2013 06:00	59	57	64	63	65	68	63	59	60	62	62	66	66	93	
	20/04/2013 07:00	58	56	63	63	65	69	63	60	61	62	62	66	66	82	
	20/04/2013 08:00	55	54	61	62	65	69	66	60	58	63	60	65	65	67	
	20/04/2013 09:00	52	52	58	61	64	68	58	56	56	59	54	61	63	62	
	20/04/2013 10:00	52	51	55	58	62	67	54	52	50	51	52	59	62	57	
	20/04/2013 11:00	50	49	51	56	59	63	49	49	47	46	52	58	61	54	
	20/04/2013 12:00	48	48	48	54	56	58	51	48	48	47	50	54	58	53	
	20/04/2013 13:00	46	46	49	52	55	57	43	42	48	50	61	54	56	58	
	20/04/2013 14:00	50	47	55	52	54	57	47	43	46	49	50	55	56	57	
	20/04/2013 15:00	51	49	53	52	53	58	52	49	47	46	54	56	59	64	
	20/04/2013 16:00	50	49	53	53	54	58	52	52	48	51	53	55	58	68	
	20/04/2013 17:00	51	49	55	54	58	60	55	51	50	53	53	57	60	79	
	20/04/2013 18:00	53	53	56	56	58	59	59	54	52	53	54	58	60	84	
	20/04/2013 19:00	56	53	57	57	58	59	59	55	50	52	56	60	65	85	
	20/04/2013 20:00	56	53	59	58	59	61	59	55	53	56	58	64	66	88	
	20/04/2013 21:00	59	55	59	59	60	61	59	56	54	57	60	63	65	88	
	20/04/2013 22:00	58	55	60	60	62	63	61	58	56	57	61	64	67	88	
	20/04/2013 23:00	57	55	60	59	63	63	61	58	56	57	60	64	66	90	
	21/04/2013 00:00	58	55	60	60	62	64	62	58	56	58	61	65	66	92	
	21/04/2013 01:00	57	55	62	61	63	64	61	58	56	58	61	65	66	93	
	21/04/2013 02:00	56	55	61	61	63	64	61	58	57	58	60	64	66	93	
	21/04/2013 03:00	57	56	62	61	64	65	61	58	56	61	61	64	66	93	
	21/04/2013 04:00	58	55	61	61	64	66	62	58	58	62	62	65	66	93	
	21/04/2013 05:00	57	54	61	61	64	66	63	58	58	63	63	65	66	94	
	21/04/2013 06:00	58	55	62	62	64	67	63	58	58	63	62	66	67	94	
	21/04/2013 07:00	57	55	63	62	66	68	70	61	58	64	63	66	67	89	
	21/04/2013 08:00	58	56	62	62	67	70	73	63	60	64	61	66	67	72	
	21/04/2013 09:00	59	56	60	62	66	69	71	64	59	63	61	66	67	64	
	21/04/2013 10:00	58	56	59	61	65	66	60	58	58	63	57	64	66	64	
	21/04/2013 11:00	61	57	59	60	63	64	56	54	54	55	58	62	65	60	
	21/04/2013 12:00	58	54	59	59	64	64	49	48	53	54	57	61	64	58	
	21/04/2013 13:00	57	54	59	60	60	62	50	48	49	54	53	60	60	65	
	21/04/2013 14:00	57	51	59	64	59	61	52	50	52	55	54	59	61	68	
	21/04/2013 15:00	54	50	58	61	58	61	54	51	53	56	57	63	64	70	
	21/04/2013 16:00	55	53	60	61	59	62	56	54	55	57	58	64	66	75	
	21/04/2013 17:00	57	54	60	61	61	63	59	57	53	56	59	64	67	84	
	21/04/2013 18:00	58	57	62	62	62	64	60	57	54	58	61	66	68	87	
	21/04/2013 19:00	60	56	63	63	64	65	61	58	57	58	61	69	69	88	
	21/04/2013 20:00	60	57	63	63	64	65	62	59	59	59	65	68	70	88	
	21/04/2013 21:00	61	56	63	63	64	66	61	59	57	59	63	66	69	91	
	21/04/2013 22:00	59	57	63	62	65	66	62	59	57	58	63	67	70	91	
	21/04/2013 23:00	60	58	63	63	65	67	62	59	58	59	62	68	70	90	
	22/04/2013 00:00	59	57	64	63	65	67	64	62	57	60	63	66	70	88	
	22/04/2013 01:00	59	58	64	64	65	67	63	62	57	59	62	67	70	88	
	22/04/2013 02:00	59	57	63	63	66	67	64	60	58	63	62	67	70	88	
	22/04/2013 03:00	59	57	64	64	65	68	64	60	60	62	62	68	69	87	
	22/04/2013 04:00	59	57	64	64	65	68	64	60	60	63	62	68	69	92	
	22/04/2013 05:00	60	57	64	64	66	69	64	60	60	63	62	68	69	93	
	22/04/2013 06:00	59	57	64	64	66	69	64	60	60	63	62	69	69	93	
	22/04/2013 07:00	62	60	63	63	67	70	64	60	61	64	61	67	69	91	
	22/04/2013 08:00	62	58	65	65	67	70	68	61	61	65	63	68	69	66	
	22/04/2013 09:00	60	57	61	63	68	70	66	64	60	63	58	67	67	66	
	22/04/2013 10:00	57	55	60	62	65	68	59	56	58	58	56	65	65	66	
	22/04/2013 11:00	58	55	61	61	64	65	51	50	57	59	60	63	67	59	
	22/04/2013 12:00	54	51	60	60	58	61	53	51	53	55	51	65	66	62	
	22/04/2013 13:00	52	50	57	58	57	60	44	43	49	51	49	67	66	65	
	22/04/2013 14:00	53	52	59	59	60	61	48	47	55	54	60	66	66	62	
	22/04/2013 15:00	54	51	60	57	58	62	55	53	52	50	55	64	66	62	
	22/04/2013 16:00	52	51	57	57	58	61	55	54	50	49	54	62	63	70	
	22/04/2013 17:00	53	51	60	57	59	61	55	55	50	52	55	62	64	76	
	22/04/2013 18:00	54	53	59	58	59	62	57	55	55	55	55	63	65	83	
	22/04/2013 19:00	55	54	60	59	60	61	60	56	53	55	61	63	65	83	
	22/04/2013 20:00	56	57	63	60	61	63	62	59	55	57	59	66	72	83	
	22/04/2013 21:00	55	55	61	60	62	63	58	56	56	57	58	64	68	83	
	22/04/2013 22:00	57	55	62	60	62	64	60	58	56	58	59	64	64	85	
	22/04/2013 23:00	58	57	62	61	63	65	59	57	57	59	59	66	65	87	
	23/04/2013 00:00	58	56	62	61	63	65	60	57	57	60	60	65	67	89	
	23/04/2013 01:00	59	57	63	62	64	66	61	59	56	58	61	66	68	92	
	23/04/2013 02:00	60	58	63	62	64	66	63	60	58	61	62	67	69	92	
	23/04/2013 03:00	59	57	63	63	65	67	63	60	58	62	60	67	69	92	
	23/04/2013 04:00	58	56	64	63	65	68	65	60	59	63	60	67	70	94	
	23/04/2013 05:00	61	58	64	63	65	68	64	60	60	63	60	67	70	94	
	23/04/2013 06:00	59	57	64	63	66	68	65	60	60	64	61	67	71	94	
	23/04/2013 07:00	59	57	64	64	66	68	65	60	61	64	61	67	71	92	
	23/04/2013 08:00	58	57	64	65	68	70	68	63	59	64	61	68	71	77	
	23/04/2013 09:00	58	56	63	62	67	70	65	63	57	61	62	68	70	67	
	23/04/2013 10:00	57	55	62	63	68	68	60	57	56	57	59	67	68	61	
	23/04/2013 11:00	54	53	57	59	68	68	56	54	55	53	66	61	65	57	
	23/04/2013 12:00	53	52	57	58	63	65	49	47	50	54	52	60	63	59	
	23/04/2013 13:00	57	51	54	57	59	64	51	47	47	52	54	59	64	65	
	23/04/2013 14:00	55	53	62	60	62	63	48	41	54	55	61	62	64	68	
	23/04/2013 15:00	59	56	62	61	64	65	58	57	58	60	61	66	67	75	
	23/04/2013 16:00	62	57	63	62	64	65	61	60	58	59	62	67	67	78	
	23/04/2013 17:00	61	57	63	62	65	66	61	59	58	60	62	66	68	81	
	23/04/2013 18:00	60	59	64	63	65	66	63	61	58	60	63	69	69	84	
	23/04/2013 19:00	63	59	65	63	65	67	63	60	59	61	63	68	68	85	
	23/04/2013 20:00	61	59	65	63	66	67	63	60	59	60	63	68	68	88	
	23/04/2013 21:00	61	58	65	63											

UMIDADE RELATIVA (%)															
	Residência	Cerqueira César		Aclimação		Vila Ida		Freguesia do Ó		Rio Pequeno		Brooklyn Novo Jantar	Pinheiros		Estação Meteorológica IAG USP/ Parque de Ciência e Tecnologia da USP
	Ambiente	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.		
d e z e m b r o	07/12/2013 00:00	58	-	56	56	58	61	53	-	52	55	57	66	64	88
	07/12/2013 01:00	59	-	56	56	59	61	54	-	53	56	57	64	62	87
	07/12/2013 02:00	58	-	56	56	59	61	54	-	52	55	57	61	60	87
	07/12/2013 03:00	58	-	57	57	59	61	54	-	52	56	56	62	61	90
	07/12/2013 04:00	57	-	57	57	59	61	53	-	53	59	57	61	61	92
	07/12/2013 05:00	58	-	57	57	60	62	54	-	55	60	57	62	61	90
	07/12/2013 06:00	59	-	58	57	60	63	55	-	56	60	57	61	61	86
	07/12/2013 07:00	60	-	58	57	61	63	56	-	55	58	57	61	62	75
	07/12/2013 08:00	60	-	58	58	63	64	60	-	56	57	58	61	60	70
	07/12/2013 09:00	61	-	57	57	62	66	60	-	56	58	58	60	60	64
	07/12/2013 10:00	60	-	58	58	62	65	62	-	55	56	60	61	61	59
	07/12/2013 11:00	59	-	60	58	62	63	60	-	55	57	58	61	62	59
	07/12/2013 12:00	60	-	59	59	62	64	56	-	57	59	58	61	60	60
	07/12/2013 13:00	58	-	57	60	60	62	51	-	57	58	55	58	58	72
	07/12/2013 14:00	57	53	56	65	59	61	50	-	52	53	52	57	57	85
	07/12/2013 15:00	58	56	62	63	60	61	47	-	54	57	59	64	63	87
	07/12/2013 16:00	63	61	65	65	62	64	58	-	56	58	64	66	68	86
	07/12/2013 17:00	64	64	64	64	63	66	60	-	58	59	65	68	69	88
	07/12/2013 18:00	63	62	64	63	63	66	59	-	60	59	64	66	67	89
	07/12/2013 19:00	62	66	63	63	61	64	58	-	59	61	62	66	67	91
	07/12/2013 20:00	63	64	62	62	61	63	58	-	57	60	62	67	68	88
	07/12/2013 21:00	62	62	62	62	61	63	57	-	57	61	61	67	67	90
	07/12/2013 22:00	63	61	61	61	62	63	57	-	57	61	62	67	67	91
	07/12/2013 23:00	63	62	62	61	62	64	56	-	58	60	60	65	65	86
	08/12/2013 00:00	63	60	61	61	61	64	56	-	57	60	61	65	66	85
	08/12/2013 01:00	60	57	60	60	60	64	54	-	56	59	58	61	61	85
	08/12/2013 02:00	61	59	61	61	61	63	56	-	56	59	58	63	63	85
	08/12/2013 03:00	64	61	60	60	61	64	56	-	56	59	59	63	64	88
	08/12/2013 04:00	66	62	61	60	63	65	56	-	57	59	59	64	65	90
	08/12/2013 05:00	65	62	62	61	64	65	57	-	57	60	61	66	65	91
	08/12/2013 06:00	65	63	62	61	64	65	57	-	58	61	61	66	67	79
	08/12/2013 07:00	68	64	62	61	66	66	60	-	59	61	61	66	67	76
	08/12/2013 08:00	67	63	62	61	66	67	62	-	59	61	60	65	66	71
	08/12/2013 09:00	65	62	61	61	65	66	61	-	59	62	61	65	65	66
	08/12/2013 10:00	63	62	64	62	64	66	60	-	59	61	59	64	64	62
	08/12/2013 11:00	64	60	61	61	64	66	58	-	58	61	59	64	64	57
	08/12/2013 12:00	63	60	61	62	64	64	55	-	58	60	62	59	60	63
	08/12/2013 13:00	60	58	58	60	62	63	49	-	57	59	56	59	58	68
	08/12/2013 14:00	56	55	57	59	61	64	46	-	55	58	54	56	57	79
	08/12/2013 15:00	61	58	61	63	58	60	45	-	56	58	60	61	64	81
	08/12/2013 16:00	65	62	65	66	64	66	59	-	59	60	63	64	68	83
	08/12/2013 17:00	66	62	66	66	64	65	61	-	60	61	63	70	69	84
	08/12/2013 18:00	67	62	67	65	64	66	61	-	60	61	64	71	70	89
	08/12/2013 19:00	67	64	67	65	64	65	61	-	60	61	63	66	70	83
	08/12/2013 20:00	67	64	66	66	64	66	62	-	61	61	65	69	72	84
	08/12/2013 21:00	65	63	65	64	64	66	61	-	61	61	63	67	69	87
	08/12/2013 22:00	64	62	64	62	63	65	61	-	61	63	61	64	65	88
	08/12/2013 23:00	66	63	64	62	63	65	60	-	59	61	60	66	66	90
09/12/2013 00:00	67	63	66	62	63	65	62	-	58	61	60	64	65	89	
09/12/2013 01:00	69	66	64	62	64	65	62	-	59	62	61	66	67	92	
09/12/2013 02:00	67	64	64	62	64	66	63	-	59	64	62	66	64	92	
09/12/2013 03:00	68	64	64	62	64	66	59	-	61	65	61	65	64	93	
09/12/2013 04:00	68	64	64	63	65	66	59	-	61	63	61	66	65	94	
09/12/2013 05:00	69	65	64	63	65	67	60	-	61	63	62	67	66	95	
09/12/2013 06:00	69	65	65	63	66	67	60	-	61	63	63	67	67	83	
09/12/2013 07:00	70	64	64	63	67	68	60	-	62	64	63	67	67	73	
09/12/2013 08:00	69	65	65	64	68	68	63	-	62	64	62	67	65	61	
09/12/2013 09:00	67	64	64	63	66	69	60	-	61	65	61	68	66	55	
09/12/2013 10:00	65	63	65	62	64	65	56	-	56	59	59	62	62	51	
09/12/2013 11:00	60	60	59	60	61	62	54	-	57	58	56	57	57	48	
09/12/2013 12:00	58	56	56	59	60	63	52	-	-	55	54	57	56	47	
09/12/2013 13:00	54	53	56	58	56	59	49	-	-	54	51	58	56	45	
09/12/2013 14:00	56	54	57	59	54	56	47	-	-	49	52	55	52	42	
09/12/2013 15:00	54	49	56	59	52	55	45	-	-	47	49	50	44	40	
09/12/2013 16:00	51	48	56	58	52	53	43	-	-	46	48	45	47	43	
09/12/2013 17:00	50	49	55	57	52	54	44	-	-	46	47	43	47	61	
09/12/2013 18:00	51	51	55	57	52	56	44	-	-	47	47	42	47	72	
09/12/2013 19:00	52	50	55	57	53	57	45	-	-	47	44	45	49	74	
09/12/2013 20:00	53	53	55	57	54	58	47	-	-	51	52	46	51	79	
09/12/2013 21:00	58	55	60	59	55	59	50	-	52	52	57	58	59	86	
09/12/2013 22:00	57	56	58	59	56	60	51	-	52	53	56	55	60	87	
09/12/2013 23:00	58	56	60	61	57	60	55	-	52	54	56	54	59	92	
10/12/2013 00:00	56	54	61	59	57	61	54	-	53	54	53	54	58	93	
10/12/2013 01:00	56	55	61	60	57	61	54	-	56	56	52	54	57	93	
10/12/2013 02:00	59	58	61	60	58	61	54	-	58	59	53	58	58	94	
10/12/2013 03:00	59	58	61	61	58	61	55	-	57	60	54	58	58	91	
10/12/2013 04:00	62	60	61	61	60	63	57	-	58	62	63	64	59	82	
10/12/2013 05:00	63	62	62	61	61	63	55	-	59	62	61	65	57	82	
10/12/2013 06:00	65	63	62	61	63	65	55	-	58	61	61	70	61	90	
10/12/2013 07:00	65	65	62	60	63	64	57	-	59	61	61	74	61	89	
10/12/2013 08:00	68	71	64	62	64	66	61	-	61	64	64	72	65	82	
10/12/2013 09:00	69	66	64	62	65	67	63	-	61	64	65	68	64	87	
10/12/2013 10:00	68	65	64	62	66	68	64	-	66	63	65	71	63	86	
10/12/2013 11:00	67	67	66	63	67	69	65	-	-	64	66	74	65	81	
10/12/2013 12:00	70	69	64	63	73	71	62	-	69	65	69	77	67	71	
10/12/2013 13:00	69	66	64	62	70	70	63	-	65	65	65	74	65	68	
10/12/2013 14:00	69	68	63	63	72	70	63	-	67	69	64	72	64	68	
10/12/2013 15:00	69	64	63	63	69	70	62	-	64	67	61	70	62	73	
10/12/2013 16:00	64	62	61	62	66	68	60	-	62	65	61	65	61	77	
10/12/2013 17:00	64	63	62	62											

TEMPERATURA DE GLOBO (°C)															
	Bairro		Cerqueira César		Aclimação		Vila Ida		Freguesia do Ó		Rio Pequeno		Brooklyn Novo	Pinheiros	
	Ambiente	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Copa	Estar	Dorm.	
a b r i l	20/04/2013 00:00	23	24	22,6	22	21,7	20,7	22,1	22	24,3	23,5	21,6	20,8	20,4	
	20/04/2013 01:00	23	23,8	22,5	21,8	21,6	20,5	22,2	22	24,6	23,5	21,6	20,2	20,3	
	20/04/2013 02:00	22,9	23,7	22,4	21,6	21,4	20,3	21,8	21,9	24,6	23,5	21,3	19,9	20,2	
	20/04/2013 03:00	22,8	23,7	22,2	21,5	21,2	20,1	21,6	21,8	24,4	23,3	21,1	19,8	20,1	
	20/04/2013 04:00	22,7	23,6	22,1	21,3	21	19,9	21,6	21,9	24,3	23,2	20,8	19,7	19,9	
	20/04/2013 05:00	22,7	23,5	22	21,2	20,8	19,7	21,3	21,6	24,1	23	20,5	19,9	19,8	
	20/04/2013 06:00	22,5	23,3	22	21,2	20,7	19,5	21,1	21,4	23,9	22,9	20,4	19,6	19,7	
	20/04/2013 07:00	22,6	23,4	22,1	21,3	20,5	19,3	20,9	21	23,6	22,7	20,2	19,5	19,6	
	20/04/2013 08:00	22,4	23,4	22,6	21,5	20,3	19,1	19,7	20,5	24,2	22,7	20,9	20	19,7	
	20/04/2013 09:00	22,3	23,2	22,9	21,6	20,4	19	20,1	20,3	24,2	22,8	21,1	20,2	19,7	
	20/04/2013 10:00	22,3	23,3	23	21,7	20,5	19,1	21	20,5	24,4	23	21,1	20,3	19,8	
	20/04/2013 11:00	22,3	23,4	23	22	21	19,5	22	21,2	24,7	23,2	21,4	20,1	19,8	
	20/04/2013 12:00	22,6	23,7	23,1	22,2	21,5	20	22,7	21,6	25,1	23,6	21,7	20	19,8	
	20/04/2013 13:00	22,9	24,4	23,2	22,4	22,1	20,6	22,5	22,4	25,4	23,6	22,3	20,3	19,9	
	20/04/2013 14:00	23,1	25,2	23,3	22,7	22,5	21,2	22,5	23,2	25,7	23,8	22,3	20,5	20	
	20/04/2013 15:00	23,3	25,7	23,2	22,8	23	21,6	22,3	22,5	25,8	24,1	22,1	20,6	20,1	
	20/04/2013 16:00	23,4	25,9	23,1	22,9	23,1	21,7	22,6	23,2	25,8	24	22,1	21,1	20,2	
	20/04/2013 17:00	23,1	24,8	22,8	22,7	22,7	21,8	22,5	22,9	25,3	23,8	22	21	20,3	
	20/04/2013 18:00	22,8	24,1	22,7	22,5	22,5	21,7	22	22,5	25,1	23,7	21,8	20,4	20,1	
	20/04/2013 19:00	23,1	24,6	22,6	22,4	22,2	21,5	21,9	22,4	24,6	23,5	21,8	20,8	20,7	
	20/04/2013 20:00	23,1	24,3	22,6	22,3	22,1	21,4	22,1	22,4	24,8	23,5	21,6	20,7	19,9	
	20/04/2013 21:00	23,1	24,8	22,6	22,3	22	21,6	22,1	22,3	24,7	23,4	21,3	20,7	19,9	
	20/04/2013 22:00	23,1	24,6	22,6	22,2	21,8	21	22,3	22,3	24,4	23,3	21,3	20,6	19,6	
	20/04/2013 23:00	23,2	24,7	22,5	22,1	21,7	20,8	22	22,2	24,3	23,1	21,2	20,3	19,7	
	21/04/2013 00:00	23,1	24,4	22,5	21,9	21,5	20,5	21,9	22,1	24,1	23,2	21,1	20,1	19,6	
	21/04/2013 01:00	22,9	24,4	22,3	21,7	21,3	20,3	21,7	21,9	24	23	21,1	19,9	19,5	
	21/04/2013 02:00	22,9	24	22,2	21,5	21,1	20,1	21,7	22,1	23,4	22,9	21	19,8	19,4	
	21/04/2013 03:00	22,9	24	22,1	21,3	20,9	19,8	21,6	21,9	24	23,1	20,6	19,7	19,3	
	21/04/2013 04:00	22,8	24,1	22	21,2	20,7	19,7	21,3	21,8	24,1	22,9	20,4	19,6	19,2	
	21/04/2013 05:00	22,7	24	22	21,2	20,6	19,5	21,2	21,7	23,9	22,8	20,2	19,5	19,2	
	21/04/2013 06:00	22,7	24	21,9	21	20,4	19,2	21	21,6	23,8	22,6	20	19,4	19	
	21/04/2013 07:00	22,6	23,9	22	21	20,2	19	19,5	20,5	23,7	22,5	20	19,3	19	
	21/04/2013 08:00	22,3	23,5	22,2	21	20,1	18,7	18,8	20,1	24,1	22,4	20,3	19,4	19	
	21/04/2013 09:00	22,3	23,4	22,7	21,4	20,1	18,7	19,7	20,1	23,9	22,4	20,4	19,6	19,1	
	21/04/2013 10:00	22,3	23,3	23	21,6	20,4	18,8	21	20,5	24	22,5	20,9	19,7	19,3	
	21/04/2013 11:00	23,2	24	22,9	21,7	20,6	19,1	21,8	21	24,4	22,7	21,1	19,9	19,4	
	21/04/2013 12:00	23,1	24,3	23	21,8	20,9	19,5	22,7	22,3	24,5	22,8	21,6	19,9	19,5	
	21/04/2013 13:00	23	24,3	23	22,1	21,3	20	22,4	22,3	24,8	23,1	21,6	20	19,8	
	21/04/2013 14:00	23,2	25,1	23,1	22,3	21,6	20,3	22,4	22,4	25,1	23,3	22	20,1	20,1	
	21/04/2013 15:00	23,3	25,1	22,9	22,2	22	20,7	22,4	22,4	25,1	23,4	21,7	20,2	20,3	
	21/04/2013 16:00	23,2	24,8	22,7	22	22,1	20,8	22,2	22,2	25,2	23,3	21,6	20,3	20,6	
	21/04/2013 17:00	23,3	24,8	22,6	22	21,9	20,9	22,1	22,2	25,1	23,3	21,4	20,4	20,3	
	21/04/2013 18:00	22,9	23,8	22,3	21,9	21,7	20,9	22	22,1	25,1	23,4	21,4	20,1	20	
	21/04/2013 19:00	22,9	24,7	22,4	21,8	21,6	20,8	22,1	22,1	24,9	23,3	21,3	20,4	20,7	
	21/04/2013 20:00	22,9	24,2	22,4	21,7	21,5	20,6	22	22	24,8	23,3	21,7	20,5	21	
	21/04/2013 21:00	22,9	24,4	22,3	21,7	21,5	20,5	22	21,9	24,5	23,1	21,4	20,9	20,4	
	21/04/2013 22:00	23	24,4	22,3	21,6	21,3	20,3	22	21,9	24,4	23	21,4	20,4	21	
	21/04/2013 23:00	22,9	24,2	22,2	21,6	21,2	20,2	21,7	21,8	24,5	23,1	21,2	20	21,2	
22/04/2013 00:00	22,9	24	22,1	21,5	21	20	21,9	21,9	24,4	23	21,2	20,2	20,9		
22/04/2013 01:00	22,7	24	22	21,4	20,8	19,8	21,7	21,7	24,2	23	21,2	19,6	20,5		
22/04/2013 02:00	22,9	23,8	21,9	21,1	20,7	19,7	21,6	21,8	24,3	22,9	21,2	19,4	20,5		
22/04/2013 03:00	22,6	23,7	21,8	21	20,6	19,6	21,4	21,7	24,1	22,9	21,2	19,3	20,5		
22/04/2013 04:00	22,7	24,1	21,8	20,8	20,5	19,4	21,3	21,6	24,1	22,9	20,9	19,2	20,4		
22/04/2013 05:00	22,7	24	21,7	20,8	20,4	19,3	21,2	21,4	23,9	22,8	20,8	19,1	20,3		
22/04/2013 06:00	22,6	23,6	21,6	20,6	20,2	19	21,1	21,4	23,8	22,7	20,8	19	20,3		
22/04/2013 07:00	22,5	23,4	21,7	20,7	20,2	18,9	21	21,3	23,8	22,6	20,9	19,1	20,2		
22/04/2013 08:00	22,4	23,3	21,8	20,7	20,1	18,8	19,8	20,5	23,7	22,5	20,8	19,2	20,2		
22/04/2013 09:00	22,3	23,2	22,5	21,2	20,1	18,7	19,8	20,3	23,9	22,5	21,4	19,3	19,4		
22/04/2013 10:00	22,3	23,2	22,4	21	20,2	18,8	21	20,8	23,9	22,8	21,3	19,5	20,1		
22/04/2013 11:00	22,4	23,4	22,6	21,3	20,6	19,1	21,6	21,3	24,2	22,8	21,5	19,8	20,3		
22/04/2013 12:00	22,5	23,8	22,8	21,5	21,1	19,4	21,6	21,2	24,4	23	21,8	20	20,4		
22/04/2013 13:00	22,7	24,3	22,8	21,7	21,2	19,8	23,4	22,7	24,9	23,2	22,1	19,9	20,5		
22/04/2013 14:00	22,7	23,9	22,5	21,7	21,4	20,1	22,7	22,1	25	23,8	21,9	19,9	20,2		
22/04/2013 15:00	23,2	25	22,4	21,8	21,8	20,4	21,7	21,5	24,9	23,5	21,6	20,1	20,2		
22/04/2013 16:00	22,9	24,6	22,3	21,7	21,7	20,4	21,9	21,2	24,7	23,3	21,7	20,2	20,3		
22/04/2013 17:00	22,9	24,5	22,1	21,7	21,5	20,5	22,3	21	24,3	23,3	21,5	20,2	20,4		
22/04/2013 18:00	22,7	22,8	22,1	21,5	21,4	20,4	21,9	21,5	24,7	23,4	21,4	20	20,1		
22/04/2013 19:00	22,5	22,8	22,1	21,5	21,2	20,3	21,8	21,6	24,5	23,3	21,5	19,9	20,1		
22/04/2013 20:00	22,7	22,2	22,2	21,5	21,2	20,2	22	21,7	24,5	23,2	21,2	20,2	21,5		
22/04/2013 21:00	22,5	22,4	22,1	21,4	21	20,1	21,9	21,6	24,3	23,2	21,1	20,7	21,1		
22/04/2013 22:00	22,3	22,8	22	21,3	21	20	21,8	21,7	24,4	23,1	21	20,2	20,9		
22/04/2013 23:00	22,4	22,5	22	21,2	20,9	19,8	21,7	21,5	24,4	23,1	20,9	19,9	21		
23/04/2013 00:00	22,2	22,7	21,9	21,1	20,7	19,7	21,7	21,5	24,1	22,9	20,9	19,9	20,6		
23/04/2013 01:00	22,3	22,7	21,8	21	20,6	19,5	21,5	21,4	24,1	23,1	21	19,7	20,5		
23/04/2013 02:00	22,2	22,6	21,8	21	20,5	19,4	21,4	21,4	24,1	22,9	20,9	19,6	20,5		
23/04/2013 03:00	22,3	23	21,7	20,9	20,4	19,3	21,3	21,3	24	22,8	20,7	19,6	20,4		
23/04/2013 04:00	22,3	22,9	21,6	20,8	20,2	19,1	21,1	21,3	23,9	22,7	20,6	19,5			

TEMPERATURA DE GLOBO (°C)															
	Residência		Cerqueira César		Aclimação		Vila Ida		Freguesia do Ó		Rio Pequeno		Brooklyn Novo	Pinheiros	
	Ambiente	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Jantar	Estar	Dorm.	
dezembro	07/12/2013 00:00	25,6	26,7	26,7	26,4	27	26,2	27,4	-	29	28,1	25,7	23,1	24	
	07/12/2013 01:00	25,2	-	26,7	26,3	26,8	25,9	27,3	-	29,2	28,1	25,7	23,2	23,9	
	07/12/2013 02:00	25,2	-	26,7	26,3	26,6	25,7	27,4	-	29,2	27,9	25,6	23,8	24,3	
	07/12/2013 03:00	25,4	-	26,6	26,1	26,4	25,5	27,3	-	28,7	27,9	25,8	23,7	24,2	
	07/12/2013 04:00	25,4	-	26,5	26	26,2	25,3	27,4	-	28,5	28	25,8	24,3	24,4	
	07/12/2013 05:00	25,4	-	26,5	26	26,1	25,1	27,2	-	28,4	27,9	25,8	24	24,1	
	07/12/2013 06:00	25	-	26,4	26	25,8	25	27	-	28,1	28	25,7	23,9	24,2	
	07/12/2013 07:00	24,7	-	26,4	25,9	25,7	24,8	26,7	-	27,8	27,7	25,6	23,8	24	
	07/12/2013 08:00	24,4	-	26,4	25,9	25,7	24,7	25,2	-	27,8	27,7	25,3	24	24,3	
	07/12/2013 09:00	24,5	-	26,5	25,9	25,6	24,6	25,2	-	27,9	27,6	25,5	24,3	24,4	
	07/12/2013 10:00	24,7	-	26,3	25,8	25,8	24,6	25	-	28	27,5	25,8	24,5	24,6	
	07/12/2013 11:00	25,3	-	26	26	26,2	24,9	26,2	-	28,4	27,9	26,4	24,8	24,8	
	07/12/2013 12:00	25,5	-	26,4	26,3	26,7	25,3	27,2	-	29,1	28,2	26,6	25,1	25,3	
	07/12/2013 13:00	26	-	26,7	26,6	27,3	25,8	28,1	-	29	28,3	26,8	25,8	25,9	
	07/12/2013 14:00	26,2	27,9	27,1	26,9	27,6	26,3	28,8	-	29,7	28,8	27,4	26	26,1	
	07/12/2013 15:00	26,4	28	27,2	27	28,1	27	29,2	-	30,2	29	27,5	26,2	26,1	
	07/12/2013 16:00	26,3	28,1	26,6	26,4	28,3	27,2	28,6	-	30	28,8	26,6	26	25,4	
	07/12/2013 17:00	25,9	26,4	26,4	26	27,9	27	28,2	-	29,9	28,8	25,9	25,1	24,9	
	07/12/2013 18:00	25,8	26,3	26,1	25,8	27,8	26,9	28,1	-	29,5	28,7	25,5	24,8	24,7	
	07/12/2013 19:00	25,8	25,4	26	25,7	27,6	26,8	27,8	-	29,2	28,5	25,4	25,2	24,5	
	07/12/2013 20:00	25,6	25,3	26,2	25,7	27,5	26,6	27,7	-	29	28,4	25,5	24,6	24,2	
	07/12/2013 21:00	25,6	26,1	26,2	25,8	27,3	26,6	27,8	-	28,8	28,2	25,8	24,3	24,3	
	07/12/2013 22:00	25,5	26,4	26,2	25,8	27,2	26,4	27,9	-	28,6	28,1	25,8	24,3	24,4	
	07/12/2013 23:00	25	26,2	26,2	25,8	27	26,2	27,8	-	28,4	28	25,6	24	24	
	08/12/2013 00:00	25,1	26,3	26,2	25,8	26,9	26,1	27,7	-	28,4	27,9	25,6	24,5	24,4	
	08/12/2013 01:00	24,9	26,2	26,2	25,7	26,7	25,8	27,6	-	28,3	27,8	25,8	24,7	24,2	
	08/12/2013 02:00	24,8	26	26,1	25,7	26,4	25,7	27,2	-	28,2	27,6	25,5	24,1	24,1	
	08/12/2013 03:00	24,5	25,8	26	25,6	26,3	25,5	27,5	-	28,1	27,5	25,8	24,2	24	
	08/12/2013 04:00	24,3	25,8	25,9	25,5	26,2	25,4	27,5	-	28,1	27,4	25,8	24,1	23,9	
	08/12/2013 05:00	24,7	26	25,9	25,5	26,1	25,2	27,3	-	28	27,4	25,7	23,9	23,9	
	08/12/2013 06:00	24,5	25,3	25,9	25,4	25,9	25,1	27,2	-	27,9	27,3	25,6	23,9	23,8	
	08/12/2013 07:00	24,2	25,6	25,9	25,4	25,8	24,9	26,2	-	27,9	27,2	25,5	23,9	23,7	
	08/12/2013 08:00	24,4	25,8	26	25,5	25,8	24,9	26,2	-	27,9	27,1	25,9	24,4	24,1	
	08/12/2013 09:00	25	26,1	26,1	25,5	26	24,9	26,3	-	27,9	27,1	25,9	24,6	24,5	
	08/12/2013 10:00	25,2	26,5	26	25,8	26,3	25,1	26,8	-	28,1	27,2	26,2	24,8	24,9	
	08/12/2013 11:00	25,4	26,8	26,2	26,1	26,5	25,3	27,4	-	28,6	27,5	26,4	25,2	25,3	
	08/12/2013 12:00	25,6	27	26,5	26,3	26,9	25,7	28	-	28,9	27,7	26,8	25,7	25,8	
	08/12/2013 13:00	25,9	27,3	26,9	26,6	27,3	26,1	28,8	-	29,2	28	27	26	26,1	
	08/12/2013 14:00	26,2	27,7	27,1	26,8	27,6	26,4	29,8	-	29,4	28,2	27,7	26,4	26,3	
	08/12/2013 15:00	26,3	27,6	26,8	26,9	28,1	26,9	29,9	-	29,7	28,4	27,8	27,1	26,2	
	08/12/2013 16:00	26,4	28,1	26,9	27	28,4	27,6	29,1	-	29,9	28,7	27,4	27,3	26,2	
	08/12/2013 17:00	26,3	28,1	26,8	26,8	28,6	27,7	28,2	-	30	28,7	27	25,5	25,7	
	08/12/2013 18:00	26,2	27,4	26,4	26,6	28,4	27,6	28,1	-	30	28,8	26,6	24,9	25,3	
	08/12/2013 19:00	26	27,2	26,4	26,5	28,2	27,5	27,9	-	29,8	28,7	26,5	25,7	25,2	
	08/12/2013 20:00	25,9	27,1	26,4	26,4	28,2	27,6	27,3	-	29,5	28,6	26,6	25,7	25,1	
	08/12/2013 21:00	25,8	26,9	26,3	26,4	28,2	27,5	27,2	-	29,3	28,5	26,8	25,3	24,9	
	08/12/2013 22:00	25,8	26,7	26,3	26,3	28,1	27,3	27	-	29,2	28,4	26,8	25,7	25,1	
	08/12/2013 23:00	25,8	27	26,2	26,3	28	27,2	27,5	-	28,7	28,3	26,9	25,7	25,3	
	09/12/2013 00:00	25,3	26,9	26,1	26,2	27,8	27	27,1	-	28,7	28,1	26,7	25,6	25,3	
	09/12/2013 01:00	25,1	26,7	26,2	26,2	27,6	26,9	26,9	-	28,7	28,1	26,7	25,4	25,8	
09/12/2013 02:00	25,1	26,9	26,2	26,2	27,5	26,8	26,3	-	28,9	28,1	26,7	25,3	26,2		
09/12/2013 03:00	24,8	26,7	26,2	26,2	27,4	26,6	27,6	-	28,9	28,1	26,5	25,1	26		
09/12/2013 04:00	24,7	26,6	26,2	26,1	27,1	26,3	27,6	-	28,7	27,9	26,5	25,1	25,9		
09/12/2013 05:00	24,6	26,6	26	25,9	26,9	26,1	27,6	-	28,5	27,7	26,5	24,9	25,7		
09/12/2013 06:00	24,9	26,8	26	26	26,8	25,9	27,6	-	28,4	27,6	26,2	24,8	25,6		
09/12/2013 07:00	24,9	26,7	26,1	26	26,7	25,8	27,4	-	28,4	27,5	26,2	24,9	25,5		
09/12/2013 08:00	24,9	26,6	26,1	26	26,7	25,7	26,9	-	28,3	27,5	26,6	25,4	25,8		
09/12/2013 09:00	25,4	26,8	26,2	26,1	26,9	25,7	26,9	-	28,5	27,5	26,7	25,3	25,8		
09/12/2013 10:00	25,6	27	26,2	26,1	27,3	26,1	28,1	-	28,6	27,5	27,2	26	26,3		
09/12/2013 11:00	26,3	27,6	26,9	26,5	27,9	26,6	29,1	-	28,9	27,8	27,7	27,1	27,4		
09/12/2013 12:00	26,7	28	27,6	26,9	28,7	27,2	29,9	-	-	28,6	28,2	27,3	28		
09/12/2013 13:00	27,2	28,9	27,5	27,2	29,4	27,8	30,9	-	-	29,2	28,6	27,2	27,8		
09/12/2013 14:00	27,5	29,2	27,4	27,4	29,8	28,5	31	-	-	29,6	28,6	28	28,4		
09/12/2013 15:00	27,8	29,8	27,4	27,5	30,6	29	31,8	-	-	30,1	29,1	29	30,6		
09/12/2013 16:00	27,9	30,1	27,4	27,5	30,8	29,5	32,2	-	-	30,3	29,7	29,7	30,2		
09/12/2013 17:00	28,1	30	27,6	27,7	31	29,7	32,4	-	-	30,5	30	31	31,4		
09/12/2013 18:00	28,1	29,8	27,6	27,7	31,1	30	32,4	-	-	30,6	30,1	31,9	31,5		
09/12/2013 19:00	28	29,9	27,5	27,7	31,1	30,1	32	-	-	30,6	30,4	30,4	30,2		
09/12/2013 20:00	27,9	29,7	27,5	27,7	31	30,1	31,7	-	-	30,7	30	30,3	29,6		
09/12/2013 21:00	27,9	29,9	27,5	27,8	31,1	30,2	31,5	-	31,8	30,4	29,6	29,3	29,1		
09/12/2013 22:00	27,6	29,6	27,6	27,8	31,1	30,2	30,9	-	31,7	30,4	29,5	29,4	29,3		
09/12/2013 23:00	27,5	29,2	27,5	27,7	31,1	30,2	31,3	-	31,4	30,2	29,3	29,5	29,2		
10/12/2013 00:00	27,3	29	27,5	27,6	30,9	30,2	31,2	-	31	30	29,3	28,9	29,9		
10/12/2013 01:00	27,4	28,8	27,5	27,7	30,9	30	31,2	-	31,4	30	29,2	28,5	29,6		
10/12/2013 02:00	27,5	29	27,5	27,7	30,8	29,9	31,1	-	31,4	30,1	29,2	28,6	29,6		
10/12/2013 03:00	27,5	28,6	27,5	27,7	30,7	29,8	31,2	-	31,1	29,9	29,2	28,2	29,4		
10/12/2013 04:00	27,4	28,6	27,5	27,7	30,6	29,6	31	-	31	30	28,7	27,6	29,3		
10/12/2013 05:00	27,2	28,3	27,4	27,5	30,4	29,5	30,9	-	30,8	29,8	28,9	27	28,8		
10/12/2013 06:00	26,6	28,4	27,2	27,5	30,2	29,2	30,6	-	30,4	29,7	28,4	26,2	28,2		
10/12/2013 07:00	26,5	27,4	27,2	27,4	29,9	28,9	30,4	-	30,3						

TEMPERATURA RADIANTE MÉDIA (TRM)																
	Residência		Cerqueira César		Aclimação		Vila Ida		Freguesia do Ó		Rio Pequeno		Brooklyn Novo		Pinheiros	
	Ambiente	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Jantar	Estar	Dorm.		
a b r i l	20/04/2013 00:00	23,3	24,4	22,8	22,2	22,1	20,8	22,3	22,1	24,5	23,5	21,6	20,9	20,4		
	20/04/2013 01:00	23,3	24,1	22,8	21,9	22,0	20,6	22,5	22,1	24,6	23,5	21,6	20,2	20,3		
	20/04/2013 02:00	23,3	24,0	22,6	21,7	21,9	20,5	22,0	22,1	24,7	23,5	21,3	19,9	20,2		
	20/04/2013 03:00	23,2	24,1	22,4	21,6	21,6	20,2	21,8	21,9	24,5	23,3	21,1	19,8	20,1		
	20/04/2013 04:00	23,1	24,0	22,4	21,5	21,4	20,0	21,9	22,1	24,4	23,2	20,8	19,7	19,9		
	20/04/2013 05:00	23,2	23,8	22,2	21,3	21,2	19,8	21,6	21,6	24,3	23,0	20,5	19,9	19,8		
	20/04/2013 06:00	22,9	23,6	22,3	21,3	21,1	19,6	21,4	21,5	24,1	22,9	20,4	19,6	19,7		
	20/04/2013 07:00	23,1	23,6	22,3	21,4	21,0	19,5	21,3	21,1	23,8	22,8	20,2	19,5	19,6		
	20/04/2013 08:00	22,8	23,7	22,8	21,6	20,6	19,3	20,1	20,6	24,3	22,7	20,9	20,0	19,7		
	20/04/2013 09:00	22,8	23,4	23,0	21,7	20,8	19,1	20,3	20,6	24,3	22,8	21,2	20,4	19,7		
	20/04/2013 10:00	22,7	23,5	23,2	21,8	20,9	19,2	21,2	20,6	24,4	23,1	21,2	20,4	19,8		
	20/04/2013 11:00	22,7	23,6	23,3	22,1	21,3	19,5	22,2	21,2	24,7	23,5	21,4	20,1	19,8		
	20/04/2013 12:00	22,9	23,8	23,2	22,3	21,8	20,0	23,5	21,8	25,1	23,9	21,9	20,0	19,8		
	20/04/2013 13:00	23,0	24,6	23,5	22,6	22,3	20,7	23,1	22,7	25,4	23,8	22,4	20,3	19,9		
	20/04/2013 14:00	23,2	25,5	23,6	22,9	22,6	21,3	22,5	23,3	25,7	24,0	22,4	20,5	20,0		
	20/04/2013 15:00	23,5	26,1	23,4	23,2	23,1	21,7	22,3	22,5	25,9	24,5	22,2	20,7	20,1		
	20/04/2013 16:00	23,6	26,6	23,3	23,3	23,2	21,9	22,7	23,5	25,8	24,1	22,2	21,1	20,2		
	20/04/2013 17:00	23,3	25,4	23,1	23,1	23,0	22,1	22,7	23,0	25,4	23,9	22,1	21,0	20,3		
	20/04/2013 18:00	23,1	24,9	22,9	22,8	22,9	22,0	22,3	22,7	25,3	23,8	21,8	20,4	20,1		
	20/04/2013 19:00	23,3	25,0	22,8	22,8	22,6	21,8	22,1	22,6	24,8	23,6	21,8	20,8	20,7		
	20/04/2013 20:00	23,5	24,6	22,8	22,7	22,4	21,6	22,3	22,6	24,9	23,5	21,6	20,8	19,9		
	20/04/2013 21:00	23,3	25,2	22,8	22,7	22,4	21,9	22,2	22,4	24,8	23,4	21,3	20,8	19,9		
	20/04/2013 22:00	23,4	24,9	22,8	22,6	22,1	21,2	22,5	22,5	24,5	23,3	21,3	20,7	19,6		
	20/04/2013 23:00	23,5	25,1	22,7	22,4	22,1	21,0	22,2	22,3	24,4	23,1	21,2	20,3	19,7		
	21/04/2013 00:00	23,5	24,9	22,7	22,1	21,9	20,6	22,1	22,2	24,2	23,2	21,1	20,1	19,6		
	21/04/2013 01:00	23,1	24,8	22,6	21,9	21,8	20,4	21,9	22,0	24,1	23,0	21,1	19,9	19,5		
	21/04/2013 02:00	23,2	24,4	22,5	21,7	21,5	20,2	22,0	22,2	23,5	22,9	21,0	19,8	19,4		
	21/04/2013 03:00	23,2	24,5	22,4	21,5	21,3	19,9	21,9	22,1	24,2	23,1	20,6	19,7	19,3		
	21/04/2013 04:00	23,3	24,5	22,3	21,4	21,1	19,8	21,5	21,9	24,1	22,9	20,4	19,6	19,2		
	21/04/2013 05:00	23,1	24,3	22,2	21,3	21,0	19,6	21,6	21,8	23,9	22,8	20,2	19,5	19,2		
	21/04/2013 06:00	23,2	24,4	22,2	21,1	20,8	19,4	21,3	21,7	23,8	22,6	20,0	19,4	19,0		
	21/04/2013 07:00	23,0	24,3	22,2	21,1	20,5	19,2	20,3	20,7	23,7	22,5	20,0	19,3	19,0		
	21/04/2013 08:00	22,7	23,8	22,5	21,1	20,6	18,9	19,4	20,3	24,2	22,4	20,3	19,4	19,0		
	21/04/2013 09:00	22,8	23,8	22,8	21,5	20,4	18,9	20,0	20,2	24,0	22,4	20,4	19,6	19,1		
	21/04/2013 10:00	22,5	23,5	23,2	21,7	20,8	18,8	21,1	20,7	24,1	22,5	21,0	19,7	19,3		
	21/04/2013 11:00	23,3	24,2	23,1	21,8	21,0	19,1	21,9	21,1	24,5	22,9	21,1	19,9	19,4		
	21/04/2013 12:00	23,4	24,6	23,2	21,9	21,1	19,6	22,9	22,5	24,6	23,0	21,7	19,9	19,5		
	21/04/2013 13:00	23,2	24,6	23,2	22,3	21,5	20,1	22,7	22,8	24,8	23,2	21,6	20,0	20,0		
	21/04/2013 14:00	23,4	25,4	23,3	22,5	21,7	20,4	22,5	22,6	25,1	23,4	22,4	20,1	20,1		
	21/04/2013 15:00	23,4	25,7	23,1	22,5	22,0	20,8	22,4	22,4	25,2	23,5	21,9	20,2	20,3		
	21/04/2013 16:00	23,3	25,3	23,0	22,3	22,2	20,9	22,3	22,4	25,3	23,5	21,6	20,3	20,7		
	21/04/2013 17:00	23,6	25,2	22,8	22,2	22,2	21,2	22,2	22,4	25,2	23,4	21,5	20,4	20,3		
	21/04/2013 18:00	23,2	24,5	22,5	22,2	22,0	21,1	22,1	22,2	25,2	23,4	21,5	20,1	20,0		
	21/04/2013 19:00	23,2	25,2	22,7	22,1	22,0	21,2	22,3	22,3	25,0	23,4	21,3	20,4	20,8		
	21/04/2013 20:00	23,2	24,5	22,7	22,0	21,8	20,7	22,2	22,2	24,9	23,3	21,7	20,5	21,0		
	21/04/2013 21:00	23,1	24,8	22,5	22,0	21,8	20,6	22,2	22,1	24,6	23,1	21,4	20,9	20,4		
	21/04/2013 22:00	23,3	24,8	22,5	21,8	21,7	20,4	22,2	22,0	24,4	23,0	21,4	20,4	21,0		
	21/04/2013 23:00	23,2	24,7	22,4	21,7	21,5	20,3	21,8	21,9	24,6	23,1	21,2	20,0	21,3		
	22/04/2013 00:00	23,3	24,5	22,3	21,6	21,4	20,1	22,1	22,0	24,5	23,0	21,2	20,2	21,0		
	22/04/2013 01:00	23,0	24,5	22,2	21,6	21,1	19,9	21,9	21,8	24,3	23,0	21,2	19,6	20,5		
22/04/2013 02:00	23,3	24,2	22,1	21,2	21,1	19,8	21,9	21,9	24,4	22,9	21,2	19,4	20,6			
22/04/2013 03:00	23,0	24,1	22,0	21,1	21,0	19,8	21,6	21,8	24,1	22,9	21,2	19,3	20,5			
22/04/2013 04:00	23,0	24,5	22,1	20,9	20,8	19,6	21,5	21,7	24,2	22,9	20,9	19,2	20,5			
22/04/2013 05:00	23,1	24,4	22,0	20,9	20,8	19,5	21,5	21,5	24,0	22,8	20,8	19,1	20,3			
22/04/2013 06:00	22,9	24,0	21,9	20,7	20,5	19,2	21,4	21,5	23,9	22,7	20,8	19,0	20,3			
22/04/2013 07:00	22,8	23,6	21,9	20,7	20,5	19,1	21,3	21,4	23,9	22,6	20,9	19,1	20,2			
22/04/2013 08:00	22,8	23,4	22,0	20,7	20,5	19,0	20,3	20,6	23,8	22,5	20,9	19,2	20,2			
22/04/2013 09:00	22,6	23,4	22,6	21,3	20,5	18,9	20,2	21,0	24,0	22,5	21,4	19,3	19,4			
22/04/2013 10:00	22,6	23,3	22,6	21,0	20,6	18,9	21,2	20,8	24,0	22,9	21,3	19,5	20,1			
22/04/2013 11:00	22,8	23,8	22,8	21,4	20,8	19,1	21,7	21,4	24,2	22,9	21,5	19,8	20,3			
22/04/2013 12:00	22,8	24,2	22,9	21,5	21,2	19,4	21,6	21,4	24,5	23,1	21,8	20,0	20,4			
22/04/2013 13:00	22,9	24,6	23,0	21,8	21,4	19,9	23,5	22,9	25,0	23,4	22,1	19,9	20,5			
22/04/2013 14:00	23,0	24,3	22,7	21,9	21,6	20,2	22,8	22,2	25,1	23,9	22,0	19,9	20,2			
22/04/2013 15:00	23,5	25,3	22,7	22,1	21,9	20,5	21,8	21,5	25,0	23,8	21,6	20,1	20,2			
22/04/2013 16:00	23,0	25,2	22,6	22,0	21,9	20,6	22,1	21,4	24,8	23,5	21,7	20,2	20,3			
22/04/2013 17:00	23,2	25,3	22,4	22,0	21,8	20,8	22,6	21,2	24,4	23,3	21,5	20,2	20,5			
22/04/2013 18:00	23,1	22,9	22,3	21,8	21,8	20,6	22,1	21,6	24,8	23,4	21,4	20,0	20,1			
22/04/2013 19:00	22,9	22,9	22,2	21,8	21,6	20,4	22,0	21,7	24,6	23,3	21,5	19,9	20,1			
22/04/2013 20:00	23,2	22,7	22,4	21,7	21,5	20,4	22,2	21,8	24,6	23,2	21,2	20,2	21,5			
22/04/2013 21:00	23,0	22,4	22,3	21,7	21,3	20,3	22,1	21,7	24,3	23,2	21,1	20,7	21,1			
22/04/2013 22:00	22,8	23,0	22,2	21,5	21,4	20,3	22,1	21,8	24,4	23,1	21,0	20,2	20,9			
22/04/2013 23:00	22,8	22,7	22,2	21,4	21,3	20,0	21,9	21,6	24,4	23,1	20,9	19,9	21,1			
23/04/2013 00:00	22,5	22,9	22,1	21,3	21,0	19,9	22,0	21,6	24,5	22,9	20,9	19,9	20,7			
23/04/2013 01:00	22,8	23,0	22,0	21,1	21,0	19,6	21,7	21,5	24,1	23,1	21,0	19,7	20,5			
23/04/2013 02:00	22,8	22,9	22,0	21,1	20,8	19,6	21,7	21,5	24,2	22,9	20,9	19,6	20,6			
23/04/2013 03:00	22,7	23,3	22,0	21,0	20,8											

TEMPERATURA RADIANTE MÉDIA, TRM (°C)															
	Residência	Cerqueira César		Aclimação		Vila Ida		Freguesia do Ó		Rio Pequeno		Brooklyn Novo		Pinheiros	
	Ambiente	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Jantar	Estar	Dorm.	
dezembro	07/12/2013 00:00	25,9	-	26,8	26,5	27,3	26,4	27,5	-	29,0	28,2	25,7	23,2	24,2	
	07/12/2013 01:00	25,6	-	26,8	26,3	27,1	26,0	27,4	-	29,3	28,2	25,7	23,2	23,9	
	07/12/2013 02:00	25,5	-	26,8	26,4	26,9	25,9	27,5	-	29,3	28,0	25,6	23,8	24,4	
	07/12/2013 03:00	25,6	-	26,8	26,2	26,7	25,7	27,4	-	28,8	28,0	25,8	23,7	24,3	
	07/12/2013 04:00	25,6	-	26,6	26,1	26,5	25,4	27,4	-	28,7	28,1	25,8	24,3	24,5	
	07/12/2013 05:00	25,5	-	26,7	26,0	26,5	25,2	27,3	-	28,5	28,0	25,8	24,0	24,1	
	07/12/2013 06:00	25,2	-	26,5	26,0	26,1	25,1	27,1	-	28,2	28,1	25,7	24,0	24,2	
	07/12/2013 07:00	25,0	-	26,6	25,9	26,0	24,8	26,9	-	27,9	27,8	25,6	23,9	24,0	
	07/12/2013 08:00	24,6	-	26,6	26,0	26,1	24,8	25,3	-	27,8	27,8	25,3	24,0	24,3	
	07/12/2013 09:00	24,8	-	26,7	26,0	25,9	24,7	25,3	-	27,9	27,7	25,5	24,3	24,4	
	07/12/2013 10:00	24,8	-	26,6	26,0	26,1	24,6	25,1	-	28,0	27,6	25,8	24,5	24,6	
	07/12/2013 11:00	25,4	-	26,3	26,3	26,4	24,9	26,3	-	28,4	28,0	26,4	24,8	24,8	
	07/12/2013 12:00	25,7	-	26,6	26,6	26,9	25,3	27,2	-	29,1	28,3	26,6	25,1	25,3	
	07/12/2013 13:00	26,1	-	26,8	26,8	27,3	25,8	28,1	-	29,0	28,4	26,8	25,9	25,9	
	07/12/2013 14:00	26,3	28,0	27,2	27,1	27,6	26,3	28,8	-	29,9	28,8	27,4	26,4	26,1	
	07/12/2013 15:00	26,5	28,0	27,4	27,3	28,1	27,0	29,2	-	30,3	29,0	27,5	26,3	26,1	
	07/12/2013 16:00	26,5	28,5	26,8	26,7	28,4	27,3	28,7	-	30,1	28,9	26,6	26,1	25,5	
	07/12/2013 17:00	26,1	26,5	26,5	26,1	28,0	27,3	28,4	-	29,9	28,9	25,9	25,1	25,0	
	07/12/2013 18:00	26,3	26,5	26,4	26,0	28,1	27,2	28,3	-	29,5	28,8	25,6	24,9	24,8	
	07/12/2013 19:00	26,1	25,9	26,1	25,8	27,8	27,1	28,0	-	29,2	28,6	25,4	25,6	24,6	
	07/12/2013 20:00	25,8	25,3	26,3	25,8	27,7	26,7	27,9	-	29,0	28,5	25,5	24,8	24,3	
	07/12/2013 21:00	25,8	26,2	26,3	25,9	27,5	26,7	27,9	-	28,8	28,3	25,8	24,4	24,4	
	07/12/2013 22:00	25,7	26,7	26,3	25,8	27,4	26,5	27,9	-	28,6	28,2	25,8	24,3	24,4	
	07/12/2013 23:00	25,2	26,5	26,3	25,8	27,2	26,3	27,9	-	28,4	28,1	25,6	24,0	24,0	
	08/12/2013 00:00	25,5	26,6	26,3	25,8	27,2	26,3	27,8	-	28,4	28,0	25,6	24,6	24,4	
	08/12/2013 01:00	25,2	26,5	26,3	25,7	27,0	26,0	27,7	-	28,3	27,9	25,8	24,7	24,2	
	08/12/2013 02:00	25,0	26,2	26,2	25,8	26,7	25,9	27,4	-	28,2	27,7	25,5	24,1	24,1	
	08/12/2013 03:00	24,8	26,1	26,1	25,7	26,6	25,6	27,6	-	28,1	27,6	25,8	24,2	24,0	
	08/12/2013 04:00	24,6	26,1	26,0	25,6	26,5	25,6	27,5	-	28,1	27,5	25,8	24,1	23,9	
	08/12/2013 05:00	25,0	26,3	26,0	25,6	26,4	25,3	27,4	-	28,0	27,5	25,7	23,9	23,9	
	08/12/2013 06:00	24,6	25,4	26,0	25,4	26,2	25,2	27,3	-	27,9	27,4	25,6	23,9	23,8	
	08/12/2013 07:00	24,6	26,0	26,1	25,5	26,2	25,0	26,2	-	27,9	27,3	25,5	23,9	23,7	
	08/12/2013 08:00	24,9	26,1	26,2	25,6	26,1	25,0	26,3	-	27,9	27,2	25,9	24,4	24,1	
	08/12/2013 09:00	25,2	26,3	26,2	25,5	26,2	24,9	26,3	-	27,9	27,2	25,9	24,6	24,5	
	08/12/2013 10:00	25,3	26,8	26,3	26,0	26,5	25,1	26,8	-	28,1	27,3	26,2	24,8	24,9	
	08/12/2013 11:00	25,4	27,0	26,3	26,3	26,6	25,3	27,4	-	28,6	27,6	26,4	25,2	25,3	
	08/12/2013 12:00	25,7	27,3	26,6	26,4	27,0	25,7	28,0	-	28,9	27,8	26,8	25,8	25,8	
	08/12/2013 13:00	26,0	27,5	27,0	26,7	27,4	26,1	28,8	-	29,2	28,1	27,0	26,1	26,1	
	08/12/2013 14:00	26,3	27,9	27,1	26,9	27,6	26,4	29,8	-	29,4	28,3	27,7	26,5	26,3	
	08/12/2013 15:00	26,4	27,8	26,9	27,0	28,1	26,9	29,9	-	29,7	28,4	27,8	27,3	26,2	
	08/12/2013 16:00	26,4	28,3	27,1	27,3	28,5	27,6	29,2	-	29,9	28,7	27,4	27,3	26,3	
	08/12/2013 17:00	26,3	28,2	26,9	27,1	28,7	27,7	28,3	-	30,0	28,7	27,0	25,7	25,8	
	08/12/2013 18:00	26,3	27,5	26,6	26,8	28,6	27,7	28,2	-	30,0	28,9	26,6	24,9	25,4	
	08/12/2013 19:00	26,1	27,4	26,6	26,7	28,4	27,7	28,0	-	29,8	28,7	26,5	25,9	25,3	
	08/12/2013 20:00	26,0	27,3	26,5	26,5	28,4	27,8	27,3	-	29,5	28,7	26,6	25,7	25,2	
	08/12/2013 21:00	26,0	27,0	26,4	26,6	28,4	27,7	27,2	-	29,3	28,6	26,8	25,3	25,0	
	08/12/2013 22:00	25,9	26,8	26,4	26,3	28,3	27,4	27,1	-	29,2	28,5	26,8	25,8	25,1	
	08/12/2013 23:00	26,1	27,3	26,3	26,3	28,2	27,3	27,6	-	28,8	28,3	26,9	25,7	25,3	
	09/12/2013 00:00	25,5	27,2	26,4	26,2	28,1	27,1	27,3	-	28,7	28,2	26,7	25,6	25,3	
	09/12/2013 01:00	25,4	27,2	26,3	26,2	27,9	27,0	27,0	-	28,7	28,2	26,7	25,5	25,9	
09/12/2013 02:00	25,4	27,5	26,3	26,2	27,8	27,0	26,4	-	28,9	28,1	26,7	25,4	26,2		
09/12/2013 03:00	25,1	27,3	26,3	26,3	27,7	26,8	27,7	-	28,9	28,2	26,5	25,2	26,0		
09/12/2013 04:00	24,9	27,1	26,3	26,2	27,4	26,5	27,7	-	28,7	28,0	26,5	25,2	25,9		
09/12/2013 05:00	24,8	27,1	26,1	26,0	27,2	26,3	27,7	-	28,5	27,8	26,5	25,0	25,7		
09/12/2013 06:00	25,1	27,2	26,1	26,1	27,1	26,0	27,7	-	28,4	27,7	26,2	25,0	25,6		
09/12/2013 07:00	25,1	27,0	26,2	26,1	27,0	26,0	27,5	-	28,4	27,6	26,2	25,0	25,5		
09/12/2013 08:00	25,1	26,9	26,2	26,1	27,0	25,8	27,0	-	28,3	27,6	26,6	25,4	25,8		
09/12/2013 09:00	25,5	27,0	26,3	26,1	27,0	25,7	27,0	-	28,6	27,6	26,7	25,3	25,8		
09/12/2013 10:00	25,7	27,3	26,3	26,1	27,5	26,1	28,1	-	28,8	27,5	27,2	26,4	26,3		
09/12/2013 11:00	26,6	27,8	26,9	26,6	27,9	26,6	29,1	-	29,1	27,8	27,7	27,9	27,4		
09/12/2013 12:00	26,9	28,0	27,6	27,0	28,8	27,2	29,9	-	-	28,6	28,2	27,4	28,0		
09/12/2013 13:00	29,1	28,9	27,5	27,3	29,6	27,8	30,9	-	-	29,2	28,6	27,6	27,8		
09/12/2013 14:00	28,0	29,4	27,4	27,6	30,1	28,5	31,0	-	-	29,6	28,6	29,3	28,4		
09/12/2013 15:00	28,3	29,8	27,4	27,7	30,8	29,0	31,8	-	-	30,1	29,1	29,3	30,6		
09/12/2013 16:00	28,2	30,1	27,4	27,7	30,9	29,5	32,2	-	-	30,3	29,7	30,0	30,2		
09/12/2013 17:00	28,4	30,1	27,7	27,9	31,0	29,7	32,4	-	-	30,5	30,0	31,1	31,6		
09/12/2013 18:00	28,5	30,0	27,6	27,8	31,1	30,1	32,4	-	-	30,6	30,1	32,0	31,8		
09/12/2013 19:00	28,4	30,0	27,5	27,8	31,1	30,2	32,0	-	-	30,6	30,4	30,6	30,3		
09/12/2013 20:00	28,1	29,9	27,5	27,8	31,1	30,2	31,7	-	-	30,7	30,0	30,4	29,6		
09/12/2013 21:00	28,1	30,0	27,5	27,8	31,2	30,3	31,6	-	31,8	30,4	29,6	29,3	29,2		
09/12/2013 22:00	27,8	29,9	27,6	27,9	31,2	30,3	31,0	-	31,7	30,4	29,5	29,4	29,4		
09/12/2013 23:00	27,6	29,6	27,6	27,8	31,3	30,3	31,4	-	31,4	30,2	29,3	29,5	29,4		
10/12/2013 00:00	27,3	29,2	27,6	27,6	31,1	30,4	31,3	-	31,0	30,0	29,3	28,9	29,9		
10/12/2013 01:00	27,5	29,1	27,5	27,8	31,1	30,2	31,3	-	31,5	30,1	29,2	28,6	29,6		
10/12/2013 02:00	27,6	29,3	27,6	27,8	31,0	30,1	31,2	-	31,4	30,1	29,2	28,6	29,6		
10/12/2013 03:00	27,5	28,7	27,5	27,8	30,9	30,0	31,3	-	31,2	29,9	29,2	28,3	29,4		
10/12/2013 04:00	27,4	28,8	27,6	27,8	30,8	29,7	31,2	-	31,2	30,0	28,7	27,7	29,3		
10/12/2013 05:00	27,3	28,7	27,5	27,6	30,7	29,7	31,1	-	30,9	29,9	28,9	27,4	28,8		
10/12/20															

VELOCIDADE DO AR (m/s)															
Residência	Cerqueira César		Aclimação		Vila Ida		Freguesia do Ó		Rio Pequeno		Brooklyn Novo	Pinheiros		Estação Meteorológica IAG - USP/ Parque de Ciência e Tecnologia da USP	
Ambiente	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Jantar	Estar	Dorm.		
abril	20/04/2013 00:00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	1,1
	20/04/2013 01:00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,8
	20/04/2013 02:00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,8
	20/04/2013 03:00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,8
	20/04/2013 04:00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,3
	20/04/2013 05:00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,3
	20/04/2013 06:00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0
	20/04/2013 07:00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,8
	20/04/2013 08:00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	2,5
	20/04/2013 09:00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,04	0,04	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	2,2
	20/04/2013 10:00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,06	0,09	0,03	0,02	0,02	0,00	0,00	2,5
	20/04/2013 11:00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,19	0,10	0,02	0,06	0,00	0,00	0,00	1,7
	20/04/2013 12:00	0,01	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00	0,18	0,07	0,03	0,06	0,01	0,01	0,00	2,2
	20/04/2013 13:00	0,01	0,01	0,04	0,02	0,00	0,00	0,42	0,11	0,03	0,04	0,01	0,01	0,00	2,2
	20/04/2013 14:00	0,01	0,02	0,03	0,01	0,00	0,00	0,27	0,08	0,02	0,03	0,02	0,00	0,01	1,9
	20/04/2013 15:00	0,02	0,03	0,03	0,02	0,00	0,00	0,51	0,24	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	2,5
	20/04/2013 16:00	0,02	0,03	0,03	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,06	0,01	0,01	0,01	1,9
	20/04/2013 17:00	0,02	0,06	0,03	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,02	0,00	0,02	0,00	1,7
	20/04/2013 18:00	0,01	0,09	0,02	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	1,7
	20/04/2013 19:00	0,01	0,05	0,01	0,02	0,00	0,00	0,15	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	1,1
	20/04/2013 20:00	0,01	0,04	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	1,1
	20/04/2013 21:00	0,01	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,8
	20/04/2013 22:00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	1,1
	20/04/2013 23:00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	1,4
	21/04/2013 00:00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	1,1
	21/04/2013 01:00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,8
	21/04/2013 02:00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,6
	21/04/2013 03:00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,8
	21/04/2013 04:00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,6
	21/04/2013 05:00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,3
	21/04/2013 06:00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0
	21/04/2013 07:00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,6
	21/04/2013 08:00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	2,2
	21/04/2013 09:00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,04	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	1,9
	21/04/2013 10:00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,02	0,07	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	2,5
	21/04/2013 11:00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,08	0,03	0,03	0,01	0,00	0,00	1,9
	21/04/2013 12:00	0,01	0,03	0,00	0,02	0,00	0,00	0,08	0,11	0,02	0,03	0,01	0,00	0,00	2,2
	21/04/2013 13:00	0,01	0,03	0,01	0,02	0,00	0,00	0,12	0,11	0,01	0,03	0,01	0,00	0,02	2,8
	21/04/2013 14:00	0,01	0,03	0,01	0,02	0,00	0,00	0,23	0,13	0,02	0,02	0,02	0,00	0,02	2,2
	21/04/2013 15:00	0,01	0,05	0,01	0,02	0,00	0,00	0,08	0,11	0,02	0,02	0,03	0,00	0,00	2,5
	21/04/2013 16:00	0,01	0,08	0,01	0,02	0,00	0,00	0,04	0,13	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	1,9
	21/04/2013 17:00	0,01	0,08	0,01	0,02	0,00	0,00	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	1,9
	21/04/2013 18:00	0,01	0,12	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	1,9
	21/04/2013 19:00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	1,4
	21/04/2013 20:00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	1,9
	21/04/2013 21:00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	1,9
	21/04/2013 22:00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	1,4
	21/04/2013 23:00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	1,1
	22/04/2013 00:00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	1,1
	22/04/2013 01:00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	1,1
22/04/2013 02:00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	1,1	
22/04/2013 03:00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,8	
22/04/2013 04:00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,3	
22/04/2013 05:00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,8	
22/04/2013 06:00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,6	
22/04/2013 07:00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,6	
22/04/2013 08:00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	2,2	
22/04/2013 09:00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,03	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,07	2,2	
22/04/2013 10:00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,03	0,04	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	2,2	
22/04/2013 11:00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,10	0,06	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	1,9	
22/04/2013 12:00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,00	0,00	0,26	0,09	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	1,9	
22/04/2013 13:00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,20	0,09	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00	2,5	
22/04/2013 14:00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,09	0,06	0,01	0,04	0,01	0,00	0,00	2,2	
22/04/2013 15:00	0,01	0,03	0,06	0,01	0,00	0,00	0,18	0,13	0,01	0,06	0,01	0,00	0,00	2,8	
22/04/2013 16:00	0,02	0,05	0,04	0,02	0,00	0,00	0,30	0,11	0,02	0,06	0,01	0,00	0,01	2,2	
22/04/2013 17:00	0,01	0,05	0,04	0,02	0,00	0,00	0,04	0,08	0,01	0,04	0,01	0,00	0,00	1,9	
22/04/2013 18:00	0,01	0,09	0,02	0,02	0,00	0,00	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	2,2	
22/04/2013 19:00	0,01	0,07	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	1,4	
22/04/2013 20:00	0,02	0,07	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	1,7	
22/04/2013 21:00	0,01	0,07	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	1,1	
22/04/2013 22:00	0,01	0,04	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	1,4	
22/04/2013 23:00															

VELOCIDADE DO AR (m/s)															
Residência	Cerqueira César		Aclimação		Vila Ida		Freguesia do Ó		Rio Pequeno		Brooklyn	Pinheiros		Estação Meteorológica IAG USP/ Parque de Ciência e Tecnologia da USP	
Ambiente	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Estar	Dorm.	Novo Jantar	Estar	Dorm.		
dezembro	7/12/13 0:00	0,07	-	0,02	0,03	0,02	0,00	0,01	-	0,07	0,01	0,03	0,15	0,05	1,4
	7/12/13 1:00	0,08	-	0,02	0,03	0,01	0,00	0,01	-	0,11	0,01	0,03	0,11	0,04	0,6
	7/12/13 2:00	0,08	-	0,02	0,03	0,01	0,00	0,01	-	0,12	0,01	0,03	0,00	0,02	0,6
	7/12/13 3:00	0,08	-	0,02	0,03	0,01	0,00	0,01	-	0,10	0,02	0,02	0,00	0,02	0,8
	7/12/13 4:00	0,06	-	0,01	0,03	0,01	0,00	0,01	-	0,03	0,10	0,02	0,00	0,02	0,6
	7/12/13 5:00	0,06	-	0,01	0,03	0,01	0,00	0,01	-	0,04	0,10	0,02	0,00	0,02	1,1
	7/12/13 6:00	0,07	-	0,02	0,03	0,01	0,00	0,01	-	0,05	0,09	0,02	0,00	0,02	1,4
	7/12/13 7:00	0,06	-	0,01	0,03	0,01	0,00	0,01	-	0,03	0,08	0,02	0,00	0,03	2,8
	7/12/13 8:00	0,09	-	0,01	0,03	0,01	0,00	0,08	-	0,04	0,10	0,02	0,00	0,02	3,9
	7/12/13 9:00	0,07	-	0,02	0,03	0,01	0,00	0,07	-	0,03	0,10	0,03	0,00	0,02	1,9
	7/12/13 10:00	0,07	-	0,03	0,04	0,01	0,00	0,08	-	0,03	0,04	0,04	0,01	0,02	1,7
	7/12/13 11:00	0,07	-	0,07	0,03	0,01	0,00	0,09	-	0,03	0,01	0,08	0,00	0,01	1,4
	7/12/13 12:00	0,07	-	0,06	0,02	0,02	0,00	0,08	-	0,03	0,01	0,07	0,07	0,01	1,4
	7/12/13 13:00	0,09	0,09	0,07	0,02	0,04	0,00	0,10	-	0,03	0,01	0,07	0,13	0,01	2,5
	7/12/13 14:00	0,09	0,06	0,06	0,02	0,04	0,00	0,11	-	0,03	0,02	0,09	0,14	0,02	3,1
	7/12/13 15:00	0,10	0,16	0,08	0,03	0,05	0,00	0,11	-	0,05	0,02	0,19	0,27	0,06	1,7
	7/12/13 16:00	0,11	0,25	0,11	0,03	0,07	0,01	0,11	-	0,06	0,05	0,17	0,10	0,13	2,5
	7/12/13 17:00	0,11	0,20	0,08	0,02	0,04	0,01	0,02	-	0,04	0,04	0,07	0,02	0,11	2,2
	7/12/13 18:00	0,11	0,15	0,06	0,02	0,03	0,00	0,02	-	0,03	0,01	0,04	0,01	0,10	1,7
	7/12/13 19:00	0,04	0,18	0,05	0,02	0,03	0,00	0,02	-	0,03	0,01	0,03	0,01	0,06	1,4
	7/12/13 20:00	0,03	0,12	0,01	0,03	0,02	0,00	0,02	-	0,03	0,01	0,02	0,01	0,07	1,4
	7/12/13 21:00	0,01	0,05	0,01	0,03	0,02	0,00	0,02	-	0,03	0,01	0,03	0,00	0,04	1,1
	7/12/13 22:00	0,02	0,04	0,02	0,03	0,02	0,00	0,02	-	0,02	0,01	0,03	0,00	0,02	1,4
	7/12/13 23:00	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,00	0,02	-	0,02	0,01	0,03	0,00	0,05	1,4
	8/12/13 0:00	0,03	0,04	0,02	0,03	0,02	0,00	0,02	-	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02	1,7
	8/12/13 1:00	0,04	0,03	0,02	0,03	0,01	0,00	0,02	-	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02	1,9
	8/12/13 2:00	0,05	0,03	0,01	0,03	0,01	0,00	0,02	-	0,03	0,01	0,03	0,00	0,02	1,9
	8/12/13 3:00	0,05	0,02	0,01	0,03	0,01	0,00	0,01	-	0,03	0,01	0,03	0,00	0,03	1,9
	8/12/13 4:00	0,06	0,03	0,02	0,03	0,01	0,00	0,02	-	0,03	0,01	0,03	0,00	0,03	1,9
	8/12/13 5:00	0,04	0,03	0,02	0,03	0,01	0,00	0,01	-	0,03	0,01	0,02	0,00	0,04	1,9
	8/12/13 6:00	0,06	0,02	0,01	0,03	0,01	0,00	0,01	-	0,03	0,01	0,02	0,00	0,04	1,9
	8/12/13 7:00	0,05	0,03	0,01	0,03	0,01	0,00	0,04	-	0,03	0,01	0,02	0,00	0,03	1,7
	8/12/13 8:00	0,05	0,04	0,02	0,03	0,00	0,00	0,03	-	0,03	0,01	0,02	0,00	0,02	1,1
	8/12/13 9:00	0,03	0,06	0,02	0,03	0,00	0,00	0,05	-	0,03	0,01	0,03	0,00	0,01	1,7
	8/12/13 10:00	0,03	0,06	0,03	0,03	0,01	0,00	0,05	-	0,03	0,01	0,04	0,00	0,01	0,8
	8/12/13 11:00	0,02	0,04	0,08	0,02	0,02	0,00	0,05	-	0,03	0,01	0,05	0,01	0,01	1,1
	8/12/13 12:00	0,01	0,04	0,05	0,02	0,02	0,00	0,06	-	0,02	0,01	0,06	0,15	0,01	1,4
	8/12/13 13:00	0,03	0,05	0,10	0,03	0,03	0,00	0,10	-	0,03	0,01	0,07	0,13	0,01	2,2
	8/12/13 14:00	0,04	0,03	0,09	0,03	0,03	0,00	0,12	-	0,02	0,01	0,10	0,16	0,01	2,8
	8/12/13 15:00	0,03	0,08	0,03	0,03	0,04	0,00	0,12	-	0,02	0,01	0,18	0,21	0,01	2,8
8/12/13 16:00	0,06	0,13	0,02	0,03	0,06	0,01	0,17	-	0,03	0,01	0,27	0,29	0,05	2,5	
8/12/13 17:00	0,06	0,16	0,02	0,03	0,07	0,01	0,18	-	0,03	0,01	0,23	0,24	0,09	1,7	
8/12/13 18:00	0,04	0,11	0,04	0,02	0,05	0,01	0,12	-	0,02	0,01	0,15	0,24	0,11	1,4	
8/12/13 19:00	0,04	0,11	0,03	0,02	0,04	0,00	0,08	-	0,03	0,01	0,08	0,08	0,07	1,4	
8/12/13 20:00	0,03	0,06	0,02	0,02	0,03	0,00	0,09	-	0,03	0,01	0,05	0,07	0,11	1,1	
8/12/13 21:00	0,04	0,07	0,02	0,02	0,03	0,00	0,12	-	0,02	0,01	0,04	0,04	0,09	0,3	
8/12/13 22:00	0,03	0,05	0,01	0,03	0,03	0,00	0,11	-	0,02	0,01	0,04	0,03	0,07	1,4	
8/12/13 23:00	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,00	0,06	-	0,02	0,01	0,04	0,05	0,03	1,7	
9/12/13 0:00	0,05	0,02	0,03	0,03	0,03	0,00	0,06	-	0,01	0,01	0,04	0,02	0,02	1,7	
9/12/13 1:00	0,05	0,02	0,03	0,03	0,02	0,00	0,07	-	0,02	0,01	0,04	0,01	0,03	1,1	
9/12/13 2:00	0,05	0,02	0,02	0,03	0,02	0,00	0,08	-	0,03	0,01	0,04	0,01	0,02	1,4	
9/12/13 3:00	0,08	0,02	0,02	0,03	0,02	0,00	0,02	-	0,03	0,01	0,03	0,01	0,09	3,1	
9/12/13 4:00	0,08	0,02	0,02	0,03	0,02	0,00	0,01	-	0,02	0,01	0,03	0,01	0,09	2,5	
9/12/13 5:00	0,08	0,02	0,02	0,03	0,01	0,00	0,01	-	0,02	0,01	0,03	0,01	0,09	1,9	
9/12/13 6:00	0,05	0,03	0,02	0,03	0,02	0,00	0,01	-	0,02	0,01	0,03	0,01	0,08	1,9	
9/12/13 7:00	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,00	0,01	-	0,02	0,01	0,03	0,02	0,08	1,7	
9/12/13 8:00	0,02	0,03	0,02	0,03	0,01	0,00	0,03	-	0,02	0,01	0,03	0,01	0,07	2,2	
9/12/13 9:00	0,02	0,03	0,02	0,03	0,01	0,00	0,10	-	0,02	0,01	0,04	0,06	0,07	3,1	
9/12/13 10:00	0,02	0,04	0,05	0,04	0,04	0,00	0,14	-	0,03	0,05	0,07	0,10	0,05	2,8	
9/12/13 11:00	0,09	0,12	0,43	0,03	0,05	0,02	0,13	-	0,03	0,09	0,11	0,24	0,09	3,1	
9/12/13 12:00	0,10	0,13	0,27	0,03	0,07	0,03	0,17	-	-	0,07	0,10	0,32	0,11	3,1	
9/12/13 13:00	0,10	0,14	0,22	0,04	0,08	0,03	0,19	-	-	0,07	0,13	0,13	0,07	2,5	
9/12/13 14:00	0,11	0,22	0,03	0,03	0,10	0,03	0,21	-	-	0,06	0,11	0,13	0,03	2,8	
9/12/13 15:00	0,11	0,26	0,02	0,03	0,11	0,04	0,22	-	-	0,07	0,15	0,17	0,12	2,5	
9/12/13 16:00	0,09	0,18	0,02	0,03	0,10	0,04	0,21	-	-	0,06	0,18	0,31	0,13	2,5	
9/12/13 17:00	0,08	0,13	0,02	0,02	0,10	0,03	0,21	-	-	0,07	0,18	0,50	0,02	1,4	
9/12/13 18:00	0,09	0,15	0,03	0,02	0,10	0,02	0,17	-	-	0,06	0,16	0,69	0,03	0,8	
9/12/13 19:00	0,06	0,07	0,02	0,03	0,09	0,01	0,15	-	-	0,05	0,20	0,54	0,02	0,3	
9/12/13 20:00	0,04	0,11	0,02	0,03	0,08	0,00	0,10	-	-	0,04	0,16	0,27	0,02	0,3	
9/12/13 21:00	0,03	0,08	0,02	0,03	0,08	0,01	0,09	-	-	0,02	0,11	0,34	0,02	1,7	
9/12/13 22:00	0,06	0,06	0,03	0,03	0,08	0,01	0,14	-	0,15	0,02	0,10	0,23	0,02	0,8	
9/12/13 23:00	0,07	0,05	0,03	0,03	0,07	0,00	0,04	-	0,23	0,02	0,08	0,16	0,01	0,3	
10/12/13 0:00	0,07	0,07	0,02	0,03	0,08	0,00	0,04	-	0,24	0,03	0,08	0,11	0,02	0,3	
10/12/13 1:00	0,08	0,07	0,02	0,03	0,07	0,00	0,04	-	0,23	0,02	0,08	0,16	0,05	0,0	
10/12/13 2:00	0,09	0,07	0,02	0,03	0,07	0,00	0,04	-	0,24	0,02	0,08	0,16	0,09	0,3	
10/12/13 3:00	0,07	0,10	0,02	0,03	0,07	0,00	0,05	-	0,04	0,09	0,08	0,21	0,08	1,4	

Apêndice D – Dados de Entrada das Simulações Computacionais

RESIDÊNCIA CERQUEIRA CÉSAR					
Tipo de residência: Apartamento no 2º andar, edifício de 11 andares					
Foto aérea (Fonte: Google Maps)			Modelo TAS:

Latitude: -23,62° N			Time zone (UTC): -3		
Longitude: -46,65° E			Norte: 45°		
Ground solar reflectance (padrão do software) : 0,2					
Terrain Type: City					
ELEMENTOS CONSTRUTIVOS		COMPONENTE ESPESSURA (mm)		ESPESSURA TOTAL	
Parede externa	argamassa	20		280	
	bloco cerâmico	240			
	argamassa	20			
Parede interna	argamassa	15		140	
	bloco cerâmico	110			
	argamassa	15			
Laje de concreto	concreto	120		140	
	argamassa	20			
Piso de madeira	madeira	20		20	
Janelas					
caixilho	metal - aluminio	2			
folha	vidro incolor	8			
Portas					
caixilho	madeira	20			
folha	madeira	30			
AMBIENTE	CARGAS				
	FONTES		VALORES	HORÁRIOS	
Estar área:16,5m²	Iluminação		1 lâmp. fluor. / 23w	1,7 W/m²	18 - 0h
	Ocupação	sensível	2 pessoas	7,4 W/m²	9 - 0h
		latente	2 pessoas	6,0 W/m²	9- 0h
	Equipamentos	sensível	1 televisão	3,5 W/m²	9- 0h
ABERTURAS	FUNÇÃO DA TEMPERATURA		%	SET BACK	HORÁRIO
	INÍCIO	TÉRMINO		VALUE (%)	
J1 - dormitório	19°C	25°C	45	0,01	9 - 19h
J5 - serviço			20	0,05	0 - 0h
J6 - estar	19°C	25°C	45	0,05	9 - 19h
J7 - estar / serviço	19°C	25°C	35	0,05	9 - 19h
Porta - estar / dormitório			95	0,01	10 - 0h

RESIDÊNCIA VILA IDA

Tipo de residência: Casa térrea

Foto aérea (Fonte: Google Maps)

Modelo TAS:

Latitude: -23,62° N

Longitude: -46,65° E

Ground solar reflectance (padrão do software) : 0,2

Terrain Type: City

Time zone (UTC): -3

Norte: 280°

ELEMENTOS CONSTRUTIVOS		COMPONENTE		ESPESSURA (mm)	ESPESSURA TOTAL
Parede externa	argamassa			25	300
	bloco cerâmico			250	
	argamassa			25	
Parede interna	argamassa			20	150
	bloco cerâmico			110	
	argamassa			20	
Laje de concreto	concreto			70	80
	argamassa			10	
Piso	madeira			20	50
	argamassa			30	
Telhado cerâmico		telha cerâmica		150	
Janelas					
caixilho		madeira		30	
caixilho		metal - alumínio		2	
folha		vidro incolor		8	
Portas					
caixilho		madeira		20	
folha		madeira		30	
AMBIENTE	CARGAS				
	FONTES			VALORES	HORÁRIOS
Estar/jantar área:39m²	Iluminação			0	-
	Ocupação	sensível		0	-
		latente		0	-
	Equipamentos	sensível		0	-
ABERTURAS	FUNÇÃO DA TEMPERATURA			SET BACK VALUE (%)	HORÁRIO
	INÍCIO	TÉRMINO	%		
J1 - estar				0,03	-
J5 - dormitório				0,05	-
Portas internas				0,01	0 - 0h

RESIDÊNCIA FREGUESIA DO Ó					
Tipo de residência: Casa térrea					
Foto aérea (Fonte: Google Maps)			Modelo TAS:

Latitude: -23,62° N			Time zone (UTC): -3		
Longitude: -46,65° E			Norte: 280°		
Ground solar reflectance (padrão do software) : 0,2					
Terrain Type: City					
ELEMENTOS CONSTRUTIVOS		COMPONENTE		ESPESSURA (mm)	ESPESSURA TOTAL
Parede externa	argamassa		25		300
	bloco cerâmico		240		
	argamassa		10		
	revestimento pedra		25		
Parede interna	argamassa		20		150
	bloco cerâmico		110		
	argamassa		20		
Laje de concreto	concreto		120		130
	argamassa		10		
Piso madeira	madeira		20		20
Piso cerâmico	cerâmica		10		20
	argamassa		10		
Telhado cerâmico	telha cerâmica		150		
Janelas					
caixilho	metal - aluminio		2		
folha	vidro incolor		8		
Portas					
caixilho	madeira		20		
folha	madeira		30		
AMBIENTE	CARGAS				
	FONTES		VALORES	HORÁRIOS	
Estar área:20,7 m²	Iluminação		1 lâmp. fluor. / 23w	1,5 W/m²	18 - 22h
	Ocupação	sensível	1 pessoa	3,11 W/m²	8 - 22h
		latente	1 pessoa	2,57 W/m²	8 - 22h
	Equipamentos	sensível	1 televisão	9,65 W/m²	8 - 22h
ABERTURAS	FUNÇÃO DA TEMPERATURA		%	SET BACK	HORÁRIO
	INÍCIO	TÉRMINO		VALUE (%)	
J1 - dorm 2 e 3, J3 - estar e J4 - dorm1	19°C	25°C	50	0,01	9 - 18h
J8 - cozinha	19°C	25°C	30	0,01	9 - 18h
Portas internas			95	-	0 - 0h

[illegible]

ANEXOS

Anexo A - Certificado de Calibração dos Confortímetros Senu

Golden Climatização LTDA
CNPJ: 06.369.263/0001-59 I.E.: 254.817.211
Rua das Gabirobas, 237 – Lot. Madri,
São Sebastião – Palhoça – SC. CEP: 88136-324
Fone: (48) 9907 5575
www.climaxar.com.br

Introdução

O presente relatório apresenta as curvas de calibração do Confortímetro SENSU. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Meios Porosos e Propriedades Termofísicas (LMPT) do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina em 10 de junho de 2009.

1 – Velocidade do Ar:

Calibração em túnel de vento, com bocal de 0,5 m x 0,5 m, utilizando como padrão termoanemômetro Marca ALNEMO, incerteza de 1 %, faixa de medição de 0.01 a 5 m/s, temperatura de 25 oC.

Anemômetro SENSU – Tipo termo-anemômetro, faixa de medição de 0.02 a 3 m/s, incerteza de 3 %, com intervalo de confiança de 95%.

2 – Temperatura de Bulbo Seco:

Calibração em banho termostático, utilizando como padrão termômetro Marca Instrutherm com curva de calibração levantado com termômetro rastreado, resolução de 0,05 °C, incerteza de 0,1 °C.

Termômetro TBS SENSU – Tipo termoresistor, faixa de medição de 0 a 90 °C, resolução de 0,1 °C, incerteza de 0,2 °C, com intervalo de confiança de 95%.

3 – Umidade Relativa:

Aferido em banho de sais higroscópicos PA, nos valores de 33 %, 55% e 75%

Higrômetro SENSU - Tipo capacitivo, Marca Honeywell, faixa de medição de 5 a 98 %, incerteza de 3 %;

4 – Temperatura de Globo:

Calibração em banho termostático, utilizando como padrão termômetro Marca Instrutherm com curva de calibração levantado com termômetro rastreado, resolução de 0,05 °C, incerteza de 0,1 °C.

Termômetro de Globo SENSU – Esfera metálica, segundo norma ISO 7726, sensor do tipo termoresistor, faixa de medição de 0 a 90 °C, resolução de 0,1 °C, incerteza de 0,2 °C, com intervalo de confiança de 95%.

Paulo Sérgio Francisco
CREA-SC 088032-8

Golden Climatização LTDA
CNPJ: 06.369.263/0001-59
I.E.: 254.817.211
Rua das Gabirobas, 237 – Lot. Madri.
São Sebastião – Palhoça – SC. CEP: 88136-324