

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL – PPGEC**

FERNANDO BOECHAT FANTICELE

**AVALIAÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO NA
ESTAÇÃO ANTÁRTICA COMANDANTE FERRAZ**

**VITÓRIA
2011**

FERNANDO BOECHAT FANTICELE

**AVALIAÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO NA
ESTAÇÃO ANTÁRTICA COMANDANTE FERRAZ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração Construção Civil.

Orientadora: Dra. Cristina Engel de Alvarez

**VITÓRIA
2011**

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

F216a Fanticle Fernando Boechat, 1982-2011.
Avaliação de conforto térmico na Estação Antártica
Comandante Ferraz / Fernando Boechat Fanticle. – 2011.
118 f. : il.

Orientadora: Cristina Engel de Alvarez.
Coorientador: João Luiz Calmon Nogueira da Gama.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade
Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Conforto térmico. 2. Arquitetura e clima. 3. Antártida.
4. ISO 7730. 5. PMV/PPD. I. Alvarez, Cristina Engel de. II.
Gama, João Luiz Calmon Nogueira da. III. Universidade Federal
do Espírito Santo. Centro Tecnológico. IV. Título.

CDU: 624

FERNANDO BOECHAT FANTICELI

Avaliação de conforto térmico na Estação Antártica Comandante Ferraz

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil. Área de Concentração: Construção Civil.

Aprovada em 12 de Dezembro de 2011.

COMISSÃO EXAMINADORA

Profª Drª Cristina Engel de Alvarez
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora

Prof. Dr. Ing. João Luiz Calmon Nogueira da Gama
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinador interno

Profª Drª Jussara Farias Fardin
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinador interno

Profª Drª Yocie Yoneshigue Valentin
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Examinador externo

*Dedico esse trabalho aos meus pais,
Sergio e Valdelicia, pelo exemplo e apoio
irrestrito em todos os momentos de minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Oi Cris,

Como prometido, envio a versão "final 1" da dissertação para sua análise e leitura. Fiz o máximo que pude, formatado e escrito todos os itens... O fato é que como estou virando muitos e muitos dias e noites em cima disso, pode ter passado algum deslize... mas perdoe-me desde já caso isso ocorra.

Cris, eu sei que realmente vc está muito apertada, pelo menos até a entrega da ASUS (eu sei que tem elecs, etc,etc, etc) então não estou esperando uma pronta resposta, eu só queria mesmo ter essa sensação de entregue e pode ter, depois de alguns anos, o gostinho de ter um final de semana com a cabeça mais aliviada.

A gente se fala! Vou pra casa dormir! se escrever mais, eu choro!!!

abração

Fer

PS. Cris, estou sem força para escrever esses agradecimentos agora.... estou cansado, virado e posso cometer alguma besteira, então, deixo para escrever em um momento mais relaxado! Só listei aqui uns tópicos que não posso esquecer, precisa de mais alguém?

Email enviado no dia 22 jul 2011. Fernando faleceu no dia 21 ago 2011.

- Cris;
- Família (pais e irmãos)
- Pessoal do LPP, em especial aos arquitetos pesquisadores: Carol, Laila, Aninha, Anderson, Márcia, Gly, Pri e Karol;
- Jussara;
- Calmon (banca de qualificação);
- convidado externo;
- OCA (André e Pablo);
- Amigos que pude fazer no período que estive na EACF;
- FAPES;
- Professores do PPGEC;
- INCT-APA (prof. Yocie);
- Proantar;
- Secirm;
- GB;
- Marinha do Brasil;
- Amigos e família em geral;

Um homem precisa viajar. Por sua conta, não por meio de histórias, imagens, livros ou TV. Precisa viajar por si, com seus olhos e pés, para entender o que é seu. Para um dia plantar as suas próprias árvores e dar-lhes valor. Conhecer o frio para desfrutar o calor. E o oposto. Sentir a distância e o desabrigo para estar bem sob o próprio teto. Um homem precisa viajar para lugares que não conhece para quebrar essa arrogância que nos faz ver o mundo como o imaginamos, e não simplesmente como é ou pode ser. Que nos faz professores e doutores do que não vimos, quando deveríamos ser alunos, e simplesmente ir ver”

Amyr Klink

Avaliação de conforto térmico na Estação Antártica Comandante Ferraz

RESUMO

As condições climáticas e de característica inospicidade do ambiente antártico (baixas temperaturas, ventos com alta velocidade, isolamento e necessidade de preservação do ambiente natural) exigem um estudo aprofundado das várias áreas que abrangem o conforto ambiental das edificações, visto que o cumprimento das exigências das normas nacionais e internacionais relacionadas aos assuntos significam, além da aproximação da garantia da saúde e bem estar dos usuários, uma importância adicional vinculada à segurança pessoal. Adicionalmente à inospicidade do ambiente, a necessidade de confinamento dos usuários associada a longos períodos de permanência e a presença de equipamentos revela um cenário com acentuada importância de estudo do conforto térmico, principalmente pela diferenciada situação pré-antártica em que a Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF) se encontra. De forma geral, constatou-se que entre os principais problemas relacionados com o aspecto térmico no interior dos ambientes estão: formação de ilhas de calor, com diferença entre a temperatura do piso e do teto; diferenças de temperaturas entre ambientes e destes com o ambiente externo; trocas térmicas do interior *versus* exterior por ineficiência/inadequação do material empregado, tipologia inadequada dos ambientes em relação à ação do vento; e falha nos sistemas de vedação, principalmente nos elementos móveis (janelas e portas). O objetivo geral desta pesquisa consistiu em realizar uma avaliação do nível de conforto térmico da EACF utilizando como critérios as recomendações normativas internacionais relativas à avaliação do conforto térmico. O método prevê a medição dos índices de conforto térmico nos ambientes com maior ocupação, proposto pelo modelo PMV/PPD empregado na ISO 7730 (2005), utilizando para isso equipamentos adequados para coleta das variáveis ambientais. Os resultados alcançados revelaram que o conhecimento dos parâmetros térmicos contribuem para a elaboração de diretrizes de projeto adequadas, bem como para o estabelecimento dos limites térmicos aceitáveis pela maior parte das pessoas para situação de ocupação brasileira na Antártica.

Palavras chave: Conforto térmico, Arquitetura e clima, PMV/PPD, ISO 7730, Antártica.

Evaluation of thermal comfort in the Antarctic Station Comandante Ferraz

ABSTRACT

The climatic condition and the peculiarity inhospitable of the Antarctic environment (low temperatures, winds with high speed, isolation and need for preserving the natural environment) require a detailed study of several areas including environmental comfort of the buildings, since the fulfillment of the national and international standards requirements related to the issues mean, beyond the approximation of ensuring the health and welfare of the users, an additional importance bound to personal safety. In addition to inhospitable of environment, the need for confinement of the users associated with long stay time and the presence of equipment reveals a scenario with strong importance of the thermal comfort study, mainly by the differentiated pre-Antarctica situation that the Antarctic Station Comandante Ferraz (EACF) is. Overall, it was found that among the main problems related thermal aspect in the interior of the ambiances are: formation of heat islands, with difference between the temperature of the floor and ceiling; differences of the temperature between the ambiances and these with the environment external, heat exchange from the inside versus outside by the inefficiency / inadequacy of the material used, inappropriate typology of the ambiances in relation to the wind actions, and failure in the sealing systems, especially in mobile elements (windows and doors). The objective of this research was to conduct an evaluation of the level of thermal comfort of the EACF using as criteria the international standard recommendations concerning the evaluation of thermal comfort. The method involves the measurement of thermal comfort indices in ambiances with higher occupancy, proposed by the model PMV / PPD used in ISO 7730 (2005), using for this, appropriate equipment to the collection of the environmental variables. The results revealed that knowledge of the thermal parameters contribute to the development of appropriate design guidelines, as well to establish the acceptable thermal limits for the most people for the situation of Brazilian occupation in Antarctica.

Keywords: Thermal comfort, Architecture and climate, PMV/PPD, ISO 7730, Antarctica.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Carta Bioclimática de Olgyay.....	21
Figura 2. Processo de avaliação do conforto térmico.....	23
Figura 3. Localização da EACF na região Antártica.....	39
Figura 4. Foto aérea da Península Keller contextualizando a EACF, em março de 2008.....	40
Figura 5. Esquema básico dos meios de transporte.....	41
Figura 6. Estação Antártica Comandante Ferraz em fevereiro de 1984, logo após sua inauguração..	45
Figura 7. Contorno da EACF antes da implantação do Plano Diretor (A) e depois (B).....	46
Figura 8. Estação Antártica Comandante Ferraz em fevereiro de 2010.....	47
Figura 9. Sala de estar.....	47
Figura 10. Biblioteca.....	47
Figura 11. Cozinha.....	48
Figura 12. Laboratório de múltiplo uso.....	48
Figura 13. Cobertura da EACF em fevereiro de 2011.....	48
Figura 14. Sinais de corrosão na cobertura da EACF em fevereiro de 2011.....	49
Figura 15. Acúmulo de água entre cobertura e forro interno da EACF.....	49
Figura 16. Cama do camarote 7 com indícios de umidade e mofo.....	50
Figura 17. Piso abaixo da cama do camarote 9, com perceptíveis sinais de umidade.....	50
Figura 18. Janela da biblioteca mantida aberta durante alguns períodos do dia para permitir a renovação do ar.....	51
Figura 19. Equipamento de aquecimento sendo usado como secador de roupa.....	51
Figura 20. Porta de emergência no camarote 3, com vedação improvisada dos vãos formados entre os painéis e a esquadria.....	51
Figura 21. Janela da sala de estar com vedação improvisada dos vãos formados entre as partes fixa e móvel da esquadria.....	51
Figura 22. Localização das estações na Ilha Rei George, sendo em (1) a brasileira Comandante Ferraz; em (2), a polonesa Arctowski; e em (3), a peruana Macchu Pichu.....	52
Figura 23. Vista aérea da <i>Henryk Arctowski Polish Antarctic Station</i>	53
Figura 24. Edificações de madeira em <i>Arctowski</i> , construído em unidades separadas e afastado do conjunto principal.....	54
Figura 25. Módulo principal da Estação <i>Henryk Arctowski</i>	54
Figura 26. Base da Estação com perfis metálicos.....	55
Figura 27. Esquadrias e painel de revestimento.....	55
Figura 28. Salar de estar de Arctowski.....	55
Figura 29. Sistema de aquecimento interno com equipamentos elétricos.....	56
Figura 30. Unidade principal da estação peruana.....	57
Figura 31. Edifício garagem/gerador (esquerda) e módulo de emergência (direita).....	57
Figura 32. Base da estação com perceptíveis indicativos de corrosão.....	58
Figura 33. Aquecedor elétrico individual interno.....	58
Figura 34. Sala de estar da estação peruana.....	58
Figura 35. Exemplo de camarote de Machu Picchu.....	59
Figura 36. Síntese das etapas da pesquisa.....	60
Figura 37. HOBO U12 Temp/RH/2 <i>External Channel Logger</i> , fabricado pela <i>Onset Corporation</i>	64
Figura 38. Sensor TMC20-HD, fabricado pela <i>Onset Corporation</i>	64
Figura 39. Termo-Anemômetro modelo 425, fabricado por Texto do Brasil LTDA.....	64
Figura 40. HOBO U12 Temp/RH/2, Sensor TMC20-HD instalado na EACF.....	64
Figura 41. Secção de planta com a localização dos pontos de instalação dos equipamentos no ambiente estar/jantar.....	67
Figura 42. Ponto A.....	68
Figura 43. Ponto B.....	68
Figura 44. Ponto C.....	68

Figura 45. Ponto D.....	68
Figura 46. Ponto E.	68
Figura 47. Ponto B	68
Figura 48. Termo-higrômetros instalados na sala de estar.....	69
Figura 49. A esquerda, planta do camarote do chefe com localização dos termo-higrômetros; e à direita, imagem com destaque para a localização dos aparelhos instalados.	70
Figura 50. À esquerda, planta do camarote 9 com localização dos termo-higrômetros e à direita, imagem com as localização dos equipamentos instalados.....	70
Figura 51. Pontos de medições para verificação da velocidade do ar interno na sala de estar.	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Isolamento térmico para peças de roupas.	35
Tabela 2. Caracterização da população avaliada na OPERANTAR XXVIII e XXIX.	75
Tabela 3. Caracterização vestimenta da população na OPERANTAR XXVIII e XXIX.	76
Tabela 4. Variáveis ambientais coletadas no camarote 9 para o mês de junho/2010.	80
Tabela 5. Variáveis ambientais coletadas no camarote 9 para o mês de janeiro/2011.	81
Tabela 6. Variáveis ambientais coletadas no camarote do chefe para o mês de junho/2010.	83
Tabela 7. Variáveis ambientais coletadas no camarote do chefe para o mês de janeiro/2011.	84
Tabela 8. Variáveis ambientais coletadas na sala de estar no período de 28 de janeiro a 13 de fevereiro de 2011.	86
Tabela 9. Variáveis ambientais coletadas na sala de estar no período de 24 a 28 de janeiro de 2011.	87
Tabela 10. Variáveis ambientais coletadas na sala de estar para os pontos E e F no período de 28 a 31 de janeiro de 2011.	89
Tabela 11. Variáveis ambientais externas para o mês de junho de 2010.	90
Tabela 12. Variáveis ambientais externas para o mês de janeiro de 2011.	91
Tabela 13. Variáveis ambientais coletadas na sala de estar no período de 16 de fevereiro a 2 de março de 2010.	94
Tabela 14. Voto médio estimado (PMV), porcentagem de insatisfeitos (PPD), sensação e preferência térmica para a sala de estar no período de 16 de fevereiro a 2 de março de 2010.	94
Tabela 15. Variáveis ambientais coletadas na sala de estar no período de 29 de janeiro a 12 de fevereiro de 2011.	97
Tabela 16. Voto médio estimado (PMV), porcentagem de insatisfeitos (PPD), sensação e preferência térmica para a sala de estar no período de 29 de janeiro a 12 de fevereiro de 2011.	97

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentagem de insatisfeitos em função do PMV.	28
Gráfico 2. Porcentagem de insatisfeitos causados pela diferença vertical da temperatura do ar.	30
Gráfico 3. Porcentagem de insatisfeitos em função da temperatura do piso.	31
Gráfico 4. Percentual de insatisfeitos relacionado à assimetria da temperatura radiante.	32
Gráfico 5. Temperaturas Médias Anuais do Ar na EACF (1986-2010).	42
Gráfico 6. Temperaturas Médias Mensais do Ar na EACF (1986-2011).	43
Gráfico 7. Velocidade média anual do vento na EACF (1986-2010).	43
Gráfico 8. Velocidade Média Mensal do Vento na EACF (1986-2011).	44
Gráfico 9. Caracterização da população por sexo na OPERANTAR XXVIII e XXIX.	75
Gráfico 10. Distribuição da população avaliada (por região do Brasil) durante a OPERANTAR XXVIII e XXIX.	75
Gráfico 11. Distribuição da frequência de isolamento térmico da vestimenta utilizada pela população avaliada durante a OPERANTAR XXVIII e XXIX.	76
Gráfico 12. Região do corpo onde há desconforto localizado.	77
Gráfico 13. Ambiente que os usuários sentem-se mais confortáveis.	78
Gráfico 14. Ambiente que os usuários sentem-se MENOS confortáveis.	79
Gráfico 15. Temperatura em 3 alturas distintas no camarote 9 para o mês de junho/2010.	80
Gráfico 16. Umidade relativa em 3 alturas distintas no camarote 9 para o mês de junho/2010.	81
Gráfico 17. Temperatura em 3 alturas distintas no camarote 9 para o mês de janeiro/2011.	82
Gráfico 18. Umidade relativa em 3 alturas distintas no camarote 9 para o mês de janeiro/2011.	82
Gráfico 19. Temperatura em 3 alturas distintas no camarote do chefe para o mês de junho/2010. ...	83
Gráfico 20. Umidade relativa em 3 alturas distintas no camarote do chefe para o mês de junho/2010. ...	84
Gráfico 21. Temperatura em 3 alturas distintas no camarote do chefe para o mês de janeiro/2011. ...	85
Gráfico 22. Umidade relativa em 3 alturas distintas no camarote do chefe para o mês de janeiro/2011. ...	85
Gráfico 23. Temperatura em 3 alturas distintas na sala de estar no período de 28 de janeiro a 13 de fevereiro de 2011.	86
Gráfico 24. Umidade relativa em 3 alturas distintas na sala de estar no período de 28 de janeiro a 13 de fevereiro de 2011.	87
Gráfico 25. Temperatura do ar em 6 pontos (H=1,10 m) distintos na sala de estar para período de 24 a 28 de janeiro de 2011.	88
Gráfico 26. Umidade relativa do ar em 6 pontos (H=1,10 m) distintos na sala de estar para período de 24 a 28 de janeiro de 2011.	88
Gráfico 27. Temperatura do ar nos pontos E e F no período de 28 a 31 de janeiro de 2011.	89
Gráfico 28. Umidade relativa do ar nos pontos E e F no período de 28 a 31 de janeiro de 2011.	90
Gráfico 29. Temperatura do ar externa x interna (jun/2010).	91
Gráfico 30. Umidade relativa do ar externa x interna (jun/2010).	92
Gráfico 31. Temperatura do ar externa x interna (jan/2011).	92
Gráfico 32. Umidade relativa do ar externa x interna (jan/2011).	93
Gráfico 33. Temperatura operativa e do ar, média por hora, para o período de 16 de fevereiro a 2 de março de 2010.	95
Gráfico 34. PMV, médio por hora, calculado para o período de 16 de fevereiro a 2 de março de 2010.	95
Gráfico 35. PPD, médio por hora, calculado para o período de 16 de fevereiro a 2 de março de 2010.	96
Gráfico 36. Temperatura operativa e do ar, média por hora, para o período de 29 de janeiro a 12 de fevereiro de 2011.	98
Gráfico 37. PMV, médio por hora, calculado para o período de 29 de janeiro a 12 de fevereiro de 2011.	98
Gráfico 38. PPD, médio por hora, calculado para o período de 29 de janeiro a 12 de fevereiro de 2011.	99

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APO	Avaliação Pós Ocupação
AMRJ	Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro
ARQUIANTAR	Arquitetura na Antártica
ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</i>
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
EACF	Estação Antártica Comandante Ferraz
FAPES	Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Espírito Santo
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LPP	Laboratório de Planejamento e Projetos
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
NBR	Norma Brasileira Registrada
OPERANTAR	Operação Antártica
PD	Percentual de insatisfeitos
PMV	<i>Predicted mean vote</i>
PPD	<i>Predicted percentage dissatisfied</i>
PROANTAR	Programa Antártico Brasileiro
SCAR	<i>Scientific Committee on Antarctic Research</i>
SECIRM	Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar
TPA	Treinamento Pré-Antártico
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	17
2.	OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA	18
3.	O ESTUDO DO CONFORTO TÉRMICO E O CONTEXTO ANTÁRTICO	20
3.1.	Estudos e método de avaliação de conforto térmico	22
3.1.1.	O método de Fanger	24
3.1.2.	A norma ISO 7730.....	27
3.1.2.1.	Desconforto térmico local.....	29
3.1.2.2.	Diferença de Temperatura na Vertical	30
3.1.2.3.	Piso Quente ou Frio.....	31
3.1.2.4.	Assimetria Radiante	31
3.1.2.5.	As variáveis ambientais	33
3.1.2.6.	Influência das variáveis pessoais.....	33
3.1.2.7.	Estabelecimento da taxa de metabolismo	33
3.1.2.8.	Influência do isolamento térmico das vestimentas	34
3.1.3.	Normas brasileiras.....	36
3.1.4.	A questão do conforto adaptativo	37
3.2.	A ocupação na Antártica	39
3.2.1.	O Continente Antártico e as condições climáticas	41
3.2.2.	Estação Antártica Comandante Ferraz.....	44
3.2.3.	Outras estações na Baía do Almirantado	52
3.2.3.1.	<i>Henryk Arctowski Polish Antarctic Station</i>	53
3.2.3.2.	Estación Científica Antártica Machu Picchu	56
4.	METODOLOGIA	60
4.1.	Metodologia da pesquisa de campo	62
4.1.1.	Seleção dos ambientes para as avaliações.....	63
4.1.2.	Materiais e equipamentos	63
4.1.3.	Coleta dos dados – Variáveis ambientais.....	66
4.1.4.	Coleta dos dados das variáveis pessoais	71
4.1.4.1.	Taxa de metabolismo	72
4.1.4.2.	Isolamento térmico da vestimenta	72
4.2.	Método de análise dos resultados	72
5.	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	74
5.1.	Dados antropométricos e individuais da população avaliada	74
5.2.	Preferências pessoais analisadas	76
5.3.	Variáveis ambientais coletadas	79
5.3.1.	Camarote 9	79

5.3.2.	Camarote do chefe	82
5.3.3.	Sala de estar	85
5.4.	Relação de conforto térmico e desempenho da envoltória	90
5.5.	Correlação entre os dados do PMV/PPD e os votos de sensação e preferência térmica	93
5.6.	Avaliação do método empregado	99
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	101
6.1.	Sugestões para trabalhos futuros	102
7.	REFERÊNCIAS	103
	APÊNDICE 1	107
	APÊNDICE 2	110

1. INTRODUÇÃO

O Brasil desenvolve suas atividades na Antártica desde 1982, e por meio do Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR), vem contribuindo significativamente para o desenvolvimento da ciência, além de garantir a participação do Brasil no processo decisório relativo ao futuro do continente gelado, como membro consultivo do Tratado Antártico (SOUZA, 2008).

A Antártica, como grande continente isolado, encontra-se preservado graças a sua localização remota e seu clima extremo, apresentando ainda extensas áreas isoladas e intocadas pelo homem. Constitui como um grande laboratório para a ciência e um desafio tecnológico, considerando a necessidade de soluções específicas para a permanência de populações, bem como a obediência à rigorosa legislação ambiental internacional, desenvolvida para a região (ALVAREZ, 1995).

A ocupação inicial pelo Brasil aconteceu em 1984, com a instalação da Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF), inicialmente com uma estrutura de apenas oito contêineres e capacidade para 12 pessoas, que ao longo do tempo sofreu sucessivas ampliações e reformas, muitas das vezes de forma aleatória e sem nenhuma preocupação formal ou ambiental (ALVAREZ *et al*, 2004).

Os aspectos relacionados ao conforto térmico assumem fundamental importância em ambientes como a Antártica, tanto pela busca de maior eficiência no desempenho das atividades, como no que diz respeito à segurança e bem estar dos usuários de uma edificação. Considerando ainda que edificações adequadamente projetadas significam maior eficiência nos sistemas de condicionamento térmico – e consequente redução na demanda energética – os estudos relacionados ao tema também revestem-se de grande importância no conceito de sustentabilidade na construção civil.

2. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

O objetivo geral desta pesquisa consiste em fazer uma avaliação do nível de conforto térmico da EACF utilizando como critérios as recomendações normativas internacionais relativas à avaliação do conforto térmico.

Os objetivos específicos da pesquisa são:

- Desenvolver a análise de percepção de conforto térmico dos usuários da EACF, a fim de identificar evidências da aclimação às condições atuais, bem como a necessidade de melhoria nas condições térmicas do edifício em estudo;
- Executar medições controladas e sistemáticas para verificar as condições ambientais internas, especialmente em relação à distribuição da temperatura nos interiores condicionados;
- Avaliar a adequabilidade do modelo PMV/PPD da ISO 7730/2005 como meio de avaliação de conforto térmico em edificações na Antártica, em especial da Estação Antártica Comandante Ferraz, considerando serem usuários temporários, naturais de região de clima quente;
- Verificar a influência da envoltória no desempenho térmico da EACF;
- Testar a metodologia de avaliação adotada visando a eventual aplicabilidade em situações semelhantes.

O conhecimento das sensações e preferências térmicas dos usuários de uma edificação é importante na definição de estratégias de projeto adequadas à realidade climática do local de implantação da construção. Intimamente relacionado à questão de conforto encontram-se outros temas de fundamental importância, como as questões relacionadas às técnicas construtivas, materiais, recursos, dentre outros aspectos.

Considerando a atipicidade do meio, os aspectos relacionados ao clima também requerem especial atenção, pois o projeto para uma edificação em situação específica, como a Antártica, requer o conhecimento aprofundado de todo processo, visto que as decisões adotadas irão interferir durante as fases de uso e operação, que nesse caso, envolvem aspectos adicionais como de segurança e preservação da saúde dos ocupantes.

De acordo com Lamberts e Xavier (2002) a importância do estudo de conforto térmico, está baseada principalmente em 3 principais fatores:

- a) À satisfação do homem ou seu bem estar em se sentir termicamente confortável;
- b) À performance humana, onde as pesquisas indicam uma clara tendência de que o desconforto causado por calor ou frio, reduz a performance. As atividades intelectuais, manuais e perceptivas, geralmente apresentam um melhor rendimento quando realizadas em estado de conforto térmico.
- c) À conservação de energia, cuja importância para o caso específico, caracterizado pela necessidade da permanência humana em ambientes condicionados e categorizado como climas artificiais, assume fundamental importância visto a dificuldade de obtenção de energia e as conseqüências ambientais oriundas do eventual desperdício.

A partir das investigações iniciais sobre a EACF (ALVAREZ, 1995 e 2002), onde foram realizadas as avaliações técnicas preliminares *in loco*, somadas à pesquisa bibliográfica e aos usuários da EACF observados nas expedições à Antártica realizadas nos verões de 2010 e 2011, foram levantados alguns problemas preliminares relacionados ao desempenho térmico da Estação, que alicerçaram a construção da hipótese de trabalho:

A Estação Antártica Comandante Ferraz é ineficiente no que concerne ao conforto higrotérmico, ocasionado principalmente pela ineficácia dos materiais e sistemas construtivos; pela inadequação dos equipamentos instalados; e pelas dificuldades culturais dos usuários para a adaptação na relação com os condicionantes climáticos locais.

3. O ESTUDO DO CONFORTO TÉRMICO E O CONTEXTO ANTÁRTICO

Os estudos de conforto térmico objetivam analisar e estabelecer as condições necessárias para a avaliação e concepção de um ambiente térmico adequado às atividades e ocupação humanas, além de estabelecer métodos e princípios para uma detalhada análise térmica de um ambiente. De acordo com a ASHRAE 55 (2004) o conforto térmico é definido como estado de espírito que expressa a satisfação do homem com o ambiente térmico. Assim, a insatisfação pode ter sua causa na sensação de desconforto por calor ou frio para todo o corpo ou para uma parte definida dele.

O estudo do conforto térmico visa projetar edifícios adequados ao clima de cada região e, assim, proporcionar economia de energia e promover ao usuário sensação de bem estar (conforto) para que possa realizar suas atividades de maneira satisfatória. Esse conceito define arquitetura bioclimática, que segundo Olgyay (2002) é entendida como a arquitetura que utiliza as condições favoráveis do clima com o objetivo de satisfazer às exigências de conforto térmico do homem. Os irmãos Olgyay foram os primeiros, na década de 60 do século passado, a aplicarem a bioclimatologia na arquitetura, criando a expressão projeto bioclimático e, para tanto desenvolveram um diagrama bioclimático com as zonas de conforto (Figura 1).

Apesar de adequação climática ser um tema atual, principalmente no Brasil, é considerada há muito tempo pelos povos antigos, que para minimizarem as sensações de frio e calor, usavam mecanismos que faziam parte de sua cultura e caracterizavam a arquitetura regional. Vários exemplos podem ser citados como as aldeias de Malí na África; as casas da Nigéria; os iglus do Pólo Norte; as construções de Mesa Verde, no Deserto do Colorado - Estados Unidos; e as casas mediterrâneas (LAMBERTS, DUTRA, PEREIRA, 1997; CARRIÉRES, 2004).

Um edifício que está bem adaptado ao clima protege os seus ocupantes contra as condições extremas que se desenvolvem no exterior, sem criar condições de desconforto no interior. Com isso, nota-se a importância de compreensão do clima e dos materiais construtivos no planejamento das construções.

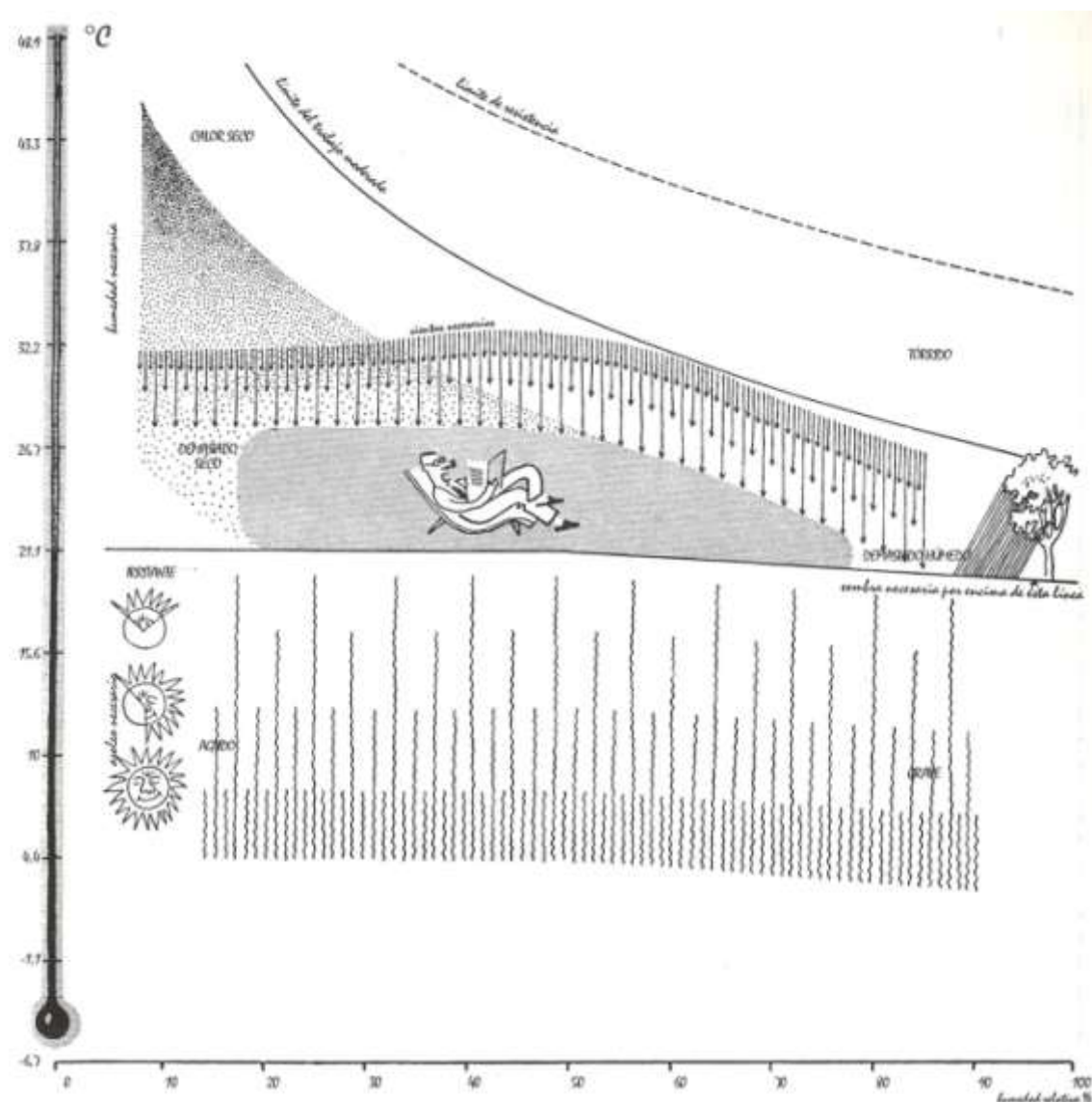


Figura 1. Carta Bioclimática de Olgay.
 Fonte: OLGAY, 2002, p. 23.

A necessidade de se conhecer a sensação térmica experimentada pelas pessoas, quando expostas a determinadas combinações de variáveis ambientais (temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade relativa e umidade relativa) e pessoais (vestimenta e taxa de metabolismo) levou ao desenvolvimento de índices de conforto que possibilitam avaliar a situação de conforto térmico de um ambiente, bem como obter subsídios para melhor adequá-lo às necessidades humanas. Tais índices representam tentativas de indicar, através de um único parâmetro, o efeito das diversas variáveis sobre a sensação térmica e consequentemente, apontar diretrizes para o desenvolvimento de projetos mais adequados a realidades climáticas a que estão inseridas as edificações.

3.1. Estudos e método de avaliação de conforto térmico

Os esforços realizados para compreensão do sistema termorregulador do corpo humano deram origem aos primeiros estudos dos índices de conforto. O sistema termorregulador comanda a redução ou o aumento das perdas de calor, mantendo a temperatura interna do organismo humano na faixa de 37 °C. Dessa forma, quanto maior for o trabalho desse sistema para manter a temperatura interna do corpo, maior será a sensação de desconforto (GOUVEA, 2004).

Por meio de ações fisiológicas que interferem nas trocas térmicas com o ambiente, o corpo humano mantém o equilíbrio térmico. Sabe-se que o organismo humano experimenta a sensação de conforto térmico quando perde para o ambiente o excesso de calor produzido pelo metabolismo, isso sem recorrer a nenhum mecanismo de termorregulação.

Todavia, para que haja conforto térmico é necessário que o corpo esteja em equilíbrio térmico, ou seja, a quantidade de calor ganho (metabolismo + calor recebido do ambiente) deve ser igual à quantidade de calor cedido para o ambiente. Essa condição não é suficiente para que o homem encontre-se em situação de conforto térmico. Isso pode ser explicado pela eficiência do sistema termorregulador, que consegue manter o equilíbrio térmico do organismo numa ampla faixa de combinações das variáveis pessoais e ambientais, embora o conforto térmico só ocorra numa faixa restrita dessas combinações (RUAS, 1999).

A avaliação de conforto térmico é entendida como subjetiva dado ao fato de ser expressa pela sensação pessoal de cada indivíduo. Assim, um ambiente confortável termicamente para uma pessoa pode ser desconfortável para outra e, ao se tratar das variáveis ambientais para o conforto térmico, entende-se que as condições que propiciam bem estar térmico ao maior número possível de pessoas, não implica que o conforto é sentido por todos.

Em um processo de avaliação de conforto térmico, por serem subjetivas, há variáveis mais complexas de se quantificar, BATIZ e GOEDERT (2006; apud BATIZ et al., 2009), apresenta graficamente o processo de avaliação do conforto térmico (Figura 2). Nesse processo podem-se destacar, além das condições físicas do ambiente (natureza física) e do metabolismo (natureza fisiológica), itens relacionados ao processo cognitivo como: experiência prévia, objetivos, necessidades e interação, os quais influenciam na atribuição de significado.

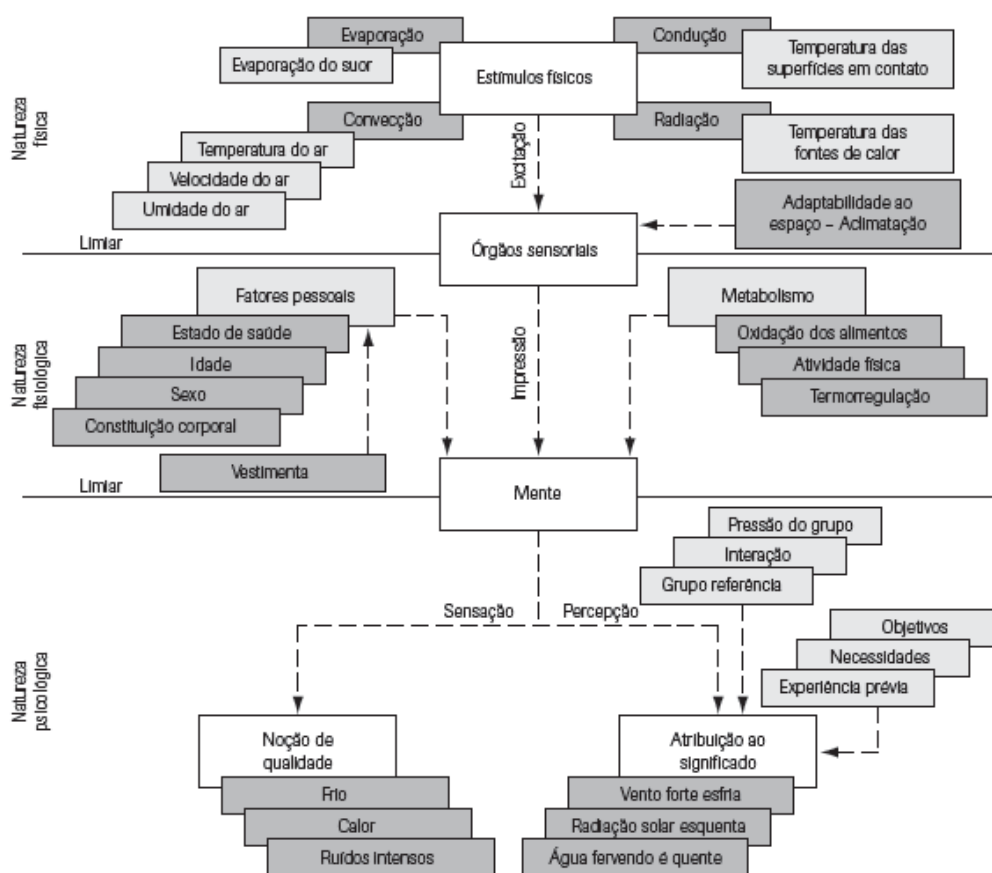


Figura 2. Processo de avaliação do conforto térmico.

Fonte: BATIZ e GOEDERT (2006) apud BATIZ et al. (2009), p. 481.

Outra questão é que o clima pode ser decisivo na definição das características construtivas das edificações e, para que o desconforto imposto por condições climáticas severas possa ser amenizado é necessária a utilização de energia para ventilação, refrigeração e/ou aquecimento dos ambientes internos. Por outro lado, as condições satisfatórias de conforto térmico de uma edificação não dependem exclusivamente da adequação ao clima, mas também da adaptação às atividades desenvolvidas e aos equipamentos utilizados.

Para avaliação de conforto térmico consideram-se diversas variáveis que influenciam na análise, sendo que os parâmetros mais importantes subdividem-se em duas classes:

- Variáveis pessoais;
 - Atividade;
 - Vestuário;
- Variáveis ambientais;
 - Temperatura do ar;
 - Umidade do ar;

- Velocidade do ar; e
- Temperatura média radiante.

O calor produzido no corpo é determinado pelo nível de atividade desenvolvida pelo homem, sendo também variável com a idade e o sexo. Este calor é trocado com o ambiente exterior por condução, convecção, radiação ou evaporação. A condução não assume geralmente grande relevância enquanto que a convecção depende da temperatura e velocidade do ar exterior. Já a radiação depende da temperatura média radiante e a evaporação relaciona-se com a umidade do ar e sua velocidade.

3.1.1. O método de Fanger

Os primeiros esforços realizados para descrever os critérios de conforto térmico foram realizados no início do século XX, quando foram estabelecidas as linhas para determinação do conforto humano. Os avanços mais significativos foram empreendidos no período compreendido entre 1966 e 1967, com os estudos de Ole Fanger, que estabeleceu o método do *Predicted Mean Vote* – PMV (Voto Médio Estimado) e *Predicted Percentage of Dissatisfied* – PPD (Porcentagem Estimada de Insatisfeitos), onde é relacionado o calor perdido pela pele em função da área superficial do corpo, calor interno produzido e temperatura média da pele (VOLTANI, 2009).

Fanger usou dados obtidos em experiências de laboratório, com mais de 1300 pessoas, para estabelecer uma equação que permite, a partir do conhecimento das variáveis ambientais e pessoais, avaliar a sensação térmica média de um grupo de pessoas (PMV) quando expostas a uma determinada combinação dessas variáveis (RUAS, 1999). O PMV é dado na seguinte escala de sensações térmicas:

+ 3	Muito calor
+ 2	Calor
+ 1	Leve sensação de calor
0	Conforto (neutralidade térmica)
- 1	Leve sensação de frio
-2	Frio
-3	Muito frio

A partir do cálculo das respostas térmicas do usuário, obtidas por meio de votos das escalas sensoriais, determinam-se os níveis de conforto ou desconforto térmico estabelecidos pelas pessoas, quando submetidas a um meio térmico específico. O PMV é determinado pela Equação 1 (RUAS, 1999).

$$PMV = (0.303 \cdot e^{-0.036 \cdot M} + 0.028) \cdot [(M - W) - H - E_c - C_{res} - E_{res}] \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

M – Taxa metabólica de produção de calor pelo corpo (W/m^2)

W – Trabalho muscular ou eficiência mecânica, igual a zero para a maioria das atividades sedentárias (W/m^2)

H – Produção interna de calor no corpo humano (W/m^2)

E_c – Perda de calor sensível por convecção pela pele (W/m^2)

C_{res} – Perda de calor sensível por convecção pela respiração (W/m^2)

E_{res} – Perda de calor latente por evaporação através da respiração (W/m^2)

Verifica-se que Fanger partiu do princípio de que o sistema termorregulador do corpo deve trabalhar mais quando as condições do ambiente não favorecem as trocas térmicas necessárias ao equilíbrio térmico do corpo e, com isso, é possível estabelecer uma relação entre as sensações térmicas da escala e as variáveis que influenciam o conforto térmico.

Para estimar a quantidade de pessoas termicamente insatisfeitas com um ambiente, Fanger relacionou o valor do PMV com a porcentagem estimada de insatisfeitos (PPD). O método de Fanger foi adotado como base para o desenvolvimento de uma norma que especifica condições de conforto térmico para ambientes termicamente moderados, a ISO 7730, que possui versões publicadas em 1984, 1994 e sua versão atual de 2005. A teoria de Fanger também foi base para a norma ASHRAE 55, que possui versões em 1992 e 2004.

Uma vez que o PMV é um modelo matemático desenvolvido a partir de experiências em laboratório onde todas as variáveis foram medidas, é necessário ter cuidado ao fazer a aplicação dessa norma. Aliada a essa situação há a questão da coleta das variáveis pessoais, pois as mesmas são subjetivamente estimadas e isso pode gerar erros consideráveis na avaliação do conforto térmico (RUAS, 1999).

Fanger desenvolveu a Equação de Conforto Térmico, a partir de estudos que comprovaram a necessidade de relacionar as variáveis ambientais com as variáveis pessoais para obter o

conforto térmico, e também da condição de que para estar em conforto térmico realizando alguma atividade física, o homem deve ter determinado valor para a temperatura média da pele e perder determinada quantidade de calor por evaporação do suor (GOMES, 2007). A equação permitiu obter combinações entre os dois grupos de variáveis e resultar em uma neutralidade térmica para 95% da população avaliada (Equação 2).

$$\begin{aligned} & \frac{M}{ADu} (l - \eta) - 0,35 \left[43 - 0,061 \frac{M}{ADu} (l - \eta) - p_a \right] - 0,42 \left[\frac{M}{ADu} (l - \eta) - 50 \right] - \\ & 0,0023 \frac{M}{ADu} (44 - p_a) - 0,0014 \frac{M}{ADu} (34 - t_a) = \frac{35,7 - 0,032 \frac{M}{ADu} (l - \eta) - t_{cl}}{0,18 t_{cl}} = \\ & 3,4 \cdot 10^{-8} f_{cl} [(t_{cl} + 273)^4 - t_{mr} + 273)^4] + f_{cl} h_c (t_{cl} - t_a) \end{aligned} \quad \text{(Equação 2)}$$

Onde:

M – Taxa metabólica de produção de calor pelo corpo (W/m^2) (unidade: met = 58.15 W/m^2)

ADu – Área de superfície corporal do corpo humano (m^2)

η – Eficiência mecânica externa do corpo

p_a – Pressão de vapor d'água no ambiente (mmHg)

t_a – Temperatura do ar ambiente ($^{\circ}C$)

f_{cl} – Fator de área de vestimenta

t_{cl} – Temperatura superficial média da vestimenta ($^{\circ}C$)

t_{rm} – Temperatura radiante média ($^{\circ}C$)

O PPD indica o percentual de pessoas insatisfeitas, resultado da relação entre o balanço energético do corpo e as condições de temperatura de determinado ambiente. Esta tendência de insatisfação das pessoas revela uma preferência por temperaturas mais altas ou mais baixas, e sua avaliação é feita através da escala sensorial de sete pontos, mencionada anteriormente (GOMES, 2007). O PPD é determinado pela Equação 3.

$$PPD = 100 - 95 \cdot \exp[-(0,03353 \cdot PMV^4 + 0,2179 \cdot PMV^2)] \quad \text{(Equação 3)}$$

De acordo com Gomes (2007), o cálculo desta equação deve considerar os seguintes aspectos: quantificação dos parâmetros ambientais e individuais; cálculo da equação de conforto térmico, que permite obter o acúmulo de energia no corpo, correspondente à diferença entre o metabolismo desenvolvido e o processo de transferência de calor para o ambiente. Esta equação descreve a conexão entre os parâmetros físicos medidos e as

sensações térmicas experimentados por uma média de pessoas; determinação do valor do PMV, com base no calor gerado pelo metabolismo, pelo acúmulo deste no corpo e pela sua transferência para o meio.

Dada a complexidade para uso das equações, Fanger desenvolveu uma série de tabelas, com valores de PMV para diversas atividades e suas respectivas relações com as demais variáveis. A ISO 7730 (ISO, 2005) apresenta esses dados em forma de tabelas simplificadas.

O PMV pode ser calculado para diferentes combinações de taxas metabólicas, tipos de vestimentas, temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade do ar e umidade do ar. De acordo com Vieira (2008), pode-se determinar o PMV de diferentes formas:

- a) A partir de equações com o auxílio de *softwares*;
- b) A partir de tabelas de valores de PMV baseadas em combinações de atividade metabólica, tipo de vestimenta, temperatura e velocidade;
- c) Medição direta, utilizando um sensor integrado.

Valendo-se das variáveis pessoais e ambientais disponíveis é possível a aplicação do método de Fanger, publicado na ISO 7730 (ISO, 1984) com suas atualizações (ISO; 1994, 2005).

3.1.2. A norma ISO 7730

A norma ISO 7730 foi criada em 1984, a partir do método de Fanger, com o título de “Ambientes termicamente moderados – Determinação dos índices PMV/PPD e especificações das condições térmicas”. O objetivo dessa norma é apresentar um método para estimar o grau de desconforto térmico de pessoas expostas a temperaturas moderadas, bem como especificar as condições térmicas toleradas para o bem estar térmico.

A ISO 7730 pode ser utilizada para desenvolver novos projetos, avaliar os ambientes existentes ou verificar as respostas térmicas do ambiente aos critérios de bem estar especificadas na norma. O método é aplicado para avaliação de ambientes fechados, onde se recomenda a utilização de valores de PMV entre -2 e +2 e quando as variáveis estiverem dentro dos limites: taxa de metabolismo entre 0,8 a 4 met; isolamento térmico da vestimenta entre 0 a 2 clo; temperatura do ambiente entre 10 e 30 °C; temperatura média radiante entre 10 e 40 °C e velocidade do ar entre 0 e 1 m/s (VOLTANI, 2009).

A partir do voto de sensação térmica estimado pelo PMV, Fanger desenvolveu um gráfico onde é relacionado a porcentagem de pessoas insatisfeitas (PPD), conforme Gráfico 1. Nesse gráfico nota-se que é impossível obter num ambiente uma combinação das variáveis de conforto que satisfaça plenamente a todos os integrantes de um grande grupo, já que a condição de neutralidade térmica ($PMV = 0$) corresponde a 5% de insatisfeitos.

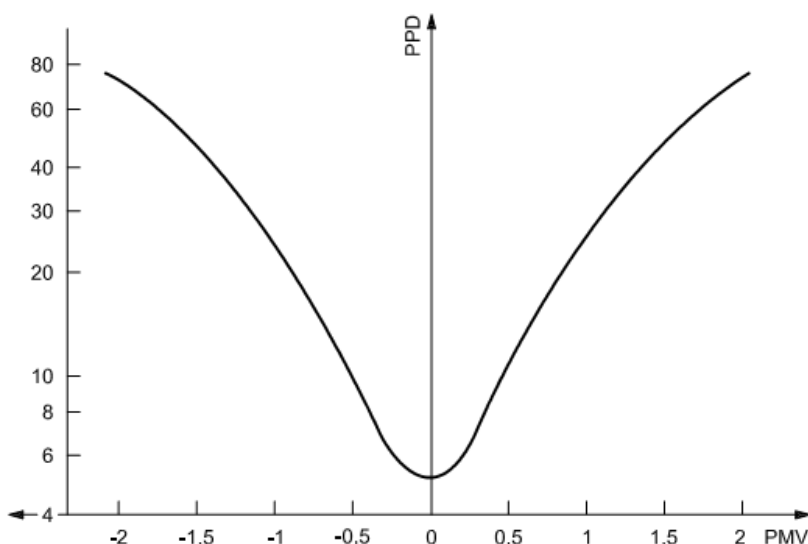


Gráfico 1. Porcentagem de insatisfeitos em função do PMV.
Fonte: ISO 7730 (2005), p. 5.

Outro dado constatado é que a curva é simétrica em relação ao ponto de $PMV = 0$, indicando que as sensações equivalentes de calor e de frio (mesmo PMV em valores absolutos), correspondem à igual porcentagem de insatisfeitos. A ISO 7730 (ISO, 2005) considera que um espaço apresenta condições de conforto térmico quando não mais do que 10% dos seus ocupantes se sintam desconfortáveis.

Para determinação do valor do PMV a norma apresenta valores da taxa de metabolismo e isolamento térmico das vestimentas. A norma apresenta tabelas com valores da taxa de metabolismo para diferentes tipos de atividades e de isolamento térmico de diversas peças de roupas. No entanto, a mesma ISO 7730 (ISO 2005) recomenda a utilização de normas auxiliares para estimativa desses valores, como a ISO 8996 (ISO, 1990) e ISO 9920 (ISO, 1995).

A versão da norma de 2005 traz novos métodos, bem como informações sobre desconforto térmico local, indicação de categorias de conforto térmico, isolamento térmico da vestimenta e adaptação. O título também foi alterado, passando a denominar “Ergonomia

do ambiente térmico – Determinação analítica e interpretação do conforto térmico usando cálculos dos índices PMV/PPD e critérios de conforto local¹.

Para avaliação de conforto térmico, é necessário o conhecimento das seguintes variáveis ambientais: temperatura do ar; umidade do ar; velocidade do ar; e temperatura média radiante. As respectivas caracterizações das variáveis ambientais, métodos e instrumentos de medição constam na ISO 7726 (ISO, 1996).

3.1.2.1. Desconforto térmico local

Além da avaliação de desconforto por frio ou calor, conforme expressados pelo PMV e PPD, há a insatisfação causada por um desconforto localizado, chamado de *draught* que é o resfriamento ou aquecimento de uma parte do corpo, causado pelo ar em velocidade e ou temperatura inadequados. A ISO 7730 (ISO, 2005) apresenta uma equação que permite calcular a porcentagem de insatisfeitos devido ao *draught* em função da temperatura, velocidade do ar e intensidade de turbulência (Equação 4).

$$DR = (34 - t_{a,l})(v_{a,l} - 0,05)^{0,62} (0,37 \cdot v_{a,l} \cdot T_u + 3,14)$$

Para $V_{a,l} < 0,05$ m/s, usa-se $V_{a,l} = 0,05$ m/s

(Equação 4)

Para $DR > 100\%$, usa-se $DR = 100\%$

Onde:

DR – Sensação de desconforto localizado (*draught*)

$T_{a,l}$ – Temperatura do ar local, em °C (de 20 a 26 °C)

$V_{a,l}$ – Velocidade média local, em m/s (<0,5 m/s)

T_u - Intensidade da turbulência local, em % (10% a 60%, quando desconhecida, usa-se 40%)

O modelo se aplica a pessoas com, principalmente, atividade sedentária e sensação térmica de neutralidade em todo o corpo com previsão de desconforto ao nível do pescoço. Ao nível dos braços e pés, o modelo pode superestimar a taxa prevista de *draught*. A sensação de um *draught* é mais baixa em atividades sedentárias com índices superiores a 1,2 met (ISO 7730, 2005). O desconforto localizado também pode ser causado por diferenças entre as

¹ No original "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" (tradução livre do autor).

temperaturas nas alturas da cabeça e do tornozelo, por elevada assimetria de temperatura radiante ou pelo contato com superfícies frias ou quentes.

3.1.2.2. Diferença de Temperatura na Vertical

A diferença de temperatura vertical do ar entre a cabeça e os tornozelos pode causar desconforto. O Gráfico 2 mostra o percentual de insatisfeitos (PD) em função da diferença vertical da temperatura do ar entre a cabeça e os tornozelos. A análise do gráfico permite concluir que quando o valor da diferença de temperatura aumenta o percentual de pessoas insatisfeitas também cresce.

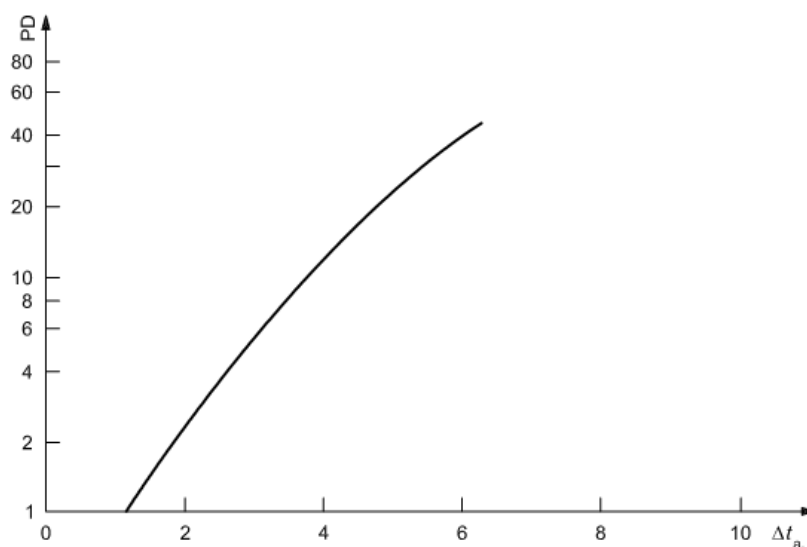


Gráfico 2. Percentagem de insatisfeitos causados pela diferença vertical da temperatura do ar.
Fonte: ISO 7730 (ISO, 2005), p. 7.

De acordo com a ISO 7730 (ISO, 2005) também é possível calcular o percentual de insatisfeitos em função da diferença de temperatura entre pés e cabeça (Equação 5):

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(5,76 - 0,856 \cdot \Delta t_{a,v})} \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

PD – Percentual de insatisfeitos

$\Delta t_{a,v}$ - Diferença de temperatura do ar vertical entre a cabeça e os pés, em °C.

3.1.2.3. Piso Quente ou Frio

Com piso muito quente ou muito frio, os ocupantes podem se sentir desconfortáveis devido à sensação térmica nos pés. O Gráfico 3 mostra o percentual de pessoas insatisfeitas em função da temperatura do piso, com base em estudos com pessoas sedentárias (ISO, 2005), que é a situação que mais se assemelha à condição de trabalho na EACF. Nota-se que em torno dos 24 °C, o percentual de insatisfeitos é menor.

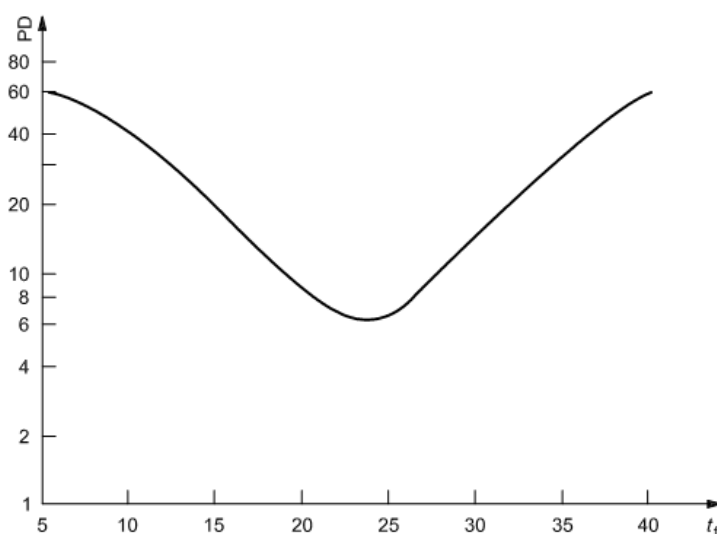


Gráfico 3. Percentagem de insatisfeitos em função da temperatura do piso.
Fonte: ISO 7730 (ISO, 2005), p. 8.

Para cálculo do percentual de insatisfeitos em função da temperatura do piso a ISO 7730 (ISO, 2005) prescreve a seguinte fórmula:

$$PD = 100 - 94 \cdot \exp(-1,387 + 0,118 \cdot t_f - 0,0025 \cdot t_f^2) \quad (\text{Equação 6})$$

Onde:

PD – Percentual de insatisfeitos

t_f - temperatura do piso, em °C

3.1.2.4. Assimetria Radiante

A assimetria da temperatura radiante é dada pela diferença entre as temperaturas radiantes planas de duas faces opostas em relação a uma pessoa entre elas, e essa diferença de temperatura também pode causar desconforto. As pessoas são mais sensíveis à radiação causada pela assimetria entre forros quentes e paredes frias. O Gráfico 4 mostra o

percentual de insatisfeitos em função da assimetria da temperatura radiante causada por um teto quente (1), uma parede fria (2), um teto frio (3), e uma parede quente (4).

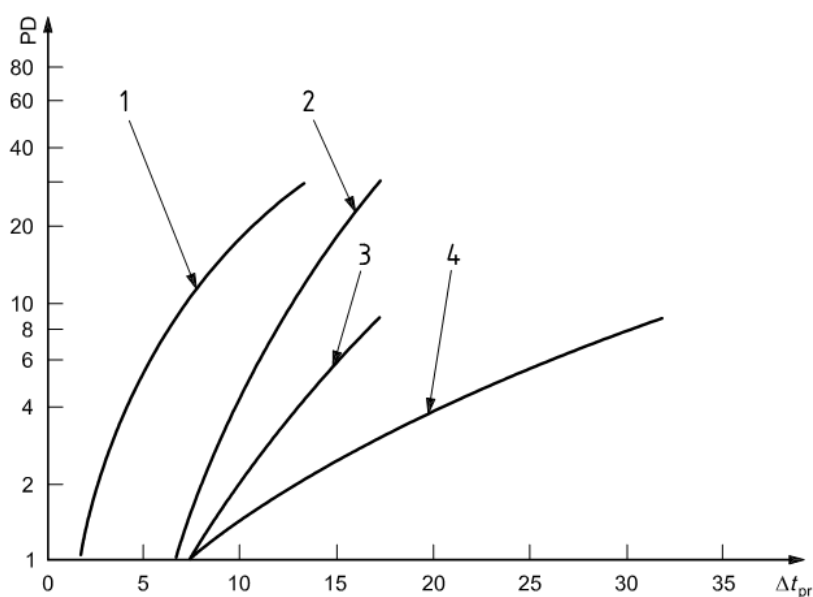


Gráfico 4. Percentual de insatisfeitos relacionado à assimetria da temperatura radiante.
Fonte: ISO 7730 (2005), p. 10.

Para cálculo do percentual de insatisfeitos, a ISO 7730 (ISO, 2005) prescreve as seguintes Equações (7 a 10).

a) Teto quente

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(2,84 - 0,174 \cdot \Delta t_{pr})} - 5,5$$

Para $\Delta t_{pr} < 23 \text{ }^\circ\text{C}$

(Equação 7)

b) Parede fria

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(6,61 - 0,345 \cdot \Delta t_{pr})}$$

Para $\Delta t_{pr} < 15 \text{ }^\circ\text{C}$

(Equação 8)

c) Teto frio

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(9,93 - 0,50 \cdot \Delta t_{pr})}$$

Para $\Delta t_{pr} < 15 \text{ }^\circ\text{C}$

(Equação 9)

d) Parede quente

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(3,72 - 0,052 \cdot \Delta t_{pr})} - 3,5$$

Para $\Delta t_{pr} < 35 \text{ }^\circ\text{C}$

(Equação 10)

Onde:

PD – Percentual de insatisfeitos

Δt_{pr} - Assimetria da temperatura radiante, em °C.

3.1.2.5. As variáveis ambientais

Para avaliação de conforto térmico, é necessário o conhecimento das seguintes variáveis ambientais: temperatura do ar; umidade do ar; velocidade do ar; e temperatura média radiante. As respectivas caracterizações das variáveis ambientais, métodos e instrumentos de medição constam na ISO 7726 (ISO, 1996).

3.1.2.6. Influência das variáveis pessoais

A reação de cada organismo à produção e liberação do calor ao ambiente é diferente, sendo essas reações características de cada indivíduo e dependem das variáveis pessoais, responsáveis pela variação biológica, o que determina, além das variáveis ambientais, os níveis adequados de conforto térmico para os seres humanos.

Dentre as variáveis pessoais mais relevantes ao estudo do conforto térmico destacam-se: aclimatação, atividades exercidas, metabolismo, vestimenta, sexo, idade, tipo físico (altura x peso), nível de estresse emocional e hábitos alimentares. Cada uma das variáveis pessoais interfere nos processos de troca de calor entre o homem e o ambiente, exercendo influência nas sensações térmicas (GOMES, 2007).

Para efeito da avaliação de conforto térmico e obtenção dos índices PMV e PPD, as variáveis pessoais para os estudos de conforto são a taxa de metabolismo e o isolamento térmico da vestimenta.

3.1.2.7. Estabelecimento da taxa de metabolismo

Conforme a ISO 8996 (ISO, 1990), a parcela da energia produzida internamente se transforma em calor e pode ser igualada à energia do metabolismo. Isso se deve ao fato de que a maior parte da energia é térmica e a parcela correspondente ao trabalho mecânico geralmente pode ser negligenciada. A produção de calor é contínua e aumenta com o esforço físico executado. Assim, a taxa de metabolismo é a taxa de produção de energia do

corpo que varia com a atividade física, sendo adotada a unidade “met” cujo valor de 1 met = 58,2 W/m² (GOUVEA, 2004).

A pesquisa de Ruas (1999) conclui que o estabelecimento da taxa de metabolismo de um ciclo de trabalho em campo é uma tarefa difícil e a precisão dos resultados depende dos recursos técnicos disponíveis, geralmente através do uso de tabelas, sendo que o uso desse instrumento pode gerar erros consideráveis, tendo em vista que a escolha dos valores dificulta a consideração de diferenças individuais, de equipamentos utilizados, da técnica e do ritmo de trabalho.

3.1.2.8. Influência do isolamento térmico das vestimentas

A vestimenta forma uma barreira para as trocas convectivas de calor entre o corpo e seu ambiente, interferindo no processo de evaporação do suor, reduzindo a sensibilidade do corpo às variações de temperatura e velocidade do ar. A roupa funciona como um isolante e possui uma resistência térmica que depende da resistência do tecido, da firmeza e da forma da vestimenta. A unidade de resistência térmica é o “clo”, que equivale a 0,18 m².°C/W (HACKENBERG, 2000).

A ISO 9920 (ISO, 1995) especifica métodos para a estimativa das características térmicas, resistência às perdas de calor seco e à perda por evaporação, em condições de estado estacionário para um traje de roupa, baseado em valores de vestimentas conhecidas, trajes e tecidos.

O isolamento térmico de uma vestimenta é calculado pelo somatório dos isolamentos das peças que a compõem, a partir de tabelas como as da ISO 7730 (ISO, 2005) e ISO 9920 (ISO, 1995). Os valores listados nessas tabelas foram obtidos em medições realizadas em câmaras climatizadas com o uso de manequins térmicos, fixos na posição em pé. As condições dos testes não reproduzem as situações reais em que o isolamento sofre a influência de fatores como a velocidade do ar, a postura e o movimento do corpo (RUAS, 1999).

A importância da correta estimativa do isolamento térmico das vestimentas na avaliação do conforto térmico pode ser verificada pelo fato de que um aumento de 0,1 clo no isolamento corresponde, para as atividades sedentárias, a uma diminuição de 0,6 °C na temperatura de conforto e para as atividades pesadas, uma diminuição de 1,5 °C (FANGER, 1970, apud RUAS, 1999).

A estimativa de isolamento térmico da vestimenta através de valores tabelados pode levar os usuários a erros, porque não contém informações precisas sobre a influência de fatores como a velocidade do ar e a postura e o movimento do corpo no isolamento térmico. Ainda assim, há a questão da subjetividade, que também pode levar a erro ao enquadrar determinadas peças de uma vestimenta em outras listadas nas tabelas existentes. Assim, o efeito combinado desses erros pode resultar numa avaliação de conforto térmico equivocado, tendo em vista a grande influência dessas variáveis no PMV (GOUVEA, 2004).

Para utilização prática, a ISO 7730 (2005) apresenta uma tabela onde são listados as principais vestimentas e seu valor equivalente da resistência (Tabela 1).

Tabela 1. Isolamento térmico para peças de roupas.

PEÇA	<i>I_{clu}</i>		Mudança de temperatura operacional ideal, ° C
	clo	m ² · K/W	
ROUPA ÍNTIMA			
Calcinhas	0,03	0,005	0,2
Cueca com pernas longas	0,10	0,016	0,6
Camiseta	0,04	0,006	0,3
Camiseta	0,09	0,014	0,6
Camisa com mangas compridas	0,12	0,019	0,8
Calcinha e sutiã	0,03	0,005	0,2
CAMISAS / BLUSAS			
Mangas curtas	0,15	0,023	0,9
Mangas compridas	0,20	0,031	1,3
Mangas normais	0,25	0,039	1,6
Mangas compridas (Flanela)	0,30	0,047	1,9
Blusa leve, mangas compridas	0,15	0,023	0,9
CALÇAS			
Bermudas	0,06	0,009	0,4
Leve	0,20	0,031	1,3
Normal	0,25	0,039	1,6
Flanela	0,28	0,043	1,7
VESTIDOS / SAIAS			
Saias leves (verão)	0,15	0,023	0,9
Saia (inverno)	0,25	0,039	1,6
Vestido leve, mangas curtas	0,20	0,031	1,3
Vestido longo (inverno), luvás	0,40	0,062	2,5
Macacão	0,55	0,085	3,4
SUÉTER			
Colete sem mangas	0,12	0,019	0,8
camisola fina	0,20	0,031	1,3
Suéter	0,28	0,043	1,7
suéter grosso	0,35	0,054	2,2
CASACOS			
jaqueta leve, de verão	0,25	0,039	1,6
Jaqueta	0,35	0,054	2,2
Bata	0,30	0,047	1,9

Fonte: ISO 7730 (ISO, 2005), p. 20.

Tabela 1 (continuação). Isolamento térmico para peças de roupas.

PEÇA	I _{clu}		Mudança de temperatura operacional ideal, ° C
	clo	m ² · K/W	
ISOLANTE (COM FIBRA)			
Macacão	0,90	0,140	5,6
Calças	0,35	0,054	2,2
Jaqueta	0,40	0,062	2,5
Colete	0,20	0,031	1,3
ROUPA EXTERNA			
Casaco	0,60	0,093	3,7
Jaqueta	0,55	0,085	3,4
Jaqueta macacão	0,70	0,109	4,3
macacão	0,55	0,085	3,4
DIVERSOS			
Meias	0,02	0,003	0,1
Meias tornozeleira (grossa)	0,05	0,008	0,3
meias grossas, longas	0,10	0,016	0,6
meias de nylon	0,03	0,005	0,2
Calçados (sola fina)	0,02	0,003	0,1
Calçados (solado grosso)	0,04	0,006	0,3
Botas	0,10	0,016	0,6
Luvas	0,05	0,008	0,3

Fonte: ISO 7730 (ISO, 2005), p. 20.

3.1.3. Normas brasileiras

As normas técnicas existentes no Brasil visam à formulação de critérios para a avaliação do desempenho térmico, sobretudo, de habitações populares, sendo que as pesquisas estão concentradas principalmente no Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT), e no âmbito do grupo de Conforto Ambiental e Eficiência Energética da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC). Nota-se ainda que as pesquisas e ações estão relacionadas a uma classe específica das edificações, representadas na área de habitação, que é a parcela mais representativa das construções existentes no país.

Publicada em 2008, a NBR 15575 foi atualizada em 2010 (ABNT, 2010) e propõe, em suas 6 (seis) partes, a avaliação do desempenho dos elementos construtivos de uma edificação e define a performance mínima obrigatória para alguns sistemas das edificações ao longo da vida útil. Dentre outros itens, avalia-se o desempenho térmico, com proposta de performance mínima das edificações inseridas no contexto bioclimático brasileiro.

A NBR 15220 (ABNT, 2005) subdivide-se em 5 (cinco) partes e dentre seus objetivos estabelece métodos para cálculo das propriedades térmicas de elementos e componentes de edificações, ou seja: resistência, transmitância e capacidade térmica, atraso térmico e

fator de calor solar. Além desses métodos de cálculo, a norma também fornece o zoneamento bioclimático brasileiro com as diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.

Logicamente o foco da NBR 15220 está relacionado à avaliação de desempenho e conforto térmico de edificações inseridas no contexto climático brasileiro, assim, as diretrizes e determinações dessas normas podem não ser apropriadas para emprego na avaliação e pesquisa de conforto e desempenho térmico em edificações inseridas no continente Antártico.

3.1.4. A questão do conforto adaptativo

A ISO 7730 (ISO, 2005) relata que a adaptação do usuário pode ocorrer em ambientes quentes ou frios, principalmente, em função da utilização de roupas, pela postura corporal e em função da diminuição da atividade, que são difíceis de quantificar, podendo resultar na aceitação de temperaturas mais elevadas no interior das edificações. Pessoas habituadas a trabalhar e viver em climas quentes são mais suscetíveis a aceitarem e manterem um desempenho superior de trabalho em ambientes quentes do que aqueles que vivem em climas mais frios.

Nota-se que muitos estudos são realizados sobre conforto adaptativo, sendo que uma das pesquisas mais importantes é a de De Dear, Brager e Cooper (2007) que posteriormente foi adotada pela ASHRAE 55 (ASHRAE, 2004). De acordo com De Dear e Brager (1998), na avaliação de conforto térmico é importante ponderar as questões que envolvem as diferenças étnicas, nacionais ou geográficas, sendo necessária maior observação quando se trata de ambientes naturalmente ventilados.

Estudo de Humphreys & Nicol (1998) discute a adoção direta dos resultados do PMV e PPD obtidos em laboratório em relação à ambientes reais devido a diferenças de motivação, de expectativa e de contexto social que podem influenciar na aceitabilidade térmica de um ambiente. O trabalho de Humphreys & Nicol (1998) questiona o fato de algumas pesquisas de campo terem indicado que as pessoas aceitam como confortáveis ambientes que a ISO 7730 (1994) considera desconfortável, o que é um indicativo da capacidade de adaptação das pessoas aos seus próprios ambientes.

Constata-se então que há ainda algumas divergências quanto da utilização dos índices propostos por Fanger e adotados na ISO 7730. Humphreys e Nicol (2002) analisam que, na prática, os dados utilizados no cálculo do PMV são sujeitos inevitavelmente a eventuais erros de mensuração e estimação, e que assim acumulariam erros em cada cálculo, indicando discrepância entre o valor calculado e o correspondente voto estimado. Expressam, ainda, que o PMV é uma representação aproximada de um sistema físico, fisiológico e psicológico muito complexo, compreendendo o ambiente térmico, o corpo e a mente humana.

Humphreys e Nicol (2002) afirmam que apenas demonstrar as incoerências existentes no método PMV não seria correto, e assim propõem melhorá-lo a partir de modelo estatístico. Entretanto, reconhecem a importância do método e concluem que o apropriado seria revisar os fatores psicofísicos e fisiológicos que constroem o PMV ao invés de fazer-se ajustamentos estatísticos. A relevância da metodologia empregada na ISO 7730 (ISO, 2005) deve ser reconhecida, uma vez que se percebe um grande número de trabalhos, coordenados por pesquisadores respeitados no meio e que usam e avaliam os índices de PMV e PPD para avaliação de conforto térmico de ambientes internos.

De acordo com Gouvea (2004) os modelos adaptativos são baseados em equações de regressão que relacionam a temperatura de neutralidade do ambiente exclusivamente à temperatura média do ambiente externo. Com isso, percebe-se que tais modelos não incluem outras variáveis na avaliação, como a influência da vestimenta e atividade desenvolvida, o que torna o uso dessas equações restritas às condições similares àquelas em que foram obtidas.

A ISO 7730 (ISO, 2005) relata que é necessário observar o comportamento das pessoas, principalmente quanto aos prováveis desvios causados pelas diferenças étnicas, nacionais ou geográficas. Destaca ainda que também devem ser observados os aspectos relacionados à adaptação, observando que ela existe onde os locais são mais quentes ou frios, em função da modificação da vestimenta e desempenho das atividades, que são formas de adaptação difíceis de quantificar.

3.2. A ocupação na Antártica

Desde o século XIX o Brasil já demonstra interesse pela região Antártica², no entanto, somente em 1984, adere ao *Scientific Committee on Antarctic Research - SCAR* e inaugura a Estação Comandante Ferraz³. Nesse mesmo ano foi criado o Comitê Nacional de Pesquisas Antárticas (ALVAREZ, 1995) e, a partir de então, todos os anos são realizados as Operações Antárticas – OPERANTAR, onde um grande contingente de pesquisadores brasileiros é levado àquela região para estudos em diversas áreas.

A atividade brasileira na Antártica está concentrada na Península Antártica (Figura 3), que é um conjunto de ilhas onde também estão outros países que desenvolvem pesquisas naquele continente, em função das condições climáticas mais amenas e pela facilidade de acesso. No entanto, atualmente, existem tecnologias capazes de garantir a ocupação em áreas cada vez mais geladas, onde praticamente só há registro de temperaturas negativas, com isso, muitas estações foram construídas na parte continental da Antártica.



Figura 3. Localização da EACF na região Antártica.

Fonte: KUHN, 2006, p. 65.

O Continente Antártico desperta a atenção de vários países do mundo, tanto pela sua importância histórica, como pela relevância científica, econômica e estratégica. Suas características peculiares conferiram a esse continente o título de “a terra dos superlativos” (ALVAREZ, 1995).

² Em 1882 a corveta “Parnayba” parte para os mares austrais, sob o comando de Luis Phelipe Saldanha da Gama, levando o astrônomo Luis Cruls para observar a passagem de Vênus pelo disco solar (ALVAREZ, 1995; SOUZA, 2008).

³ O nome foi escolhido para homenagear o Capitão de Fragata Luiz Antônio Ferraz, Oficial de Marinha, hidrógrafo, morto em missão aos 42 anos, e um dos idealizadores e incentivadores do Programa Antártico Brasileiro (SOUZA, 2008).

O Brasil possui edificações na Ilha Rei George, onde está a EACF, que está localizada na Península Keller, na Baía do Almirantado, na Enseada de Martel (Figura 4). A Península Keller está a cerca de 3.200 km do Pólo Sul e 4.000 km de Rio Grande (RS), ponto de partida dos navios brasileiros rumo à Antártica (SOUZA, 2008).



Figura 4. Foto aérea da Península Keller contextualizando a EACF, em março de 2008.
Fonte: FREIRE (2008).

De acordo com Alvarez (1995) projetar edificações para Antártica significa lidar com condicionantes incomuns aos meios urbanos tradicionais, pois além do rigor climático devem ser considerados os aspectos relativos ao apoio logístico disponível, que acaba determinando a configuração final da proposta. A questão logística de transporte de materiais é de grande importância no processo de projeto, pois envolve um planejamento minucioso e que considere os diversos meios envolvidos no trajeto desde o continente – fabricação, até a montagem final na Antártica (Figura 5).

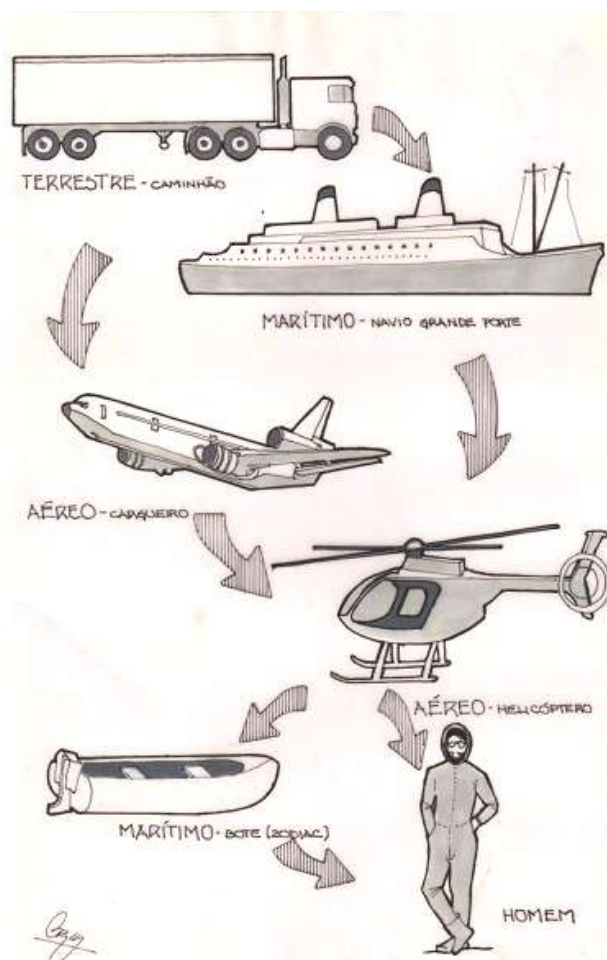


Figura 5. Esquema básico dos meios de transporte.
Fonte: ALVAREZ (1995), p. 139.

3.2.1. O Continente Antártico e as condições climáticas

A Antártica é a região do planeta mais sensível às mudanças climáticas, cujas alterações podem ser facilmente perceptíveis. Além disso, a Antártica detém cerca de 90% do gelo e 80% da água doce da Terra, bem como muitas riquezas minerais, sendo que esse grande manto de gelo atua como grande sorvedouro do calor terrestre e tem um papel essencial no sistema climático global (ALVAREZ, 2007).

A Antártica possui características ambientais peculiares como baixas temperaturas, rajadas de vento, isolamento e preservação do ambiente natural, que define a questão da sustentabilidade e da ocupação humana (CRUZ *et al.*, 2007). Observa-se que nesse contexto, os aspectos relacionados ao conforto ambiental foram e são fundamentais no processo de ocupação, especialmente considerando que a Antártica não detém populações nativas justamente em função da dificuldade de adaptação humana sem o uso de tecnologias.

Tendo em vista as condições climáticas da Antártica, são notadas as peculiaridades de projetar em condições extremas, tais como as relacionadas anteriormente. A análise dos gráficos dos dados climáticos da estação do INPE/CPTEC dos anos 1986 a 2010 (Gráficos 5 a 8), permite algumas rápidas leituras:

- A temperatura média do ar, registrada no período, foi sempre inferior a 0°C;
- As temperaturas médias máximas oscilaram entre 0°C e 3°C;
- As temperaturas médias mínimas atingiram a faixa de -2°C a -6°C, aproximadamente;
- O mês mais frio é julho, considerando a temperatura média do ar mínima em torno de 10°C e média mensal de 6,5°C;
- O mês mais quente é janeiro com temperaturas mensais médias oscilando entre 0,5 °C e 4,5 °C aproximadamente;
- A velocidade média do ar no período ficou entre 4,6 e 7 m/s.

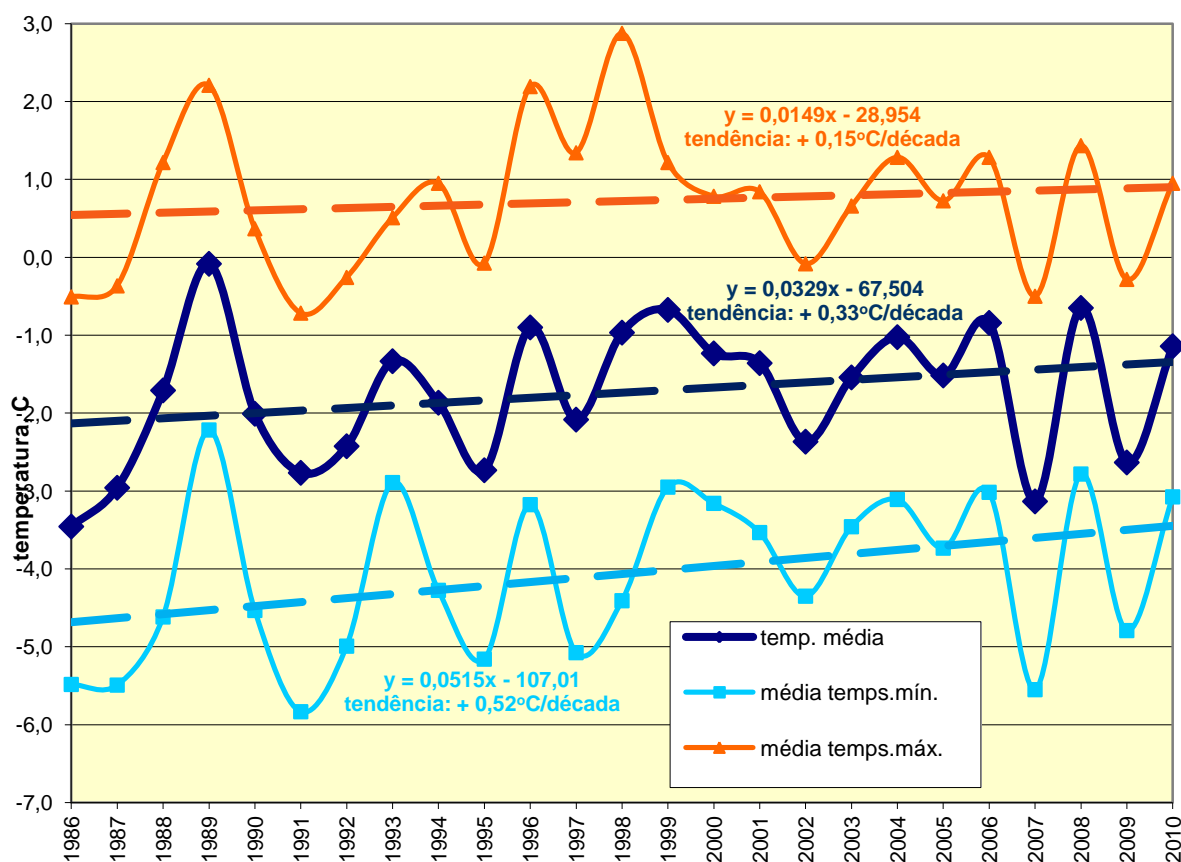


Gráfico 5. Temperaturas Médias Anuais do Ar na EACF (1986-2010).

Fonte: METEOROLOGIA ..., acesso 2 abr. 2011.

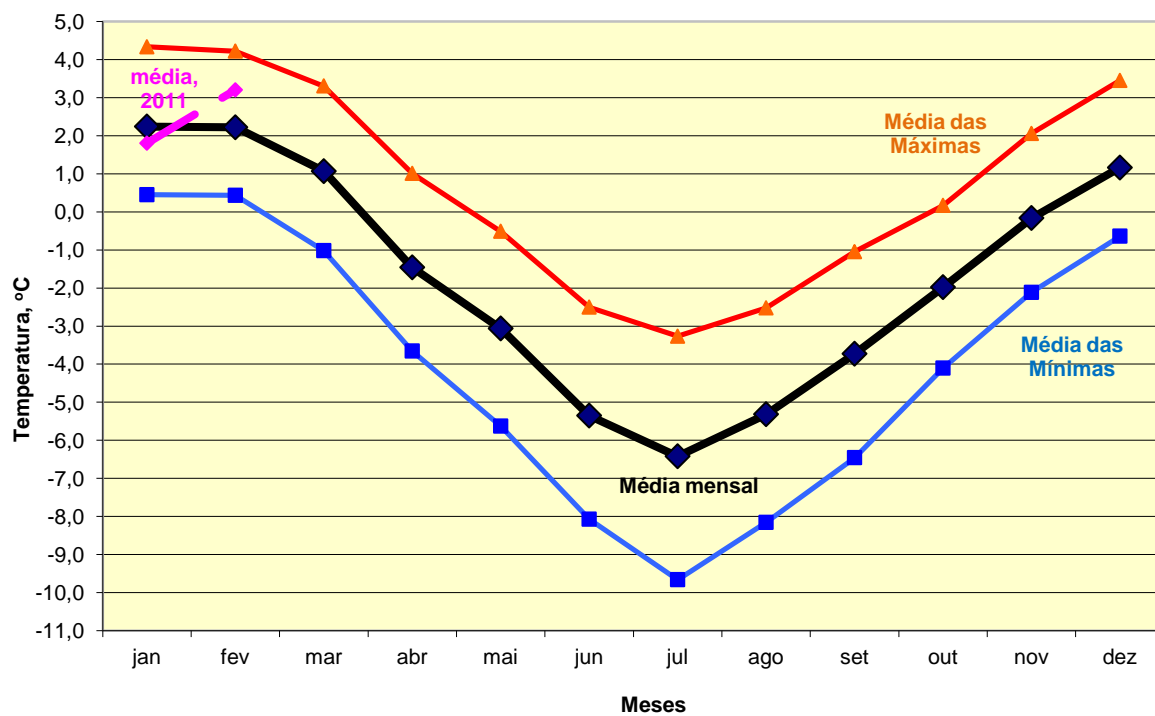


Gráfico 6. Temperaturas Médias Mensais do Ar na EACF (1986-2011).
Fonte: METEOROLOGIA ..., acesso 2 abr. 2011.

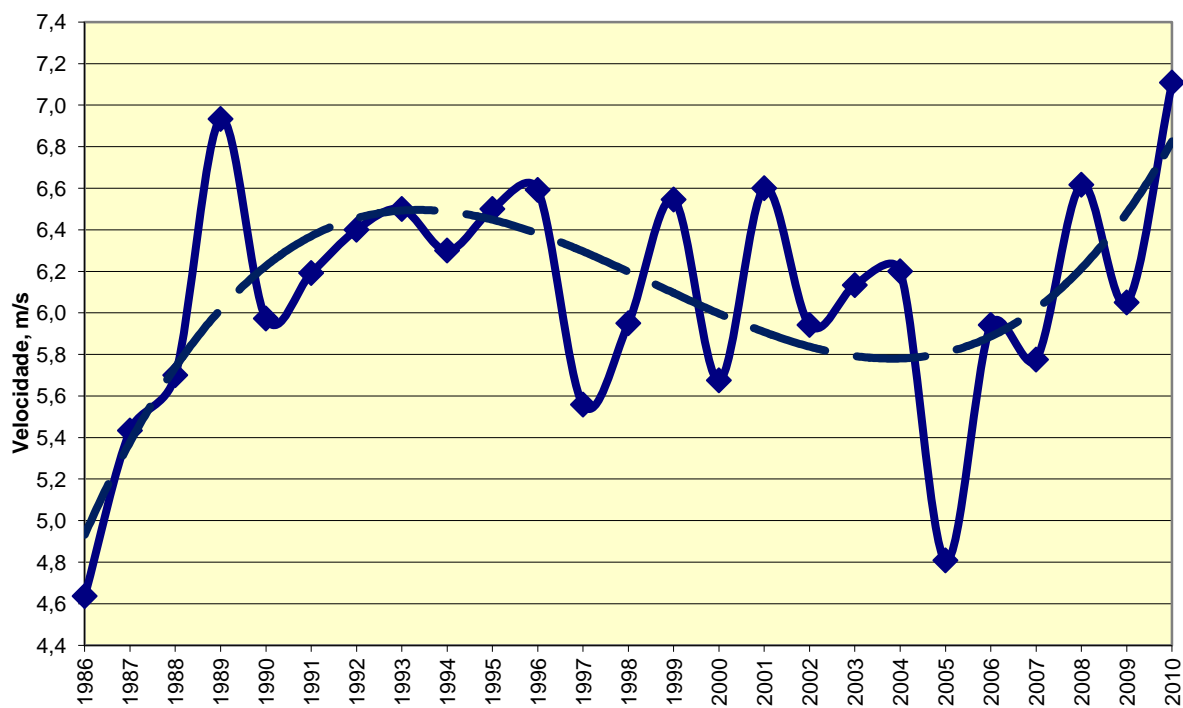


Gráfico 7. Velocidade média anual do vento na EACF (1986-2010).
Fonte: METEOROLOGIA ..., acesso 2 abr. 2011.

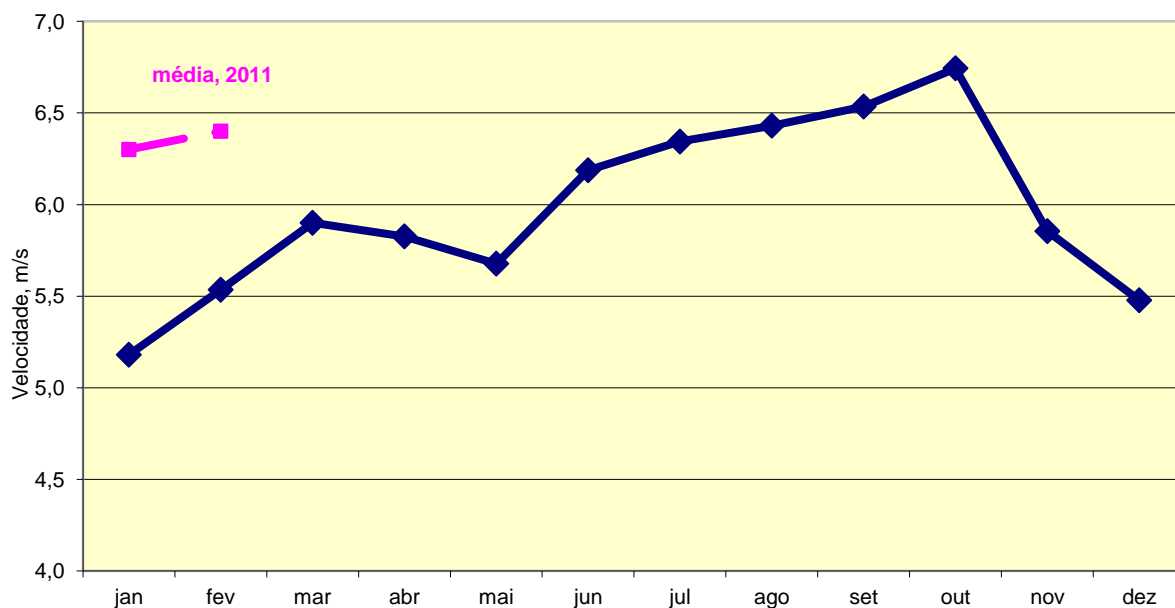


Gráfico 8. Velocidade Média Mensal do Vento na EACF (1986-2011).

Fonte: METEOROLOGIA ..., acesso 2 abr. 2011.

Alguns dados extremos da EACF, registrados pelo INPE/CPTEC, revelam que há ocorrência de rajadas de ventos próximo de 100 nós (equivalente a 185 km/h), como a que ocorreu em 15 de outubro de 2010, considerada a maior rajada com 96 nós ou 49,4 m/s (METEOROLOGIA..., acesso 2 abr. 2011). O Gráfico 8 representa a média da velocidade dos ventos durante os 25 anos em que são registrados os dados, porém, a média nesse caso não representa a situação real, onde a ocorrência de ventos fortes é mascarada ao se considerar a média.

3.2.2. Estação Antártica Comandante Ferraz

A Estação Antártica Comandante Ferraz (LAT. 62°05' S e LONG. 58°24'W), fundada em 6 de fevereiro de 1984, foi composta inicialmente por 8 contêineres metálicos (Figura 6), confeccionados com vedação do tipo “sanduíche” com as partes externas em aço corrugado, preenchido com poliuretano expandido e revestidos internamente com lambris de madeira (ALVAREZ, 1995).



Figura 6. Estação Antártica Comandante Ferraz em fevereiro de 1984, logo após sua inauguração.
Fonte: SOUZA, 2008, p. 25.

Durante os anos seguintes, a Estação sofreu diversas reformas e ampliações, sendo que alguns contêineres foram anexados a estrutura inicial, com a substituição do poliuretano pela fibra de vidro no material isolante em algumas partes. Com essa mudança, foi notada a redução na eficiência do material isolante, principalmente em função da fibra permitir o acúmulo de umidade na camada interna do piso, que faz com que o mesmo perca suas características básicas, permitindo a transmissão do frio para interior dos ambientes. Medições preliminares realizadas no final da década de 80 do século passado registraram a existência de diferença de temperatura entre piso e teto em torno de 10°C (ALVAREZ, 1995).

A partir de 2001 foram realizados estudos para implementação do Plano Diretor da EACF, cujo principal objetivo foi minimizar o impacto ambiental causado pela presença brasileira na Antártica e reduzir os investimentos necessários à manutenção das edificações e equipamentos. Como resultados, além dos necessários conceitos de adequabilidade ambiental e logística, foram inseridos aspectos anteriormente não considerados, principalmente nos estudos pretéritos de avaliação de impacto ambiental na Antártica, como os níveis de pressão sonora e a interferência das obras na paisagem (ALVAREZ *et al.*, 2007).

Observa-se que desde a ocupação inicial, a tecnologia empregada nos módulos foi de painéis em aço na parte externa, tanto na vedação vertical como na cobertura. Tal técnica construtiva, quando submetida às condições severas do ambiente antártico, tornou

perceptível a necessidade de inclusão de um condicionante adicional, relacionado à necessidade de uso de materiais que resistam a corrosão (ALVAREZ, ANGELATS, CASTRO, 2006).

Conforme relatado por Alvarez (2002), com a constatação dos prejuízos ambientais e econômicos decorrentes do tratamento das superfícies externas da Estação surgiu a necessidade de otimização do envelope construtivo da EACF, dada a grande área externa da envoltória da edificação e excesso de reentrâncias que permitem o acúmulo de gelo e apressam o processo de corrosão dos materiais. Após a reforma geral da Estação, os resultados analisados por Alvarez *et al.* (2007) constataram que depois da implantação do Plano Diretor, o novo *layout* proposto reduziu as reentrâncias e saliências anteriormente existentes, obtendo, para o corpo principal da EACF, a ampliação em cerca de 45% da área útil, com redução de aproximadamente 30% em comprimento linear das paredes metálicas que demandam tratamento periódico por estarem diretamente em contato com o ambiente externo (Figura 7).

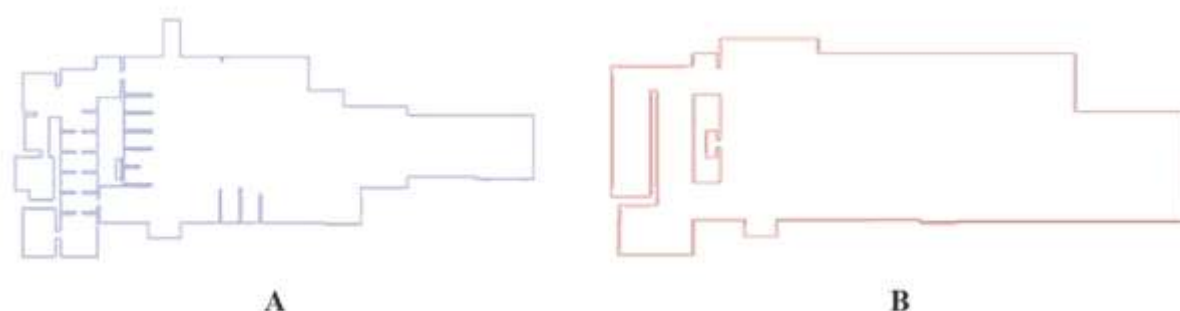


Figura 7. Contorno da EACF antes da implantação do Plano Diretor (A) e depois (B).

Fonte: ALVAREZ *et al.*, 2007, p. 1303.

Atualmente, a EACF possui cerca de 2.500 metros quadrados no corpo principal (Figura 8) e capacidade para abrigar 65 pessoas, aproximadamente. As atividades científicas são desenvolvidas durante todo o ano, mas é no verão que se atinge a lotação máxima na Estação, fazendo com que a mesma tenha intensa atividade. Já no inverno a ocupação restringe-se ao Grupo Base⁴ e à equipe de manutenção do Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ), que executam trabalhos de manutenção predial e obras civis na Estação, além de alguns pesquisadores.

⁴ O Grupo Base, chamado de GB, é composto atualmente por 15 militares da Marinha do Brasil.



Figura 8. Estação Antártica Comandante Ferraz em fevereiro de 2010.

Internamente a EACF possui diversos ambientes que atendem aos seus usuários, desde áreas habitacionais, serviços e de convívio – como por exemplo, sala, cozinha, lavanderia, camarotes e biblioteca para estudo (Figuras 9 a 11) –, como também ambientes de trabalho, como os laboratórios (Figura 12). Percebe-se que os ambientes são projetados para proporcionar o maior conforto possível aos usuários, seja pelo aspecto familiar proporcionado pelos materiais e mobiliário, como também pelas facilidades proporcionadas pelos equipamentos de uso geral (computadores, impressoras, televisão, DVD, dentre outros), e de comunicação, que atualmente pode ser realizada facilmente por meio de telefone fixo, telefone móvel (uma operadora) e *internet*.



Figura 9. Sala de estar.



Figura 10. Biblioteca.



Figura 11. Cozinha.



Figura 12. Laboratório de múltiplo uso.

Em uma análise *in loco*, verificou-se a ocorrência de diversos problemas relacionados à corrosão e umidade no interior da EACF, como consequência da utilização de materiais metálicos e da pequena inclinação da cobertura (Figura 13) que ocasiona o acúmulo de neve no inverno e que no verão se derrete em função da ampliação na temperatura do ar e do número de horas de radiação incidente na superfície horizontal da cobertura.



Figura 13. Cobertura da EACF em fevereiro de 2011.

Ressalta-se que as emendas das telhas onde foi aplicada solda para união das peças é caracterizado como um ponto frágil para o conjunto, sendo um local de acentuada corrosão (Figura 14). Entre a cobertura original dos *contêineres* e a cobertura de telhas instalada posteriormente (Figura 15), existe uma área que permite o acúmulo de água, originada do derretimento da neve existente na cobertura, que passa pelas frestas do sistema e, eventualmente, pelos orifícios formados pelo processo

corrosivo nas telhas. Além disso, as próprias junções entre as telhas permitem falhas, fato que também comprova a ausência de vedação (estanqueidade) entre os elementos horizontais e verticais.



Figura 14. Sinais de corrosão na cobertura da EACF em fevereiro de 2011.



Figura 15. Acúmulo de água entre cobertura e forro interno da EACF.

Essa umidade presente no vão da cobertura penetra o interior dos painéis de vedação, tanto internos como externos, e encharcam o material isolante, que conseqüentemente perde sua eficiência térmica. Internamente, esse problema é notado, principalmente quanto à sensação de desconforto térmico por frio, acentuado no piso - região onde se concentra a umidade-, e também no mobiliário, onde especialmente os armários fechados e os colchões ficam mofados e com nítidos sinais de umidade (Figura 16).

Ao se retirar o revestimento de piso do camarote 9 (Figura 17), notou-se a grande concentração de água, inclusive nas placas de poliuretano. Acredita-se que isso ocorra também em outros ambientes, em função da utilização da mesma tecnologia construtiva empregada e do relato dos usuários.



Figura 16. Cama do camarote 7 com indícios de umidade e mofo..



Figura 17. Piso abaixo da cama do camarote 9, com perceptíveis sinais de umidade.

O usuário também possui papel importante no controle das trocas térmicas, em função da interação com os elementos de abertura e de aquecimento. Os ambientes, de forma geral, não possuem sistema específico para a renovação do ar, com isso, o usuário frequentemente utiliza as janelas como mecanismo de controle (Figura 18).

O sistema de aquecimento utilizado na EACF consiste em um mecanismo central de circulação de água quente, alimentado por uma caldeira. Desde a concretização do Plano Diretor, percebeu-se que a definição de uma planta compacta também auxilia na otimização dos sistemas de aquecimento e, conseqüentemente, na otimização da matriz energética (ALVAREZ *et al.*, 2007).

Nos ambientes existem radiadores que fazem a transmissão de calor e, curiosamente, muitos usuários da Estação utilizam esses equipamentos como secadores de roupas (Figura 19), fazendo com que perca sua eficiência e também aumente o consumo de energia, decorrente do fato de ter que se mudar o controle de temperatura do equipamento para níveis mais altos. Além disso, o uso inadequado dos equipamentos de aquecimento podem ocasionar a ampliação do risco de acidentes – como incêndios – demonstrando a interferência dos fatores culturais no processo de adaptação do usuário ao ambiente.



Figura 18. Janela da biblioteca mantida aberta durante alguns períodos do dia para permitir a renovação do ar.



Figura 19. Equipamento de aquecimento sendo usado como secador de roupa.

Ainda existem os aspectos relacionados à estanqueidade das esquadrias, que também influencia nas trocas térmicas no interior da EACF. Em muitos ambientes, as janelas tiveram que sofrer adaptações para conter a perda de calor para o exterior, como por exemplo, no camarote 3 (Figura 20) que possui uma porta de emergência por onde se verificam frestas que tiveram que ser vedadas. Também na sala de estar (Figura 21) observa-se que as esquadrias de PVC também tiveram que ser vedadas com material emborrachado, provavelmente em decorrência da entrada indesejável do frio exterior.



Figura 20. Porta de emergência no camarote 3, com vedação improvisada dos vãos formados entre os painéis e a esquadria.



Figura 21. Janela da sala de estar com vedação improvisada dos vãos formados entre as partes fixa e móvel da esquadria.

Nota-se, portanto, que a EACF, diante das diversas intervenções ao longo da sua estruturação adquiriu características peculiares que demonstram a heterogeneidade das soluções construtivas empregadas e os problemas decorrentes da utilização de alguns materiais, especialmente sob o aspecto do conforto térmico e eficiência energética.

Entretanto, de forma geral, é indiscutível que as instalações internas - considerando o dimensionamento dos ambientes, revestimentos, mobiliário e equipamentos -, favorecem o conforto dos usuários.

3.2.3. Outras estações na Baía do Almirantado

Próximo a EACF existem outras estações científicas de apoio a programas antárticos, como a *Henryk Arctowski Polish Antarctic Station*, distante cerca de 9 quilômetros; e a *Estación Científica Antártica Machu Picchu*, a aproximadamente 4 quilômetros da Estação Brasileira. A relativa proximidade e o natural ambiente cooperativo característico da região Antártica faz com que ocorra grande interação destas com os brasileiros.

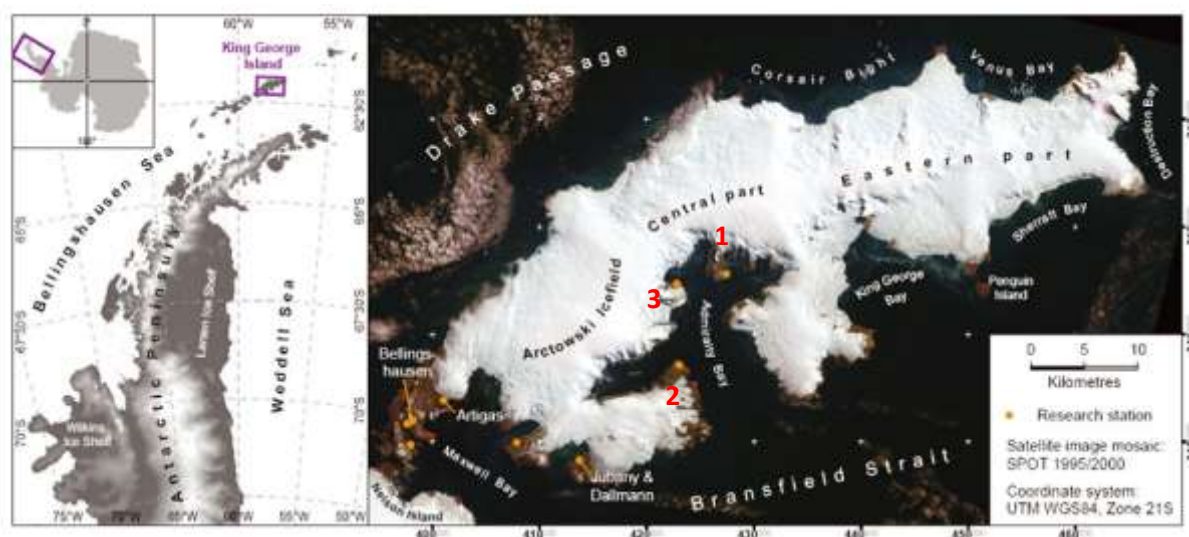


Figura 22. Localização das estações na Ilha Rei George, sendo em (1) a brasileira Comandante Ferraz; em (2), a polonesa Arctowski; e em (3), a peruana Macchu Pichu.

Fonte: BLINDOW *et al.*, 2010, p. 104.

A Baía do Almirantado é considerada primeira Área Antártica Especialmente Gerenciada (AAEG), proposta pelo Brasil e Polônia com o objetivo de evitar ou minimizar o risco de impactos cumulativos no meio ambiente; intensificar a assistência e a cooperação entre os países que operam na região; e proteger importantes características ambientais e histórica. Essa medida foi baseada no Tratado Antártico, que possui dispositivos para promover o gerenciamento ambiental e regulamentar as atividades humanas na Antártica (ARIGONY NETO *et al.*, 2002).

3.2.3.1. *Henryk Arctowski Polish Antarctic Station*

Localizada na Baía do Almirantado (LAT 62°09'34"S, LONG 58°28'15"W), a Estação Arctowski (Figura 23) foi inaugurada em 1977 e desde as primeiras visitas dos pesquisadores brasileiros, tem sido usada como referência para os estudos de arquitetura, principalmente, em termos de tecnologia para ocupação na Antártica, pois utiliza madeira para construção, seja nas peças estruturais, como nos painéis de vedação (piso e paredes) e em revestimentos e esquadrias (ALVAREZ, 2002).



Figura 23. Vista aérea da *Henryk Arctowski Polish Antarctic Station*.
Fonte: RAKUSA-SUSZCZEWSKI, 2006, p. 12.

A concepção arquitetônica de *Arctowski* é diferenciada em relação à EACF, visto que possui módulos isolados e, dado as diferentes datas de construção, tecnologias construtivas diversificadas. Todavia, há o predomínio do uso da madeira, como exemplificado na Figura 24.



Figura 24. Edificações de madeira em *Arctowski*, construído em unidades separadas e afastado do conjunto principal.

O módulo principal (Figura 25) abriga os camarotes e também as áreas de convívio social, sendo uma das primeiras unidades construídas e que, posteriormente, sofreu sucessivos processos de reforma. Assim, verificam-se alguns elementos metálicos, tanto nos painéis de vedação como na estrutura (Figura 26). Possui janelas em alumínio com um vidro fixo, no interior, e uma veneziana móvel, que pode ser controlada pelo usuário (Figura 27).



Figura 25. Módulo principal da Estação *Henryk Arctowski*.



Figura 26. Base da Estação com perfis metálicos.



Figura 27. Esquadrias e painel de revestimento.

Internamente a estação possui elementos de decoração que remetem ao país de origem, numa clara demonstração de valorização da cultura polonesa. Destaca-se o emprego de elementos de madeira, também no interior, exemplificado na sala de estar (Figura 28).



Figura 28. Salar de estar de Arctowski.

Por dispor de módulos isolados, o sistema de aquecimento interno utiliza painéis elétricos nas paredes (Figura 29), sendo que tal sistema depende de energia, que no caso de *Arctowski* é fornecida por geradores movidos a óleo combustível. Diferentemente da EACF, a disposição espacial com volumes separados, não permitiu à estação polonesa a instalação de um sistema de aquecimento interligado, em função da grande distância entre os edifícios, o

que geraria perda de calor considerável. Observa-se que inicialmente em Ferraz, os aquecedores também eram elétricos, porém, a grande ocorrência de acidentes – como, por exemplo, princípios de incêndio ou queima involuntária de peças de roupa – incentivaram a sua substituição. No entanto, culturalmente os poloneses estão habituados ao uso desses equipamentos em suas habitações, fazendo com que os riscos de acidentes sejam bastante reduzidos.



Figura 29. Sistema de aquecimento interno com equipamentos elétricos.

3.2.3.2. Estación Científica Antártica Machu Picchu

A estação peruana (LAT 62°05'32"S, LONG 58°28'15"W) foi inaugurada em 1989 (ALVAREZ, 2002) e conta com poucos módulos, principalmente, em função de sua baixa ocupação que ocorre somente nos verões antárticos e de forma descontinuada. No verão 2010/2011, por exemplo, a Estação não recebeu a presença de pesquisadores e nem de militares peruanos.

O módulo principal (Figura 30) abriga os camarotes e setores de convívio, como sala de estar, jantar, ginástica e posto médico. As outras edificações abrigam, em unidades isoladas, o laboratório, o módulo de emergência, e a casa de gerador e garagem (Figura 31).



Figura 30. Unidade principal da estação peruana.



Figura 31. Edifício garagem/gerador (esquerda) e módulo de emergência (direita).

O sistema estrutural e os painéis de Machu Picchu são de material metálico, o que favorece a corrosão tal como ocorre na EACF. Em função do baixo investimento em manutenção, agravado pela qualidade do material utilizado, esse processo ocorre de forma acentuada, principalmente nos elementos de estrutura que ficam expostos às intempéries (Figura 32).

O sistema de aquecimento utilizado é de aquecedores individuais que ficam dispostos pela estação e empregam eletricidade para promover conforto térmico aos usuários (Figura 33).



Figura 32. Base da estação com perceptíveis indicativos de corrosão.

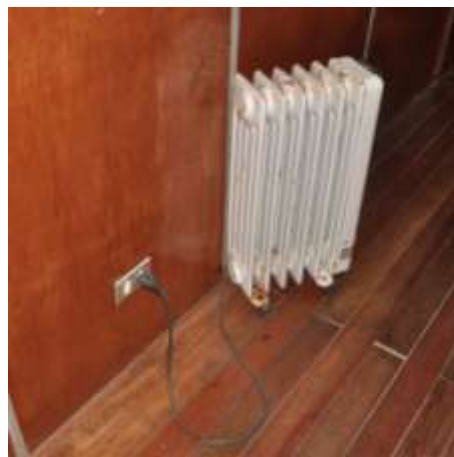


Figura 33. Aquecedor elétrico individual interno.

Internamente, a estação possui piso e parede revestidos com laminado de madeira e teto com forro removível de fibra mineral (Figura 34). Percebe-se a presença de alguns elementos que remetem à cultura dos peruanos, indicados por objetos de decoração como quadros e tapetes. Contudo, a baixa ocupação associado à falta de manutenção e à baixa qualidade dos materiais de revestimento denotam os principais problemas da estação.



Figura 34. Sala de estar da estação peruana.

Os camarotes, como ilustrado na Figura 35, possuem mobiliário em madeira, com um pequeno espaço para uma escrivaninha juntamente a um armário. Todos os camarotes possuem janela para o exterior, o que permite maior conforto visual pela entrada de luz

natural, e também psicológica, ao proporcionar ao usuário a sensação psicológica de tempo e de não confinamento.



Figura 35. Exemplo de camarote de Machu Picchu.

4. METODOLOGIA

A pesquisa baseia-se no estudo de uma edificação existente e, portanto, pode ser classificada no âmbito da Avaliação Pós Ocupação (APO). Todavia, o método empregado utiliza-se dos princípios de avaliação propostos nas normas internacionais, considerando que inexistem procedimentos normativos brasileiros para avaliação de conforto térmico em edificações com características comuns a uma estação antártica.

O método empregado consiste na avaliação do conforto térmico da EACF associada à avaliação das preferências e sensações térmicas dos seus usuários. A verificação do comportamento térmico da EACF durante o período do estudo foi realizada conforme os parâmetros de avaliação ditados pela normatização internacional, sendo que as indicações dos níveis de conforto dos usuários forneceram subsídio para a verificação do desempenho da edificação. Para a sistematização das informações e melhor organização da pesquisa, os procedimentos metodológicos foram agrupados em 3 etapas, conforme síntese da Figura 36.

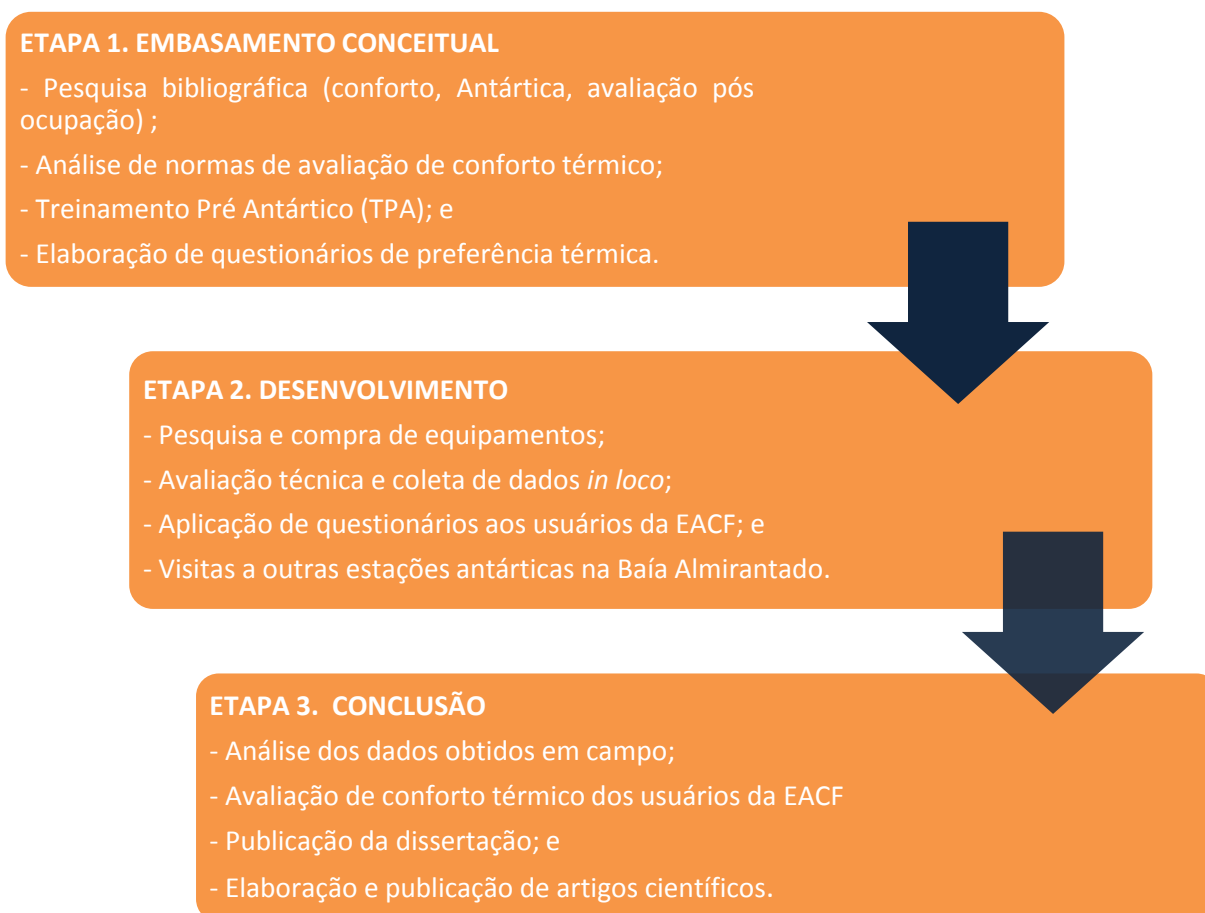


Figura 36. Síntese das etapas da pesquisa.

A Etapa 1 trata da fase de embasamento, onde é obtido o conhecimento sobre o objeto de estudo, com a realização de uma intensa pesquisa na área de conforto térmico, especialmente nos periódicos internacionais, com o objetivo de subsidiar a avaliação proposta. Destaca-se que foram encontrados estudos no Brasil, mas com aplicações em edificações inseridas, muitas vezes, em regiões de clima tropical. Também foram realizadas pesquisas específicas visando a melhor compreensão do ambiente antártico, bem como dos aspectos inerentes ao Programa Antártico Brasileiro. A complementação das informações ocorreu através da participação no Treinamento Pré Antártico – TPA, destacando-se que esse treinamento, obrigatório a todos que pretendem desenvolver atividades na Antártica, é composto por aulas teóricas e práticas, permitindo uma primeira aproximação às peculiaridades do ambiente antártico.

Considerando a necessidade de verificação da condição de conforto junto aos usuários, um dos instrumentos adotados para a avaliação foi a elaboração de um questionário, cujas respostas – objetivas e subjetivas – permitem a identificação da preferência térmica dos ocupantes da EACF. Essa fase, considerada preliminar à atividade de campo, é de fundamental importância para o desenvolvimento da metodologia de trabalho, pois subsidia o necessário conhecimento das normas técnicas e demais temáticas afins visando tanto a realização dos procedimentos de campo como a posterior análise dos resultados.

A Etapa 2, chamada de desenvolvimento, compreende as atividades de campo, principalmente com avaliações *in loco* e de preferência dos usuários. A avaliação pós-ocupação do ambiente construído, conforme Matos (1999, apud WOELFFEL, 2009) predispõe duas fases: a avaliação técnica e a avaliação comportamental. A primeira pode ser realizada através de medições e avaliações *in loco*, enquanto a segunda, comportamental, é feita a partir do ponto de vista dos usuários. Nessa fase também foram realizadas as pesquisas para a aquisição dos equipamentos para medições *in loco* e identificados os principais condicionantes para as atividades previstas, observando que os preparativos para a atividade de campo devem ser meticulosamente planejados visto a impossibilidade de retorno ao local caso algum procedimento mostre-se inadequado.

Embora o foco principal da análise seja a EACF, para a ampliação do repertório e conhecimento de outras técnicas adotadas em edificações antárticas, também foram

realizadas observações em outras estações, sendo visitadas a *Henrik Arctowski Polish Antarctic Station* e a *Estacion Antártica Peruana Machu Picchu*.

Durante a Etapa 2 também é realizada a coleta de dados com o monitoramento das variáveis ambientais e pessoais relacionadas aos usuários. O monitoramento ambiental (medições de temperatura do ar, umidade relativa e temperatura média radiante) foi efetuado na EACF em ambientes previamente escolhidos. Ainda nessa etapa foi feita a avaliação de desempenho térmico, com a verificação da influência dos componentes construtivos (fechamentos) nas condições ambientais internas. A avaliação do desempenho térmico da EACF é complementada com informações obtidas dos usuários com a aplicação de questionários. Adota-se como conceito estruturante da pesquisa que a adequação aos níveis de conforto também deve ser um aspecto considerado como critério de avaliação e desempenho.

A Etapa 3 é onde são realizadas as avaliações efetivas de conforto térmico e quando são determinados os índices de conforto, segundo a ISO 7730 (ISO, 2005), sendo necessária a avaliação da aplicação dos fatores de correção ao PMV, propostos por Humphreys e Nicol (2002). Posteriormente, é realizado o tratamento dos dados obtidos através de análises comparativas entre os índices de conforto e as sensações e preferências reais relatadas pelos indivíduos. Busca-se, também, a caracterização do comportamento dos usuários face às situações de desconforto térmico a partir das respostas às entrevistas e questionários, identificando-se ainda períodos de “conforto” e “desconforto” térmico e aspectos culturais capazes de interferir no padrão de uso da edificação.

Na última fase também é realizada a conclusão da pesquisa culminando com a elaboração da dissertação e publicação dos resultados obtidos.

4.1. Metodologia da pesquisa de campo

A fase da pesquisa de campo compreende a seleção dos ambientes para as avaliações; a escolha dos materiais, equipamentos e recursos laboratoriais; e a coleta de dados das variáveis ambientais e pessoais.

4.1.1. Seleção dos ambientes para as avaliações

Valendo-se do conhecimento adquirido, buscou-se a realização de medições *in loco* em ambientes com características peculiares capazes de auxiliar em uma análise mais representativa e também para compreender o comportamento térmico da EACF. Assim, a seleção do ambiente é de fundamental importância para a coerência da pesquisa e com isso, obter resultados capazes de indicar os índices de conforto pesquisados.

Para a seleção dos ambientes, adotou-se como critério a condição de exposição aos ventos e a frequência de utilização. Com isso, para a coleta das variáveis ambientais (temperatura, temperatura radiante média, velocidade relativa do ar e umidade relativa do ar) foram selecionados os seguintes ambientes:

- a) Biblioteca (ambiente muito utilizado pelos usuários);
- b) Sala de estar/jantar (ambiente onde concentra o maior número de pessoas);
- c) Camarote do chefe (camarote mais exposto);
- d) Camarote 9 (camarote menos exposto).

Observa-se que a quantidade de ambientes escolhidos para a avaliação também foi condicionada à quantidade de equipamentos disponíveis para as medições e o tempo de permanência do pesquisador na Antártica.

4.1.2. Materiais e equipamentos

Os equipamentos utilizados para a realização do monitoramento das variáveis ambientais estão de acordo com a ISO 7726 (ISO, 1998), sendo observados os requisitos mínimos para a coleta dos dados para avaliação de conforto térmico. Os Quadros 1 e 2 apresentam as informações detalhadas sobre os equipamentos utilizados na pesquisa.

VARIÁVEL	ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS
Temperatura do ar e umidade relativa	HOBO U12 Temp/RH/2 External Channel Logger, fabricado pela Onset Corporation. Esse equipamento possui dimensões de 58 x 74 x 22 mm, que através de sensores, tem a capacidade de registrar e armazenar até 43 mil dados de temperatura e umidade do ar (Figura 37), possui 2 canais externos, onde são conectados os sensores externos.
Temperatura média radiante	Sensor TMC20-HD, fabricado pela Onset Corporation. Esses sensores de temperatura possuem longo alcance (Figura 38) e foram introduzidos no interior de globos negros (Figura 40).
Velocidade do ar	Termo-Anemômetro, modelo 425, fabricado por Testo. Possui sonda térmica de velocidade e empunhadura telescópica (Figura 39).

Quadro 1. Especificação dos equipamentos empregados na pesquisa.

DESCRIÇÃO	FAIXA DE MEDIÇÃO		EXATIDÃO	RESOLUÇÃO
HOBO U12 Temp/RH/2 (Onset Corporation)	Temperatura	-20 a 70°C	±0.35°C	0.03°C (a 25°C)
	Umidade	5% a 95%	± 2.5%	0.03%
Sensor TMC20-HD (Onset Corporation)	-40° a 50°C (em água ou exposto ao sol) -40° a 100°C (ao ar)		± 0.21°C	0.03° (a 20°C)
Termo-Anemômetro, modelo 425 (Testo)	-20°C a 50°C 0 m/s a 30 m/s		±0.5°C (0°C a 60°C)	0.1°C 0,01 m/s

Quadro 2. Descrição dos equipamentos.
Fonte: ONSET..., 2011a,b; TESTO..., 2011.

Os equipamentos, ilustrados nas Figura 37 a Figura 39, foram calibrados por empresa especializada, que forneceu certificado de calibração conforme determina os critérios da ISO 7726 (ISO, 1998). Para registro os dados são coletados através de programa computacional específico, denominado *BoxCar Pro* (HOBO, 2010), que permite a leitura dos dados sob forma de tabelas e gráficos.

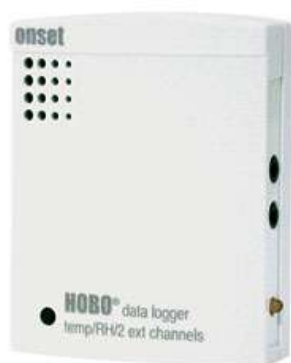


Figura 37. HOBO U12 Temp/RH/2 *External Channel Logger*, fabricado pela *Onset Corporation*.



Figura 38. Sensor TMC20-HD, fabricado pela *Onset Corporation*.



Figura 39. Termo-Anemômetro modelo 425, fabricado por Testo do Brasil LTDA.



Figura 40. HOBO U12 Temp/RH/2, Sensor TMC20-HD instalado na EACF.

Para a pesquisa foram adquiridos 12 termos-higrômetros HOBO, 4 sensores TMC-20 e 1 termo-anemômetro.

Para obtenção da temperatura média radiante utiliza-se o termômetro de globo, que é um instrumento freqüentemente usado para determinar um valor por meio da consideração dos valores de temperatura de globo, temperatura do ar e velocidade do ar (ISO, 1998). No processo de coleta da temperatura média radiante utiliza-se o globo padronizado de 150 mm de diâmetro, constituído por uma esfera de cobre, pintada de preto fosco, com 0,4 mm de espessura, com um termômetro posicionado no meio da esfera. Por conveniência, globos de diâmetros menores foram posteriormente desenvolvidas, e o termômetro de globo mais comum usado atualmente é confeccionado com uma bola de tênis de mesa (ping-pong) com diâmetro de 38 mm, desenvolvida por Humphreys em 1977 (HUMPHREYS, 1977 apud NIKOLOPOULOU; BAKER; STEEMERS,1999).

Destaca-se que as esferas menores têm a vantagem permitir um menor tempo de resposta. A ISO 7726 (ISO, 1998) relata que devido à maior inércia do termômetro de cobre de 15 cm, o mesmo não é apropriado para determinar a temperatura radiante em ambientes onde há variações significativas de temperatura.

Com isso, tendo em vista a indisponibilidade do equipamento padronizado e o conhecimento de pesquisas que indicam a utilização de bolas de ping pong pintadas na cor preta, com comprovada eficiência, as mesmas foram empregadas na pesquisa. O mesmo material também é citado por De Dear (1987), Souza *et al.* (2002) e Szokolay (2004) para auxiliar no processo de coleta de temperatura média radiante.

Para a utilização de globos de menores diâmetros, a norma ISO 7726 (ISO, 1998), salienta que se deve atentar para o fato de que quanto menor o diâmetro do globo, maiores são os efeitos da temperatura e da velocidade do ar, causando uma redução na precisão da medição da temperatura radiante média. A ISO 7726 (ISO, 1998) ainda destaca que os dados obtidos por meio da utilização de globos são aproximações, devido à diferença entre a forma de uma pessoa e a forma esférica do globo.

4.1.3. Coleta dos dados – Variáveis ambientais

A ISO 7730 (ISO, 2005) relaciona a sensação térmica dos indivíduos a um conjunto de fatores ambientais e pessoais. Os fatores ambientais – temperatura, temperatura radiante média, velocidade relativa do ar e umidade relativa do ar – atuam nos mecanismos de troca de calor entre o corpo e o meio ambiente, e devem ser mensurados juntamente com a taxa metabólica (relativa à atividade desempenhada) e à vestimenta dos indivíduos.

Antes da colocação dos equipamentos de medição na EACF, todos foram numerados para facilitar a identificação. Durante o período que antecedeu a pesquisa de campo, os equipamentos foram testados por meio de um monitoramento de teste realizado no LPP/UFES, durante os dias 10 a 19 de janeiro de 2010. Como resultado das medições, constatou-se que os resultados estão de acordo com a ISO (ISO, 1998), que determina os níveis aceitáveis de diferenças entre os dados coletados dos instrumentos.

Após a seleção dos ambientes da EACF escolhidos para a instalação dos equipamentos, em cada local foram determinados os pontos para as medições, localizados conforme recomendação da ISO 7726 (ISO, 1998), que para variáveis ambientais, prevê em ambientes onde as pessoas desenvolvem atividades sentadas, alturas de 0,1 m, 0,6 m e 1,1 m do piso para a instalação dos sensores e, em locais considerando as pessoas em pé, alturas de 0,1 m, 1,1 m e 1,70 m.

Dessa forma, em cada ambiente foram instalados três equipamentos, que medem temperatura e umidade relativa do ar, sendo que em um HOBO foi conectado um sensor com globo negro que mede a temperatura média radiante. A escolha de cada ponto foi feita de forma a representar uma determinada condição térmica média do ambiente e dos ocupantes avaliados. Nesse caso, a média aritmética dos valores obtidos é considerada para o cálculo do PMV e PPD naquele ponto (RUAS, 2002)

Os equipamentos foram instalados a partir de 12 de fevereiro de 2010, durante a 4ª fase da XXVIII OPERANTAR. Inicialmente todos os termo-higrômetros foram instalados na Biblioteca, para verificar a calibração e detectar possíveis falhas nas medições. Esse procedimento foi realizado por 29 horas, com medições a cada 30 minutos, onde foi possível a identificação de 2 (dois) termos-higrômetros HOBO inoperantes. Acredita-se que durante o processo de transporte/percurso até a Antártica, os mesmos podem ter sofrido processo de

condensação, danificando algum componente. Após esse teste, os equipamentos foram instalados em ambientes separados conforme definido previamente.

O primeiro ambiente monitorado foi a sala de estar/jantar, onde os equipamentos foram instalados em pontos diferentes com objetivo de identificar e avaliar possíveis ilhas de calor e fornecer dados para análise do ponto de monitoramento a ser fixado no período restante de permanência na EACF (Figura 41). Observa-se que os pontos foram escolhidos em função da condição diferenciada de suporte, como por exemplo, em parede divisória com outro ambiente condicionado, ou voltado para o ambiente exterior, ou compondo um ambiente de circulação, e etc.

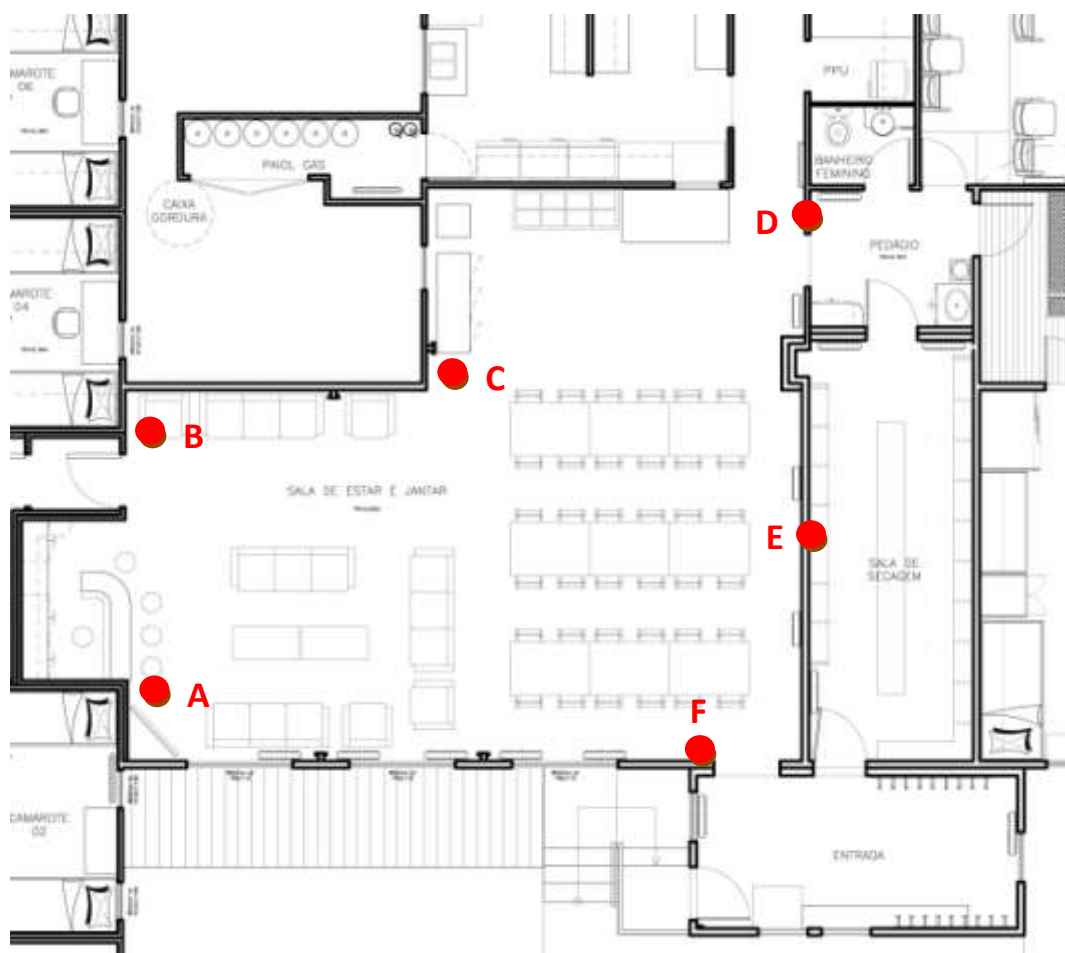


Figura 41. Secção de planta com a localização dos pontos de instalação dos equipamentos no ambiente estar/jantar.

Esse procedimento foi realizado durante dois dias - 13 e 14 de fevereiro de 2010 - com medições simultâneas a cada 30 minutos e equipamentos instalados a 1,10 m de altura, conforme exemplificado nas Figuras 41 a 44.



Figura 42. Ponto A.

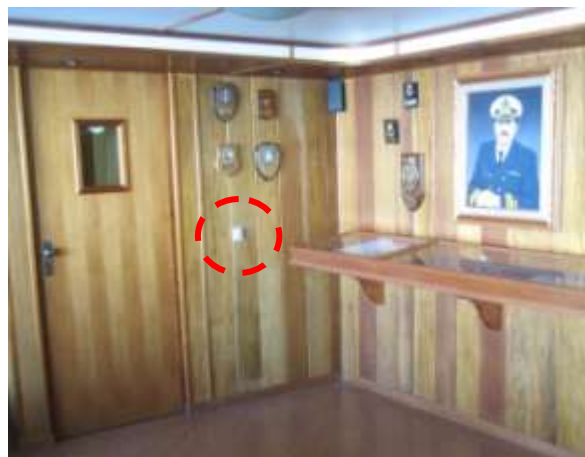


Figura 43. Ponto B.



Figura 44. Ponto C.



Figura 45. Ponto D



Figura 46. Ponto E.



Figura 47. Ponto B

Com a finalização das medições nos 6 (seis) pontos experimentais, foi detectado que o ponto A é o mais apropriado para medições continuadas, dentre outros motivos, por representar mais adequadamente um ambiente de estar e em função da segurança dos equipamentos, visto o ambiente ser caracterizado como de grande movimento de pessoas. As medições foram realizadas em 3 alturas diferentes (0,10 m, 1,10 m e 1,70 m), com a instalação de um termo-higrômetro em cada altura e sensor com globo (Figura 48). Os equipamentos

permaneceram nesse ponto por 26 dias, que foi o tempo restante de permanência do pesquisador na EACF na OPERANTAR XXVIII.

Na OPERANTAR XXIX o procedimento foi realizado novamente com o objetivo de identificar as diferenças de temperatura no ambiente, onde os seis equipamentos permaneceram instalados na altura de 1,10 m durante o período de 24 a 28 de janeiro de 2011. Após esse tempo, os dados foram colhidos, por onde se identificou os pontos com maior e menor temperatura. Com isso, instalou-se um equipamento no ponto E (mais quente) na altura de 1,70 m e outro termo higrômetro no ponto F (mais frio), a 0,10 m, onde permaneceram de 28 a 31 de janeiro de 2011.

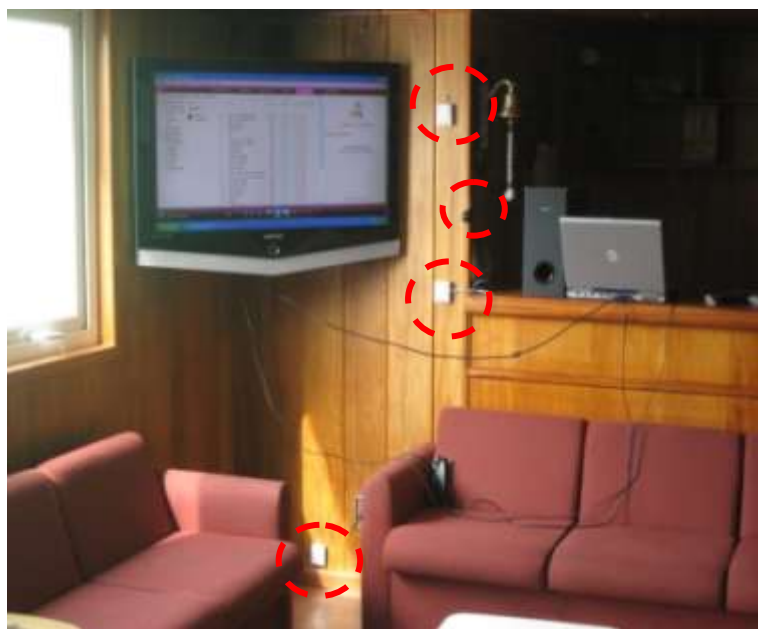


Figura 48. Termo-higrômetros instalados na sala de estar.

Para a coleta dos dados para cálculo do PMV/PPD, foram instalados 3 equipamentos na OPERANTAR XXIX na sala de estar no mesmo local onde foram instalados no ano anterior, que permaneceram instalados no período de 29 de janeiro a 12 de fevereiro de 2011.

No camarote do chefe (Figura 49) e no camarote 9 (Figura 50), foram instalados no dia 15 de fevereiro de 2010, em 3 alturas diferentes (0,10 m, 0,60 m e 1,70 m), um termo-higrômetro em cada altura e sensor com globo em única superfície, onde foram realizadas medições a cada 1 hora. Os equipamentos permaneceram instalados durante o restante do ano e foram retirados em 13 de fevereiro de 2011, com o retorno do pesquisador à EACF para finalização da pesquisa.

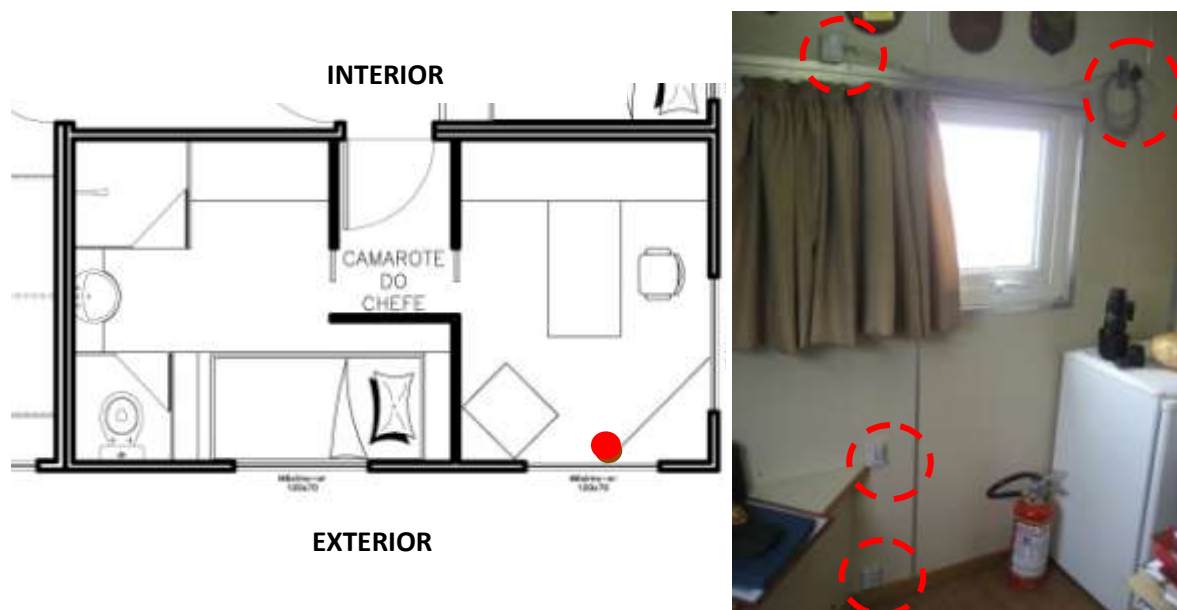


Figura 49. A esquerda, planta do camarote do chefe com localização dos termo-higrômetros; e à direita, imagem com destaque para a localização dos aparelhos instalados.

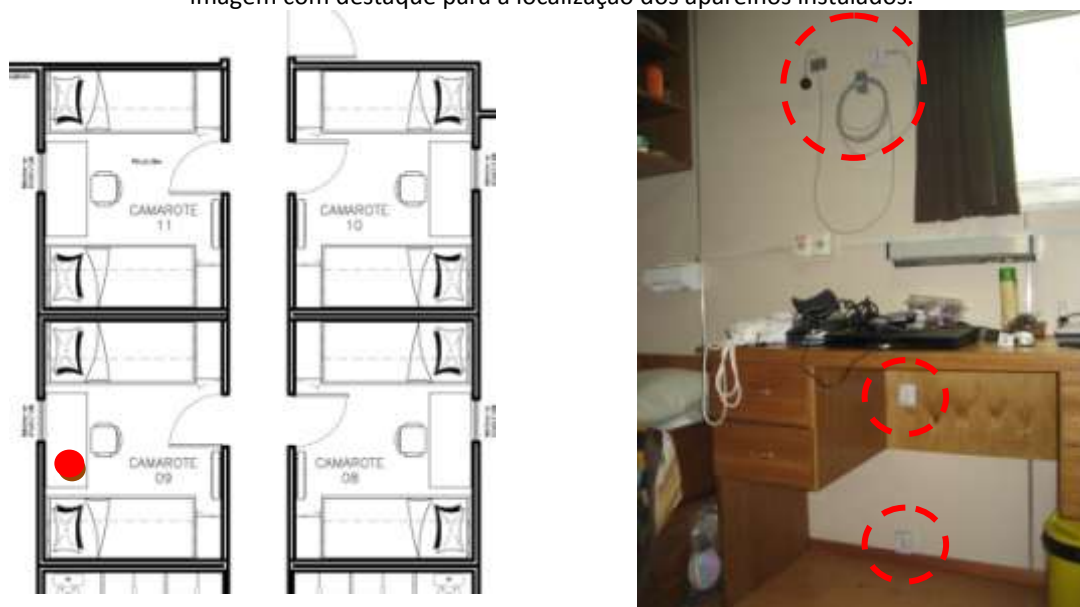


Figura 50. À esquerda, planta do camarote 9 com localização dos termo-higrômetros e à direita, imagem com as localização dos equipamentos instalados.

Para a medição da velocidade do ar interior, foi determinada a direção principal do fluxo de ar observando-se o posicionamento das aberturas. A velocidade média em cada ponto foi obtida a partir de medidas sucessivas em 3 minutos, obtida no próprio termo-anemômetro. Foram avaliados os seguintes ambientes: camarote do chefe, sala de estar e jantar e camarote 9, com uma medição a cada 7 dias, durante a OPERANTAR XXVIII.

Durante a OPERANTAR XXIX, a velocidade do ar foi medida diariamente na sala de estar/jantar no período em que também estavam sendo coletados dados no termo higrômetro (29 de janeiro a 12 de fevereiro de 2011). Geralmente a coleta foi realizada por

volta das 13 horas, após o almoço, horário em que havia muitos pesquisadores no ambiente. Os dados foram medidos em 3 pontos distintos na altura de 1,10 m (Figura 51).

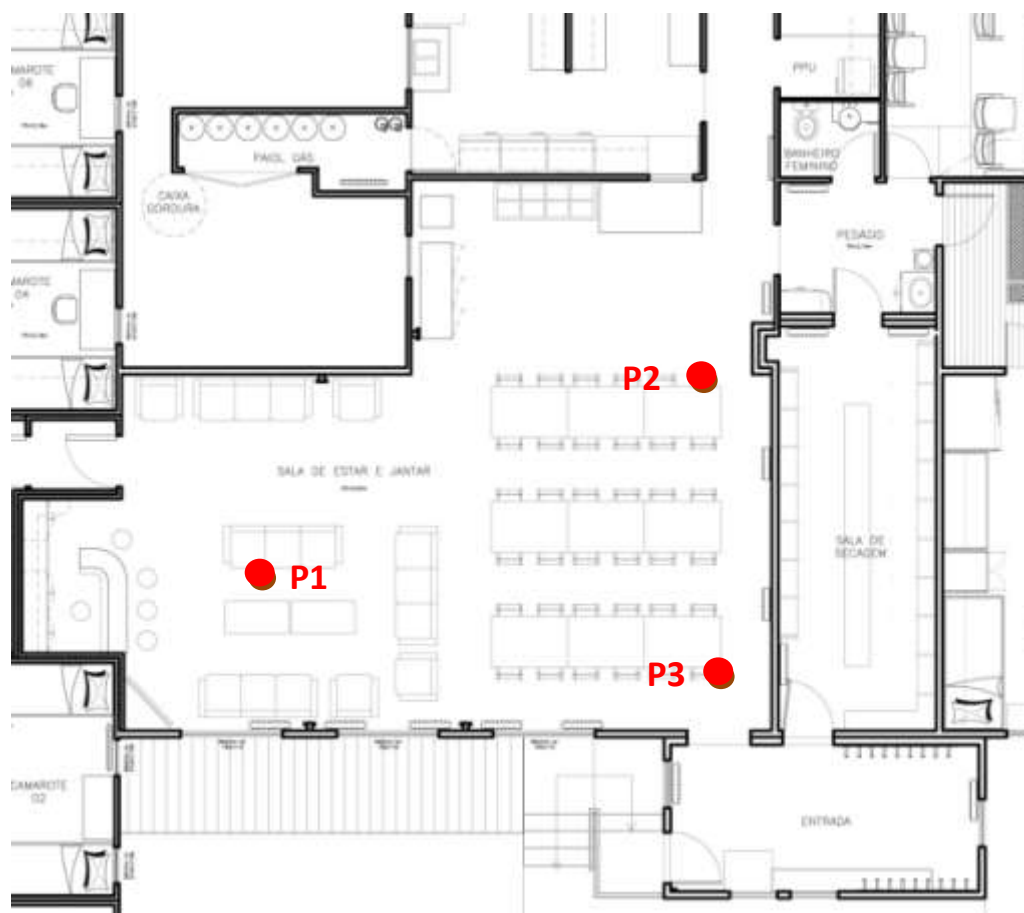


Figura 51. Pontos de medições para verificação da velocidade do ar interno na sala de estar.

4.1.4. Coleta dos dados das variáveis pessoais

Os valores atribuídos para taxa metabólica e para o isolamento térmico da vestimenta, a fim de se proceder ao cálculo do PMV, são estimados a partir de tabelas disponíveis na ISO 8996 (ISO, 1990) e ISO 9920 (ISO, 1995), respectivamente.

As informações necessárias para a estimativa dessas variáveis pessoais foram obtidas simultaneamente às medidas das variáveis ambientais. Para isso, aplicou-se questionários (Anexo 1) para obtenção dos dados necessários, bem como outros fatores que podem influenciar nas medições ou na preferência térmica dos pesquisadores.

Nos questionários, foram obtidas informações pessoais - como idade, sexo, altura, peso e vestimenta utilizada pelo indivíduo -, além de dados de sensações e preferências térmicas. Os mesmos foram aplicados nos usuários da EACF da XXVIII OPERANTAR, entre os meses de

fevereiro e março de 2010 e durante a XXIX OPERANTAR, nos meses de janeiro e fevereiro de 2011.

A aplicação dos questionários foi realizada 15 dias após a chegada dos pesquisadores na EACF, tempo considerando como necessário para permitir a adaptação dos usuários ao novo ambiente, tanto sob o aspecto físico como psicológico.

4.1.4.1. Taxa de metabolismo

A atividade desempenhada pelo indivíduo determina a quantidade de calor gerado pelo organismo. Para se obter os valores correspondentes às taxas metabólicas em função da atividade e do isolamento das roupas, utilizou-se as tabelas constantes nas Normas ISO 7730 (ISO, 2005) e ASHRAE Fundamentals (2005). A obtenção desses dados é fundamental para a avaliação do conforto térmico através de índices como o PMV, sendo necessário também para a análise do desempenho térmico da edificação.

4.1.4.2. Isolamento térmico da vestimenta

Para obtenção dos valores de isolamento das vestimentas, foram adotadas as tabelas constantes na ISO 7730 (ISO, 2005) e ISO 9920 (ISO, 1995), destacando-se que os valores de referencia da ISO 9920 (ISO, 1995) foram obtidos por meio de pesquisas realizadas com manequins térmicos com vestimentas produzida em países da Europa e Estados Unidos (VOLTANI, 2009).

4.2. Método de análise dos resultados

A partir dos resultados das medições das variáveis ambientais e pessoais foi possível transformá-los em gráficos e tabelas para análise. Assim, os dados pessoais foram utilizados para a caracterização da população estudada pela média, desvio padrão, valores máximos e mínimos e para as análises horárias do PMV e PPD, foi utilizada também a média de cada período do isolamento da vestimenta dos usuários entrevistados.

Quanto ao cálculo da temperatura radiante média, do PMV e PPD foi utilizado o *software* Conforto 2.03 (RUAS, 2002), que é baseado nas normas ISO 7730 (ISO, 1994), ISO 8996 (ISO, 1990), ISO 9920 (ISO, 1995) e ISO 7726 (ISO, 1998), avaliando o conforto térmico através das variáveis ambientais (temperatura do ar, temperatura radiante média, umidade relativa e

velocidade do ar) e das variáveis pessoais (vestimentas e atividade desenvolvida), obtidas nas medições. Vale salientar que o programa utiliza a ISO 7730, versão de 1994, contudo, não há modificação no cálculo do PMV e PPD na atualização de 2005, e por isso foi usado sem alteração nos resultados, uma vez que sua interface facilitou o processamento dos dados.

Para a temperatura operativa foi usada uma planilha eletrônica, pois o cálculo foi simplificado tendo em vista que a velocidade do ar medida foi menor que 0,20 m/s, resultando assim na média entre a temperatura média radiante e do ar.

Para a comparação de temperatura interna x externa, foram usados as variáveis ambientais medidas e também do INPE/CPTEC (METEOROLOGIA..., 2011) para as externas.

5. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir dos procedimentos metodológicos adotados, obteve-se os resultados esperados para alcançar os objetivos propostos na pesquisa, sendo que inicialmente, apresenta-se a caracterização da população avaliada com os dados antropométricos e as preferências pessoais obtidas.

Quanto aos resultados das medições internas, são apresentados e discutidos os dados das medições sistemáticas realizadas nos ambientes previamente escolhidos, a saber: camarote 9, camarote do chefe e sala de estar/jantar, sendo que esse último ambiente subsidiou a análise do modelo PMV/PPD proposta na ISO 7730 (ISO, 2005).

Para fazer uma análise prévia do desempenho da envoltória, comparou-se os dados de temperatura e umidade com os dados externos, objetivando a compreensão das diferenças de temperatura, principalmente, as que ocorrem entre os ambientes avaliados.

5.1. Dados antropométricos e individuais da população avaliada

Por meio do questionário de avaliação de conforto térmico aplicado na OPERANTAR XXVIII e XXIX, foram obtidos os dados e preferências pessoais dos usuários da EACF. A ocupação máxima da Estação durante uma OPERANTAR⁵ é de 65 pessoas, que geralmente se divide em fases e sua ocupação é dada em função da disponibilidade de vagas e da necessidade de cada grupo. Nos anos estudados, o número de pessoas ficou em torno 60/65 pessoas, sendo 33/38 pesquisadores, 15 militares e 12 trabalhadores do AMRJ.

Considera-se ainda que somente a população de pesquisadores muda de uma fase para outra, sendo que os militares e trabalhadores do AMRJ permanecem. Então, trabalhou-se nessa pesquisa uma amostra de 55 pessoas para as duas fases da OPERANTAR XXVIII (fevereiro e março de 2010), o que corresponde a 53,3% do total de usuários no período. Para a OPERANTAR seguinte, a pesquisa foi realizada em uma fase (fevereiro de 2011), sendo aplicado o questionário para 48 pessoas, totalizando 73,8% da população naquele período.

⁵ A Operação Antártica (OPERANTAR) divide-se em fases, geralmente em torno de 30 dias cada uma. Inicia-se no início do verão (final de novembro) e vai até o final da estação (início de março). Nesse período há trânsito de pesquisadores na EACF, onde cada pesquisador permanece por uma fase, no mínimo.

Nas duas Operações pesquisadas (103 pessoas), a população foi de maioria do sexo masculino (Gráfico 9) e quanto à origem dos usuários entrevistados, pode-se observar que grande parte vive na região sudeste do Brasil, seguidos da região sul (Gráfico 10).

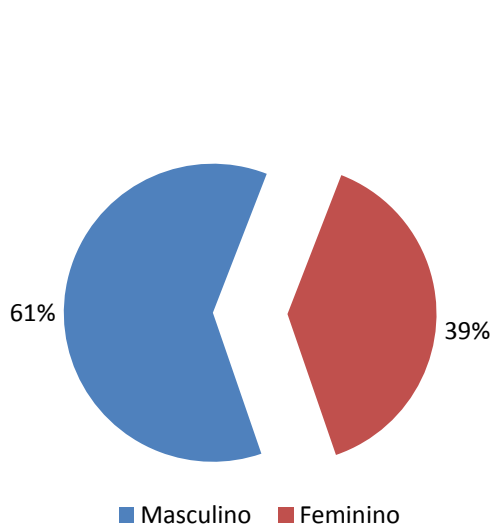


Gráfico 9. Caracterização da população por sexo na OPERANTAR XXVIII e XXIX.

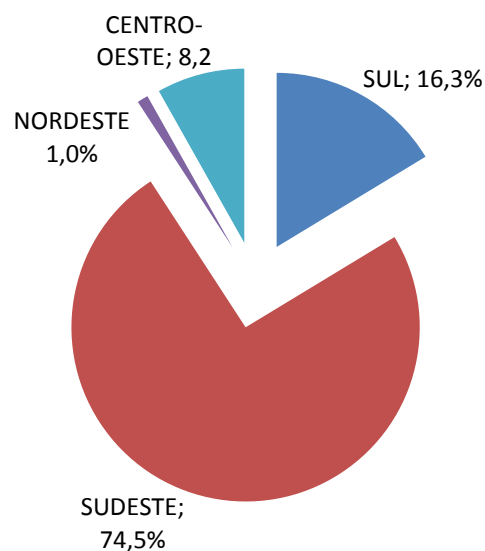


Gráfico 10. Distribuição da população avaliada (por região do Brasil) durante a OPERANTAR XXVIII e XXIX.

Quanto às características da população avaliada, obteve-se que a idade média dos entrevistados foi 38 anos; a estatura média de 171 centímetros; e o peso médio de 74 quilos (Tabela 2).

Tabela 2. Caracterização da população avaliada na OPERANTAR XXVIII e XXIX.

Operação		OPERANTAR XXVIII	OPERANTAR XXIX	TODAS
Ano		2010	2011	
Nº de pessoas		55	48	103
Idade (anos)	Média	37,35	38,98	38,12
	Desvio padrão	8,87	10,85	9,84
	Mínimo	20	23	20
	Máximo	54	75	75
Peso (Kg)	Média	73,19	75,54	74,30
	Desvio padrão	14,24	12,77	13,55
	Mínimo	41	47	41
	Máximo	105	105	105
Altura (cm)	Média	170,7	171,6	171,16
	Desvio padrão	8,66	7,651	8,18
	Mínimo	149	153	149
	Máximo	189	184	189

Para a variável pessoal, isolamento da vestimenta (Tabela 3), a média foi de 0,60 clo, sendo que ao analisar a frequência desses dados (Gráfico 11), observa-se uma distribuição

heterogênea, todavia enquadrada de acordo com a ISO 7730 (ISO, 2005) como leve/moderada.

Tabela 3. Caracterização vestimenta da população na OPERANTAR XXVIII e XXIX.

Operação		OPERANTAR XXVIII	OPERANTAR XXIX	TODAS
Ano		2010	2011	
Nº de pessoas		55	48	103
Vestimenta (clo)	Média	0,63	0,56	0,60
	Desvio padrão	0,30	0,18	0,25
	Mínimo	0,17	0,21	0,17
	Máximo	1,90	0,93	1,90

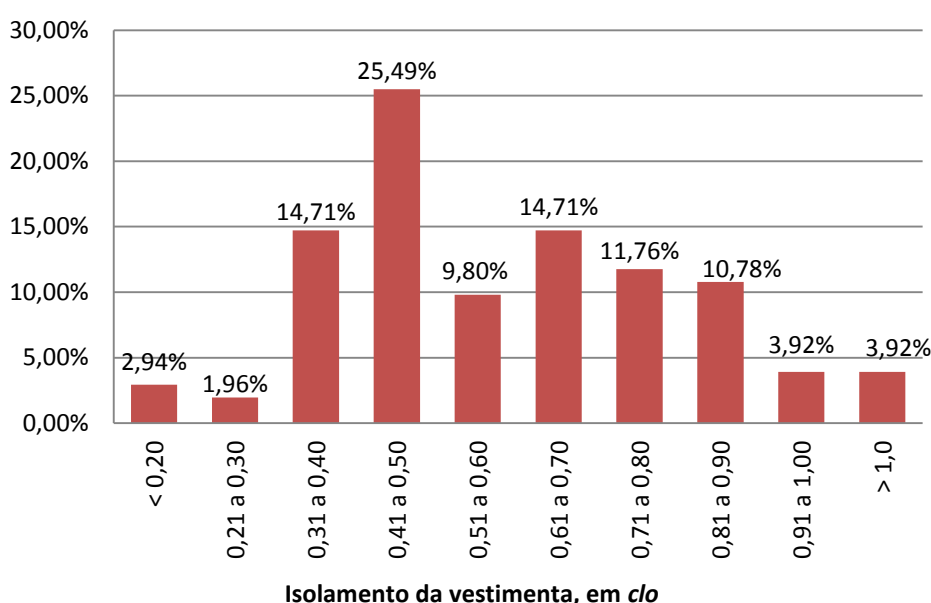


Gráfico 11. Distribuição da frequência de isolamento térmico da vestimenta utilizada pela população avaliada durante a OPERANTAR XXVIII e XXIX.

Nota-se que a vestimenta usada pelos usuários assemelha-se, por exemplo, ao indicado para o inverno da região sul e sudeste do Brasil (maioria dos usuários), portanto, corresponde a um hábito muito próximo da realidade dos ocupantes da EACF e, para tanto, corrobora para o conforto psicológico dos ocupantes ao trazer para a realidade do ambiente antártico (baixas temperaturas externas) a possibilidade de manutenção dos costumes do país de origem.

5.2. Preferências pessoais analisadas

Durante a permanência na EACF para realização da pesquisa, foi perguntado ao usuário alguns aspectos quanto a sensação térmica nos ambientes, tais como preferência de

permanência em algum lugar em relação à outro, desconforto localizado em alguma parte do corpo, choque térmico, vestimenta, dentre outros assuntos conforme questionário do Anexo 1.

Assim, ao verificar a sensação de desconforto localizado em alguma parte do corpo, 44,7% responderam positivamente a questão e desse percentual, a maior parte relatou que tal desconforto ocorre nos pés e pernas (Gráfico 11).

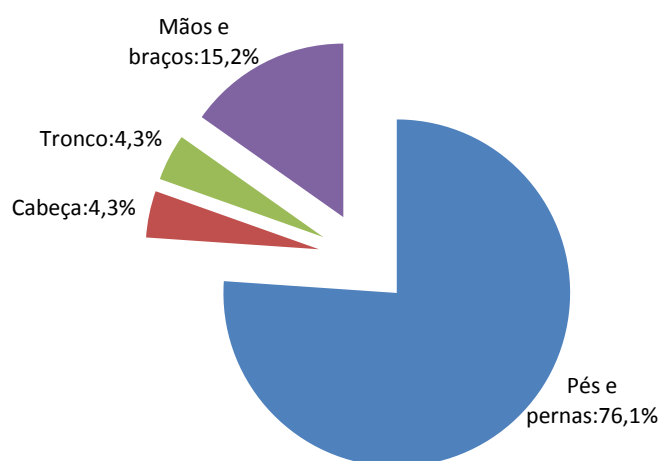


Gráfico 12. Região do corpo onde há desconforto localizado.

Com relação ao ambiente, 54,1% afirmaram sentir diferença de temperatura no mesmo recinto, como por exemplo, calor próximo da porta e frio em uma área mais distante. Tal informação indica, a partir da observação do usuário, a heterogeneidade de temperatura em um mesmo local e vai ao encontro das conclusões obtidas com a análise das medições realizadas durante o período analisado.

Quanto à vestimenta, 70,9% das pessoas relataram que receberam informação sobre o tipo de roupa usada no interior da EACF. Acredita-se que esse percentual é decorrente da realização do treinamento Pré Antártico, onde esses dados são apresentados e discutidos durante a semana em que quase todos os participantes de uma OPERANTAR recebem as orientações necessárias para o deslocamento e permanência na Antártica. Observa-se que o grupo pertencente ao AMRJ e eventuais visitantes não recebem o mesmo treinamento obrigatório aos pesquisadores e componentes do Grupo Base.

Outra questão relevante é quanto ao contato com frio em outras situações, onde 69,9% das pessoas responderam que já tiveram relação com frio intenso. Tal fato indica que apesar dos

usuários residirem no Brasil, principalmente, em região de clima tropical, esse contato com outros locais de baixas temperaturas podem influenciar a sensação de conforto térmico do usuário com adaptação mais rápida a esse tipo de clima pelo contato repetido e prolongado em diversas oportunidades. Porém, essa análise é mais ampla ao considerar o conforto psicológico, e envolve características subjetivas na sensação térmica dos usuários.

Apesar das diversas questões de desconforto apresentadas, 88,3% da população entrevistada se diz confortável termicamente na EACF. Contudo, considerando a diferença de temperatura interior/exterior, 34,31% dos usuários relataram sensação de desconforto ao entrar na EACF.

Quanto à aceitação térmica dos ambientes internos, a maioria da população avaliada relatou que se sente mais confortável, quanto ao conforto térmico, na sala de estar e camarote (Gráfico 13). Para o camarote, acredita-se que essa preferência seja em função da possibilidade de ajuste de temperatura do sistema de aquecimento e também por questões de privacidade, pois nesse ambiente, o tipo de vestimenta é livre e já nas áreas comuns recomenda-se o uso de calça e calçados fechados. Já na sala de estar, a possibilidade de convívio social e condição de aconchego criada pela ambientação e materiais empregados - e relatado por alguns usuários -, remetem ao crédito dessa avaliação positiva.

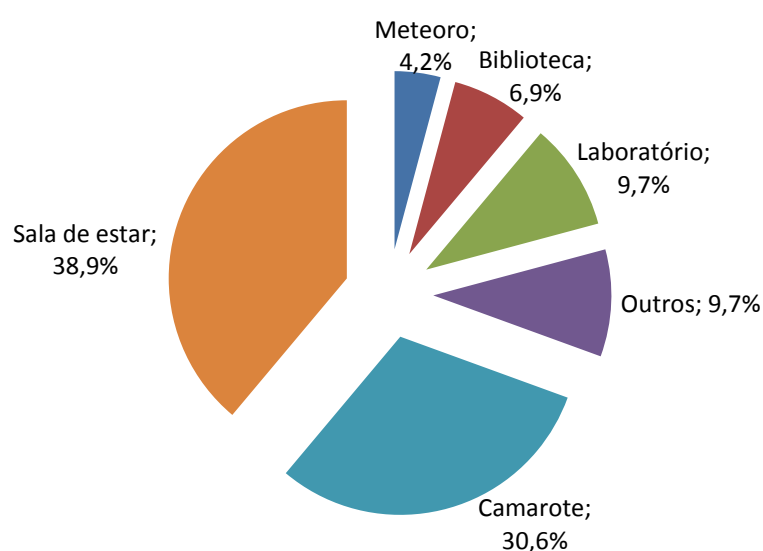


Gráfico 13. Ambiente que os usuários sentem-se mais confortáveis.

Quanto aos ambientes com menor aceitação (Gráfico 14), o denominado “Ferrazão” é o local que menos agrada termicamente os usuários da EACF, destacando-se que tal local está situado entre os laboratórios internos e algumas áreas técnicas, portanto, além de ser um

ambiente sem atrativo, é frio (não possui aquecimento) e por muitas vezes há a ocorrência de ventos fortes, quando as portas externas estão abertas. Contudo, há de considerar que outros ambientes também foram citados nessa avaliação, e assim não é possível verificar a relação direta de algum local específico com menor aceitação e/ou preferência térmica pelos usuários a um fato ou situação que remeta a um problema de toda Estação.

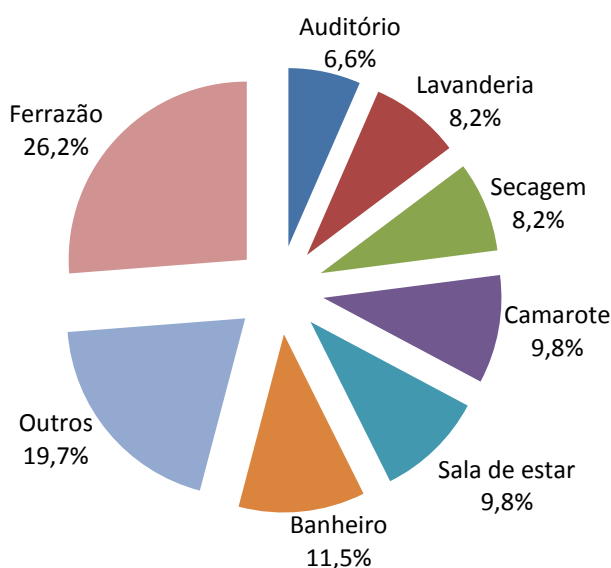


Gráfico 14. Ambiente que os usuários sentem-se MENOS confortáveis.

5.3. Variáveis ambientais coletadas

As variáveis ambientais (temperatura do ar, temperatura radiante média e umidade relativa do ar) foram coletadas nos seguintes ambientes: camarote 9, camarote do chefe e sala de estar, conforme descrito nos procedimentos metodológicos. Os dados analisados são relativos a um mês do inverno (junho/2010) e um mês do verão (janeiro/2011), onde são realizadas comparações com os resultados referentes às diferentes alturas de instalação dos equipamentos, ambiente mais e menos exposto e temperaturas externas no intuito de se compreender o desempenho e comportamento térmico dos materiais empregados na EACF.

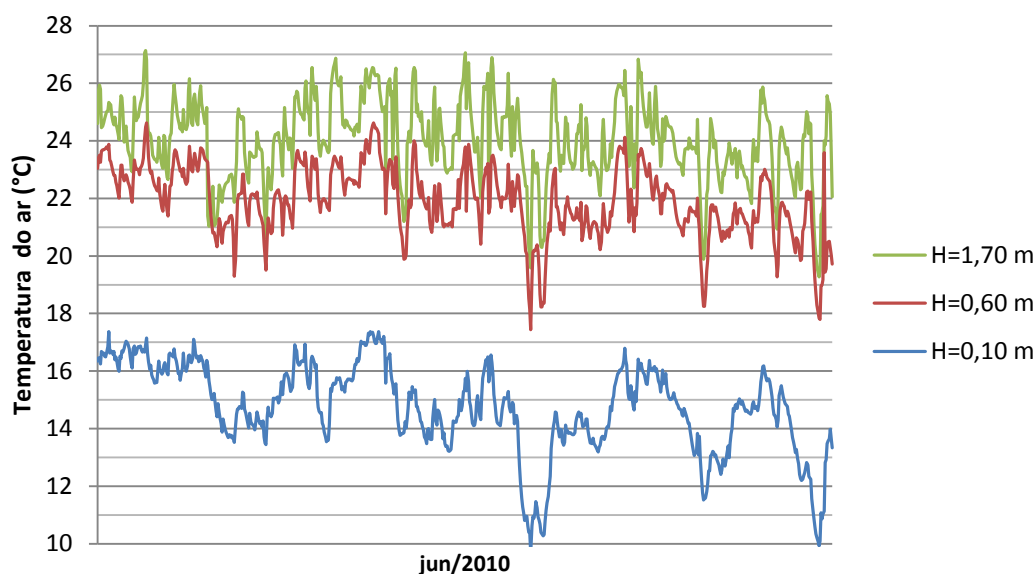
5.3.1. Camarote 9

Para o camarote 9 a Tabela 4 resume os dados coletados para as 3 alturas diferentes dos equipamentos instalados durante o mês de junho de 2010. Tratando-se de valores médios, percebe-se a diferença de temperatura e umidade na vertical, situação que fica mais evidente ao se analisar os gráficos posteriores.

Tabela 4. Variáveis ambientais coletadas no camarote 9 para o mês de junho/2010.

ALTURA (m)		0,10	0,60	1,70
Temperatura do ar (°C)	Média	14,75	21,91	24,03
	Desvio padrão	1,55	1,23	1,41
	Mínimo	9,68	17,44	19,27
	Máximo	17,37	24,63	27,14
Umidade relativa do ar (%)	Média	74,03	48,06	41,71
	Desvio padrão	5,50	4,43	4,80
	Mínimo	56,14	33,60	29,29
	Máximo	89,93	59,26	53,35

As medições ao longo do mês de junho de 2010 indicaram o fato - que é observado na Estação e relatado por grande parte dos usuários entrevistados na pesquisa de campo - que existe diferença considerável de temperatura vertical nos ambientes (Gráfico 15). Nota-se que a diferença de temperatura fica em torno de 10°C, mesmo com as variações ocorridas durante o período, sendo esse valor observado desde 1987, quando a técnica construtiva era diferenciada (ALVAREZ, 1996).

**Gráfico 15.** Temperatura em 3 alturas distintas no camarote 9 para o mês de junho/2010.

Quanto à umidade relativa do ar (Gráfico 16), os maiores valores estão na altura mais baixa, sendo que essa situação fica evidente ao se verificar os problemas encontrados nos armários e equipamentos, onde se percebe a presença de mofo nessas regiões, fato que foi relatado pelos usuários e observado em campo.

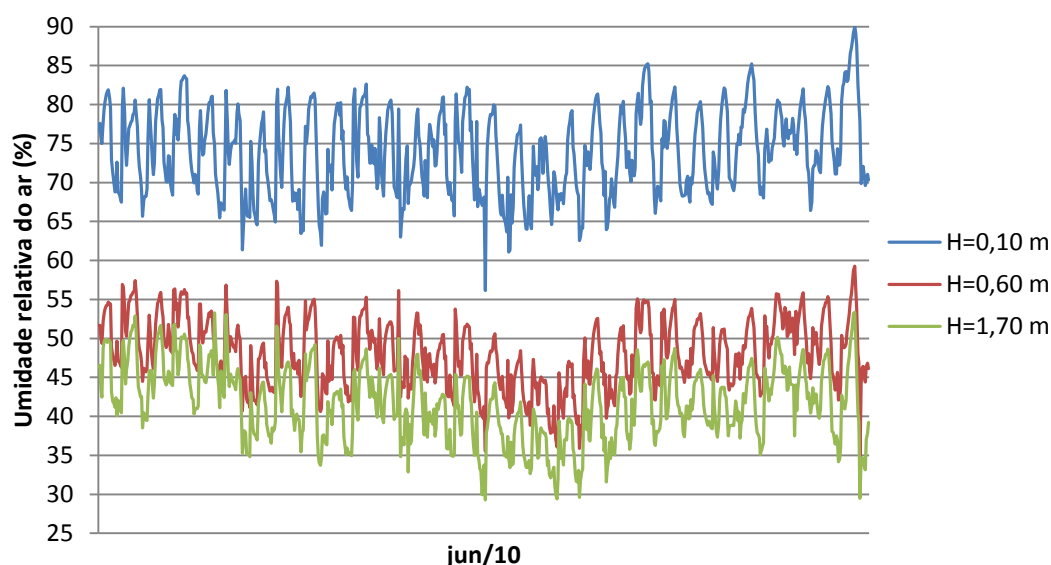


Gráfico 16. Umidade relativa em 3 alturas distintas no camarote 9 para o mês de junho/2010.

Para o verão, percebe-se que no mês avaliado – janeiro de 2011 –, as médias estão acima do registrado no inverno, porém as diferenças foram menores, considerando os valores médios. Para a temperatura radiante média, a altura avaliada corresponde a 1,70 m (Tabela 5).

Tabela 5. Variáveis ambientais coletadas no camarote 9 para o mês de janeiro/2011.

ALTURA (m)		0,10	0,60	1,70
Temperatura do ar (°C)	Média	17,41	21,53	24,39
	Desvio padrão	1,93	2,29	2,93
	Mínimo	10,35	13,43	15,29
	Máximo	21,53	26,65	31,69
Umidade relativa do ar (%)	Média	64,72	52,10	43,03
	Desvio padrão	9,38	8,02	7,68
	Mínimo	37,72	31,53	25,53
	Máximo	82,85	70,79	61,69

Ao analisar o gráfico de temperatura do ar durante o mês de janeiro de 2011 (Gráfico 17), nota-se a ocorrência da mesma situação do camarote do chefe, onde as alturas inferiores possuem menores temperaturas que as superiores. Todavia, no verão essa diferença fica em torno de 7°C.

Nesse período ocorreu um evento atípico, com a diminuição brusca de temperatura na segunda metade do mês, perceptível nos dados coletados em todas as alturas. Tal condição pode ter sido em função do desligamento do sistema de aquecimento ou mesmo da abertura da janela, permitindo a perda de calor para o exterior.

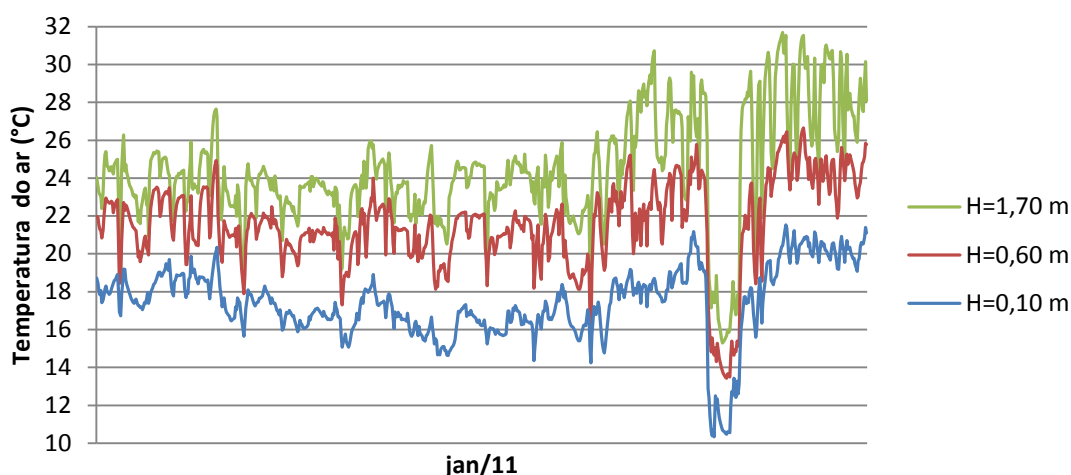


Gráfico 17. Temperatura em 3 alturas distintas no camarote 9 para o mês de janeiro/2011.

Para umidade do ar (Gráfico 18), a ocorrência de menores valores no ponto mais baixo é notada, sendo que a diferença entre as alturas é menor ao se comparar com o inverno.

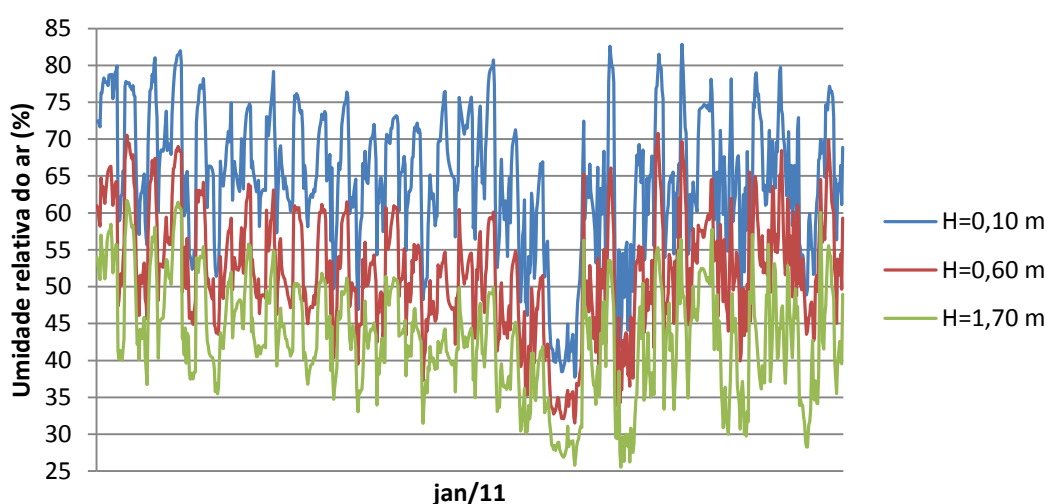


Gráfico 18. Umidade relativa em 3 alturas distintas no camarote 9 para o mês de janeiro/2011.

5.3.2. Camarote do chefe

Para o camarote do chefe, localizado em situação mais exposta a ação dos ventos, os dados coletados revelaram diferenças verticais, tanto de temperatura como de umidade do ar (Tabela 6), situação também registrada no Camarote 9. Os dados foram coletados em 3 alturas e segue tal como descrito na metodologia do trabalho e aqui apresentados para os meses de junho/2011 (inverno) e janeiro/2011 (verão).

Tabela 6. Variáveis ambientais coletadas no camarote do chefe para o mês de junho/2010.

ALTURA (m)		0,10	0,60	1,70
Temperatura do ar (°C)	Média	20,23	21,194	27,30
	Desvio padrão	1,47	1,56	1,54
	Mínimo	14,19	14,70	21,58
	Máximo	23,30	24,12	30,34
Umidade relativa do ar (%)	Média	41,75	40,030	27,424
	Desvio padrão	5,39	5,23	4,40
	Mínimo	28,49	26,71	15,45
	Máximo	61,86	58,61	43,00

O Gráfico 19 apresenta os dados de temperatura do ar no Camarote do chefe durante o inverno, observando-se que a diferença ficou por volta de 7°C para a média. Todavia, nesse caso nota-se uma pequena diferença entre as alturas de 0,10 m e 0,60 m, fato relevante que pode ser explicado pela localização dos termo-higrômetros instalados sob a escrivaninha de trabalho. O local pode ter favorecido a criação de uma zona com característica muito próximas, e isso pode ter levado a informações aproximadas.

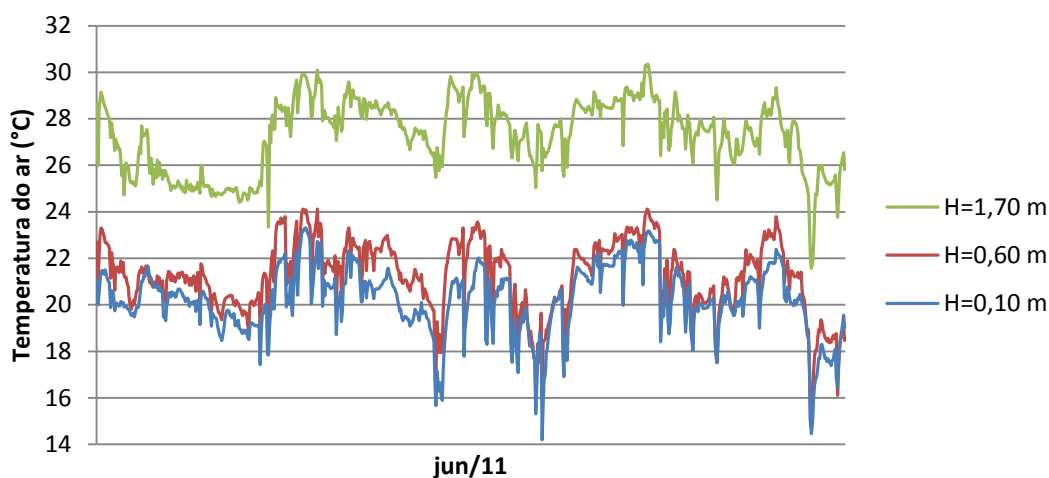


Gráfico 19. Temperatura em 3 alturas distintas no camarote do chefe para o mês de junho/2010.

Durante esse mesmo mês, para a umidade do ar (Gráfico 20), os dados para as alturas de 0,10 e 0,60 m também ficaram muito próximos, porém, se mantém a ordem das informações, tendo na parte inferior do gráfico, os valores da umidade da altura de 1,70 m.

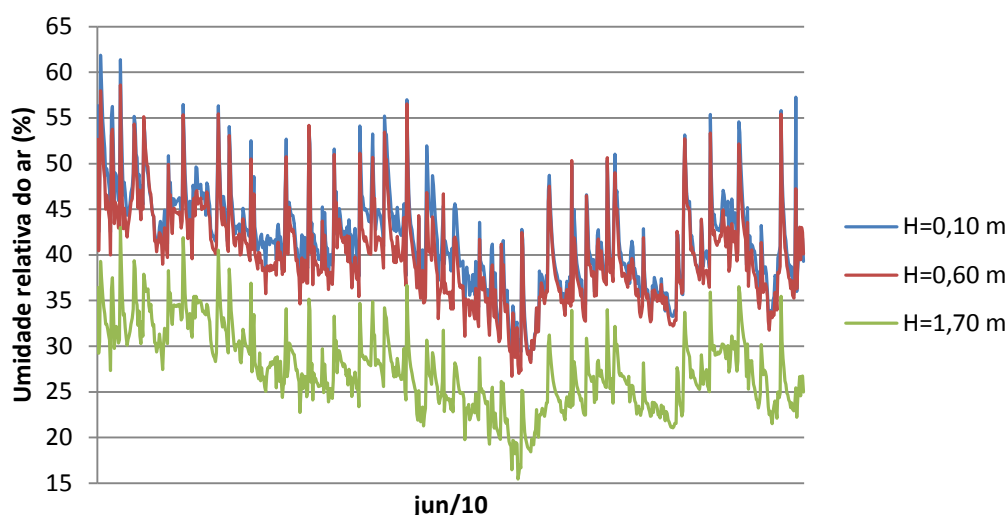


Gráfico 20. Umidade relativa em 3 alturas distintas no camarote do chefe para o mês de junho/2010.

Para o verão de 2011, representado aqui pelo mês de janeiro (Tabela 7), os dados revelaram valores mais próximos entre as alturas medidas.

Tabela 7. Variáveis ambientais coletadas no camarote do chefe para o mês de janeiro/2011.

ALTURA (m)		0,10	0,60	1,70
Temperatura do ar (°C)	Média	19,88	19,99	24,51
	Desvio padrão	1,70	1,94	2,05
	Mínimo	12,87	10,98	13,45
	Máximo	29,04	25,99	30,04
Umidade do ar (%)	Média	44,13	44,49	33,53
	Desvio padrão	7,16	7,42	5,74
	Mínimo	20,41	24,13	20,90
	Máximo	63,86	66,22	56,53

As temperaturas do verão (Gráfico 21) tiveram oscilações maiores que as do inverno, ao se comparar as médias e mínimas para cada altura. Notou-se também, a diferença em torno de 4°C entre as alturas mais baixa e a mais alta. Ainda assim, verifica-se que as alturas de 0,10 m e 0,60 m possuem valores muito próximos e ao considerar o desvio padrão para essas alturas, tem-se que estão na mesma faixa de temperatura.

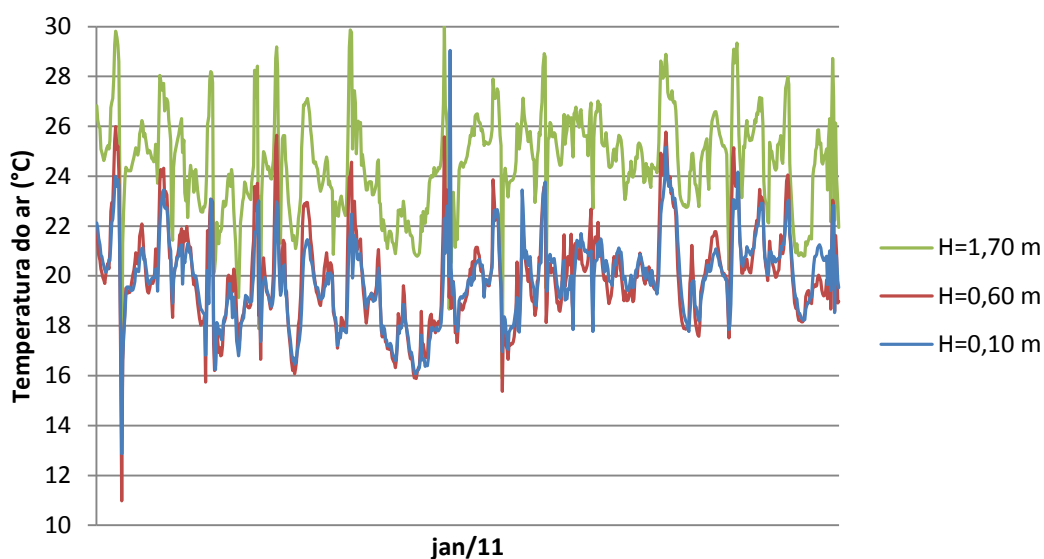


Gráfico 21. Temperatura em 3 alturas distintas no camarote do chefe para o mês de janeiro/2011.

A umidade do ar durante o mês de janeiro/2011 ficou, em média, 10% superior para a menor altura, comparando com o dado do equipamento instalado a 1,70 m (Gráfico 22).

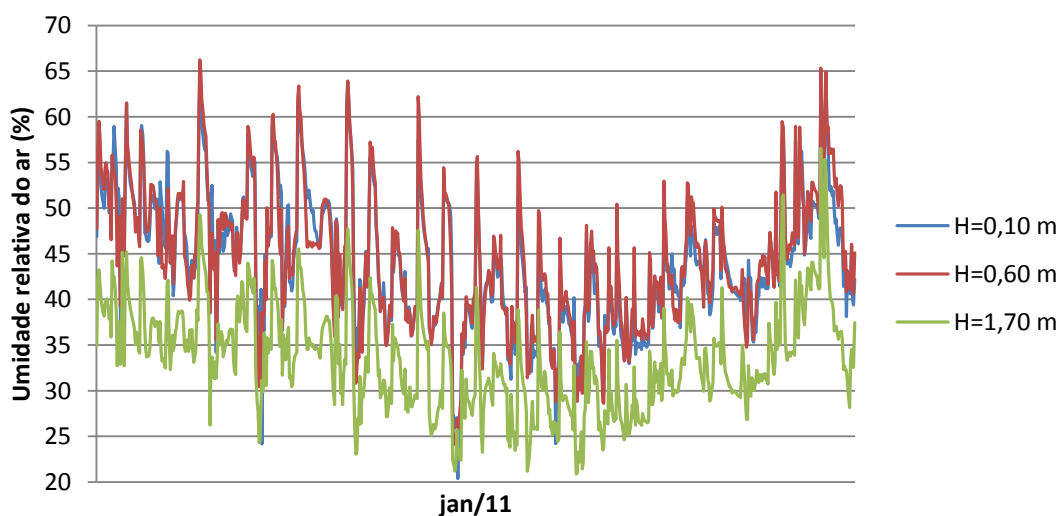


Gráfico 22. Umidade relativa em 3 alturas distintas no camarote do chefe para o mês de janeiro/2011.

5.3.3. Sala de estar

Os dados coletados para a sala de estar envolveram um período curto, pois foi realizado conforme a disponibilidade dos equipamentos. Além disso, essas informações foram utilizadas para o cálculo dos índices de conforto térmico, uma vez que as preferências pessoais foram, em sua maioria, colhidas nesse mesmo ambiente.

Tal como ocorreu nos camarotes avaliados, os resultados (Tabela 8) revelaram a ocorrência de diferenças de temperaturas na vertical, nesse caso, em torno de 5°C, na média. A localização dos equipamentos permitiu a apuração de valores mais próximos da realidade, tendo em vista que os ocupantes permanecem por mais tempo no entorno do ponto medido, ou seja, adjacente a televisão e sofás. Nesse caso, a altura intermediária foi fixada em 1,10 m.

Tabela 8. Variáveis ambientais coletadas na sala de estar no período de 28 de janeiro a 13 de fevereiro de 2011.

		ALTURA (m)	0,10	1,10	1,70
Temperatura do ar (°C)	Média		18,59	22,11	23,31
	Desvio padrão		1,38	1,65	1,69
	Mínimo		13,91	16,34	16,25
	Máximo		22,08	25,82	27,16
Umidade relativa do ar (%)	Média		45,22	38,24	35,75
	Desvio padrão		4,71	5,10	4,75
	Mínimo		31,64	27,85	27,03
	Máximo		59,09	55,23	53,14

Nesse caso, as duas alturas superiores tiveram valores mais próximos entre si e como nos outros ambientes, o ponto mais baixo registrou as menores temperaturas (Gráfico 23).

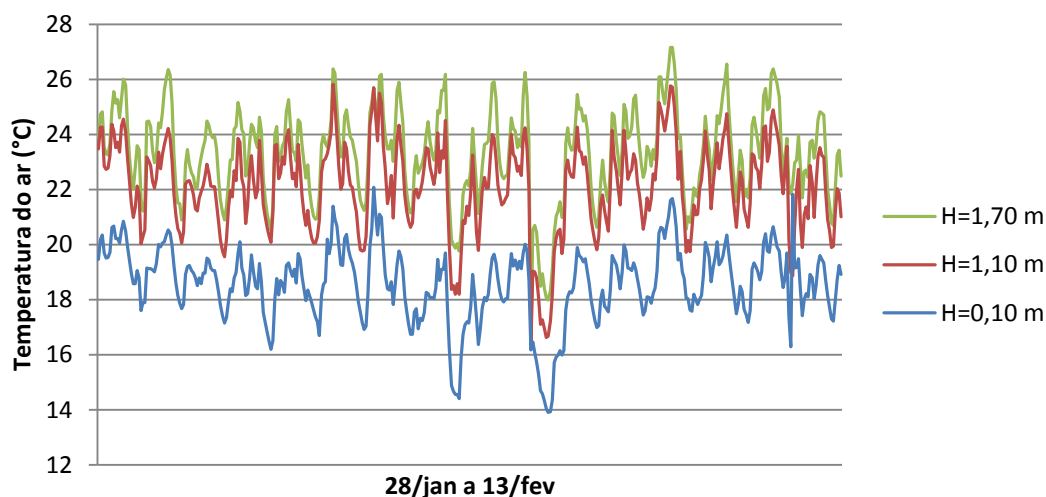


Gráfico 23. Temperatura em 3 alturas distintas na sala de estar no período de 28 de janeiro a 13 de fevereiro de 2011.

Para a umidade relativa do ar, os valores mais baixos foram coletados na altura de 1,70 m, todavia, comparando-se com os outros ambientes avaliados foi o que teve os dados mais próximos (Gráfico 24), revelando ser um ambiente mais homogêneo em termos de temperatura do que os camarotes. Acredita-se que a localização da sala de estar e sua

condição de entrada da Estação com várias janelas e portas para o exterior, podem induzir a trocas de ar com o interior, de modo que haja renovação do ar e, conseqüentemente, admita a compensação com a umidade externa.

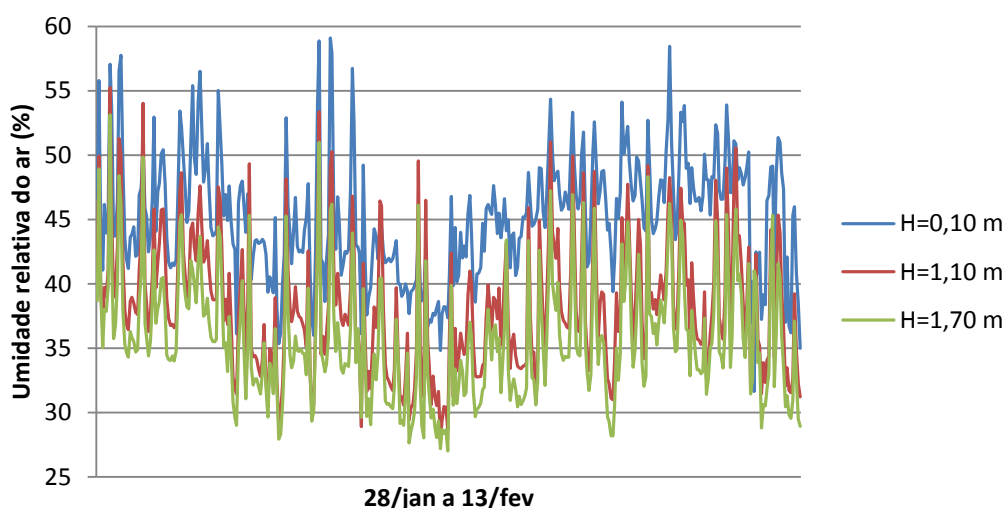


Gráfico 24. Umidade relativa em 3 alturas distintas na sala de estar no período de 28 de janeiro a 13 de fevereiro de 2011.

De acordo com a metodologia da pesquisa, também foram realizadas medições em 6 pontos distintos, porém com mesma altura (1,10 m), na tentativa de se identificar as possíveis diferenças de temperatura. Os resultados revelaram que, em média, os valores estão muito próximos, todavia, os dois pontos mais notados (mais frio e mais quente) foram avaliados individualmente (Tabela 11).

Tabela 9. Variáveis ambientais coletadas na sala de estar no período de 24 a 28 de janeiro de 2011.

PONTO		A	B	C	D	E	F
Temperatura do ar (°C)	Média	21,61	21,06	20,48	20,39	21,72	20,17
	Desvio padrão	1,98	1,77	2,02	2,17	1,82	1,97
	Mínimo	17,68	17,03	15,96	15,32	17,63	15,87
	Máximo	26,35	25,28	25,53	25,45	26,16	24,68
Umidade relativa do ar (%)	Média	32,83	34,81	35,82	36,83	33,07	35,42
	Desvio padrão	4,12	4,49	5,05	5,07	4,57	4,49
	Mínimo	26,43	28,44	29,28	30,24	25,87	28,97
	Máximo	46,77	50,11	53,34	58,89	51,17	52,17

Através da análise do Gráfico 25 notam-se também as diferenças de temperatura, com destaque para os pontos “E” e “F”, mais quente e mais frio, respectivamente.

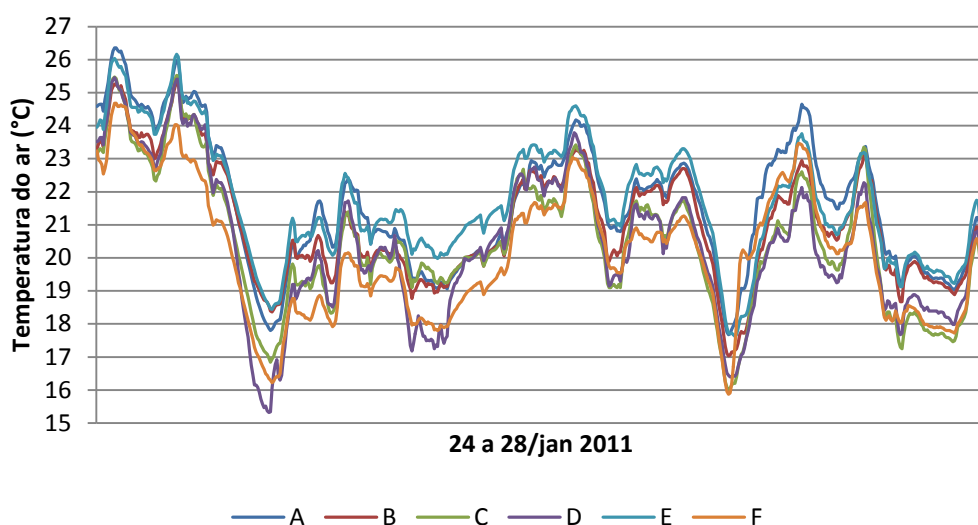


Gráfico 25. Temperatura do ar em 6 pontos (H=1,10 m) distintos na sala de estar para período de 24 a 28 de janeiro de 2011.

Tratando-se da umidade do ar (Gráfico 26), não se verificam diferenças significativas, observando-se, em média, alterações de até 3% de um ponto a outro. No entanto, essa diferença justifica-se pela localização dos pontos de medições que foram localizados adjacentes a aberturas e/ou equipamentos.

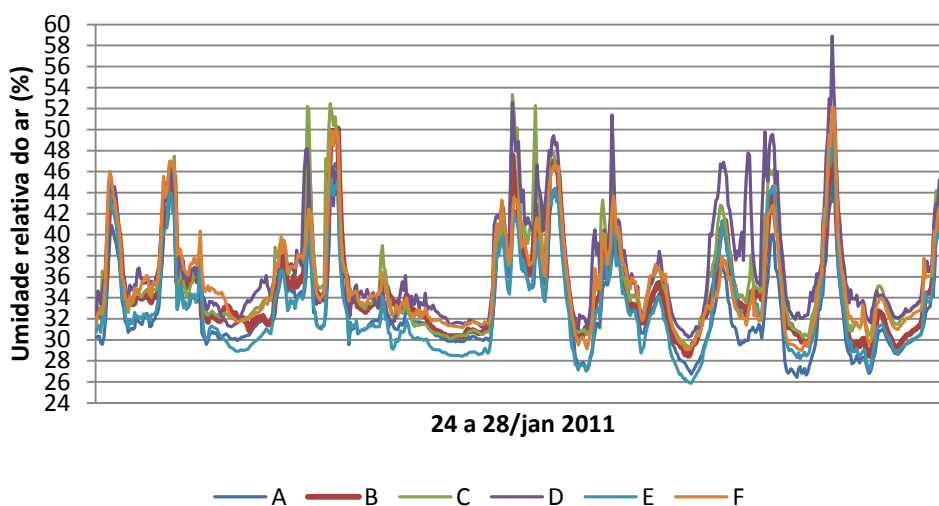


Gráfico 26. Umidade relativa do ar em 6 pontos (H=1,10 m) distintos na sala de estar para período de 24 a 28 de janeiro de 2011.

Após a identificação dos pontos mais representativos, o ponto E foi avaliado na altura de 1,70 m, na tentativa de observar as maiores temperaturas; e o ponto F considerado como local de menor temperatura foi instalado na altura de 0,10 m. Os resultados mostraram consideráveis diferenças de temperaturas e umidade do ar (Tabela 11).

Tabela 10. Variáveis ambientais coletadas na sala de estar para os pontos E e F no período de 28 a 31 de janeiro de 2011.

PONTO		E (H=1,70 m)	F (H=0,10 m)
Temperatura do ar (°C)	Média	24,33	17,29
	Desvio padrão	1,66	1,02
	Mínimo	21,41	14,86
	Máximo	27,73	19,60
Umidade relativa do ar (%)	Média	36,67	50,47
	Desvio padrão	5,20	4,36
	Mínimo	24,64	39,84
	Máximo	59,65	65,34

Para a temperatura do ar, observou-se que na sala de estar, os dois pontos avaliados seguiram uma variação muito próxima – em torno de 8°C na média –, com maior tendência de diminuição de temperatura para o ponto E (Gráfico 27).

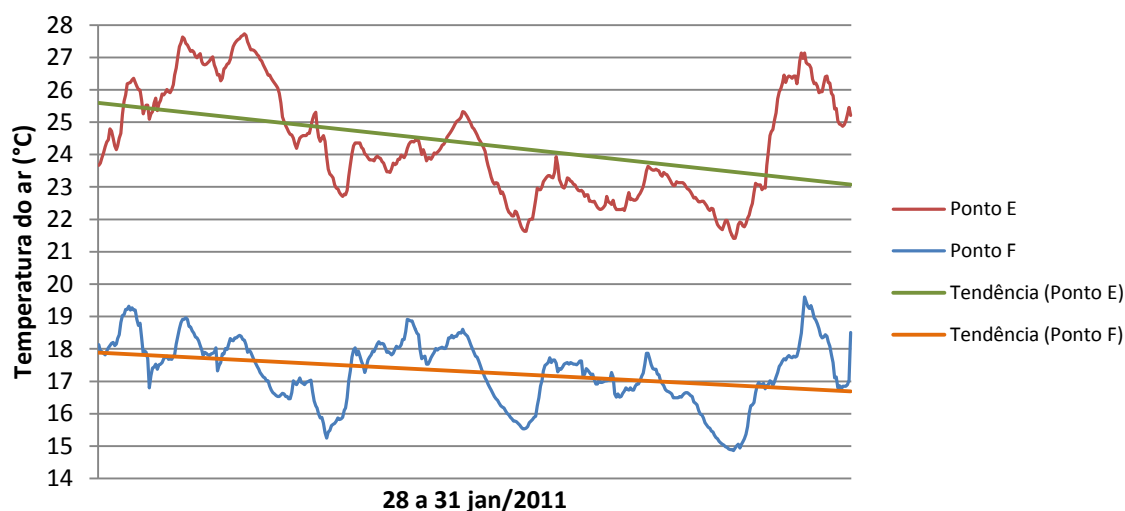


Gráfico 27. Temperatura do ar nos pontos E e F no período de 28 a 31 de janeiro de 2011.

Para a umidade relativa do ar observou-se uma variação muito próxima – aproximadamente 14% na média –, com uma leve tendência de queda para o ponto E (Gráfico 28).

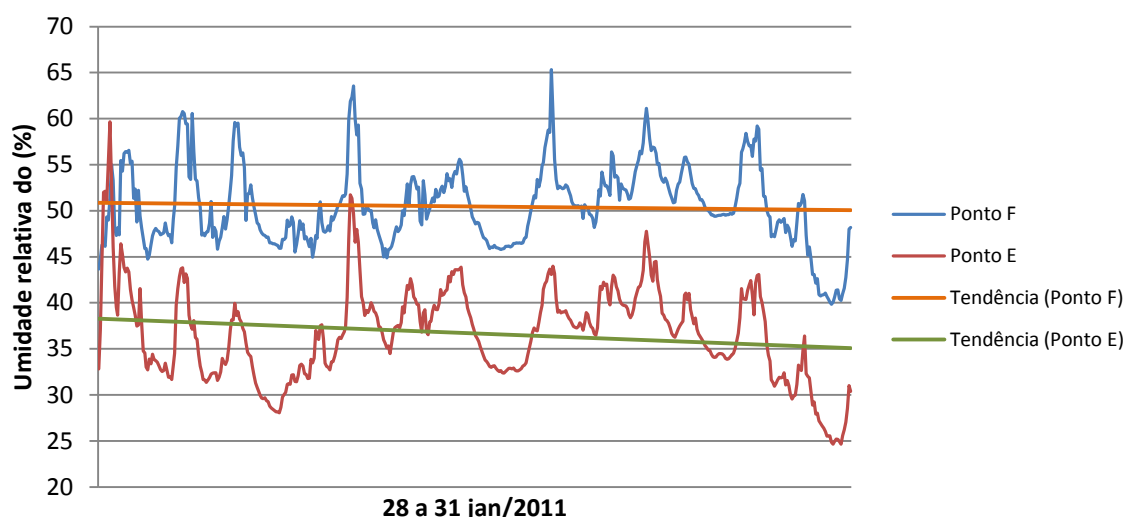


Gráfico 28. Umidade relativa do ar nos pontos E e F no período de 28 a 31 de janeiro de 2011.

5.4. Relação de conforto térmico e desempenho da envoltória

Analisando as variáveis ambientais internas coletadas com as externas foi possível realizar uma análise considerando o desempenho da envoltória. Os dados externos são disponibilizados pelo INPE/CPTEC, a partir da estação meteorológica localizada próximo do corpo principal da EACF e os dados são registrados a cada 3 horas, sendo que nessa pesquisa foram usadas as informações de um mês do inverno (junho/2010) e um do verão (janeiro/2011).

Para o inverno (Tabela 11), o mês apresentado obteve temperatura média negativa, com mínima em torno de -9°C , enquanto a umidade relativa do ar ficou com a média superior ao verão (Tabela 12).

Tabela 11. Variáveis ambientais externas para o mês de junho de 2010.

Fonte: METEOROLOGIA..., acesso 2 abr. 2011.

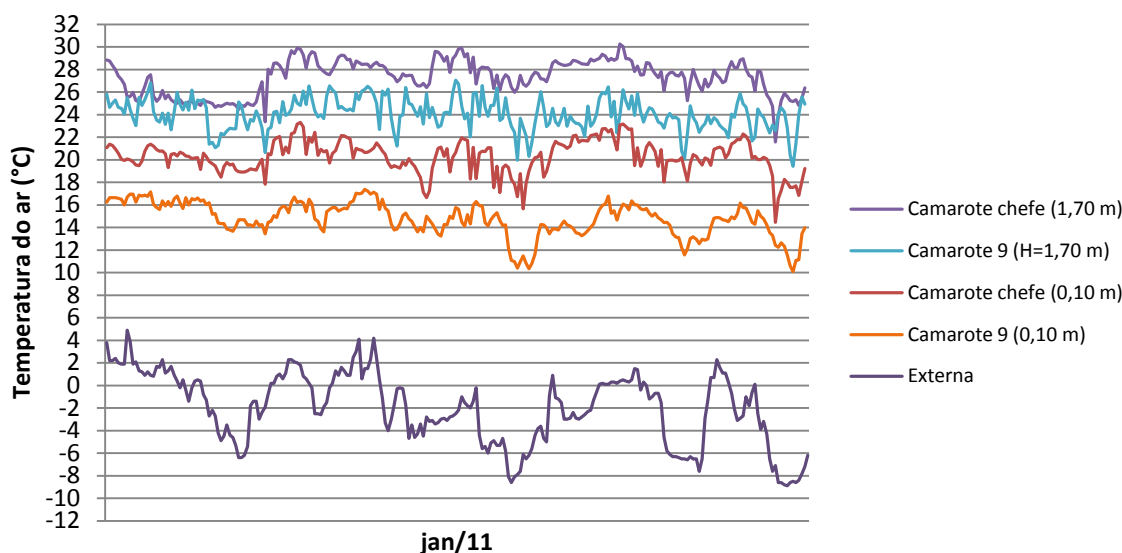
Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)	Média	-1,99
	Desvio padrão	3,17
	Mínimo	-8,90
	Máximo	4,90
Umidade relativa do ar (%)	Média	92,85
	Desvio padrão	8,85
	Mínimo	42,00
	Máximo	98,00

Tabela 12. Variáveis ambientais externas para o mês de janeiro de 2011.

Fonte: METEOROLOGIA..., acesso 2 abr. 2011.

Temperatura do ar (°C)	Média	1,78
	Desvio padrão	1,85
	Mínimo	-2,10
	Máximo	8,40
Umidade relativa do ar (%)	Média	89,42
	Desvio padrão	7,08
	Mínimo	67,00
	Máximo	98,00

Na comparação dos dados do mês de junho de 2010, notou-se que não há correlação direta dos dados externos com os internos de temperatura do ar (Gráfico 29), tampouco com a umidade do ar (Gráfico 30). Todavia, percebe-se em pontos específicos, tendências equivalentes de aumento e/ou diminuição, principalmente entre as temperaturas internas.

**Gráfico 29.** Temperatura do ar externa x interna (jun/2010).

Em alguns períodos do mês de junho a umidade do ar externo esteve próximo do máximo – cerca de 98% – sendo que internamente ficou em uma faixa de conforto, considerando a média das alturas. Contudo, não há uma evidente correlação dos dados entre os dois camarotes diferentes e o exterior, apenas a coerência da variação no próprio ambiente, analisado anteriormente.

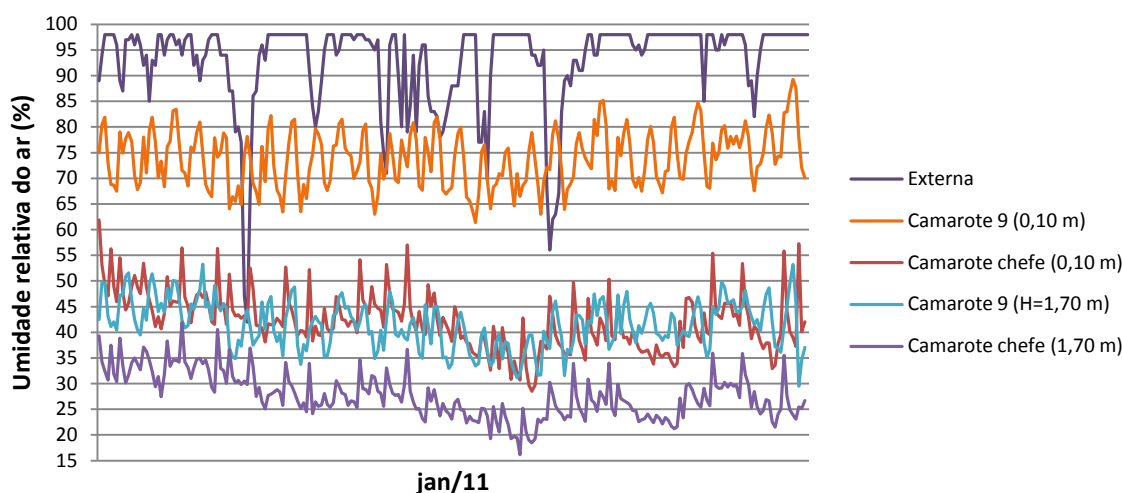


Gráfico 30. Umidade relativa do ar externa x interna (jun/2010).

O comportamento da temperatura do ar no mês de janeiro/2011 (Gráfico 31) entre os ambientes internos e o externo foi semelhante ao observado para o inverno, com a ocorrência de eventos isolados de aumento ou queda de temperatura externa, sem que haja a correspondência internamente. No entanto, para uma análise mais detalhada, há de se considerar as características do material da envoltória com seu respectivo desempenho, de modo a acompanhar e estimar o atraso térmico do material e sua influência no conforto térmico dos usuários.

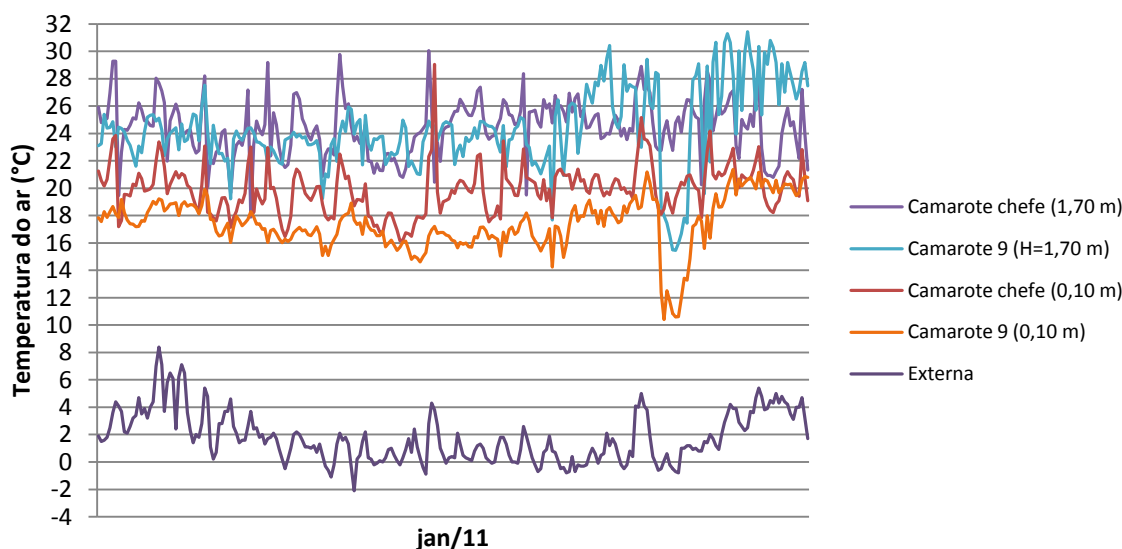


Gráfico 31. Temperatura do ar externa x interna (jan/2011).

Quanto à umidade relativa no mês de janeiro/2011 (Gráfico 32) constatou-se também que há pequenos eventos onde se verifica uma relação direta de variação interna x externa.

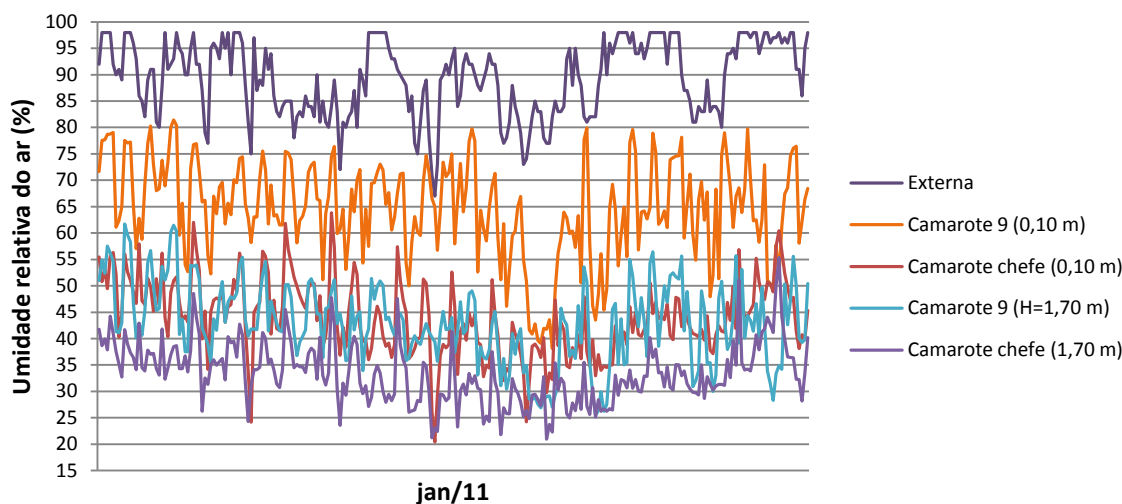


Gráfico 32. Umidade relativa do ar externa x interna (jan/2011).

Os dois camarotes comparativamente obtiveram comportamento das variáveis ambientais diferentes, uma vez que os dados registrados, tanto de umidade do ar como de temperatura, não demonstraram conexão direta entre as informações coletadas. Nota-se que o camarote mais exposto (camarote do chefe) registrou maiores temperaturas, enquanto o camarote menos exposto (camarote 9) esteve menos suscetível a essas alterações.

5.5. Correlação entre os dados do PMV/PPD e os votos de sensação e preferência térmica

Os índices de PMV/PPD foram calculados a partir das variáveis coletadas *in loco*, na sala de estar/jantar, durante a permanência do pesquisador nas Operações Antárticas de 2010 e 2011.

Para o cálculo dos índices de conforto, adotou-se a taxa de metabolismo de 1,2 met, valor referente ao desempenho de atividade sedentária (ISO, 2005), tanto para análise de 2010 como para 2011.

A Tabela 13 apresenta as variáveis ambientais obtidas nas medições do verão de 2010, representado por um período de 15 dias. Nesse contexto, é possível perceber que a média das temperaturas do ar, obtida a partir da média das três alturas, ficou em torno de 21°C, possuindo uma temperatura operativa muito próxima, o que demonstra a realidade do

ambiente, que possui poucos equipamentos e onde há uma maior troca térmica com o exterior, devido à abertura ocasional das esquadrias.

Todavia, a velocidade do ar foi medida em poucos dias, não representando uma média diária dessa variação, assim, para o cálculo dos índices de conforto, a velocidade do ar foi fixada em 0,05 m/s.

Tabela 13. Variáveis ambientais coletadas na sala de estar no período de 16 de fevereiro a 2 de março de 2010.

Temperatura do ar (°C)	Média	21,02
	Desvio padrão	2,21
	Mínimo	15,74
	Máximo	25,73
Temperatura Média Radiante (°C)	Média	25,94
	Desvio padrão	2,63
	Mínimo	16,70
	Máximo	31,30
Temperatura Operativa (°C)	Média	23,48
	Desvio padrão	2,30
	Mínimo	18,17
	Máximo	28,51
Umidade relativa do ar (%)	Média	37,48
	Desvio padrão	6,73
	Mínimo	23,56
	Máximo	56,60
Velocidade do ar (%)	Média	0,05
	Desvio padrão	0,00
	Mínimo	0,05
	Máximo	0,05

A Tabela 14 apresenta a média do PMV e da sensação térmica declarada pelos entrevistados, indicando situação de neutralidade térmica dos ocupantes (segundo a norma ISO 7730, 2005). Quanto à porcentagem de insatisfeitos (PPD), o índice de 14,67% representa a média tanto de desconforto por frio e por calor, estando muito próximo dos 10% admitidos pela ISO 7730 (ISO, 2005).

Tabela 14. Voto médio estimado (PMV), porcentagem de insatisfeitos (PPD), sensação e preferência térmica para a sala de estar no período de 16 de fevereiro a 2 de março de 2010.

Taxa de metabolismo (met) = 1,2				
Isolamento térmico da vestimenta (clo) = 0,63				
	PMV	PPD	Sensação Térmica	Preferência Térmica
Média	-0,25	14,67	0,05	-0,04
Desvio padrão	0,65	12,45	0,79	0,60
Mínimo	-1,74	5,00	-2,00	-2,00
Máximo	1,20	64,00	2,00	2,00

Ao se analisar a temperatura operativa em cada hora do dia, percebe-se que a máxima acontece, durante o período analisado, por volta das 17 horas. Os valores representados foram obtidos pela média da temperatura do ar com a temperatura média radiante, uma vez que a velocidade do ar está abaixo de 0,20 m/s (Gráfico 33). Confrontando esses dados com a ISO 7730 (ISO, 2005), percebe-se também a condição de conforto dos usuários.

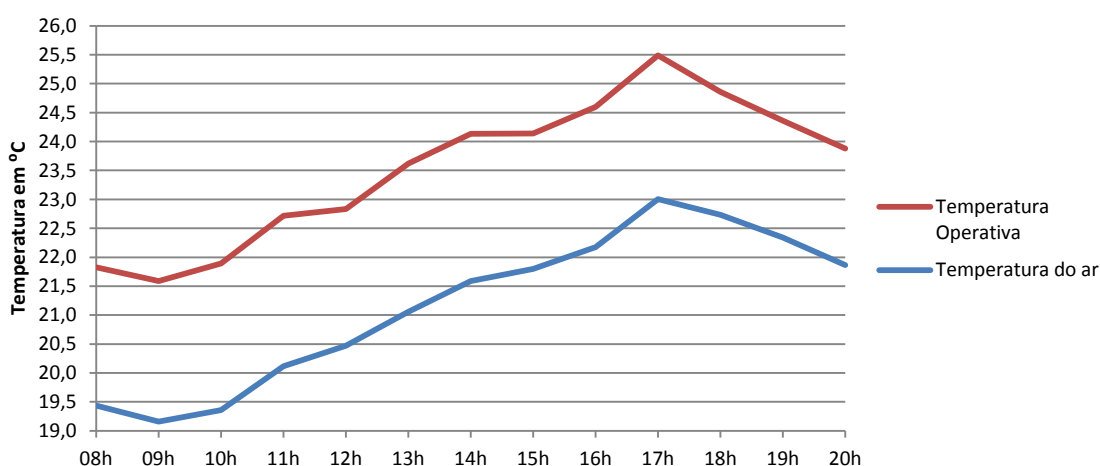


Gráfico 33. Temperatura operativa e do ar, média por hora, para o período de 16 de fevereiro a 2 de março de 2010.

Considerando a média do PMV e PPD em função da hora calculada e medida, nota-se que a condição teórica de conforto térmico acontece a partir das 11 horas da manhã. Até esse horário, há uma leve sensação de frio, uma vez que o PMV ficou abaixo de -0,5 (Gráfico 34).

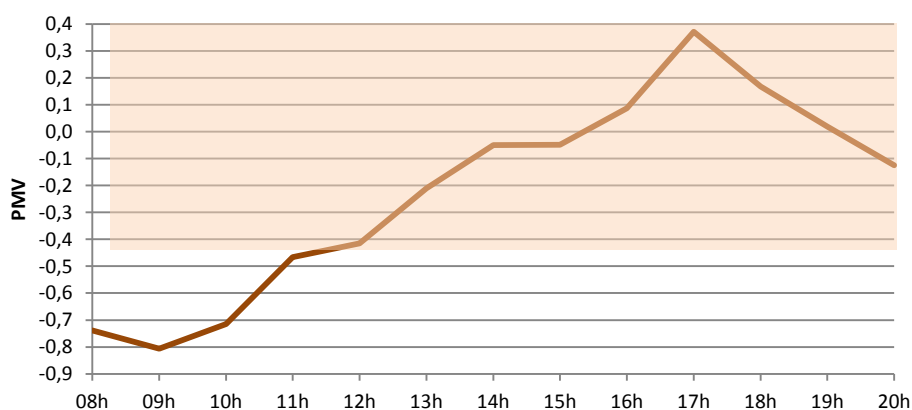


Gráfico 34. PMV, médio por hora, calculado para o período de 16 de fevereiro a 2 de março de 2010.

Em consonância com o PMV, a porcentagem de insatisfeito (PPD) obteve seu ápice no início da manhã (Gráfico 35), sendo que após 11 horas ficou em um patamar admitido pela ISO

7730 (ISO, 2005). Vale salientar que os dados expressos representam a média tanto da condição de calor como de frio.

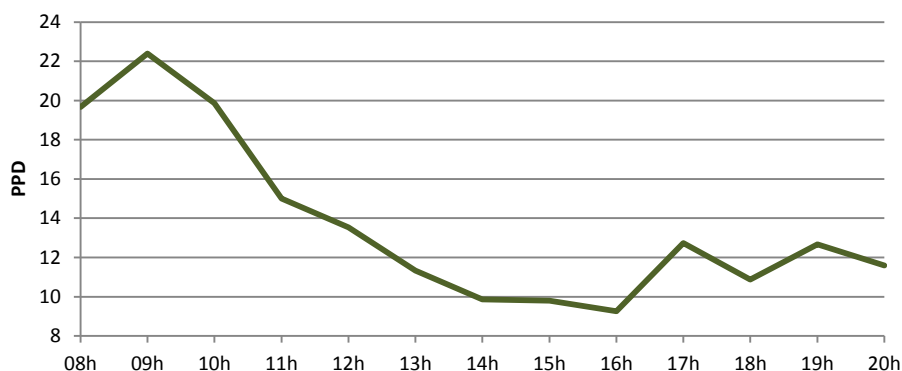


Gráfico 35. PPD, médio por hora, calculado para o período de 16 de fevereiro a 2 de março de 2010.

Assim, para o período analisado de 2010, verificou-se que expressam a condição de conforto, estando ainda coerente com o voto de sensação e preferência térmica dos usuários da EACF.

Aplicando o mesmo método durante a OPERANTAR XXIX, notou-se que a temperatura do ar apresentou, na média, valor próximo da informação obtida em 2010. No entanto, foram registrados valores menores da temperatura média radiante e operativa (Tabela 15).

Nas medições de 2011, o registro da velocidade do ar foi modificado, onde valores médios diários foram registrados para o cálculo dos índices de conforto, sendo que ao comparar com a média utilizada em 2010, obteve-se o mesmo patamar, comprovando assim, que o dado usado nesse ano esteve em consonância com o obtido no ano seguinte.

Tabela 15. Variáveis ambientais coletadas na sala de estar no período de 29 de janeiro a 12 de fevereiro de 2011.

Temperatura do ar (°C)	Média	21,02
	Desvio padrão	1,45
	Mínimo	16,19
	Máximo	24,53
Temperatura Média Radiante (°C)	Média	24,01
	Desvio padrão	1,86
	Mínimo	17,70
	Máximo	28,40
Temperatura Operativa (°C)	Média	22,51
	Desvio padrão	1,58
	Mínimo	17,74
	Máximo	26,46
Umidade relativa do ar (%)	Média	39,00
	Desvio padrão	4,65
	Mínimo	29,96
	Máximo	54,41
Velocidade do ar (%)	Média	0,04
	Desvio padrão	0,01
	Mínimo	0,02
	Máximo	0,06

Os índices de conforto calculados para o período de 2011 registraram uma sensação leve de frio, ao passo que a sensação e a preferência térmica declarada pelos usuários denotaram uma condição de neutralidade térmica (Tabela 16). Pode-se explicar-se esse fato tendo em vista as especificidades da metodologia adotada no estudo, com diferenças nos valores médios da taxa de isolamento térmico da vestimenta (menor que em 2010).

Tabela 16. Voto médio estimado (PMV), porcentagem de insatisfeitos (PPD), sensação e preferência térmica para a sala de estar no período de 29 de janeiro a 12 de fevereiro de 2011.

	PMV	PPD	Sensação Térmica	Preferência Térmica
Média	-0,63	17,40	0,21	0,00
Desvio padrão	0,47	13,79	0,96	0,78
Mínimo	-2,07	2,00	-2,00	-2,00
Máximo	0,63	79,00	3,00	3,00

A temperatura operativa demonstrou uma condição de conforto térmico dos usuários, e tal como aconteceu em 2010, registrou valores máximos em torno das 17 horas (Gráfico 36). A utilização da temperatura operativa como indicador do ambiente térmico foi importante, pois por meio de outro método também se comprovou os votos medidos e calculados para a

sensação térmica, estando assim em coerência com os índices de conforto, ao passo que, de maneira geral, expressam a condição de neutralidade térmica dos usuários.

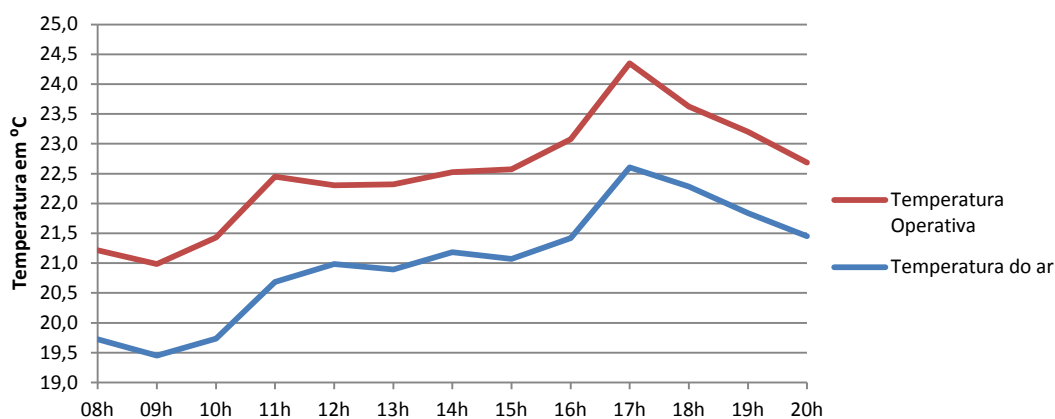


Gráfico 36. Temperatura operativa e do ar, média por hora, para o período de 29 de janeiro a 12 de fevereiro de 2011

Contudo, ao se verificar os dados obtidos para o PMV em função da hora do dia, percebe-se que a condição de neutralidade térmica existe em um período compreendido aproximadamente entre as 17 e 20 horas (Gráfico 37). Durante as demais horas avaliadas, há a leve sensação de frio, já expressa pela média geral calculada.

Assim como ocorreu em outras análises, acredita-se que o fato de se ter utilizado valores médios de taxa de isolamento da vestimenta, gerou-se um quadro de desconforto por frio, que pode não expressar a realidade dos usuários da EACF. No entanto, como esses valores estão muito próximos da condição de neutralidade térmica, o seu conhecimento foi importante para definir as estratégias de aquecimento artificial em função da hora do dia.

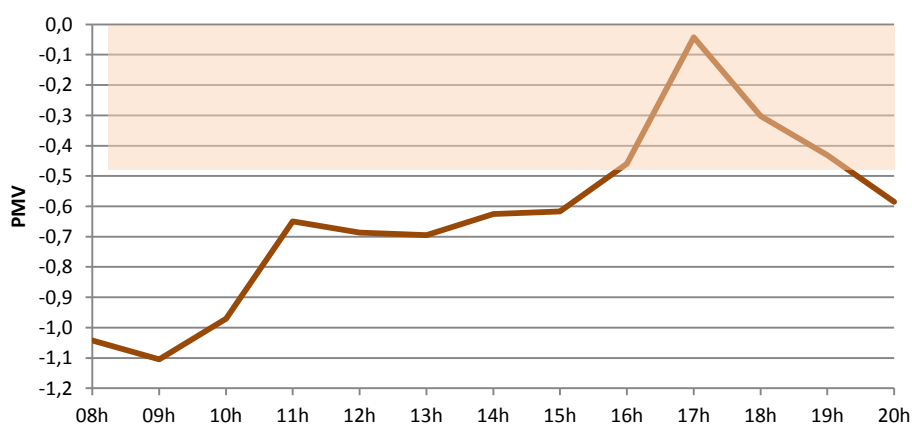


Gráfico 37. PMV, médio por hora, calculado para o período de 29 de janeiro a 12 de fevereiro de 2011.

O PPD para o período também está coerente com o PMV obtido, ao registrar a maior quantidade de insatisfeitos no período da manhã (Gráfico 38).

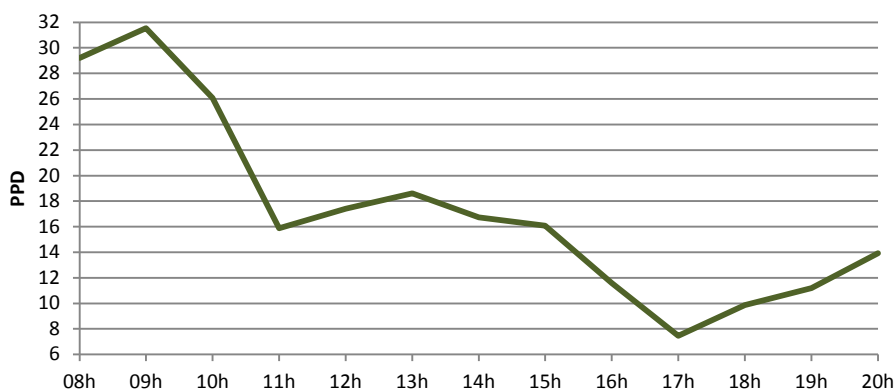


Gráfico 38. PPD, médio por hora, calculado para o período de 29 de janeiro a 12 de fevereiro de 2011

O estudo dos índices de conforto térmico foi importante para verificar o estado de conforto térmico em que se encontram os usuários da EACF. De maneira geral, o resultado obtido nos dois períodos medidos pode orientar as diretrizes de funcionamento para o sistema de aquecimento artificial, ao propor condições diferenciadas de aquecimento em função da hora do dia, de forma a prever-se o melhor desempenho do sistema de caldeiras.

Após a coleta das variáveis ambientais na sala de estar, verificou-se a possibilidade da ocorrência de *draught*, principalmente ao apurar as diferenças de temperatura encontradas. Contudo, o registro de baixas velocidades do ar nesse ambiente, não indicou tal fato, sendo que comprovou-se o desconforto localizado, tendo em vista as diferenças de temperatura na vertical, assim como nos demais ambientes avaliados.

5.6. Avaliação do método empregado

Após a análise dos dados coletados e do procedimento metodológico empregado, observou-se que alguns itens requeriam uma avaliação detalhada objetivando esclarecer e justificar os resultados alcançados.

Avaliando o questionário utilizado na pesquisa de campo para coleta das variáveis pessoais, notou-se que a escala usada para registrar as sensações e preferências térmicas dos usuários não foi corretamente empregada pelos entrevistados, mesmo havendo orientação prévia para preenchimento. Verificou-se que grande parte dos questionários apresentou resposta com a marcação de números inteiros, ao passo que havia a possibilidade de registrar valores intermediários. É provável que a formatação adotada tenha induzido alguns respondentes a somente marcarem os valores inteiros.

Em uma análise preliminar, utilizou-se as medidas internas e externas de temperatura para buscar compreender o efetivo desempenho térmico da envoltória. Todavia, a falta de informações precisas e a dificuldade de avaliação dos materiais empregados no envelope construtivo da EACF permitiram somente uma análise preliminar, com indicativos apenas quanto ao atraso térmico em função das variações externas de temperatura. Vale registrar que houve uma tentativa de investigação dos materiais da envoltória, porém, notou-se a falta de padrão nos componentes da edificação, especialmente em relação às camadas de diferentes espessuras que, acredita-se, seja função das diversas obras realizadas ao longo dos anos na EACF.

Não foi possível a comparação dos índices de conforto térmico obtidos entre os períodos avaliados, pois além de representarem períodos distintos, há diversas ponderações em função da utilização do mecanismo de aquecimento artificial. Nesse item, notou-se somente ao final da pesquisa, a necessidade de melhor compressão desse tipo de sistema ativo de conforto e sua relação na obtenção do conforto, sendo portanto um aspecto que pode ser aprimorado em investigações futuras.

A dificuldade de aplicação do questionário de forma simultânea ocasionou a utilização de médias para cálculo dos índices de conforto (PMV/PPD), principalmente quanto a taxa de isolamento da vestimenta, que foi único para todo período analisado em cada ano. Com isso, para os valores do PMV/PPD, o registro da hora do preenchimento e dia e sua relação direta com o modelo proposto na ISO 7730 (ISO, 2005) poderia gerar dados mais próximos dos reais, além de permitir por meio de análise de regressão simples, a correlação dos índices medidos e dos registrados nos votos obtidos nos questionários.

Por outro lado, verificou-se que a temperatura operativa – que analisa simultaneamente as temperaturas do ar e radiante média bem como a velocidade do ar –, avalia melhor o comportamento térmico dos ambientes, uma vez que facilita a apreensão das análises de sensação de conforto ou desconforto dos usuários.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da pesquisa permitiu o aprofundamento sobre o método de avaliação de conforto térmico conforme as prerrogativas da normatização internacional, além de relacionar com alguns trabalhos importantes publicados nos últimos anos. Com isso, pode-se verificar a adequabilidade do método, que a partir de alguns ajustes específicos, é possível ser replicado em locais semelhantes.

A pesquisa na Antártica envolveu muitas questões diferenciadas em relação aos ambientes urbanos tradicionais, assim, considerando a atipicidade do local e a importância do conforto térmico para as pessoas que ali permanecem, é inquestionável que os resultados alcançados constituem como um importante laboratório para o desenvolvimento de novas tecnologias capazes de permitir a sobrevivência humana em um lugar tão inóspito.

O método permitiu a análise pretendida, destacando-se que o ambiente de estar foi selecionado dentre os demais por abrigar o maior número de pessoas e por concentrar algumas atividades comunitárias, a fim de identificar as condições existentes de conforto térmico para a maioria das pessoas e, então, permitir a proposição de medidas corretivas e necessárias para assegurar, na medida do possível, conforto térmico dos usuários.

A avaliação de conforto térmico envolve muitas variáveis mensuráveis e outras de caráter subjetivo, que influenciam no processo mas que são difíceis de serem avaliadas. Associado a isso, o comportamento das pessoas, as diferenças étnicas, geográficas e até mesmo culturais permitem que o conjunto avaliado seja tão heterogêneo.

O modelo PMV/PPD, proposto inicialmente por Fanger – aprofundado por tantos autores e base da ISO 7730 –, merece reconhecimento uma vez que representa uma aproximação das sensações térmicas das pessoas em uma escala para mensuração do conforto. Essa representação aproximada de um sistema físico, fisiológico e psicológico compreende uma sistemática muito complexa para relacionar o ambiente térmico, corpo e mente humana.

Para o caso Antártico, onde uma edificação abriga ocupantes de um país de clima quente como o Brasil, ainda compreende uma situação peculiar, dado ao fato do ambiente – mesmo que externo –, representar uma situação atípica para maior parte dos ocupantes da EACF,

que muitas das vezes tem seu primeiro contato com frio intenso ao desembarcar naquele continente.

Uma análise estatística mais apurada para o caso, aliado ao conhecimento das especificidades e condicionantes locais, podem resultar em um modelo matemático capaz de representar a adaptação desses usuários e então, propor um fator de correção ao sistema PMV/PPD, que para a ocorrência representa uma situação possível de ser replicada em situações semelhantes.

É notória também a necessidade de aprimoramento na técnica construtiva adotada pelo Brasil para edificações na Antártica, ressaltando que nesse aspecto deve ser considerado, além do conforto e segurança dos usuários, os aspectos relacionados à necessidade de manutenção constante; o desperdício energético oriundo do desempenho inadequado da envoltória; e o custo ambiental associado à construção, manutenção e uso das edificações.

6.1. Sugestões para trabalhos futuros

Como sugestão de trabalhos futuros pode-se indicar:

- Aprofundamento do estudo dos ambientes da EACF, através de avaliação da influência direta dos materiais construtivos no conforto térmico dos usuários;
- Análise das diferenças na percepção do conforto em função do tempo de permanência na EACF;
- Estudo de uma metodologia capaz de reproduzir uma avaliação mais adequada para uma situação tão peculiar, onde ocupantes de clima quente são expostos a um ambiente atípico;
- Identificação da redução energética a partir da ampliação de eficiência dos componentes da envoltória.

7. REFERÊNCIAS

ALVAREZ, C. E. de; CASAGRANDE, B.; SOARES, G. R. Resultados alcançados com a implementação do plano diretor da Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF). In: **IV Encontro Nacional e o II Encontro Latino Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis**, Campo Grande: ANTAC, 2007.

_____; ANGELATS, J. G.; CASTRO, M. A. F. . Estação de Corrosão Atmosférica Comandante Ferraz: resultados preliminares (janeiro/2004 a abril/2006). In: XVII Reunión de Administradores de Programas Antárticos Latinoamericanos, 2006, Punta Arenas. **Anais da XVII RAPAL**. Punta Arenas : INACH, 2006. p. 1-9.

_____; SOARES, G. R., CASAGRANDE, B., CRUZ, D. O. Conceitos e critérios adotados para o Plano Diretor da Estação Científica Comandante Ferraz. In: Reunión Anual de Administradores de Programas Antárticos Latinoamericanos, 2005, Lima. **Documento de Información**. Lima: INANPE, 2005, p. 1-22.

_____; CASAGRANDE, B.; CRUZ, D. O.; SOARES, G. R. Estação Antártica Comandante Ferraz: um exemplo brasileiro de adequação ambiental. In: I Conferencia Latino Americana de Construção Sustentável e 10a. Encontro Nacional de Tecnologias no Ambiente Construído, 2004, São Paulo. **Anais do clACS'04 ENTAC'04**. São Paulo : ANTAC, 2004. p. 1-15.

_____. **Metodologia para construção em áreas de difícil acesso e de interesse ambiental**: aplicabilidade na Antártica e nas ilhas oceânicas brasileiras. Tese de Doutorado. Programa de Pós Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

_____. Avaliação de Habitabilidade da Estação Antártica Comandante Ferraz. Vitória, ES: LPP/UFES, 2002.

_____. **Arquitetura na Antártica**: ênfase nas edificações brasileiras em madeira. 1995. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura) – Programa de Pós Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

_____. **Tecnologia de Edificações** In O Brasil e o meio ambiente antártico, edited by Tania Brito; Elaina Daher. e ed 2, 126-131. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007

ARIGONY NETO, J.; SIMÕES, J. C.; BREMER, U. F; DANI, N. Perspectivas para o gerenciamento ambiental da baía do almirantado, Ilha Rei George, Antártica. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 15, p. 91–99. 2002.

ASHRAE Fundamentals Handbook. **Cap. 8 – Thermal Comfort**. Atlanta, 2005.

ASHRAE Standard 55-2004. **Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers, Inc. Atlanta, USA, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220** - Desempenho térmico de edificações. Parte 1: Definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15575** – Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2010.

BATIZ, E. C.; GOEDERT, J. Avaliação do conforto térmico em postos de trabalho de motoristas de ônibus: Estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ERGONOMIA, 14, 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ABERGO, 2006 *apud* BATIZ, E. C.; GOEDERT, J.; MORSCH, J. J.; KASMIRSKI-JR, P.; VENSKE, R. Avaliação do conforto térmico no aprendiz: estudo de caso sobre influência na atenção e memória. **Produção**, v. 19, n. 3, p. 477-488, 2009.

BLINDOW, N.; SUCKRO, S. K.; UCKAMP, M. R.; BRAUN, M.; SCHINDLER, M.; BREUER, B.; SAURER, H.; SIMÕES, J. C.; LANGE, M. A. Geometry and thermal regime of the King George Island ice cap, Antarctica, from GPR and GPS. **Annals of Glaciology**. v. 51, p. 103-109, 2010.

CARRIÉRES, K. M. **Desempenho térmico e consumo energético de edifícios de escritórios em São Carlos, SP**. 2007. 151 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

CRUZ, D. O.; ALVAREZ, C. E.; SANTOS, J. M. S.; REIS, N. C.; QUEIROZ, R. S. Desempenho ambiental da Estação Antártica Comandante Ferraz: A qualidade do ar interior. In: **VII Seminário Estadual sobre Saneamento e Meio Ambiente**, Vitória: ABES/ES, 2007.

DE DEAR, R. J.; BRAGER, G. S. Developing an adaptive model of thermal comfort and preference. In: **ASHRAE Transactions**, v. 104, p. 145-167. 1998.

DE DEAR, R. J.; BRAGER, G. S.; COOPER, D. J. **Developing an adaptive model of thermal comfort and preference** – Final Report on ASHRAE RP 884. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. Atlanta, USA, 1997.

DE DEAR, R. Ping-pong globe thermometers for mean radiant temperatures. **Heating and Ventilation Engineer and Journal of Air Conditioning**, v. 60, p. 10–11, 1987 *apud* THORSSON, S.; LINDBERG, F.; ELIASSON, I.; HOLMER, B. Different methods for estimating the mean radiant temperature in an outdoor urban setting. **International Journal of Climatology**, v. 27, p. 1983-1993, 2007.

FREIRE, O. Vista aérea da Península Keller, Ilha Rei George, Antártica, março de 2008. 2008. 1 fotografia.

GOMES, A. D. **Relações entre preferências térmicas humanas no interior de edificações e as temperaturas externas**: um estudo sobre o método adotado na norma ASHRAE 55-2004. 2007. 177 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

GOUVÊA, T. C. **Avaliação do conforto térmico**: uma experiência na indústria da confecção. 2004. 164 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

HACKENBERG, A. M. **Conforto e “Stress” Térmico em Indústrias**: Pesquisas efetuadas nas regiões de Joinville, SC e Campinas, SP. 265p. Tese (Doutorado). Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

HOBO ware Lite. Software for HOBO Data Loggers & Devices. [S.l.]: ONSET Computer Corporation. 2010. 1 CD-ROM.

HUMPHREYS, M. A., NICOL, J. F. Understanding the adaptive approach to thermal comfort. In: **ASHRAE Transactions**: Symposia. V.7, n.1, p.991-1004, 1998.

HUMPHREYS, M. A., NICOL, J. F. The validity of ISO-PMV for predicting comfort votes in every-day thermal environments. **Energy and Buildings**. N. 34. p. 667-684. 2002.

HUMPHREYS, M.A. The Optimum Diameter for a Globe Thermometer for Use Indoors. **Building Research Station**, CP 9/78, 1977 *apud* NIKOLOPOULOU, M.; BAKER, N., STEEMERS K. Improvements to the globe thermometer for outdoor use. **Architectural Science Review**, v. 42, p. 27–34, 1999.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 7726. **Thermal environments-instruments and methods for measuring physical quantities**. Geneva, 1998. 39p.

_____. ISO 7730. Moderate thermal environments - Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. Geneva, 1984.

_____. ISO 7730. Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. Geneva, 1994.

_____. 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. Geneva, 2005.

_____. ISO 8996. Ergonomics - Determination of metabolic heat production. Geneva, 1990.

_____. ISO 9920. Ergonomics - Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble. Geneva, 1995.

KUHN, E. **Diversidade de genes catabólicos em sedimentos marinhos da Baía do Almirantado**. 2006. Qualificação de Mestrado – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. **Eficiência energética na arquitetura**. 1 ed. São Paulo: PW, 1997. 188 p. v. 1.

_____; XAVIER, A. A. de P. **Conforto térmico e stress térmico**. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

MATOS, C. M. S. de. **O Arquipélago e o arquiteto**. Um breve estudo do método de avaliação pós-ocupação e sua contribuição à arquitetura. 1999. 154f. Monografia (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória, 1999.

METEOROLOGIA na EACF. INPE/CPTEC. 2011. Disponível em: <<http://antartica.cptec.inpe.br/~rantar/data/resumos/climatoleacf.xls>>. Acesso: 2 abr. 2011.

NIKOLOPOULOU, M.; BAKER, N., STEEMERS K. Improvements to the globe thermometer for outdoor use. **Architectural Science Review**, v. 42, p. 27–34, 1999.

OLGYAY, V. **Arquitectura y clima**: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Barcelona: G. Gili, 2002.

ONSET. HOBO U12 Temperature/Relative Humidity Data Logger - U12-011. Contém informações técnicas e especificações. Disponível em: <<http://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/u12-011>>. Acesso em: 18 jul. 2011.

_____. Air/Water/Soil Temp Sensor (20' cable) - TMC20-HD. Contém informações técnicas e especificações. Disponível em <<http://www.onsetcomp.com/products/sensors/tmc20-hd>>. Acesso em: 18 jul. 2011.

RAKUSA-SUSZCZEWSKI, S. Icy Greenhouse. **Focus on Polar Research**, n. 1, p. 12-15. 2006. Disponível em: <<http://www.english.pan.pl/images/stories/pliki/publikacje/academia/2006/09/rakusa.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2011.

RUAS, C. R. **Avaliação de Conforto Térmico**: Contribuição à aplicação prática das normas internacionais. 1999. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

_____. **Sistematização da avaliação de conforto térmico em ambientes edificados e sua aplicação num software**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

SOUZA, C. F.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; FERREIRA, W. P. M.; SILVA, R. S. S. **Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo**. Ciênc. agrotec. Lavras, v.26, n.1, p.157-164, jan./fev., 2002.

SOUZA, J. E. B de. **Brasil na Antártica**: 25 anos de história. São Carlos: Vento Verde Editora, 2008.

SZOKOLAY, S. V. **Introduction to Architectural Science**: The Basis of Sustainable Design. 2 ed. Architectural Press, Elsevier, UK, 2004.

TEXTO do Brasil LTDA. Testo 425, anemômetro térmico com sonda de velocidade permanentemente acoplada, incl. medição da temperatura e telescópio (máx. 890 mm), pilha e protocolo de calibração. Disponível em < http://www.testo.com.br/online/abaxx-?part=PORTAL.BRA.Applications&event=show-from-content&externalid=opencms:/Products/MeasurementParameters/velocity/Messgeraete/testo_425/POR.product>. Acesso em: 18 jul. 2011.

VIEIRA, C. C. Arquitetura, conforto térmico e iluminação natural no edifício administrativo da escola de engenharia de São Carlos / USP – o Bloco E1. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

VOLTANI, E. R. **Avaliação do desempenho térmico de indústrias de calçados**. 2009. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

WOELFFEL, A. B. **O uso da madeira como material construtivo em ilhas oceânicas**: o caso específico da Área de Proteção Ambiental de Fernando de Noronha. 2009. Qualificação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, 2009.

APÊNDICE 1

QUESTIONÁRIO DE CONFORTO TÉRMICO

Data ___/___/___ Hora: _____ Sexo: () MASC () FEM
 Peso: _____ Altura: _____ Idade: _____ Cidade de residência: _____

- 1) Indique com um X a sua sensação térmica nesse momento.



- 2) Indique com um X a sensação que você gostaria nesse momento.



- 3) Você sente alguma sensação de desconforto localizado em alguma parte do corpo? Por exemplo, uma região mais fria que outra. () Sim () Não
- 4) Caso sinta alguma sensação de desconforto localizado, assinale abaixo a parte do corpo:
 () Pés e pernas () Cabeça () Tronco () Mãos e Braços
- 5) Em relação ao ambiente, você sente alguma diferença de temperatura? Por exemplo, calor próximo a porta e frio em uma área mais distante. () Sim () Não
- 6) Você recebeu orientação sobre a vestimenta que deve ser usada no interior da EACF? () Sim () Não
- 7) Você já teve contato com o frio intenso em outros lugares? () Sim () Não
- 8) Em relação a sua preferência pessoal, você sente-se confortável termicamente na EACF? () Sim () Não
- 9) Em relação a diferença de temperatura interior/exterior (choque térmico), você sente desconforto quando entra na EACF? () Sim () Não
- 10) Em relação ao conforto térmico, em qual ambiente você se sente MAIS confortável? _____
 Por quê? _____
- 11) Em relação ao conforto térmico, em qual ambiente você se sente MENOS confortável? _____
 Por quê? _____
- 12) Marque as peças de roupa que está usando nesse momento e acrescente o que faltar nas linhas em branco:

CAMISAS, CAMISETAS E BLUSAS	CALÇADOS, MEIAS E LUVAS
Camisa, manga longa, tecido grosso	Tênis
Camisa, manga longa, tecido fino	Chinelo ou tamanco ou sandália
Camisa, manga curta, tecido grosso	Sapato, sola fina
Camisa, manga curta, tecido fino	Sapato, sola grossa
Camisa pólo, manga curta	Bota
Camisa sem manga	Meia soquete grossa
Moletom	Meia soquete fina
Jaqueta, tecido leve	Meia altura do joelho grossa
Jaqueta, tecido grosso	Meia altura do joelho fina
CALÇAS, SHORTS E BERMUDAS	Meia fina tipo sapatilha
Calça tecido grosso	Luvras
Calça tecido fino	OUTROS
Short ou bermuda	Peça íntima
Calça jeans	

APÊNDICE 2 ANEXO 1

		Temp (h=10 cm)	UR (h=10 cm)	Temp (h=110 cm)	UR (h=110 cm)	Temp (h=170 cm)	UR (h=170 cm)	v	Temp AR	UR	GLOBO	TMR	Temp O	PMV	PPD
Data	Horário	(°C)	(%)	(°C)	(%)	(°C)	(%)	(m/s)	(°C)	(%)	(°C)	(°C)	(°C)		
01/29/2011	08H0min0,0s	19,413	41,944	22,298	36,852	23,184	34,691	0,04	21,6	37,8	23,4	24,6	23,12	-0,62	13
01/29/2011	09H0min0,0s	18,937	41,184	21,461	36,44	22,393	34,318	0,04	20,9	37,3	22,6	23,8	22,37	-0,68	14
01/29/2011	10H0min0,0s	18,58	43,642	20,984	38,651	22,011	36,297	0,04	20,5	39,5	22,2	23,4	21,96	-0,80	18
01/29/2011	11H0min0,0s	18,58	43,833	21,342	38,949	22,8	35,847	0,04	20,9	39,5	22,6	23,8	22,35	-0,68	14
01/29/2011	12H0min0,0s	19,056	44,431	22,13	38,509	23,593	35,526	0,04	21,6	39,5	23,0	23,9	22,75	-0,55	11
01/29/2011	13H0min0,0s	18,794	42,131	21,819	37,789	23,448	34,716	0,04	21,4	38,2	22,4	23	22,18	-0,70	15
01/29/2011	14H0min0,0s	17,605	42,316	20,031	37,607	21,676	34,88	0,04	19,8	38,3	20,6	21,1	20,44	-1,21	35
01/29/2011	15H0min0,0s	17,891	46,918	20,293	41,076	21,223	38,676	0,04	19,8	42,2	21,2	22,1	20,95	-1,07	29
01/29/2011	16H0min0,0s	17,891	47,422	20,531	43,743	21,557	40,599	0,04	20,0	43,9	21,7	22,9	21,45	-0,92	23
01/29/2011	17H0min0,0s	19,151	50,596	23,184	54,032	24,46	49,853	0,04	22,3	51,5	24,8	26,6	24,43	-0,01	5
01/29/2011	18H0min0,0s	19,127	45,87	23,04	40,011	24,484	36,938	0,04	22,2	40,9	24,3	25,8	24,01	-0,19	5
01/29/2011	19H0min0,0s	19,127	45,235	22,872	38,488	24,291	35,826	0,04	22,1	39,8	24,1	25,5	23,80	-0,25	6
01/29/2011	20H0min0,0s	19,08	42,484	22,298	36,293	23,424	34,415	0,04	21,6	37,7	22,8	23,5	22,55	-0,61	12
01/29/2011	21H0min0,0s	19,008	43,66	22,058	37,748	22,968	35,532		21,3	39,0	13,4				
01/29/2011	22H0min0,0s	19,318	46,623	22,393	40,593	23,208	38,588		21,6	41,9	14,4				
01/29/2011	23H0min0,0s	20,007	52,959	23,352	45,812	24,412	42,64		22,6	47,1	15,4				
01/30/2011	00H0min0,0s	19,912	44,086	22,753	39,686	24,243	36,947		22,3	40,2	16,4				
01/30/2011	01H0min0,0s	20,055	47,127	23,28	41,699	24,798	38,094		22,7	42,3	17,4				
01/30/2011	02H0min0,0s	20,103	47,83	23,641	43,136	25,623	38,641		23,1	43,2	18,4				
01/30/2011	03H0min0,0s	20,341	50,13	23,93	45,754	26,036	40,398		23,4	45,4	19,4				
01/30/2011	04H0min0,0s	20,531	50,406	24,219	45,821	26,353	40,498		23,7	45,6	20,4				
01/30/2011	05H0min0,0s	20,412	47,742	23,881	42,482	26,158	37,901		23,5	42,7	21,4				
01/30/2011	06H0min0,0s	19,96	43,644	23,016	38,831	25,137	34,475		22,7	39,0	22,4				
01/30/2011	07H0min0,0s	19,222	41,666	21,795	37,295	23,208	34,096		21,4	37,7	23,4				
01/30/2011	08H0min0,0s	18,604	41,243	21,056	36,761	22,106	34,059	0,03	20,6	37,4	21,9	22,7	21,64	-0,88	21
01/30/2011	09H0min0,0s	18,152	41,61	20,579	36,878	21,509	34,401	0,03	20,1	37,6	21,4	22,2	21,14	-1,03	27
01/30/2011	10H0min0,0s	17,867	41,417	20,412	36,599	21,485	34,002	0,03	19,9	37,3	21,4	22,4	21,16	-1,04	27
01/30/2011	11H0min0,0s	17,677	41,876	20,055	36,858	20,889	34,739	0,03	19,5	37,8	20,9	21,8	20,67	-1,18	34

01/30/2011	12H0min0,0s	17,819	47,066	20,46	41,611	21,246	39,461	0,03	19,8	42,7	21,6	22,9	21,37	-0,97	24
01/30/2011	13H0min0,0s	18,913	53,424	22,202	47,206	22,92	44,796	0,03	21,3	48,5	23,4	24,9	23,12	-0,42	8
01/30/2011	14H0min0,0s	19,199	52,224	22,298	48,618	23,448	45,374	0,03	21,6	48,7	23,3	24,5	23,07	-0,42	8
01/30/2011	15H0min0,0s	19,246	49,796	22,321	42,467	22,92	40,651	0,03	21,5	44,3	23,1	24,2	22,85	-0,50	10
01/30/2011	16H0min0,0s	19,056	47,254	22,106	40,497	22,585	39,08	0,03	21,2	42,3	22,8	23,9	22,57	-0,60	12
01/30/2011	17H0min0,0s	18,961	44,77	21,795	38,932	22,465	38,216	0,03	21,1	40,6	22,2	22,9	21,99	-0,75	16
01/30/2011	18H0min0,0s	18,794	45,639	21,294	39,954	22,034	38,073	0,03	20,7	41,2	22,1	23	21,85	-0,81	18
01/30/2011	19H0min0,0s	18,509	50,822	21,223	44,209	22,082	41,825	0,03	20,6	45,6	22,2	23,3	21,95	-0,76	17
01/30/2011	20H0min0,0s	18,794	55,38	21,7	44,715	22,776	41,091	0,03	21,1	47,1	22,7	23,8	22,45	-0,60	12
01/30/2011	21H0min0,0s	18,58	49,832	21,915	42,938	23,184	40,026		21,2	44,3	13,4				
01/30/2011	22H0min0,0s	18,961	48,502	22,13	41,798	23,521	38,522		21,5	42,9	14,4				
01/30/2011	23H0min0,0s	18,961	54,049	22,489	45,451	23,785	41,756		21,7	47,1	15,4				
01/31/2011	00H0min0,0s	19,508	56,499	22,92	47,615	24,484	43,687		22,3	49,3	16,4				
01/31/2011	01H0min0,0s	19,436	52,474	22,585	44,756	24,339	40,347		22,1	45,9	17,4				
01/31/2011	02H0min0,0s	19,151	47,897	22,13	41,701	24,002	37,485		21,8	42,4	18,4				
01/31/2011	03H0min0,0s	19,056	48,986	22,106	42,087	23,881	37,67		21,7	42,9	19,4				
01/31/2011	04H0min0,0s	19,056	50,896	22,106	43,347	23,93	38,893		21,7	44,4	20,4				
01/31/2011	05H0min0,0s	18,723	47,527	21,485	41,273	23,472	37,102		21,2	42,0	21,4				
01/31/2011	06H0min0,0s	18,295	44,372	20,841	39,45	22,441	35,845		20,5	39,9	22,4				
01/31/2011	07H0min0,0s	17,796	43,74	20,174	38,794	21,628	35,535		19,9	39,4	23,4				
01/31/2011	08H0min0,0s	17,391	43,851	19,746	38,749	21,151	35,489	0,05	19,4	39,4	21,0	22,1	20,76	-1,15	32
01/31/2011	09H0min0,0s	17,153	44,109	19,555	38,794	20,889	35,694	0,05	19,2	39,5	20,8	22	20,60	-1,20	35
01/31/2011	10H0min0,0s	17,344	55,013	20,198	47,525	21,39	44,421	0,05	19,6	49,0	21,5	22,9	21,27	-0,97	24
01/31/2011	11H0min0,0s	17,915	51,952	21,294	46,583	22,202	43,713	0,05	20,5	47,4	22,7	24,3	22,39	-0,64	13
01/31/2011	12H0min0,0s	18,39	49,4	21,963	42,879	23,064	39,948	0,05	21,1	44,1	23,2	24,7	22,92	-0,50	10
01/31/2011	13H0min0,0s	18,295	45,261	21,724	37,124	23,088	35,113	0,05	21,0	39,2	22,8	24,1	22,57	-0,63	13
01/31/2011	14H0min0,0s	18,794	46,937	22,681	38,795	24,195	35,418	0,05	21,9	40,4	24,4	26,2	24,05	-0,19	5
01/31/2011	15H0min0,0s	18,985	44,932	22,321	36,855	24,291	33,195	0,05	21,9	38,3	23,7	25	23,43	-0,36	7
01/31/2011	16H0min0,0s	19,674	47,617	23,857	40,818	25,162	37,469	0,05	22,9	42,0	25,3	27	24,95	0,09	5
01/31/2011	17H0min0,0s	20,103	44,843	23,713	37,06	24,847	34,581	0,05	22,9	38,8	24,1	24,9	23,89	0,07	5
01/31/2011	18H0min0,0s	19,151	43,101	22,393	32,756	24,171	30,836	0,05	21,9	35,6	23,1	23,9	22,90	-0,52	10
01/31/2011	19H0min0,0s	18,889	42,655	22,106	31,931	24,026	29,611	0,05	21,7	34,7	22,8	23,6	22,64	-0,60	12
01/31/2011	20H0min0,0s	18,152	36,113	20,77	31,447	22,489	29,014	0,05	20,5	32,2	21,1	21,5	20,99	-1,08	29
01/31/2011	21H0min0,0s	18,224	46,297	21,39	37,09	22,657	34,973		20,8	39,5	13,4				

01/31/2011	22H0min0,0s	18,794	47,6	22,657	39,97	23,665	37,319		21,7	41,6	14,4					
01/31/2011	23H0min0,0s	19,627	47,99	23,232	42,668	24,363	40,251		22,4	43,6	15,4					
02/01/2011	00H0min0,0s	19,032	46,176	22,369	38,239	24,243	35,124		21,9	39,8	16,4					
02/01/2011	01H0min0,0s	18,485	44,013	21,7	34,32	23,737	31,068		21,3	36,5	17,4					
02/01/2011	02H0min0,0s	18,39	46,981	21,963	38,59	23,521	34,989		21,3	40,2	18,4					
02/01/2011	03H0min0,0s	19,318	44,622	23,785	49,319	24,629	45,322		22,6	46,4	19,4					
02/01/2011	04H0min0,0s	18,652	40,315	22,657	35,039	24,122	33,513		21,8	36,3	20,4					
02/01/2011	05H0min0,0s	17,534	42,148	21,437	34,328	22,393	32,156		20,5	36,2	21,4					
02/01/2011	06H0min0,0s	17,177	43,349	21,008	34,42	21,652	32,623		19,9	36,8	22,4					
02/01/2011	07H0min0,0s	16,82	43,435	20,627	34,153	21,127	32,61		19,5	36,7	23,4					
02/01/2011	08H0min0,0s	16,487	43,142	20,317	33,364	20,77	32,013	0,02	19,2	36,2	21,3	22,8	21,00	-1,12	31	
02/01/2011	09H0min0,0s	16,201	43,235	20,079	32,813	20,531	31,46	0,02	18,9	35,8	21,2	22,9	20,92	-1,16	33	
02/01/2011	10H0min0,0s	16,511	43,462	21,151	34,169	21,366	33,195	0,02	19,7	36,9	22,3	24,3	21,99	-0,84	19	
02/01/2011	11H0min0,0s	18,01	43,256	23,593	36,85	24,002	35,433	0,02	21,9	38,5	24,7	26,8	24,33	-0,13	5	
02/01/2011	12H0min0,0s	18,771	42,321	23,641	32,467	24,291	31,955	0,02	22,2	35,6	23,6	24,5	23,37	-0,39	8	
02/01/2011	13H0min0,0s	18,176	39,36	22,393	30,484	23,016	29,663	0,02	21,2	33,2	23,0	24,2	22,70	-0,61	12	
02/01/2011	14H0min0,0s	18,699	40,546	22,585	34,966	23,136	33,823	0,02	21,5	36,4	23,4	24,7	23,09	-0,48	9	
02/01/2011	15H0min0,0s	18,58	39,855	23,184	34,326	23,593	33,265	0,02	21,8	35,8	24,1	25,8	23,79	-0,29	6	
02/01/2011	16H0min0,0s	18,271	39,306	22,92	33,071	23,737	31,471	0,02	21,6	34,6	24,1	25,9	23,77	-0,32	7	
02/01/2011	17H0min0,0s	19,246	45,154	23,881	38,921	24,823	36,508	0,02	22,7	40,2	25,2	27	24,83	0,05	5	
02/01/2011	18H0min0,0s	19,341	38,219	24,171	32,548	25,258	32,006	0,02	22,9	34,3	25,3	27	24,96	0,04	5	
02/01/2011	19H0min0,0s	19,056	35,352	23,16	29,136	24,315	27,942	0,02	22,2	30,8	24,1	25,4	23,79	-0,30	6	
02/01/2011	20H0min0,0s	18,842	36,181	22,393	30,082	23,4	28,344	0,02	21,5	31,5	23,2	24,4	22,97	-0,55	11	
02/01/2011	21H0min0,0s	19,103	40,17	22,585	32,24	23,328	30,698		21,7	34,4	23,4					
02/01/2011	22H0min0,0s	18,604	42,238	22,106	35,911	23,016	33,878		21,2	37,3	23,3					
02/01/2011	23H0min0,0s	19,674	52,912	23,641	48,153	24,532	45,279		22,6	48,8	25,1					
02/02/2011	00H0min0,0s	19,484	46,01	22,824	40,966	24,436	37,727		22,2	41,6	23,9					
02/02/2011	01H0min0,0s	18,842	43,896	21,772	38,177	23,617	34,466		21,4	38,8	22,8					
02/02/2011	02H0min0,0s	18,39	41,572	21,127	37,064	22,992	33,477		20,8	37,4	22,3					
02/02/2011	03H0min0,0s	17,962	44,014	20,698	37,805	22,417	33,989		20,4	38,6	22,2					
02/02/2011	04H0min0,0s	18,343	46,722	21,246	39,786	22,896	35,955		20,8	40,8	22,8					
02/02/2011	05H0min0,0s	18,129	42,919	20,627	37,896	21,915	34,836		20,2	38,6	22,1					
02/02/2011	06H0min0,0s	17,891	42,476	20,246	37,498	21,39	34,753		19,8	38,2	21,7					
02/02/2011	07H0min0,0s	17,629	42,606	20,055	37,348	21,032	34,917		19,6	38,3	21,6					

02/02/2011	08H0min0,0s	17,368	42,448	20,055	36,858	20,913	34,609	0,02	19,4	38,0	21,6	23,2	21,32	-1,02	27
02/02/2011	09H0min0,0s	17,201	44,146	20,293	36,423	20,96	34,548	0,02	19,5	38,4	21,7	23,3	21,39	-0,99	25
02/02/2011	10H0min0,0s	16,701	45,13	20,865	35,099	21,772	32,933	0,02	19,8	37,7	22,4	24,4	22,09	-0,8	18
02/02/2011	11H0min0,0s	18,176	47,772	22,633	42,567	23,641	39,683	0,02	21,5	43,3	24,1	26	23,74	-0,27	6
02/02/2011	12H0min0,0s	18,557	40,755	23,04	32,815	24,002	33,068	0,02	21,9	35,5	23,6	24,7	23,28	-0,42	8
02/02/2011	13H0min0,0s	18,652	37,401	23,112	30,343	23,665	29,345	0,02	21,8	32,4	23,9	25,4	23,60	-0,36	7
02/02/2011	14H0min0,0s	20,198	35,988	23,304	30,528	23,545	30,077	0,02	22,3	32,2	23,8	24,8	23,57	-0,36	7
02/02/2011	15H0min0,0s	19,674	42,681	23,641	36,788	23,881	36,018	0,02	22,4	38,5	24,5	26	24,20	-0,15	5
02/02/2011	16H0min0,0s	20,055	53,958	24,122	44,228	24,532	43,011	0,02	22,9	47,1	25,0	26,5	24,70	0,06	5
02/02/2011	17H0min0,0s	21,39	58,87	25,817	53,366	26,378	50,998	0,02	24,5	54,4	26,8	28,4	26,46	0,63	13
02/02/2011	18H0min0,0s	20,913	41,92	25,04	34,533	26,207	34,776	0,02	24,1	37,1	25,5	26,2	25,13	0,15	5
02/02/2011	19H0min0,0s	20,674	41,635	23,954	35,926	24,992	34,061	0,02	23,2	37,2	24,5	25,3	24,25	-0,11	5
02/02/2011	20H0min0,0s	19,96	38,642	22,824	34,525	23,905	33,16	0,02	22,2	35,4	23,3	24	23,11	-0,46	9
02/02/2011	21H0min0,0s	19,27	41,832	22,011	36,1	23,184	33,761		21,5	37,2	22,8				
02/02/2011	22H0min0,0s	19,246	43,816	22,202	38,189	23,208	35,787		21,6	39,3	23,2				
02/02/2011	23H0min0,0s	20,222	59,085	23,713	49,055	24,653	45,777		22,9	51,3	24,9				
02/03/2011	00H0min0,0s	20,365	57,916	23,497	50,265	24,895	46,193		22,9	51,5	24,6				
02/03/2011	01H0min0,0s	19,841	45,449	22,657	41,143	24,339	37,519		22,3	41,4	23,6				
02/03/2011	02H0min0,0s	19,532	42,696	22,154	38,348	23,905	34,759		21,9	38,6	23,3				
02/03/2011	03H0min0,0s	19,341	46,753	22,082	40,819	23,785	37,001		21,7	41,5	23,4				
02/03/2011	04H0min0,0s	18,985	44,773	21,557	39,331	23,352	35,636		21,3	39,9	23,0				
02/03/2011	05H0min0,0s	18,485	40,683	21,175	37,232	23,016	33,412		20,9	37,1	22,7				
02/03/2011	06H0min0,0s	17,915	41,455	20,365	36,758	22,202	33,072		20,2	37,1	21,9				
02/03/2011	07H0min0,0s	17,558	42,502	19,817	37,65	21,628	33,816		19,7	38,0	21,4				
02/03/2011	08H0min0,0s	17,177	42,362	19,77	37,254	21,39	33,728	0,03	19,4	37,8	21,4	22,8	21,12	-1,07	29
02/03/2011	09H0min0,0s	16,915	42,683	19,793	36,799	21,246	33,582	0,03	19,3	37,7	21,4	22,9	21,11	-1,08	29
02/03/2011	10H0min0,0s	17,034	47,187	20,293	39,522	21,533	36,513	0,03	19,6	41,1	21,8	23,4	21,51	-0,95	23
02/03/2011	11H0min0,0s	18,224	56,734	21,939	46,823	22,896	43,955	0,03	21,0	49,2	23,4	25,2	23,11	-0,43	8
02/03/2011	12H0min0,0s	19,912	52,572	24,339	42,859	24,774	41,18	0,03	23,0	45,5	25,3	26,9	24,95	0,14	5
02/03/2011	13H0min0,0s	20,579	42,978	24,871	34,65	25,162	33,876	0,03	23,5	37,2	25,7	27,2	25,37	0,19	5
02/03/2011	14H0min0,0s	22,082	42,893	25,695	36,394	25,695	36,527	0,03	24,5	38,6	26,1	27,1	25,80	0,35	7
02/03/2011	15H0min0,0s	21,127	42,396	24,653	34,563	24,992	33,827	0,03	23,6	36,9	25,3	26,4	25,00	0,1	5
02/03/2011	16H0min0,0s	20,341	36,133	23,761	28,914	24,363	29,639	0,03	22,8	31,6	23,7	24,2	23,51	-0,36	7
02/03/2011	17H0min0,0s	21,103	49,223	25,501	41,587	26,109	39,615	0,03	24,2	43,5	26,4	27,9	26,07	0,44	9

02/03/2011	18H0min0,0s	20,984	41,605	25,137	35,608	26,182	33,869	0,03	24,1	37,0	25,9	27,1	25,60	0,27	6
02/03/2011	19H0min0,0s	19,865	37,59	23,569	31,658	24,677	29,698	0,03	22,7	33,0	24,5	25,7	24,20	-0,17	5
02/03/2011	20H0min0,0s	18,889	38,983	22,776	33,224	23,93	31,085	0,03	21,9	34,4	23,9	25,3	23,58	-0,35	7
02/03/2011	21H0min0,0s	18,39	39,706	21,485	31,843	23,472	29,06		21,1	33,5	22,5				
02/03/2011	22H0min0,0s	18,343	42,4	21,867	35,228	23,472	32,653		21,2	36,8	23,1				
02/03/2011	23H0min0,0s	18,652	44,287	22,513	38,221	23,785	34,548		21,7	39,0	23,3				
02/04/2011	00H0min0,0s	17,819	43,743	20,96	36,621	23,016	32,546		20,6	37,6	21,4				
02/04/2011	01H0min0,0s	18,533	41,909	22,537	38,42	24,171	34,585		21,7	38,3	23,8				
02/04/2011	02H0min0,0s	19,294	44,141	23,833	46,449	25,598	40,417		22,9	43,7	25,2				
02/04/2011	03H0min0,0s	19,77	44,421	24,339	46,061	25,89	40,448		23,3	43,6	25,4				
02/04/2011	04H0min0,0s	19,555	42,442	23,593	37,938	25,113	34,64		22,8	38,3	24,3				
02/04/2011	05H0min0,0s	19,103	41,652	23,016	33,745	24,436	30,926		22,2	35,4	24,0				
02/04/2011	06H0min0,0s	18,105	41,797	21,772	32,767	22,681	30,643		20,9	35,1	22,7				
02/04/2011	07H0min0,0s	17,582	41,993	21,223	32,452	21,891	30,71		20,2	35,1	22,1				
02/04/2011	08H0min0,0s	17,106	41,716	20,841	32,019	21,39	30,466	0,05	19,8	34,7	21,8	23,3	21,54	-0,97	24
02/04/2011	09H0min0,0s	16,749	41,93	20,627	31,734	21,151	30,313	0,05	19,5	34,7	21,6	23,1	21,30	-1,03	27
02/04/2011	10H0min0,0s	16,749	42,536	20,793	33,276	21,199	31,984	0,05	19,6	35,9	21,7	23,2	21,39	-1,00	26
02/04/2011	11H0min0,0s	17,558	43,362	21,939	39,697	22,705	37,255	0,05	20,7	40,1	23,3	25,3	23,02	-0,52	10
02/04/2011	12H0min0,0s	17,677	40,015	22,011	34,382	23,232	34,164	0,05	21,0	36,2	22,9	24,2	22,59	-0,63	13
02/04/2011	13H0min0,0s	16,939	39,967	21,7	30,961	22,585	29,156	0,05	20,4	33,4	22,9	24,8	22,60	-0,66	14
02/04/2011	14H0min0,0s	17,32	39,043	21,939	31,215	22,776	29,374	0,05	20,7	33,2	23,1	24,9	22,79	-0,61	12
02/04/2011	15H0min0,0s	17,249	39,325	22,298	30,577	22,968	29,019	0,05	20,8	33,0	23,4	25,3	23,07	-0,54	11
02/04/2011	16H0min0,0s	17,534	40	22,848	32,797	23,304	31,467	0,05	21,2	34,8	23,9	25,9	23,56	-0,39	8
02/04/2011	17H0min0,0s	18,271	39,435	23,521	36,182	24,002	34,635	0,05	21,9	36,8	24,7	26,8	24,37	-0,14	5
02/04/2011	18H0min0,0s	18,224	37,682	23,472	29,431	24,46	27,648	0,05	22,1	31,6	24,6	26,4	24,23	-0,19	5
02/04/2011	19H0min0,0s	18,057	39,412	22,824	30,386	23,737	28,608	0,05	21,5	32,8	23,9	25,7	23,62	-0,37	7
02/04/2011	20H0min0,0s	18,081	39,543	22,513	30,628	23,328	29,217	0,05	21,3	33,1	23,6	25,3	23,30	-0,46	9
02/04/2011	21H0min0,0s	18,033	39,829	22,178	31,804	23,064	30,07		21,1	33,9	23,1				
02/04/2011	22H0min0,0s	18,414	40,321	22,633	34,772	23,424	32,782		21,5	36,0	23,8				
02/04/2011	23H0min0,0s	19,46	44,064	24,05	49,544	24,871	46,126		22,8	46,6	25,3				
02/05/2011	00H0min0,0s	18,699	39,804	22,609	35,266	24,774	31,964		22,0	35,7	23,9				
02/05/2011	01H0min0,0s	19,103	38,682	23,4	32,446	25,598	28,96		22,7	33,4	24,7				
02/05/2011	02H0min0,0s	19,103	38,973	23,136	31,251	25,598	28,042		22,6	32,8	23,9				
02/05/2011	03H0min0,0s	19,698	42,298	24,508	46,5	26,182	41,793		23,5	43,5	25,7				

02/05/2011	04H0min0,0s	17,796	36,664	21,915	35,629	23,641	32,935		21,1	35,1	22,4					
02/05/2011	05H0min0,0s	16,249	37,22	19,984	33,664	21,581	31,418		19,3	34,1	20,5					
02/05/2011	06H0min0,0s	14,888	37,017	18,366	30,609	20,174	29,596		17,8	32,4	18,9					
02/05/2011	07H0min0,0s	14,673	37,702	18,509	32,836	19,984	30,281		17,7	33,6	20,2					
02/05/2011	08H0min0,0s	14,553	37,562	18,2	31,191	19,865	28,835	0,05	17,5	32,5	19,9	21,7	19,62	-1,56	54	
02/05/2011	09H0min0,0s	14,553	38,107	18,58	30,561	20,031	28,078	0,05	17,7	32,2	20,2	22	19,86	-1,49	50	
02/05/2011	10H0min0,0s	14,409	38,637	18,2	31,654	19,77	29,362	0,05	17,5	33,2	18,7	19,5	18,48	-1,83	68	
02/05/2011	11H0min0,0s	15,891	34,818	19,627	27,845	20,46	27,204	0,05	18,7	30,0	20,3	21,4	20,03	-1,41	45	
02/05/2011	12H0min0,0s	16,749	37,659	20,865	29,352	21,819	28,691	0,05	19,8	31,9	21,5	22,6	21,21	-1,06	28	
02/05/2011	13H0min0,0s	17,082	38,243	20,77	30,481	22,178	28,383	0,05	20,0	32,4	21,7	22,8	21,41	-1,00	26	
02/05/2011	14H0min0,0s	17,201	38,191	21,39	30,4	22,321	28,664	0,05	20,3	32,4	22,3	23,6	21,95	-0,85	20	
02/05/2011	15H0min0,0s	17,153	37,377	21,056	28,697	22,13	27,028	0,05	20,1	31,0	22,0	23,3	21,71	-0,92	23	
02/05/2011	16H0min0,0s	17,748	40,666	21,891	35,824	22,729	33,652	0,05	20,8	36,7	22,7	24	22,39	-0,62	14	
02/05/2011	17H0min0,0s	18,913	46,794	23,256	42,379	24,219	39,875	0,05	22,1	43,0	24,1	25,4	23,76	-0,25	6	
02/05/2011	18H0min0,0s	18,2	39,847	21,939	31,249	23,136	30,581	0,05	21,1	33,9	22,3	23,1	22,10	-0,77	17	
02/05/2011	19H0min0,0s	17,344	44,385	20,436	36,536	22,106	33,396	0,05	20,0	38,1	20,7	21,2	20,58	-1,17	33	
02/05/2011	20H0min0,0s	16,368	40,161	19,793	33,25	21,127	30,711	0,05	19,1	34,7	21,0	22,3	20,70	-1,20	35	
02/05/2011	21H0min0,0s	16,939	40,641	20,936	34,182	21,867	32,043		19,9	35,6	21,9					
02/05/2011	22H0min0,0s	17,701	44,015	21,963	36,161	22,824	34,06		20,8	38,1	23,1					
02/05/2011	23H0min0,0s	18,081	42,018	22,441	35,217	23,641	33,202		21,4	36,8	23,2					
02/06/2011	00H0min0,0s	17,962	42,931	22,058	34,519	23,665	31,331		21,2	36,3	23,3					
02/06/2011	01H0min0,0s	18,2	42,096	22,058	35,015	23,761	31,54		21,3	36,2	23,3					
02/06/2011	02H0min0,0s	18,937	45,466	23,112	39,103	24,677	35,232		22,2	39,9	24,6					
02/06/2011	03H0min0,0s	19,508	46,868	24,002	40,997	25,841	37,007		23,1	41,6	25,3					
02/06/2011	04H0min0,0s	19,651	43,959	23,881	40,101	25,914	35,916		23,1	40,0	25,1					
02/06/2011	05H0min0,0s	19,341	39,226	23,136	35,217	25,307	31,573		22,6	35,3	24,5					
02/06/2011	06H0min0,0s	18,747	38,579	22,154	32,868	23,761	29,69		21,6	33,7	23,4					
02/06/2011	07H0min0,0s	18,295	40,759	21,772	32,767	22,944	30,262		21,0	34,6	23,1					
02/06/2011	08H0min0,0s	18,01	40,856	21,437	32,803	22,513	30,427	0,03	20,7	34,7	22,7	24	22,33	-0,71	15	
02/06/2011	09H0min0,0s	17,915	41,262	21,509	32,81	22,393	30,752	0,03	20,6	34,9	22,8	24,3	22,45	-0,69	15	
02/06/2011	10H0min0,0s	18,033	44,69	21,676	33,688	22,489	31,798	0,03	20,7	36,7	22,9	24,4	22,57	-0,65	13	
02/06/2011	11H0min0,0s	18,033	42,524	21,795	33,832	22,561	31,971	0,03	20,8	36,1	22,8	24,2	22,50	-0,66	14	
02/06/2011	12H0min0,0s	18,937	45,847	23,016	37,451	23,641	35,763	0,03	21,9	39,7	24,2	25,9	23,88	-0,24	6	
02/06/2011	13H0min0,0s	19,674	46,16	24,002	39,918	24,605	38,041	0,03	22,8	41,4	24,9	26,4	24,58	-0,01	5	

02/06/2011	14H0min0,0s	19,222	45,692	23,28	37,971	24,219	36,051	0,03	22,2	39,9	23,8	24,9	23,57	-0,31	7
02/06/2011	15H0min0,0s	19,436	45,4	23,16	36,344	24,122	34,08	0,03	22,2	38,6	23,9	25	23,62	-0,31	6
02/06/2011	16H0min0,0s	19,103	47,639	22,657	38,957	23,521	36,479	0,03	21,8	41,0	23,1	23,9	22,83	-0,50	10
02/06/2011	17H0min0,0s	19,389	46,061	22,848	38,682	23,833	36,807	0,03	22,0	40,5	23,2	23,9	22,96	-0,47	9
02/06/2011	18H0min0,0s	19,127	43,897	22,513	37,302	23,545	34,725	0,03	21,7	38,6	23,2	24,2	22,96	-0,50	10
02/06/2011	19H0min0,0s	19,698	45,496	23,93	39,681	25,404	35,8	0,03	23,0	40,3	24,9	26,2	24,61	-0,01	5
02/06/2011	20H0min0,0s	20,007	43,585	24,243	35,257	26,256	31,554	0,03	23,5	36,8	24,8	25,6	24,55	-0,03	2
02/06/2011	21H0min0,0s	19,793	44,838	23,472	37,497	25,404	34,099		22,9	38,8	24,1				
02/06/2011	22H0min0,0s	18,699	46,609	22,011	40,421	23,689	36,595		21,5	41,2	22,8				
02/06/2011	23H0min0,0s	16,177	44,119	16,344	43,157	16,249	43,399		16,3	43,6	17,6				
02/07/2011	00H0min0,0s	16,463	44,975	19,032	36,82	20,531	33,351		18,7	38,4	20,0				
02/07/2011	01H0min0,0s	16,082	41,249	19,008	33,442	20,698	30,942		18,6	35,2	19,4				
02/07/2011	02H0min0,0s	15,724	43,749	18,794	35,457	20,436	31,884		18,3	37,0	20,0				
02/07/2011	03H0min0,0s	15,294	43,951	18,081	36,106	19,436	32,623		17,6	37,6	19,1				
02/07/2011	04H0min0,0s	14,697	40,648	17,106	34,412	18,485	31,811		16,8	35,6	18,2				
02/07/2011	05H0min0,0s	14,577	41,302	17,272	33,61	18,937	30,458		16,9	35,1	18,5				
02/07/2011	06H0min0,0s	14,337	43,521	16,963	33,483	18,414	31,276		16,6	36,1	18,0				
02/07/2011	07H0min0,0s	14,05	43,676	16,63	33,419	18,081	30,618		16,3	35,9	18,0				
02/07/2011	08H0min0,0s	13,906	45,197	16,677	33,62	17,986	30,907	0,03	16,2	36,6	18,0	19,3	17,74	-2,07	79
02/07/2011	09H0min0,0s	13,93	45,137	17,225	33,671	18,319	31,333	0,03	16,5	36,7	18,6	20,2	18,35	-1,90	72
02/07/2011	10H0min0,0s	14,361	45,566	18,2	33,893	19,103	31,932	0,03	17,2	37,1	19,5	21,2	19,21	-1,66	59
02/07/2011	11H0min0,0s	15,724	48,644	19,746	45,915	20,412	43,344	0,03	18,6	46,0	20,9	22,6	20,61	-1,20	35
02/07/2011	12H0min0,0s	15,915	46,261	20,246	37,563	21,032	35,51	0,03	19,1	39,8	21,3	22,9	20,98	-1,10	30
02/07/2011	13H0min0,0s	15,986	44,475	20,484	34,535	21,223	32,718	0,03	19,2	37,2	21,5	23,2	21,22	-1,06	28
02/07/2011	14H0min0,0s	16,153	44,622	20,555	34,707	21,557	32,548	0,03	19,4	37,3	21,7	23,4	21,41	-1,00	26
02/07/2011	15H0min0,0s	15,986	45,012	19,674	30,854	20,984	30,599	0,03	18,9	35,5	19,6	20	19,44	-1,52	51
02/07/2011	16H0min0,0s	16,153	45,788	20,198	34,212	21,032	32,501	0,03	19,1	37,5	21,0	22,4	20,76	-1,18	34
02/07/2011	17H0min0,0s	17,629	49,018	22,729	44,902	23,665	42,62	0,03	21,3	45,5	23,9	25,8	23,57	-0,32	7
02/07/2011	18H0min0,0s	18,105	48,956	23,064	40,829	24,243	38,004	0,03	21,8	42,6	24,3	26,1	23,95	-0,21	5
02/07/2011	19H0min0,0s	18,295	45,578	22,633	37,215	23,641	35	0,03	21,5	39,3	23,6	25,1	23,31	-0,41	8
02/07/2011	20H0min0,0s	18,247	44,366	22,465	34,226	23,424	32,114	0,03	21,4	36,9	23,7	25,4	23,39	-0,40	8
02/07/2011	21H0min0,0s	18,414	46,889	22,441	38,607	23,448	35,645		21,4	40,4	23,4				
02/07/2011	22H0min0,0s	19,032	50,455	23,376	43,559	24,363	40,48		22,3	44,8	24,6				
02/07/2011	23H0min0,0s	19,888	54,337	24,267	51,002	25,453	47,228		23,2	50,9	25,5				

02/08/2011	00H0min0,0s	19,603	50,156	23,4	44,079	24,919	40,081		22,6	44,8	24,2					
02/08/2011	01H0min0,0s	19,532	48,009	23,352	43,038	24,944	38,966		22,6	43,3	24,2					
02/08/2011	02H0min0,0s	19,365	48,492	22,92	41,984	24,484	37,93		22,3	42,8	23,9					
02/08/2011	03H0min0,0s	19,484	48,759	23,184	44,312	24,677	40,121		22,4	44,4	24,2					
02/08/2011	04H0min0,0s	19,032	46,967	22,561	39,796	24,195	36,049		21,9	40,9	23,5					
02/08/2011	05H0min0,0s	18,604	45,711	21,748	37,847	23,304	34,57		21,2	39,4	22,5					
02/08/2011	06H0min0,0s	18,01	45,986	20,936	37,175	22,106	34,059		20,4	39,1	21,6					
02/08/2011	07H0min0,0s	17,605	47,134	20,484	36,933	21,39	34,39		19,8	39,5	21,1					
02/08/2011	08H0min0,0s	17,249	46,648	20,103	36,633	20,936	34,281	0,04	19,4	39,2	20,7	21,5	20,46	-1,23	36	
02/08/2011	09H0min0,0s	16,987	45,797	19,817	36,54	20,627	34,318	0,04	19,1	38,9	20,5	21,4	20,27	-1,29	39	
02/08/2011	10H0min0,0s	17,058	50,003	20,269	41,009	21,008	38,131	0,04	19,4	43,0	21,2	22,5	20,97	-1,08	29	
02/08/2011	11H0min0,0s	18,01	53,326	21,485	49,935	22,25	46,925	0,04	20,6	50,1	22,6	24	22,29	-0,65	13	
02/08/2011	12H0min0,0s	18,343	49,425	21,795	44,469	23,064	41,578	0,04	21,1	45,2	22,6	23,6	22,33	-0,64	13	
02/08/2011	13H0min0,0s	17,772	46,934	21,246	37,862	22,298	35,203	0,04	20,4	40,0	22,0	23,1	21,77	-0,85	20	
02/08/2011	14H0min0,0s	17,677	45,819	20,841	36,379	21,819	34,529	0,04	20,1	38,9	21,2	21,9	21,01	-1,06	28	
02/08/2011	15H0min0,0s	17,558	46,624	20,484	36,245	21,533	34,403	0,04	19,9	39,1	21,1	21,9	20,88	-1,09	30	
02/08/2011	16H0min0,0s	18,319	50,079	22,034	41,852	22,729	39,586	0,04	21,0	43,8	23,1	24,6	22,81	-0,54	11	
02/08/2011	17H0min0,0s	19,603	51,782	24,146	48,633	24,774	46,307	0,04	22,8	48,9	25,4	27,3	25,07	0,16	5	
02/08/2011	18H0min0,0s	19,436	45,464	23,184	37,007	24,677	35,365	0,04	22,4	39,3	23,4	24	23,22	-0,40	8	
02/08/2011	19H0min0,0s	19,27	41,317	22,681	34,909	23,737	33,211	0,04	21,9	36,5	23,0	23,7	22,80	-0,54	11	
02/08/2011	20H0min0,0s	18,889	41,693	22,011	33,254	23,16	31,723	0,04	21,4	35,6	22,0	22,4	21,88	-0,79	18	
02/08/2011	21H0min0,0s	18,39	45,209	21,437	35,121	22,513	32,934		20,8	37,8	21,5					
02/08/2011	22H0min0,0s	18,985	50,074	22,657	42,376	23,4	40,18		21,7	44,2	23,6					
02/08/2011	23H0min0,0s	19,984	52,582	24,146	48,729	25,089	45,862		23,1	49,1	24,9					
02/09/2011	00H0min0,0s	19,77	49,237	23,352	41,056	24,847	37,669		22,7	42,7	24,2					
02/09/2011	01H0min0,0s	19,151	46,222	22,369	35,805	23,857	33,723		21,8	38,6	22,9					
02/09/2011	02H0min0,0s	19,127	47,232	22,585	38,556	23,954	35,76		21,9	40,5	23,6					
02/09/2011	03H0min0,0s	19,056	48,735	22,729	39,39	24,267	35,989		22,0	41,4	23,9					
02/09/2011	04H0min0,0s	19,341	48,804	23,304	39,188	25,283	35,423		22,6	41,1	24,3					
02/09/2011	05H0min0,0s	19,127	46,694	23,064	35,409	25,428	32,492		22,5	38,2	24,2					
02/09/2011	06H0min0,0s	18,747	44,171	22,226	32,608	24,412	29,676		21,8	35,5	23,1					
02/09/2011	07H0min0,0s	18,366	44,699	21,819	32,239	23,593	29,306		21,3	35,4	22,8					
02/09/2011	08H0min0,0s	17,891	42,54	21,223	31,12	22,92	28,205	0,03	20,7	34,0	22,2	23,2	21,94	-0,82	19	
02/09/2011	09H0min0,0s	17,439	39,41	20,555	30,996	22,441	28,201	0,03	20,1	32,9	21,2	21,9	21,02	-1,09	30	

02/09/2011	10H0min0,0s	17,605	41,804	20,96	33,986	22,681	30,508	0,03	20,4	35,4	22,1	23,3	21,86	-0,85	20
02/09/2011	11H0min0,0s	18,105	46,629	21,7	39,313	23,569	34,993	0,03	21,1	40,3	22,7	23,8	22,46	-0,64	13
02/09/2011	12H0min0,0s	18,081	45,108	21,246	36,288	23,328	32,507	0,03	20,9	38,0	22,0	22,7	21,79	-0,83	19
02/09/2011	13H0min0,0s	17,867	47,104	21,676	37,283	22,848	34,66	0,03	20,8	39,7	22,9	24,4	22,60	-0,62	13
02/09/2011	14H0min0,0s	18,224	54,128	22,561	45,139	23,448	43,114	0,03	21,4	47,5	23,8	25,6	23,51	-0,32	7
02/09/2011	15H0min0,0s	18,414	50,091	22,345	40,686	23,088	38,641	0,03	21,3	43,1	23,1	24,3	22,79	-0,53	10
02/09/2011	16H0min0,0s	19,032	51,017	23,208	42,438	23,93	40,303	0,03	22,1	44,6	24,3	25,9	23,98	-0,17	5
02/09/2011	17H0min0,0s	20,412	52,237	25,162	47,738	26,085	44,816	0,03	23,9	48,3	26,2	27,8	25,84	0,41	8
02/09/2011	18H0min0,0s	20,627	49,538	24,919	43,9	26,085	42,895	0,03	23,9	45,4	25,8	27,1	25,49	0,3	6
02/09/2011	19H0min0,0s	20,579	47,637	24,581	39,323	25,501	36,907	0,03	23,6	41,3	25,4	26,6	25,08	0,15	5
02/09/2011	20H0min0,0s	20,222	46,45	24,122	35,511	25,113	33,537	0,03	23,2	38,5	24,9	26	24,58	-0,01	5
02/09/2011	21H0min0,0s	20,65	46,885	24,557	37,673	25,768	34,868		23,7	39,8	25,4				
02/09/2011	22H0min0,0s	21,008	49,841	25,089	40,723	26,402	37,66		24,2	42,7	26,1				
02/09/2011	23H0min0,0s	21,604	49,541	25,768	45,005	27,161	42,296		24,8	45,6	26,8				
02/10/2011	00H0min0,0s	21,676	47,903	25,72	42,984	27,161	38,932		24,9	43,3	26,6				
02/10/2011	01H0min0,0s	21,294	46,488	25,04	36,994	26,573	33,838		24,3	39,1	25,8				
02/10/2011	02H0min0,0s	20,627	44,331	24,05	34,207	25,623	32,038		23,4	36,9	24,4				
02/10/2011	03H0min0,0s	19,436	44,094	22,369	35,574	23,857	32,821		21,9	37,5	22,7				
02/10/2011	04H0min0,0s	19,674	52,694	23,376	49,17	23,93	48,318		22,3	50,1	24,5				
02/10/2011	05H0min0,0s	19,008	49,513	21,772	39,223	22,681	37,68		21,2	42,1	21,5				
02/10/2011	06H0min0,0s	18,771	45,065	21,032	39,34	21,557	37,468		20,5	40,6	21,1				
02/10/2011	07H0min0,0s	18,057	43,898	19,722	38,031	20,555	36,154		19,4	39,4	19,3				
02/10/2011	08H0min0,0s	18,033	44,277	20,15	38,792	21,008	36,921	0,06	19,7	40,0	21,1	22,2	20,97	-1,08	29
02/10/2011	09H0min0,0s	17,629	44,863	19,746	37,61	20,817	35,259	0,06	19,4	39,2	20,7	21,7	20,55	-1,20	35
02/10/2011	10H0min0,0s	17,582	46,722	20,555	39,029	21,27	37,012	0,06	19,8	40,9	21,7	23,2	21,50	-0,94	23
02/10/2011	11H0min0,0s	18,2	48,09	21,437	40,684	22,058	38,731	0,06	20,6	42,5	22,5	24	22,28	-0,69	14
02/10/2011	12H0min0,0s	18,01	48,003	21,079	39,671	21,795	37,918	0,06	20,3	41,9	22,0	23,3	21,80	-0,83	19
02/10/2011	13H0min0,0s	17,819	46,31	21,103	38,761	21,724	36,959	0,06	20,2	40,7	22,0	23,4	21,81	-0,84	20
02/10/2011	14H0min0,0s	18,01	50,255	22,011	40,941	22,513	39,301	0,06	20,8	43,5	23,1	24,9	22,87	-0,53	10
02/10/2011	15H0min0,0s	18,152	52,821	22,345	45,722	22,944	43,315	0,06	21,1	47,3	23,5	25,4	23,27	-0,40	8
02/10/2011	16H0min0,0s	18,889	58,451	23,088	48,242	23,641	46,233	0,06	21,9	51,0	24,3	26,2	24,04	-0,13	5
02/10/2011	17H0min0,0s	20,079	51,066	24,122	45,938	24,653	43,999	0,06	23,0	47,0	25,2	26,9	24,93	0,13	5
02/10/2011	18H0min0,0s	19,865	47,167	23,256	38,298	23,905	36,649	0,06	22,3	40,7	24,1	25,5	23,92	-0,22	5
02/10/2011	19H0min0,0s	19,532	43,433	22,705	36,498	23,472	34,718	0,06	21,9	38,2	23,5	24,7	23,30	-0,40	8

02/10/2011	20H0min0,0s	18,652	44,256	21,294	36,949	22,345	34,877	0,06	20,8	38,7	21,8	22,6	21,68	-0,85	20
02/10/2011	21H0min0,0s	19,199	48,502	22,25	41,293	22,992	39,221		21,5	43,0	23,2				
02/10/2011	22H0min0,0s	19,555	53,329	22,92	47,424	23,593	44,94		22,0	48,6	24,2				
02/10/2011	23H0min0,0s	20,103	52,599	23,689	44,758	24,677	43,645		22,8	47,0	24,6				
02/11/2011	00H0min0,0s	19,27	53,846	22,753	44,712	24,388	39,631		22,1	46,1	23,5				
02/11/2011	01H0min0,0s	19,365	48,964	23,256	39,903	24,871	36,48		22,5	41,8	24,0				
02/11/2011	02H0min0,0s	19,579	49,369	23,857	40,328	25,501	36,375		23,0	42,0	24,9				
02/11/2011	03H0min0,0s	19,984	46,23	24,195	35,219	25,963	32,876		23,4	38,1	24,0				
02/11/2011	04H0min0,0s	20,341	49,028	24,75	41,634	26,549	37,941		23,9	42,9	25,4				
02/11/2011	05H0min0,0s	19,722	47,402	23,761	38,777	24,944	36,254		22,8	40,8	24,2				
02/11/2011	06H0min0,0s	19,127	46,409	22,848	36,578	23,905	34,427		22,0	39,1	23,2				
02/11/2011	07H0min0,0s	18,58	46,436	21,963	35,732	22,92	33,337		21,2	38,5	22,5				
02/11/2011	08H0min0,0s	18,033	46,715	21,27	35,632	22,13	33,331	0,04	20,5	38,6	22,0	23,0	21,74	-0,85	20
02/11/2011	09H0min0,0s	17,486	45,669	20,627	35,307	21,557	33,014	0,04	19,9	38,0	21,4	22,4	21,15	-1,04	27
02/11/2011	10H0min0,0s	17,843	46,786	21,557	35,495	22,513	33,2	0,04	20,6	38,5	22,3	23,5	22,07	-0,77	17
02/11/2011	11H0min0,0s	18,485	50,07	22,633	39,379	23,424	37,328	0,04	21,5	42,3	23,4	24,7	23,11	-0,45	9
02/11/2011	12H0min0,0s	18,295	48,102	22,345	32,619	23,064	31,413	0,04	21,2	37,4	22,0	22,5	21,87	-0,80	18
02/11/2011	13H0min0,0s	17,653	48,082	21,294	33,785	21,724	32,63	0,04	20,2	38,2	20,0	19,9	20,06	-1,29	39
02/11/2011	14H0min0,0s	17,439	45,347	20,936	36,159	22,011	35,044	0,04	20,1	38,9	21,7	22,8	21,46	-0,95	23
02/11/2011	15H0min0,0s	17,177	48,334	20,627	37,537	21,7	35,344	0,04	19,8	40,4	21,4	22,5	21,17	-1,03	27
02/11/2011	16H0min0,0s	17,605	48,233	21,485	40,072	22,417	37,719	0,04	20,5	42,0	22,6	24,1	22,30	-0,70	15
02/11/2011	17H0min0,0s	19,103	52,366	23,304	48,047	24,339	44,9	0,04	22,2	48,4	24,4	26,0	24,12	-0,12	5
02/11/2011	18H0min0,0s	19,341	51,683	23,232	44,93	24,629	41,784	0,04	22,4	46,1	24,0	25,1	23,75	-0,22	5
02/11/2011	19H0min0,0s	19,199	47,335	22,8	37,396	24,195	34,72	0,04	22,1	39,8	23,6	24,6	23,33	-0,37	7
02/11/2011	20H0min0,0s	19,008	46,553	22,681	36,363	23,713	34,375	0,04	21,8	39,1	23,3	24,3	23,05	-0,46	9
02/11/2011	21H0min0,0s	18,723	46,58	22,034	35,706	23,136	33,457		21,3	38,6	22,7				
02/11/2011	22H0min0,0s	19,008	49,451	22,872	39,11	23,857	36,347		21,9	41,6	23,9				
02/11/2011	23H0min0,0s	20,079	53,9	24,243	48,996	25,404	45,383		23,2	49,4	25,3				
02/12/2011	00H0min0,0s	20,388	51,233	24,315	44,186	25,671	40,622		23,5	45,3	25,2				
02/12/2011	01H0min0,0s	19,77	47,091	23,016	36,462	24,895	33,517		22,6	39,0	23,5				
02/12/2011	02H0min0,0s	19,722	47,117	23,352	39,39	24,968	35,792		22,7	40,8	24,3				
02/12/2011	03H0min0,0s	20,341	51,102	24,581	47,761	26,207	42,68		23,7	47,2	25,8				
02/12/2011	04H0min0,0s	20,65	50,862	24,895	50,546	26,378	45,824		24,0	49,1	25,7				
02/12/2011	05H0min0,0s	20,293	48,075	24,46	43,49	26,109	40,241		23,6	43,9	25,1				

02/12/2011	06H0min0,0s	19,912	49,035	24,098	43,74	25,841	40,739		23,3	44,5	24,9				
02/12/2011	07H0min0,0s	19,77	48,544	23,593	41,571	25,355	39,272		22,9	43,1	24,2				
02/12/2011	08H0min0,0s	18,985	47,687	22,513	38,385	23,569	35,656	0,04	21,7	40,6	23,2	24,2	22,94	-0,49	9
02/12/2011	09H0min0,0s	18,438	48,246	21,843	36,149	22,489	34,294	0,04	20,9	39,6	22,5	23,6	22,26	-0,70	15
02/12/2011	10H0min0,0s	18,794	49,046	22,753	38,41	23,208	36,844	0,04	21,6	41,4	23,7	25,2	23,39	-0,37	7
02/12/2011	11H0min0,0s	19,698	50,232	23,569	42,868	23,857	41,568	0,04	22,4	44,9	24,2	25,4	23,89	-0,19	5
02/12/2011	12H0min0,0s	17,391	37,013	20,198	31,697	22,178	31,436	0,04	19,9	33,4	19,4	19,1	19,51	-1,47	49
02/12/2011	13H0min0,0s	16,296	40,186	18,985	34,295	21,843	32,574	0,04	19,0	35,7	19,3	19,5	19,27	-1,56	54
02/12/2011	14H0min0,0s	21,819	31,639	18,866	37,162	22,178	41,025	0,04	21,0	36,6	19,1	17,7	19,33	-1,44	47
02/12/2011	15H0min0,0s	19,151	42,492	20,65	42,31	22,968	40,395	0,04	20,9	41,7	22,7	23,9	22,41	-0,65	13
02/12/2011	16H0min0,0s	19,175	40,856	21,987	35,669	23,064	33,883	0,04	21,4	36,8	22,8	23,7	22,55	-0,62	13
02/12/2011	17H0min0,0s	19,484	42,466	22,729	35,178	23,954	34,631	0,04	22,1	37,4	23,2	23,9	22,98	-0,47	9
02/12/2011	18H0min0,0s	18,343	37,239	20,77	31,481	22,824	28,805	0,04	20,6	32,5	20,2	19,9	20,27	-1,26	38
02/12/2011	19H0min0,0s	17,415	39,15	19,888	33,886	21,7	30,626	0,04	19,7	34,6	21,0	21,8	20,73	-1,16	33
02/12/2011	20H0min0,0s	18,01	38,373	21,079	32,34	22,657	30,54	0,04	20,6	33,8	21,8	22,5	21,54	-0,93	23
02/12/2011	21H0min0,0s	18,224	46,455	21,366	34,057	22,705	31,816		20,8	37,4	22,3				
02/12/2011	22H0min0,0s	18,105	46,85	20,936	34,38	22,441	33,027		20,5	38,1	21,7				
02/12/2011	23H0min0,0s	18,913	49,062	22,872	44,21	23,713	41,585		21,8	45,0	24,1				
02/13/2011	00H0min0,0s	18,794	49,14	22,25	42,427	23,785	45,318		21,6	45,6	23,3				