

**CONFORTO TÉRMICO EM
SALAS DE AULA
LOCALIZADAS EM CLIMA
QUENTE E ÚMIDO: UMA
AVALIAÇÃO DO LIMITE
INFERIOR DA ZONA DE
CONFORTO.**

Mestranda: Mara Rúbia de Oliveira Araújo

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Bittencourt

Maceió, Julho de 2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

MESTRADO EM DINÂMICAS DO ESPAÇO HABITADO
DEHA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**CONFORTO TÉRMICO EM SALAS DE AULA
LOCALIZADAS EM CLIMA QUENTE E ÚMIDO:
UMA AVALIAÇÃO DO LIMITE INFERIOR DA
ZONA DE CONFORTO.**

Mara Rúbia de Oliveira Araújo

**MACEIÓ
2008**

Mara Rúbia de Oliveira Araújo

**CONFORTO TÉRMICO EM SALAS DE AULA
LOCALIZADAS EM CLIMA QUENTE E ÚMIDO:
UMA AVALIAÇÃO DO LIMITE INFERIOR DA
ZONA DE CONFORTO.**

Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de
Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de
Alagoas, como requisito final para a obtenção do grau
de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Salazar Bittencourt

MACEIÓ
2008

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

A663c Araújo, Mara Rúbia de Oliveira.
Conforto térmico em salas de aula localizados em clima quente e úmido : uma avaliação do limite inferior da zona de conforto / Mara Rúbia de Oliveira Araújo. – Maceió, 2008.
xi, 159f. : il., grafs. e tabs.

Orientador: Leonardo Salazar Bittencourt.

Dissertação (mestrado em Arquitetura e Urbanismo : Dinâmicas do Espaço Habitado) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2008.

Bibliografia: f. 111-114.

Apêndice: f. 115-159.

1. Arquitetura e clima. 2. Conforto térmico. 3. Zona de conforto. I. Título.

CDU: 72:697

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

MESTRADO EM DINÂMICAS DO ESPAÇO HABITADO
DEHA

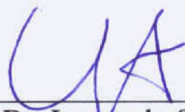
Mara Rúbia de Oliveira Araújo

**CONFORTO TÉRMICO EM SALAS DE AULA LOCALIZADAS EM
CLIMA QUENTE E ÚMIDO: UMA AVALIAÇÃO DO LIMITE
INFERIOR DA ZONA DE CONFORTO.**

Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de
Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de
Alagoas, como requisito final para a obtenção do grau
de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Aprovada em 16/07/2008

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Leonardo Salazar Bittencourt
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - FAU



Prof. Dr. Virginia Maria Dantas Araújo
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN



Prof. Dr. Gianna Melo Barbirato
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - FAU

Dedico este trabalho aos meus pais que me deram formação e oportunidade para que eu lutasse por meus objetivos.

Agradecimentos

A Deus, por continuar me concedendo o dom da vida e por me permitir ser confortada nos braços de grandes acolhedores, nos quais pude contar durante todo o período da minha dissertação e com os quais divido esta conquista:

À minha família: Pai, Mãe, irmã, noivo, sogros, por todo o apoio, paciência e confiança a mim depositados.

Ao meu orientador Prof. Dr. Leonardo Salazar Bittencourt, pelas inúmeras vezes que demonstrou confiança no meu trabalho sendo um grande incentivador em todos os momentos.

Aos meus amigos do Grupo de Conforto Ambiental – Geca, por toda a disponibilidade e amizade oferecidas.

A todos os professores que de alguma maneira contribuíram para esse trabalho.

A Chris Cândido, companheira de todas as horas e que mesmo distante exerceu papel fundamental para desvendar a “odisséia BABUC”, entre outros acertos e desacertos.

Aos amigos de mestrado, por compartilhar a mistura de sentimentos que nos ocorre durante todo o desenvolver da dissertação.

Às minhas amigas, Isaura Louise, Rafaella Bezerra, Raquel Faião e Viviane Regina, pelo companheirismo de sempre.

À Banca Examinadora, pelas contribuições ao aprimoramento da dissertação.

A CAPES, pela concessão da bolsa.



Sumário

LISTA DE FIGURAS	V
LISTA DE TABELAS.....	VIII
LISTA DE QUADROS	IX
RESUMO	X
ABSTRACT	XI
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivo geral.....	3
1.2. Objetivos específicos.....	3
1.3. Estrutura da dissertação.....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. Conforto Térmico.....	5
2.2. Exigências Humanas	6
2.3. Equilíbrio Térmico	7
2.3.1. Variáveis Físicas	7
2.3.2. Variáveis Subjetivas	11
2.3.3. Variáveis Ambientais	13
2.3.4. Trocas Térmicas	14
2.3.5. Variáveis Pessoais ou psicofisiológicas	20
2.4. Índices de Conforto Térmico	26
2.4.1. Carta Bioclimática de Olgay	27
2.4.2. Temperatura Efetiva	28
2.4.3. Índice de Conforto Equatorial ou Índice de Cingapura.....	30
2.4.4. Carta Bioclimática de Givoni.....	31
2.4.5. Modelo Proposto por Fanger	32
2.4.6. Modelo Proposto por Araújo	35
3. METODOLOGIA	36
3.1. Perfil Climático de Maceió.....	37
3.2. Etapas metodológicas.....	41
3.2.1. Elaboração do questionário.....	41

3.2.2. Seleção das ferramentas de monitoramento.....	44
3.2.3. Ambientes monitorados.....	49
3.2.4. Aplicação dos questionários e coleta de dados.....	50
3.2.5. Tabulação dos dados.....	54
3.2.6. Cálculo da variáveis ambientais.....	55
3.2.7. Estimativa Conforto Térmico através do Analysis Bio e Analysis CST.....	55
4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS.....	60
4.1. Variáveis Ambientais.....	60
4.2. Variáveis Pessoais ou Psicofisiológicas.....	76
4.3. Respostas dos Usuários.....	79
4.3.1. Influência da localização dos entrevistados no ambiente monitorado.....	88
4.3.2. As zonas de conforto térmico existentes e as respostas do estudo de caso.....	99
4.3.2.1. Zona de conforto proposta por Olgay.....	99
4.3.2.2. Índice de Temperatura Efetiva.....	101
4.3.2.3. Zona de conforto proposta por Givoni.....	102
4.3.2.4. Zona de conforto proposta por Fanger.....	103
4.3.2.5. Zona de conforto proposta por Araújo.....	106
6. CONCLUSÕES.....	108
REFERÊNCIAS.....	111
APÊNDICES.....	115
Apêndice 1.....	115
Apêndice 2.....	123
Apêndice 3.....	128
Monitoramento 1.....	128
Monitoramento 2.....	130
Monitoramento 3.....	131
Monitoramento 4.....	134
Monitoramento 5.....	135
Monitoramento 6.....	137
Monitoramento 7.....	139
Monitoramento 8.....	141
Monitoramento 9.....	143
Monitoramento 10.....	145

Monitoramento 11	147
Monitoramento 12	150
Monitoramento 13	152
Monitoramento 14	155
Monitoramento 15	157



Lista de Figuras

Figura 1: Esquema das Trocas Térmicas entre o Corpo e Meio – Variáveis físicas	8
Figura 2: Esquema do Equilíbrio Térmico do Corpo Humano.	10
Figura 3: Esquema do Padrão de circulação do vento na atmosfera	16
Figura 4: Foto mostrando a Utilização de espelhos d'água para incremento da umidade relativa.....	18
Figura 5: Modelo de Carta Psicrométrica.	18
Figura 6: Gráfico da Temperatura Operativa T_{O} ideal (correspondente ao $PMV=0$) em função da vestimenta e da atividade.....	20
Figura 7: Valores das Taxas de calor produzidas pelo metabolismo em diferentes atividades	21
Figura 8: Foto mostrando a Sobreposição de peças - reação ao calor	22
Figura 9: Foto mostrando a Sobreposição de peças. Esquema – ventilação vestimentas inuit.	23
Figura 10: Níveis de isolamento térmico produzido por diferentes tipos de vestimenta.....	23
Figura 11: Zona de conforto representada pela Carta Bioclimática de Olgyay	28
Figura 12: Nomograma da Temperatura Efetiva (TE).....	29
Figura 13: Índice de Conforto Equatorial (I.C.E) ou Índice de Cingapura.....	31
Figura 14: Carta Bioclimática de Givoni sobreposta ao Diagrama Psicrométrico.....	32
Figura 15: Gráfico da Percentagem de Pessoas Insatisfeitas (PPI) e o Voto Médio Estimado (VME).....	34
Figura 16: Zona de Conforto resultante dos estudos de Araújo.	35
Figura 17: Mapa de Alagoas com a localização de Maceió.....	37
Figura 18: Zoneamento Bioclimático Brasileiro.	38
Figura 19: Zona Bioclimática 8.	39
Figura 20: Equipamentos utilizados na medição.....	44
Figura 21: Imagem da tela de entrada de dados da Interface do BoxCar Pro 4.0	46
Figura 22: Imagem da tela de Visualização dos dados da Interface do BoxCar Pro 4.0.....	47
Figura 23: Conexão do equipamento ao computador	47
Figura 24: Planta Esquemática das Salas de aula monitoradas – FAU / UFAL.....	49
Figura 25: Planta Esquemática das Salas de aula monitoradas – CESMAC	50
Figura 26: Foto mostrando a altura do plano de trabalho para as salas de aula	52
Figura 27: Foto mostrando a altura do plano de trabalho para os ateliês.....	52

Figura 28: Foto mostrando a localização do Babuc em salas de aula monitoradas – FAU / UFAL.....	53
Figura 29: Foto mostrando os Pontos de medição da Velocidade do ar, medidos com anemômetro de fio quente.....	54
Figura 30: Imagem da Tela do software Analysis Bio.....	57
Figura 31: Imagem da Tela software Analysis CST.....	58
Figura 32: Gráfico da Temperatura do ar monitorada.....	62
Figura 33: Gráfico da Temperatura de globo monitorada.....	62
Figura 34: Gráfico da Temperatura radiante média.....	63
Figura 35: Gráfico da Umidade relativa do ar monitorada.....	64
Figura 36: Gráfico da Velocidade média do ar monitorada.....	64
Figura 37: Gráfico da distribuição de frequência da velocidade.....	65
Figura 38: Gráfico da frequência da velocidade do ar pela temperatura.....	66
Figura 39: Medição 1 - 20/08 – Sala de aula 2 (CESMAC).....	67
Figura 40: Medição 2 - 21/08 – Atelier 3 (UFAL).....	67
Figura 41: Medição 3 - 22/08 – Sala de aula 3 (CESMAC).....	68
Figura 42: Medição 4 - 22/08 – Sala de aula 1 (CESMAC).....	68
Figura 43: Medição 5 - 23/08 – Sala de aula DEHA (UFAL).....	69
Figura 44: Medição 6 - 23/08 - Atelier 2 (UFAL).....	69
Figura 45: Medição 7 - 24/08 – Sala de aula (UFAL).....	70
Figura 46: Medição 8 - 28/08 – Sala de aula (UFAL).....	70
Figura 47: Medição 9 - 28/08 - Atelier 3 (UFAL).....	71
Figura 48: Medição 10 - 29/08 – Sala de aula (UFAL).....	71
Figura 49: Medição 11 - 29/08 – Sala de aula 2 (CESMAC).....	72
Figura 50: Medição 12 - 29/08 – Sala de aula 1 (CESMAC).....	72
Figura 51: Medição 13 - 30/08 - Atelier 3 (UFAL).....	73
Figura 52: Medição 14 - 30/08 – Sala de aula 1 (CESMAC).....	73
Figura 53: Medição 15 - 31/08 – Sala de aula (UFAL).....	74
Figura 54: Polígono de Conforto resultante das variáveis ambientais estudadas.....	76
Figura 55: Gráfico da distribuição do sexo dos usuários pesquisados.....	77
Figura 56: Gráfico da distribuição da idade dos usuários pesquisados.....	77
Figura 57: Gráfico da distribuição do peso dos usuários pesquisados.....	78
Figura 58: Gráfico da distribuição da altura dos usuários pesquisados.....	78
Figura 59: Sensação térmica dos usuários em relação à temperatura do ar.....	80

Figura 60: Aceitabilidade dos usuários em relação à temperatura do ar	81
Figura 61: Preferência térmica dos usuários em relação à temperatura do ar.....	81
Figura 62: Preferência térmica dos usuários em relação à velocidade do ar.....	82
Figura 63: Gráfico da preferência dos usuários em relação ao movimento do ar	83
Figura 64: Zona de Conforto resultante das variáveis ambientais estudadas.....	86
Figura 65: Vestimentas típicas utilizadas pelos usuários.....	87
Figura 66: Medição 1- 20/08 – Sala de aula 2 (CESMAC)	88
Figura 67: Medição 2 - 21/08 - Atelier 3 (UFAL).....	89
Figura 68: Medição 3 - 22/08 – Sala de aula 3 (CESMAC).....	90
Figura 69: Medição 4 - 22/08 – Sala de aula 1 (CESMAC).....	90
Figura 70: Medição 5 - 23/08 – Sala de aula DEHA (UFAL).....	91
Figura 71: Medição 6 - 23/08 - Atelier 2 (UFAL).....	92
Figura 72: Medição 7 - 24/08 – Sala de aula (UFAL)	92
Figura 73: Medição 8 - 28/08 – Sala de aula (UFAL)	93
Figura 74: Medição 9 - 28/08 - Atelier 3 (UFAL).....	94
Figura 75: Medição 10 - 29/08 – Sala de aula (UFAL)	94
Figura 76: Medição 11 - 29/08 – Sala de aula 2 (CESMAC).....	95
Figura 77: Medição 12 - 29/08 – Sala de aula 1 (CESMAC).....	96
Figura 78: Medição 13 - 30/08 - Atelier 3 (UFAL).....	97
Figura 79: Medição 14 - 30/08 – Sala de aula 1 (CESMAC).....	97
Figura 80: Medição 15 - 31/08 – Sala de aula (UFAL)	98
Figura 81: Zona de conforto proposta por Olgyay e a determinada para a região de estudo.	100
Figura 82: Zona proposta por Houghton e Yaglou e a determinada para a região de estudo	101
Figura 83: Zona de conforto proposta por Givoni e a determinada para a região de estudo .	103
Figura 84: Zona proposta por Araújo e a determinada para a região de estudo.....	106
Figura 85: Zona de conforto proposta por Givoni, por Araújo e a região de estudo.....	107



Lista de Tabelas

Tabela 1 : Valor da constante A, em função de r (velocidade do ar).....	19
Tabela 2: Taxas Metabólicas.	21
Tabela 3: Índice de resistência térmica para vestimentas segundo ISO 7730 (1994).....	24
Tabela 4: Escala Térmica de Fanger (1970).....	33
Tabela 5 : Comportamento médio dos principais parâmetros meteorológicos - Maceió-AL ..	40
Tabela 6: Especificações da Estação Microclimática.	45
Tabela 7: Especificações Termo anemômetro.	46
Tabela 8: Especificações Medidor de Temperatura Superficial.	48
Tabela 9: Monitoramentos mês de agosto - 2007.....	61
Tabela 10: Valores da velocidade do ar em P1, P2, P3 e P4 em todas as salas monitoradas. .	74
Tabela 11: Variáveis ambientais estudadas.....	75
Tabela 12: Médias da velocidade e umidade do ar medidas.	82
Tabela 13: Escala de sensações para os diferentes pontos nos ambientes monitorados.....	84
Tabela 14: Aceitabilidade relatada nos pontos distribuídos pelos ambientes.	85
Tabela 15: Grau de satisfação em função da temperatura de bulbo seco (°C).....	104
Tabela 16: Estimativa relativa aos insatisfeitos por calor e ao frio em função da TBS (°C).	105



Lista de Quadros

Quadro 1: Modelo do Questionário de conforto e aceitabilidade térmica adotado.	43
Quadro 2: Modelo de Ficha de Cadastro dos Ambientes Monitorados.	51



Resumo

O estudo do conforto térmico, diretamente ligado à expectativa de qualidade de vida da sociedade, está baseado em pesquisas realizadas em câmaras climatizadas e relacionado ao balanço térmico entre o homem e o ambiente. Dentre esses estudos, muito tem sido questionado quanto à utilização dos dados obtidos e representados em nomogramas, em localidades com características climáticas diferente da qual o estudo foi direcionado. Neste sentido, a partir de uma avaliação realizada em ambientes de salas de aula em Maceió/AL, esse trabalho buscou investigar o limite inferior da zona de conforto para o clima quente e úmido. Os resultados obtidos foram analisados com base nas zonas de conforto existentes e utilizadas no país. O trabalho inicia-se com uma visão geral sobre o tema e segue com a apresentação da metodologia, na qual são descritos e apresentados os procedimentos utilizados para a coleta e análise de dados. A conclusão do estudo feito demonstrou que o percentual de usuários satisfeitos com o ambiente ao qual estavam submetidos, foi de aproximadamente 60%, maior que o percentual de insatisfeitos em praticamente todo o período analisado. No entanto, o polígono de conforto resultante dos dados coletados com base no limite inferior de conforto, difere de algumas zonas de conforto existentes, tendo sua temperatura mínima de 21°C. As diferenças existentes entre tolerâncias para temperatura, umidade, movimento do ar, etc, podem ser um indicativo da adaptação das pessoas ao clima, sugerindo, portanto, a necessidade de se especificar as zonas de conforto diferenciadas para cada região.

Palavras-chave: Arquitetura e clima, conforto térmico, zona de conforto.



Abstract

The thermal comfort approach, is straightly linked to society's quality of life expectation, that it's based on researches made inside climatized chambers and it's related to the thermal balance between the men and the environment. Among these studies, much has been questioned about the use of data obtained and represented on nomograms, in locations with different climatic characteristics which the study was made for. Therein, from an thermal evaluation made inside classrooms in Maceió/AL, this work was proposed to investigate the lower limit of the comfort zone to the hot and humid climate. The results were analysed based on the existing and common comfort zones used in the country. The work begins with an overview of the theme, then is presented the methodology, which describes and shows the used procedures to obtain and analyse analyze the data. The conclusion of the study shows that the percentage of users satisfied with the thermal environment to which they were submitted, was about 60%, higher than the percentage of dissatisfied users through the entire period analysed. However, the comfort resultant polygon obtained by the colleted data, based on the lower limit of comfort, differs from some comfort zones existing, being its minimal temperature about 21°C. The differences among existing tolerances to air temperature, moisture, air movement, etc, may be an indicative of the adaptation of people to the climate, which suggests, therefore, the necessity of specifying the different comfort zones to each location.

Keywords: Architecture and climate, thermal comfort, comfort zone.



1. Introdução

A realização do processo de troca de calor do homem com o meio ambiente que o cerca, está associado à sensação de conforto térmico. Nesse processo, ganhar ou perder energia pode significar sensações de conforto ou desconforto térmico para o indivíduo, assim como a assimetria de temperaturas nas diversas partes do corpo humano.

Os parâmetros pessoais ou psicofisiológicos como vestimenta, peso e sexo, são influenciados pelos fatores ambientais como temperatura, umidade e velocidade do ar, que se relacionam entre si no período de aclimação do indivíduo ao meio que o cerca, absorvendo assim as características climáticas locais.

Ao produzir no organismo humano uma perda de calor maior que a produzida pelo corpo, o ambiente é considerado frio. Quando a perda de calor é menor que a produzida pelo corpo, o ambiente é considerado quente. A neutralidade térmica é atingida quando o ambiente possibilita uma dissipação do calor na mesma medida em que é produzida pelo corpo humano.

A importância de tais variáveis há tempos vem se confirmando e suscitando interesse por pesquisadores da área, quando já em 400 a.C. Hipócrates, segundo Webb (1959) apud Araújo (1996), descreveu o clima fisiologicamente em termos de temperatura, umidade, ventos e radiação, hoje ainda qualitativamente válida. Dando seguimento, ao longo dos anos muitos outros pesquisadores deram continuidade e apresentaram muitos avanços que têm gerado novas pesquisas.

De acordo com Koenigsberger et al (1977), os primeiros estudos que estabeleceram os critérios básicos de conforto térmico tiveram início na Europa no começo do século XIX. A determinação desses critérios tornou-se necessária devido à influência do calor e da umidade para os trabalhadores da indústria têxtil e mineração, que causavam acidentes e doenças.

Das primeiras medições da temperatura do ar ambiente, realizada em Florença e Pequim em meados do século XVII até a criação de um conjunto de aparelhos apropriados às medições desenvolvidos por BEDFORD, em 1930, passou-se por um período com um grande número de estudos (ARAÚJO, 1996).

Muitas foram às pesquisas realizadas nesta área com indivíduos e condições rigidamente controladas, como os estudos de Fanger (1970), utilizados até hoje em câmaras climatizadas e normalizadas pela Internacional Organization for Standardization - ISO 7730 (1994). Também bastante importante para a área do conforto térmico são os estudos realizados em ambientes reais com o registro das variáveis ambientais e condições térmicas típicas de cada local, sendo mantidas as características de uso e aclimação dos indivíduos.

Neste sentido, destacam-se os estudos de Humphreys no Paquistão, no qual fundamenta as bases do modelo adaptativo (NICOL, 2001). Dentre os importantes estudos, destacam-se Nicol et al (1995), Brager (1998), de Dear; Brager (1998) e, no Brasil, Araújo (1996) e Xavier (1999), entre outros.

O princípio da adaptação ao meio ambiente térmico tem como base a associação das respostas dadas em entrevistas realizadas e ao comportamento desses mesmos entrevistados em relação ao ambiente selecionado.

De acordo com os estudos até hoje concluídos, percebe-se que muito tem sido discutido sobre o limite máximo das zonas de conforto para regiões de clima quente e úmido uma vez que este parece apresentar importantes diferenças em relação ao limite superior das zonas normalizadas (ASHRAE, 2003; ISO 1994).

Nessas regiões, o resfriamento das edificações representa a estratégia principal para a obtenção de um ambiente confortável, caracterizando o limite da zona de conforto um norteador na escolha das estratégias bioclimáticas mais adequadas para as edificações situadas

nessas regiões. Sabe-se que a fim de evitar ganhos significativos de calor pelo entorno edificado, deve-se promover a perda de calor, principalmente através da ventilação natural.

Ao observar, entretanto, a zona de conforto proposta por Givoni (1969), verifica-se a ocorrência de pontos abaixo da zona de conforto, sugerindo a existência de situações onde há a necessidade de aquecimento dos ambientes internos. Neste sentido, pouco tem sido desenvolvido sobre o limite inferior da zona de conforto nessas regiões quente e úmidas, e poucos são os dados referentes às condições brasileiras de conforto térmico.

É com base nesta problemática que o presente trabalho se insere apoiado na literatura existente e em pesquisas de campo, buscando examinar o limite inferior da zona de conforto térmico, realizando medição em ambiente real complementarmente as resposta dos usuários.

1.1. Objetivo Geral

Avaliar o impacto das variáveis ambientais que afetam a sensação de frio para habitantes do clima quente-úmido de Maceió.

1.2. Objetivos Específicos

- I) Identificar a (s) variável (s) mais influente na sensação térmica relatada como fria;
- II) Verificar a possível influência da localização dos entrevistados no ambiente monitorado;
- III) Identificar qual, dentre as zonas de conforto térmico existentes, mais se adequa nas respostas do estudo de caso, no enfoque do limite inferior da zona de conforto.

1.3. Estrutura da Dissertação

A dissertação foi dividida em cinco seções. A *primeira seção* apresenta uma visão geral do tema estudado contendo introdução, objetivos - geral e específicos - e estruturação geral do trabalho.

A *segunda seção* do trabalho apresenta a metodologia com a descrição das etapas metodológicas adotadas para a realização do trabalho, além da apresentação das ferramentas utilizadas nos monitoramentos e os procedimentos adotados para o cumprimento das etapas.

Na *terceira seção* encontra-se a revisão bibliográfica para o embasamento teórico do trabalho. Introduce definições acerca do conforto térmico diante da visão e estudo de vários autores para então, abordar as questões relativas às necessidades e exigências humanas, e sua relação com as variáveis ambientais e índices de conforto térmico. Em seguida, apresenta as características climáticas de Maceió/AL, com a finalidade de contextualizar o clima da cidade, cenário do objeto de estudo.

A *quarta seção* apresenta e discute e os dados coletados no estudo de campo. Inicialmente, são apresentados os dados das variáveis ambientais monitoradas, em seguida, a apresentação das variáveis pessoais ou psicofisiológicas. Posteriormente, seguem os dados relativos às respostas dadas pelos usuários e por fim uma associação das variáveis medidas e aquelas calculadas, com relação ao grau de satisfação demonstrados pelos usuários dos ambientes examinados.

Na *quinta seção*, são apresentadas as conclusões a que se chega neste trabalho, acrescidas da descrição das limitações do trabalho e sugestões para trabalhos futuros.



2. Revisão Bibliográfica

2.1. Conforto Térmico

De acordo com a ASHRAE Standard, 55-92, “Conforto térmico é a condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico”.

Para Fontain, Brager e de Dear (1996), conforto é um estado da mente e não uma condição exclusivamente fisiológica.

No entanto, para Frota e Schiffer (1995), o organismo humano experimenta sensação de conforto térmico quando, sem recorrer a nenhum mecanismo de termo-regulação, perde para o ambiente calor produzido pelo metabolismo compatível com sua atividade. As condições de conforto térmico são função da atividade desenvolvida pelo indivíduo, da sua vestimenta e das variáveis do ambiente que proporcionam as trocas de calor entre o corpo e o ambiente, considerando ainda sexo, idade, raça e hábitos alimentares.

Para Araújo (2001), a sensação de conforto térmico está associada com o ritmo de troca de calor entre o corpo e o meio ambiente, otimizando o desempenho durante qualquer tipo de atividade, desde que o ambiente propicie condições de conforto e que sejam evitadas sensações desagradáveis, tais como: dificuldades de eliminar o excesso de calor produzido pelo organismo, perda exagerada de calor pelo corpo e desigualdade de temperatura entre as diversas partes do corpo.

Para Fanger (1970), o conforto térmico é dado quando o indivíduo encontra-se sob condições tais em que nenhum tipo de desconforto para o frio ou para o calor seja experimentado. Já para Schmid (2005), a sensação de conforto térmico é exemplificada através da analogia feita pelo autor no prazer proporcionado pela arte, na qual a arte disputaria com o conforto o poder de satisfação das pessoas, devendo-se parte dela à eficácia emocional.

Reunindo todos os processos, Koenigsberger et al (1977) afirmam que conforto térmico pode ser definido como a sensação de bem estar completo, físico e mental, e que por sua vez funcionam como incentivo para que o projetista se esforce para consegui-lo.

Dessa forma, um ambiente proporcionaria conforto térmico, quando este atingisse o equilíbrio térmico entre usuário, edificação e clima. Seu estudo está ligado tanto à satisfação humana em se sentir confortável quanto às variáveis físicas e ambientais que compõem o quadro das exigências humanas e índices de conforto térmico.

2.2. Exigências Humanas

As atividades que envolvem o cotidiano do homem podem ter graus maiores ou menores de dificuldades, de acordo com as condições climáticas (KOENIGSBERGER et al., 1977), tendo em vista o esforço biológico de adaptação a tais condições (calor ou frio excessivos), a energia do corpo humano pode aumentar ou diminuir, resultando nas sensações de frio ou calor para o indivíduo. Além disso, de acordo com a localização geográfica, a aclimação afeta a zona de conforto elevando as exigências térmicas (OLGYAY, 1998).

A ação em maior ou menor grau dessas sensações pode levar o indivíduo ao que Lamberts e Xavier (2002) definiram por Stress Térmico. Segundo eles: “O stress térmico, pode ser considerado como o estado psicofisiológico a que está submetida uma pessoa, quando exposta a situações ambientais extremas de frio ou calor”.

A produção de calor do corpo humano, somada à troca de calor com o meio ambiente, pode oscilar entre limites muito amplos. Segundo Olgay (1998), os processos vitais do corpo humano estão acompanhados de uma transformação de calor considerável e 20% dessa energia vêm da oxidação dos alimentos e 80% é expelido em forma de calor. Mesmo quando o corpo humano encontra-se em completo repouso em um entorno térmico adequado, sua produção de calor se mantém acima de um limite mínimo (metabolismo basal) de 73.000

kcal/h, aproximadamente, para uma pessoa média. Este índice alcança os 100.830 kcal/h em atividades sedentárias, 191.600 kcal/h caminhado a 3 km/h, 353.000 a 6 km/h e 756.225 – 1.210.000 kcal/ realizando um esforço máximo (OLGYAY, 1998).

Realizando atividade ou não, o corpo humano gera calor que deverá ser dissipado para o meio, que por sua vez deve apresentar condições favoráveis a essa troca de calor com o ambiente e o indivíduo permaneça em equilíbrio térmico, como será tratado a seguir.

2.3. Equilíbrio Térmico

O corpo humano através de suas características homeotérmicas, possui a capacidade de manter a temperatura corporal equilibrada e constante, próximo a 37°C (variando entre 36,1 e 37,2), com limite de sobrevivência entre 32°C e 42°C (LAMBERTS et al, 2005).

Para que tal equilíbrio se mantenha, é necessário que alguns processos atuem em conjunto para que não haja perdas e ganhos em excesso e alguma sensação de desconforto seja experimentada. Dessa forma, atuam nesse processo variáveis físicas e subjetivas.

2.3.1. Variáveis Físicas

Para que o equilíbrio térmico seja atingido, uma parte da produção de calor gerada pelo corpo deve ser dissipada ao ambiente a fim de que não acarrete o aumento exagerado da temperatura interna. A dissipação do calor para o meio se dá através de mecanismos de trocas térmicas (Figura 1) medidos através dos *índices biofísicos*, que segundo Frota e Schiffer (1995), se baseiam nas trocas de calor entre o corpo e o ambiente, correlacionado os elementos do conforto com as trocas de calor que dão origem a esses elementos.

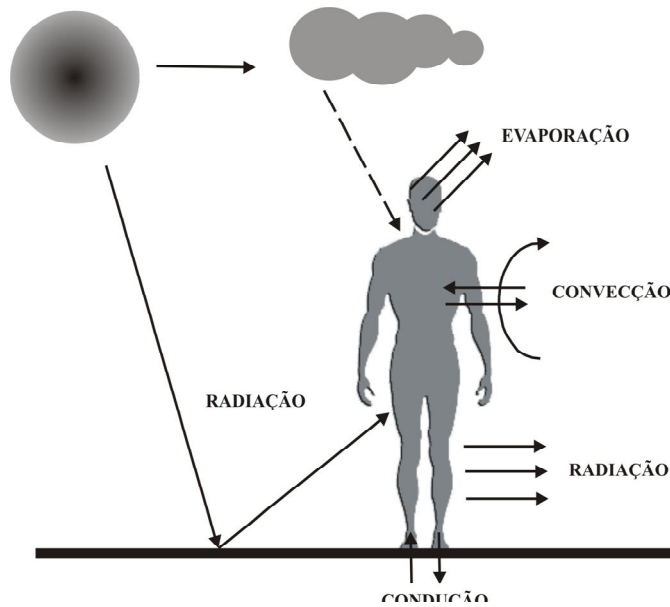


Figura 1: Esquema das trocas térmicas entre o corpo e meio – Variáveis físicas

Fonte: Adaptado de Koenigsberger et al, 1977

As trocas térmicas são divididas entre trocas secas e úmidas. Nas primeiras há apenas variação na temperatura, como no caso da convecção, radiação e condução, e o calor perdido para o ambiente denomina-se **calor sensível**. O segundo processo envolve mudanças de fase – suor (líquido) passa para o estado gasoso através da evaporação - e o calor perdido para o ambiente denomina-se **calor latente**.

De acordo com os processos que desempenham, as variáveis físicas dependem dos diversos processos de trocas de calor:

i) Evaporação: depende da umidade do ar (quanto mais seco é o ar, mais rápida é a evaporação). Esse processo ocorre sempre do indivíduo para o meio, através da respiração, transpiração e perspiração (transpiração não perceptível), dependendo da área exposta da pele. A evaporação é responsável por cerca de 20% do calor do corpo perdido para o meio.

ii) Convecção: transmissão de calor do corpo para o ar que está em contato com a pele ou a vestimenta. A proporção da perda de calor aumenta quanto mais rápido for o movimento do ar.

iii) Radiação: depende da temperatura da superfície do corpo e da temperatura das superfícies opostas. Segundo Coutinho (1998), o efeito da radiação sobre as superfícies pode ser usado para equilibrar temperaturas extremas do ar.

iv) Condução: depende da diferença de temperatura entre o corpo e o objeto em contato direto com ele, segundo Coutinho (1998), possui taxas de perdas de calor para o meio menos expressivas que os outros processos.

Os processos acima descritos são parte do processo para que o equilíbrio térmico seja atingido pelo organismo humano, podendo, de acordo com a ASHRAE (2003), ser representado através da equação [Eq. 01] do balanço de energia, onde a neutralidade térmica pode ser determinada por:

$$\begin{aligned} \mathbf{M} - \mathbf{W} &= \mathbf{q}_{sk} + \mathbf{q}_{res} + \mathbf{S} \\ &= (\mathbf{C} + \mathbf{R} + \mathbf{E}_{sk}) + (\mathbf{C}_{res} + \mathbf{E}_{res}) + (\mathbf{S}_{sk} + \mathbf{S}_{cr}) \end{aligned} \quad [\text{Eq. 01}]$$

Onde:

\mathbf{M} = taxa metabólica de produção de calor, W/m²;

\mathbf{W} = taxa de eficiência mecânica, W/m²;

\mathbf{q}_{sk} = taxa total de perda de calor pela pele, W/m²;

\mathbf{q}_{res} = taxa total de perda de calor através da respiração, W/m²;

$\mathbf{C} + \mathbf{R}$ = perda de calor sensível pela pele (convecção + radiação), W/m²;

\mathbf{E}_{sk} = taxa de perda de calor total por evaporação do suor, W/m²;

\mathbf{C}_{res} = taxa de perda de calor latente por convecção, W/m²;

\mathbf{E}_{res} = taxa de perda de calor latente por evaporação, W/m²;

\mathbf{S}_{sk} = taxa de calor de armazenamento da pele, W/m²;

\mathbf{S}_{cr} = taxa de armazenamento de calor, W/m².

A dispersão metabólica exigida segundo a atividade em que o corpo se encontre executando, adquire valores sempre positivos. Com a radiação, as trocas podem assumir valores positivos ou negativos. Através da troca por convecção ou condução, os valores são também positivos ou negativos. Já para a evaporação, parte da energia calorífica advinda da evaporação do suor, liberado pelo corpo, assume valores sempre negativos. (RAMON, 1980)

Quando a equação do balanço térmico é inferior a zero, significa dizer que o corpo perde mais calor do que produz, portanto a temperatura do corpo tende a decrescer. Quando o valor é maior que zero conclui-se que a perda de calor não é suficiente para dissipar a produção do mesmo. Dessa forma, segundo Ramon (1980), sente-se calor quando: $M > R + C + E$, e sente-se frio quando: $M < R + C + E$ (Figura 2).

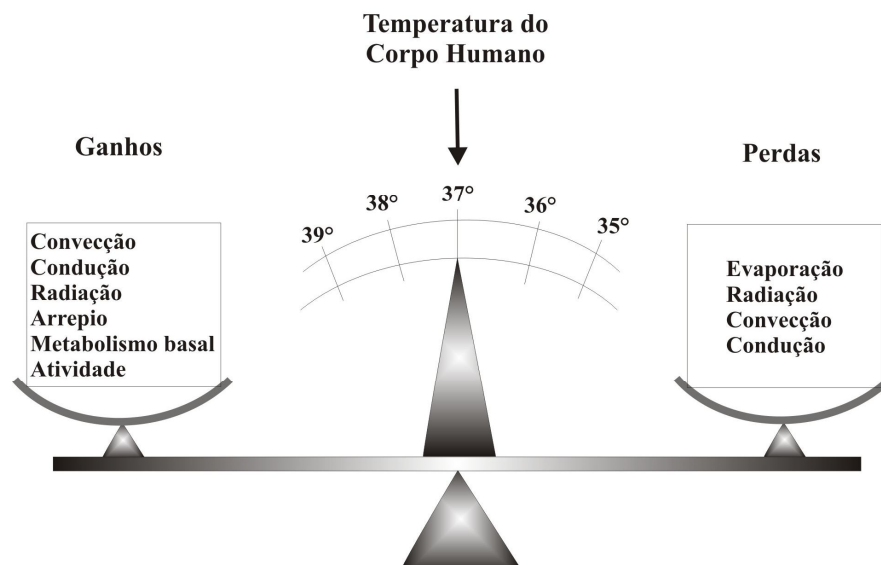


Figura 2: Esquema do Equilíbrio Térmico do Corpo Humano

Fonte: Adaptado de Koenigsberger et al, 1977

Os termos da equação da neutralidade térmica [Eq. 01], são referentes à energia por unidade de área, referindo-se a área da superfície do corpo nu. De acordo com Fanger (1970), esta área pode ser calculada segundo a equação da área de DuBois, [Eq. 02]:

$$A_{Du} = 0,202.m^{0,425} .l^{0,725} \quad [\text{Eq. 02}]$$

Onde:

A_{Du} = área superficial do corpo nu, ou área de DuBois, m²;

m = massa do corpo, Kg;

l = altura do corpo, m.

No entanto, apesar da neutralidade térmica ser uma condição necessária para o conforto térmico, ela não é suficiente (FANGER, 1970). A temperatura neutra pode ser definida como a temperatura na qual o indivíduo não deseje nem mais calor e nem mais frio no ambiente ao qual se encontra (FANGER, 2001). Sob o ponto de vista fisiológico, a afirmação torna-se satisfatória na medida em que os indivíduos podem indicar um estado confortável de acordo com a temperatura corporal como um todo (TANABE, 1998).

Além dessas situações objetivas que promovem e provocam sensações de bem estar, há também as condicionantes subjetivas (item 2.3.2.) que dependem da relação de um conjunto de fatores, como temperatura, umidade, velocidade do ar e aclimatação do próprio indivíduo à situação ao qual é submetido, complementando o resultado final de equilíbrio do corpo humano (RAMON, 1980).

2.3.2. Variáveis Subjetivas

Além dos processos físicos ao qual o corpo está submetido, das quais depende seu estado de conforto, há as *variáveis* ou *índices subjetivos*, que segundo Frota e Schiffer (1995), se baseiam nas sensações subjetivas de conforto experimentadas nas condições em que os elementos de conforto térmico variam. De acordo com Koenigsberger et al. (1977), as variáveis subjetivas foram definidas por:

i) Idade e sexo: as pessoas mais velhas possuem um metabolismo mais lento e por isso preferem temperaturas mais altas. Segundo Olgyay (1998), as pessoas com idades superiores a 40 anos preferem geralmente temperaturas um grau mais alta que os homens ou mulheres de

idade inferior. A mulher possui um metabolismo inferior ao do homem e em geral se sentem confortáveis 1°C mais alto que a preferência masculina.

ii) Forma do corpo: uma pessoa gorda tem menos tolerância que uma pessoa alta de mesmo peso – relação superfície-volume.

Sendo a pele o principal órgão termo-regulador do organismo, através dela há a regulação do fluxo sanguíneo, que eleva a temperatura quanto mais intenso o fluxo (LAMBERTS et al, 2005). Através da pele, os mecanismos de proteção do indivíduo - **mecanismos de termo-regulação** – são ativados, sendo definidos por:

- **vasoconstrição**, o volume de sangue é reduzido, assim como o ritmo cardíaco provocando o arrepios ou o trizar, como consequência da perda de calor do corpo superior da quantidade necessária para a obtenção da neutralidade térmica.

- **vasodilatação** é o processo inverso ao da vasoconstrição, no qual o volume de sangue aumenta acelerando o ritmo cardíaco e provocando a transpiração que é consequente das perdas de calor inferiores àsquelas mínimas necessárias.

Os problemas causados pela termorregulação do corpo humano e o desconforto durante o processo de sudação, vêm sendo estudados por vários pesquisadores, destacando-se entre eles Gagge. Em 1937, quando desenvolveu o conceito de Temperatura Operativa, que será estudada com mais detalhe adiante, Gagge, concluiu que a umidade da pele é um excelente indicador de desconforto, quando ocorre a sudação para a manutenção do equilíbrio térmico do corpo (ARAÚJO, 1996).

É importante considerar que para que haja um bom funcionamento do corpo humano, é necessário que se tenham períodos de descanso para que as energias perdidas através do metabolismo sejam recuperadas.

Tanto a força física do homem como sua atividade mental são mais bem desenvolvidas quando as condições ou variáveis ambientais do entorno encontram-se dentro de um limite determinado, fora dele a eficácia decresce e as tensões e a possibilidade de contrair enfermidades aumenta. Não só as perdas naturais de energia pelo corpo, como também os efeitos climáticos do local onde se vive ou trabalha, influem consideravelmente na sensação de conforto térmico.

2.3.3. Variáveis Ambientais

As variáveis ambientais, também chamadas de *índices fisiológicos*, se baseiam nas reações fisiológicas originadas por condições conhecidas de temperatura seca do ar, temperatura radiante média, umidade do ar e velocidade do ar.

i) Temperatura do ar (t_a) ou Temperatura de bulbo seco (TBS), em °C

A temperatura do ar é resultante da relação entre as taxas de aquecimento e esfriamento da superfície da terra. Dessa forma, participam dessa relação os processos de evaporação, convecção e condução constituindo o balanço térmico da superfície da terra.

Por definição, temperatura é a condição que determina o fluxo de calor que passa de uma substância para outra (de um corpo mais aquecido para um menos aquecido), determinado assim, pelo balanço entre radiação absorvida e irradiada e pela sua transformação em calor latente e sensível. Pode ser medida através de sensores de expansão de líquidos ou sólidos, termômetros elétricos, de resistência variável ou termopares (XAVIER, 1999).

ii) Temperatura radiante média (t_{rm}), em °C

Define-se como a temperatura uniforme de um ambiente imaginário no qual a troca de calor por radiação do corpo é igual à troca de calor por radiação num ambiente real não uniforme

O termômetro de globo negro é o dispositivo mais utilizado para determinar essa variável. A temperatura média radiante é então obtida por observações dos valores simultâneos da temperatura de globo e da temperatura e velocidade do ar ao redor do globo (XAVIER, 1999).

iii) Velocidade do ar (V_a), em m/s

É uma importante variável no estudo do conforto térmico, por interferir nos processos de convecção, condução e evaporação sofridas pelos usuários nos ambientes. Pode ser medida através dos *termoanemômetros* (anemômetros térmicos sensíveis a baixas velocidades), *anemômetros de pás giratórias* (utilizados para correntes unidirecionais e velocidade suficiente para vencer a inércia da pá giratória = 1m/s) e os anemômetros de pás basculantes. (SALIBA, 2000)

A ventilação pode ocorrer sob dois processos, natural ou mecânico. Através do meio natural, o ar se movimenta em função da diferença de pressão estática ou dinâmica. A ventilação mecânica é aquela conseguida através dos meios mecânicos, como: ventiladores, exaustores, etc.

A ventilação pode ser utilizada para manter a qualidade do ar nos ambientes internos, promover a remoção do calor no interior da edificação decorrente de ganhos internos e externos, bem como possibilitar o resfriamento fisiológico do usuário.

2.3.4. Trocas Térmicas

O grau de conforto advindo de associações com a ventilação natural em climas quentes e úmidos, através da utilização de meios naturais, depende de processos físicos de trocas térmicas como a radiação, a evaporação, a condução, a convecção e a inércia térmica, descritas a seguir:

• Radiação

Nas regiões de climas quentes e úmidos há uma particularidade quanto ao resfriamento do edifício pelo processo da radiação devido à alta umidade contida no ar e a predominância de céus parcialmente nublados característicos deste tipo de clima.

Do ponto de vista do usuário, as trocas por radiação podem ser sentidas como causando conforto ou desconforto térmico. Ao estar em ambientes de superfícies mais frias que a temperatura do ar e da pele humana, o usuário tenderá a perder parte desse calor, por radiação, para o ambiente. Ao permanecer em locais com superfícies mais quentes haverá ganho de calor pelo usuário que tenderá a sentir-se desconfortável, caso a temperatura do ar seja elevada.

• Evaporação

Devido à alta umidade do clima quente e úmido, o processo da trocas térmicas por evaporação tem seu potencial reduzido como estratégia de resfriamento. No entanto, segundo Bittencourt e Cândido (2006), algum resfriamento pode ser obtido nas tardes de verão quando a umidade relativa do ar não é tão alta (em torno de 60%) e pode-se alcançar um decréscimo de 2 a 3° na temperatura do ar. Havendo ventilação, mesmo o ar apresentando um alto teor de umidade relativa, ainda é possível obter algum resfriamento por evaporação do suor.

• Condução

Esse processo ocorre entre edificação e o solo. A condutividade do solo dependerá da composição do solo e do teor de umidade, que para regiões de clima quente e úmido é geralmente alta (BITTENCOURT E CÂNDIDO, 2006),

• Inércia térmica

Entende-se por inércia térmica a propriedade de retardar a transmissão de calor de um meio a outro, através de uma componente da edificação. Em habitações as estratégias

baseadas na inércia térmica não são muito eficientes em regiões de clima quente e úmido, devido à pequena oscilação diária da temperatura, mas podem ser interessantes em construções de uso apenas diário (BITTENCOURT, 1993).

• Ventilação e zonas de conforto

O ar movimenta-se devido à diferença de pressão atmosférica causada pela diferença de temperatura do ar na superfície terrestre, deslocando-se horizontal e verticalmente (ver Figura 3). O movimento do ar pode ser laminar ou turbulento (mais próximo à superfície da terra) (RAMON, 1980).

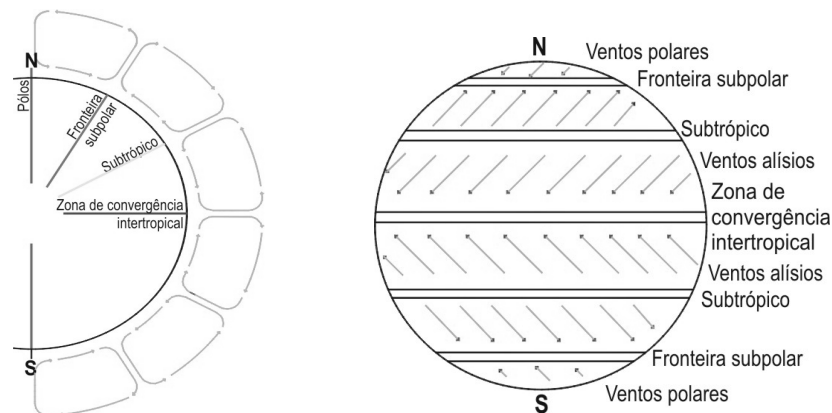


Figura 3: Esquema do padrão de circulação do vento na atmosfera

Fonte: KOENIGSBERGER, 1977

Em relação ao conforto térmico, os movimentos do ar aceleram as trocas de calor das pessoas com o ambiente por convecção e por evaporação. É um instrumento de controle térmico dos ambientes e de salubridade. Segundo Mascaró (1985), é indispensável que se conheçam e apliquem técnicas de projeto e cálculo de ventilação natural dos edifícios, com a dupla finalidade de oferecer conforto ao usuário e otimizar o uso da energia na edificação.

Segundo Olgyay (1970), o movimento do ar, afeta o corpo humano, não diminui a temperatura, mas provoca uma sensação de frescor devido à perda de calor por convecção e

ao aumento da evaporação do corpo. À medida que o movimento do ar aumenta, o limite superior de conforto se eleva.

Para Corbella e Yanas (2003), um ambiente será mais confortável, do ponto de vista térmico, quando a combinação entre a média da temperatura do ar no interior de uma edificação esteja dentro da “Zona de Conforto” e a amplitude da variação da temperatura seja pequena.

iv) Umidade do ar

A umidade relativa diz respeito à quantidade de vapor de água no ar. Se o ar contém todo o vapor de água que comporta para uma dada temperatura, diz-se que o ar encontra-se saturado e sua umidade relativa seria de 100%. No entanto, se essa quantidade de vapor for menor que o conteúdo potencial na mesma temperatura, a umidade relativa é menor que 100%. Portanto, de acordo com as diversas estações, a umidade absoluta diminui na estação fria e aumenta na estação quente, ao contrário da umidade relativa, que diminui com o aumento da temperatura, devido o ponto de saturação ser mais alto para o ar quente.

Pode ser expressa das seguintes maneiras: umidade absoluta, umidade específica (peso do vapor de água por unidade de peso de ar – g/kg), pressão de vapor (parte da pressão atmosférica global que é devida ao vapor de água) e umidade relativa.

Em climas quentes e secos a umidade relativa do ar pode ser ampliada pela presença de espelhos d’água, chafarizes, entre outros, produzindo um microclima local mais próximo das condições mínimas de conforto. (ver Figura 4)



Figura 4: Foto mostrando a utilização de espelhos d'água para incremento da umidade relativa do ar

Fonte: Arquivo pessoal de Leonardo Bittencourt – Foto não publicada

A umidade influi na troca térmica entre o organismo e o ambiente através do processo de evaporação. É medida através de um *psicrômetro* (equipamento que mede a temperatura de bulbo seco, e a temperatura de bulbo úmido). Feitas as medições, a umidade relativa é obtida através de relações psicrométricas, representadas graficamente pela *Carta Psicrométrica* (Figura 5).

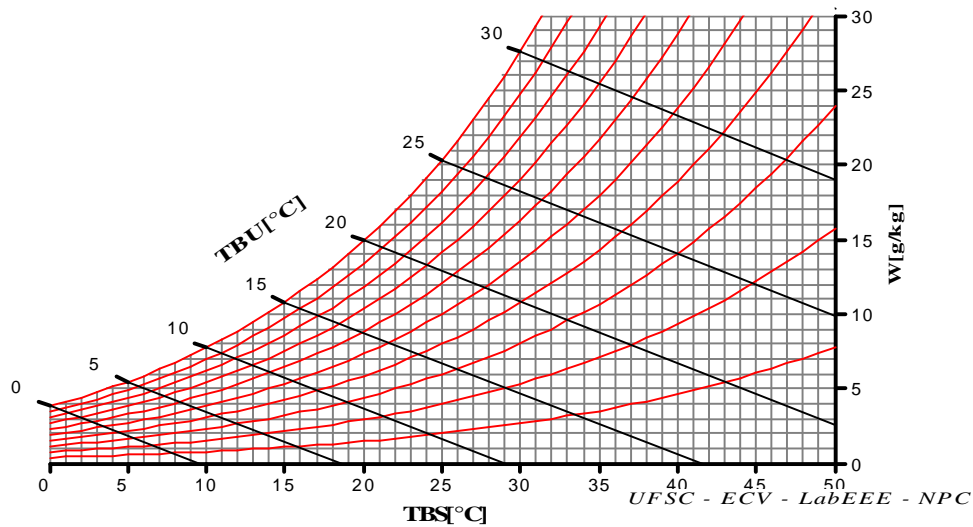


Figura 5: Modelo de Carta Psicrométrica

A umidade relaciona-se ao vapor d'água contido no ar e à pressão atmosférica. Para uma dada temperatura uma massa de ar só pode conter uma quantidade limitada de vapor. Além deste limite o ar fica saturado ocorrendo à condensação. Quanto mais quente é o ar, mais ele pode conter vapor d'água. Os dados meteorológicos fornecem em geral a umidade relativa do ar, que é a relação entre o peso da água contida no ar (umidade absoluta) e o peso máximo de água que ele poderia conter na mesma temperatura (OLIVEIRA e OTTO, 1995).

• Aspectos Complementares

A temperatura do ar, a radiação solar, o movimento do ar e a umidade, segundo Olgay (1998), atuam no ser humano segundo uma completa inter-relação que pode ser expressa em uma escala calorimétrica denominada **Temperatura Operativa (To)**, desenvolvida por Winslow, Herrington e Gagge, em 1937, segundo Araújo (1996), para região de clima frio. De acordo com a ISO 7730 (1994), a To pode ser definida como “a temperatura uniforme de um corpo negro, na qual uma pessoa poderia trocar a mesma quantidade de calor por radiação e convecção em um ambiente não uniforme”, podendo ser considerada como sendo a média das temperaturas de bulbo seco e radiante média para velocidades do ar menores que 0,2 m/s.

A temperatura operativa pode ser representada através da [Eq. 03], a seguir, definindo a constante A, em função da velocidade do ar (Tabela 1) e representada em função da vestimenta e da atividade (Figura 6).

$$T_O = A \cdot T_a + (1 - A) \cdot t_{r m} \quad [\text{Eq. 03}]$$

Tabela 1: Valores da constante A, em função de r (velocidade do ar)

r	< 0,2	0,2 a 0,6	0,6 a 1,0
A	0,5	0,6	0,7

Fonte: ISO 7730 (1994)

De acordo com Olgay (1998), a equação para cálculo da T_o , combina temperatura, movimento do ar e a radiação solar com o metabolismo, para explicar como o corpo humano recebe os efeitos de certos elementos climáticos e como mantém sua estabilidade térmica.

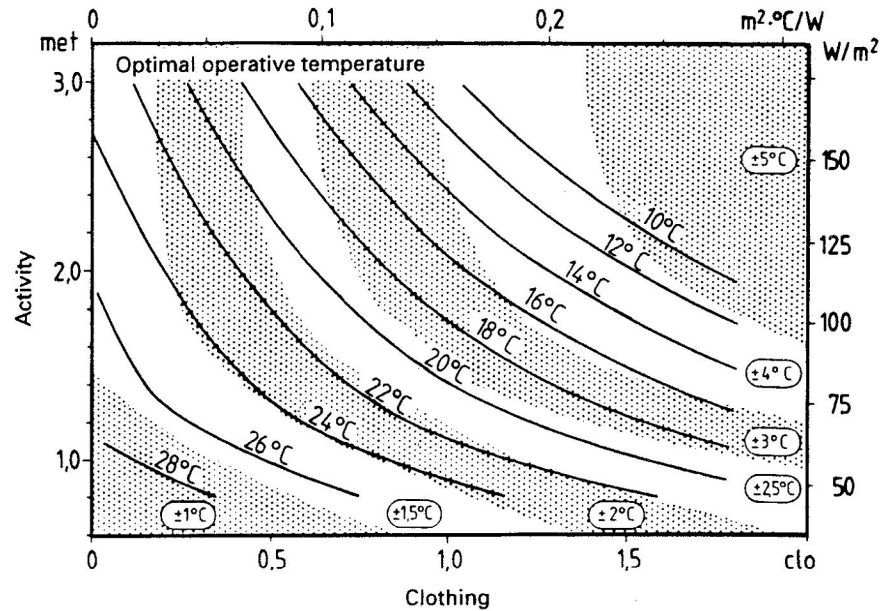


Figura 6: Gráfico da temperatura Operativa - T_o (correspondente ao $PMV=0$) em função da vestimenta e da atividade

Fonte: ISO 7730/94

O estudo das variáveis de conforto térmico, é complementada pelas variáveis pessoais ou psicofisiológicas que se modificam de acordo com o indivíduo e dividem-se em dois aspectos: metabolismo e vestimenta.

2.3.5. Variáveis Pessoais ou Psicofisiológicas

i) Metabolismo (Depende da atividade): consiste na produção de energia pelo indivíduo através de elementos combustíveis orgânicos. No entanto, dessa produção apenas 20% transforma-se em energia para o próprio organismo, sendo os 80% restantes dissipados em forma de calor para o meio ambiente, isso devido à condição de equilíbrio térmico, já tratado anteriormente.

A ISO 7730 (1994) criou uma tabela (Tabela 2) na qual estão estabelecidos valores para o calor dissipado para o meio em W/m^2 e Met (1 Met = 58.15 W/m^2).

Tabela 2: Taxas Metabólicas

<i>Atividades</i>	<i>Taxas Metabólicas</i>	
	W/ m^2	Met
- reclinado, deitado;	46	0,8
- sentado, relaxado;	58	1,0
- atividade sedentária (escritório, residência, escola, laboratório);	70	1,2
- atividade leve em pé (compras, laboratório, indústria leve);	93	1,6
- atividade média em pé (balconista, trabalho doméstico, e máquinas);	116	2,0
- andando em nível:		
2 km/h;	110	1,9
3 km/h;	140	2,4
4 km/h;	165	2,8
5 km/h;	200	3,4

Fonte: ISO 7730 (1994)

De acordo com a atividade desenvolvida, Fanger (1970) representou esses dados (Figura 7) no qual estão listados os valores correspondentes para as taxas de calor produzidas pelo metabolismo em diferentes atividades.

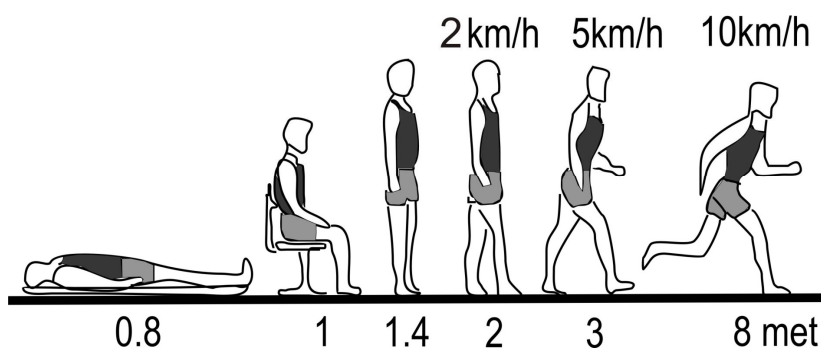


Figura 7: Valores das Taxas de calor produzidas pelo metabolismo em diferentes atividades

Fonte: FANGER, 1970

ii) Tipo de vestimenta utilizada: a roupa oferece uma eficiente proteção contra radiação solar, atuando semelhante a uma segunda pele (RAMON, 1980) representando uma barreira para as trocas de calor.

De acordo com alguns processos físicos, é possível que um indivíduo experimente uma maior sensação de conforto em conjunto com a vestimenta que utiliza. Pelo processo de condução, o calor da pele passa para a roupa em contato com ela, pelo ar pressionado. Já com a roupa folgada, o calor chega até a vestimenta através da circulação do ar, por convecção. Reagindo comumente as sensações de frio ou calor, o homem sobrepõe peças de roupa ou desnuda-se em busca de melhores condições de conforto (RAMON, 1980).

Em climas quente e seco, nos quais a amplitude térmica chega a atingir os 40°C (MORAN, 1994), as vestimentas mais adequadas são aquelas capazes de manter a umidade advinda do organismo pela transpiração evitando assim a desidratação (Figura 8).



Figura 8: Foto mostrando a sobreposição de peças - reação ao calor

Fonte: www.imagebank.com. Acesso em: 25.08.2007

Para climas frios, como no Ártico, a vestimenta funciona como isolante térmico, mantendo junto ao corpo uma camada de ar mais ou menos aquecido, de acordo com as

características isolantes do tipo de tecido, do ajuste ao corpo e da porção que é coberta (Figura 9).



Figura 9: Imagem mostrando a sobreposição de peças. Esquema – ventilação vestimentas *inuit*

Fonte: MORAN, 1994

De modo a quantificar as peças e unidades de vestimentas utilizadas pelo homem, foi criado por Fanger (1970), um esquema que vai desde o nu (zero clo) até uma vestimenta completa (3 clo) para situações de frio intenso, que pode ser visualizada através da Figura 10.

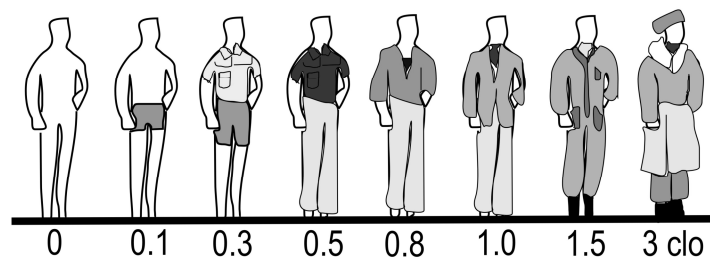


Figura 10: Níveis de isolamento térmico produzido por diferentes tipos de vestimenta.

Fonte: FANGER, 1970

Sua unidade é o clo, originada de clothing = roupa. Assim: 1 clo = 0,155 m².°C/W. De acordo com a ISO 7730 (1994), é possível visualizar alguns índices de resistência térmica, oferecidos por algumas peças de roupa (Tabela 3).

Tabela 3. Índice de resistência térmica para vestimentas segundo ISO 7730 (1994)

<i>Vestimenta</i>	<i>Índice de resistência térmica – Icl (1994)</i>
Meia calça	0,10
Maia fina	0,03
Meia grossa	0,05
Calcinha e sutiã	0,03
Cueca	0,03
Cuecão longo	0,10
Camiseta de baixo	0,09
Camisa de baixo mangas compridas	0,12
Camisa manga curta	0,15
Camisa fina mangas compridas	0,20
Camisa manga comprida	0,25
Camisa flanela manga comprida	0,30
Blusa com mangas compridas	0,15
Saia grossa	0,25
Vestido leve	0,15
Vestido grosso manga comprida	0,40
Jaqueta	0,35
Calça fina	0,20
Calça média	0,25
Calça flanela	0,28
Sapatos	0,04

De maneira geral, pode-se afirmar que os parâmetros acerca das variáveis pessoais compõem a caracterização fixa sobre a qual serão desenvolvidos os índices de conforto. A partir daí, são relacionadas às variáveis do ambiente para que sejam construídas as cartas ou nomogramas de conforto.

De acordo com um estudo das normas técnicas de conforto térmico (ASHRAE 55a, 1995; ISO 7730, 1994) e de medições (ISO 7726, 1985), definem alguns parâmetros importantes:

i) Norma ASHRAE 55a-95

Esta norma especifica as combinações dos parâmetros de conforto térmico que devem ser atendidas, para que o ambiente propicie um nível de satisfação para, no mínimo, 80% dos ocupantes. Quanto às medições, para a avaliação das condições de conforto, devem ser feitas próximas aos ocupantes. A temperatura e a velocidade do ar devem ser obtidas a 0,1m, 0,6m e 1,1m do piso para pessoas sentadas e 0,1m, 1,1m e 1,7m do piso para pessoas em pé.

ii) Norma ISO 7730

Esta norma propõe: método para prever a sensação térmica e o grau de desconforto térmico das pessoas expostas a condições térmicas moderadas (PMV); e especificação das condições térmicas inaceitáveis (PPD) - Modelo Proposto por Fanger.

iii) Norma ISO 7726

Esta norma estabelece:

- a) definição dos termos usados em métodos de medições, testes ou interpretações, levando em conta as normas já existentes ou em processo de execução;
- b) fornecimento das especificações relativas aos métodos de medição dos parâmetros físicos que caracterizam o meio térmico;
- c) seleção de um ou mais métodos de interpretação dos parâmetros;

- d) especificação dos limites de exposição recomendados para a faixa de conforto ou limite de exposição sob condições extremas (calor ou frio);
- e) especificação dos métodos de medição e eficiência dos dispositivos ou processos pessoais ou coletivos de proteção do calor ou do frio.

As especificações e métodos estão divididos em duas partes: Conforto e Stress Térmico, sendo neste trabalho focado apenas aqueles ligados ao Conforto Térmico, no qual as variáveis básicas são: Temperatura do ar, Temperatura radiante média, Umidade relativa e Velocidade do ar.

2.4. Índices de Conforto Térmico

O mais comum dos problemas enfrentados pelos projetistas está em criar um entorno que não produza sensações de desconforto térmico. Por isso, é interessante que os parâmetros relativos ao conforto térmico sejam estudados e representados de forma gráfica, para que possam ser facilmente aplicáveis na prática arquitetônica.

Quando se tenta avaliar o impacto das condições térmicas de um ambiente sobre o homem, é necessário que se façam medições quanto às variáveis do ambiente e a reação humana a estas variáveis.

Através dos índices de conforto térmico é possível relacionar as variáveis que influem nas trocas térmicas entre o corpo e o meio, permitindo quantificar as conseqüências dessa exposição estabelecendo relações entre o indivíduo e as condições que julgue necessárias para atingir uma satisfação térmica.

Vários estudos foram realizados em ambientes criados para produzir tipos de condições climáticas internas, juntamente com a avaliação subjetiva através da aplicação de questionários avaliando desde condições muito quentes a muito frias. Após o tratamento

estatístico desses dados é que se criaram escalas para o conforto térmico (KOENIGSBERGER et al., 1977).

Ao longo do tempo, diversos índices de conforto térmico foram desenvolvidos. Para Frota e Schiffer (1995) os mais apropriados para as condições climáticas brasileiras são: Carta Bioclimática, de Olgyay, Temperatura Efetiva, de Yaglou e Houghten; ou Temperatura Efetiva Corrigida, de Vernon e Warner; Índice de Conforto Equatorial ou Índice de Cingapura, de Webb. Para o presente estudo outros índices foram incluídos por serem complementares à análise pretendida de conforto térmico, como os estudos de Givoni e Fanger.

Os índices e zonas de conforto são elaborados com base em pesquisas realizadas com determinada população, realizando certa atividade, com determinada vestimenta e condições climáticas específicas. Os resultados servem de referência, porém, não devem ser aplicados diretamente em outras situações climáticas e outra população.

2.4.1. Carta Bioclimática de Olgyay

Desenvolvida pelos irmãos Olgyay, na década de 1960, a Carta Bioclimática (Figura 11) foi construída com a umidade relativa na abscissa e a temperatura de bulbo seco na ordenada e elaborada para condições de ambientes externos. De acordo com a carta, Olgyay propôs uma zona na qual o limite de conforto estaria entre 30-65% de umidade relativa, 20-30°C de temperatura de bulbo seco.

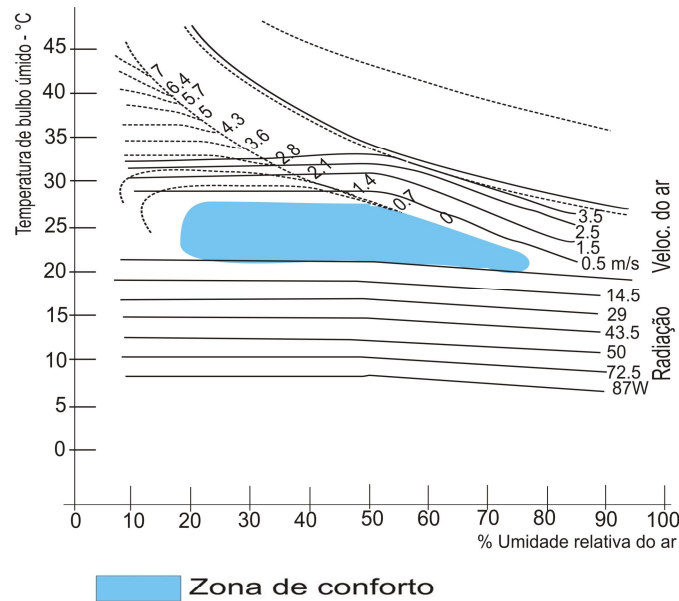


Figura 11: Zona de conforto representada pela Carta Bioclimática de Olgay

Fonte: Koenigsberger et al., 1977

Através do gráfico, é possível constatar as recomendações estratégicas de Olgay. Para situações que estejam abaixo da zona de conforto, este poderá ser obtido através da radiação, enquanto que a ventilação representa uma estratégia indicada para atingir a sensação de conforto para limites superiores à zona delimitada.

Esta zona proposta por Olgay baseia-se em informações fisiológicas, indicando medidas corretivas necessárias, como: movimento do ar, calor radiante, esfriamento evaporativo, etc., quando temperatura e umidade relativa externas, estejam fora da zona proposta. Tratando-se, portanto, de um instrumento utilizado para avaliar as condições do clima de determinado lugar de acordo com as exigências de conforto térmico dos usuários. (ARAÚJO, 2001)

2.4.2. Temperatura Efetiva

Criada em 1923 por Houghton e Yaglou, quando trabalhavam na ASHVE – American Society of Heating and Ventilating Engineers, o índice de Temperatura Efetiva (TE) de um

ambiente, pode ser definido como a temperatura que contendo ar em repouso (velocidades compreendidas entre 0,1m/s e 0,15m/s) e completamente saturado de umidade, proporciona a mesma sensação de frio ou de calor que o ambiente em questão. Inicialmente contendo dados apenas de temperatura e umidade relativa do ar, foi posteriormente complementada com o efeito da velocidade do ar e da vestimenta (Figura 12).

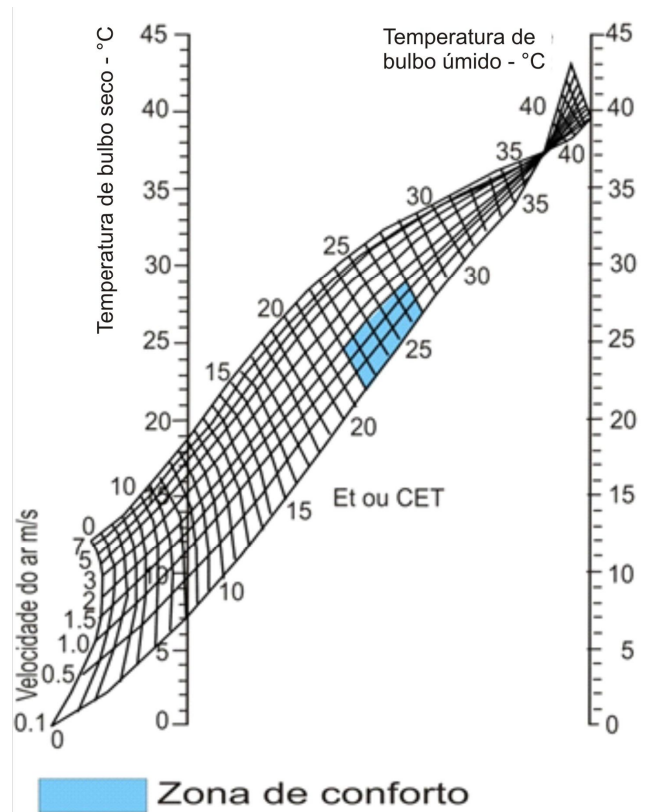


Figura 12: Nomograma da Temperatura Efetiva (TE)

Fonte: Koenigsberger et al, 1977.

A Temperatura Efetiva pode ser determinada diretamente sobre o nomograma através dos valores de temperatura de bulbo úmido, temperatura de bulbo seco e velocidade do ar. Esse nomograma, quando os dados disponíveis são de temperatura de bulbo seco, ou do termômetro de globo, umidade e velocidade do ar, é normalmente utilizado em conjunto com a Carta Psicrométrica (Figura 5), a qual fornecerá as correspondências entre a temperatura do

termômetro de bulbo seco e a temperatura do termômetro de bulbo úmido, a partir dos dados de umidade relativa (FROTA e SCHIFFER, 1995).

Em 1932, Vernon e Warner, propuseram correções a TE, recebendo esta a denominação de Temperatura Efetiva Corrigida (TEC). Na TEC a temperatura de bulbo seco foi substituída pela temperatura do termômetro de globo incluindo os efeitos da radiação.

Em 1971, a TEC é substituída pela Nova Temperatura Efetiva (TE*), pela ASHRAE e segundo Araújo (2001), após incluir diferentes níveis de atividade e vestimenta, é substituída pela Temperatura Efetiva Padrão (TEP).

2.4.3. Índice de Conforto Equatorial (I.C.E) ou Índice de Cingapura

Este índice foi desenvolvido por Webb, para ser aplicado para habitantes de climas tropicais e de preferência quente e úmido. Baseado em observações feitas em Cingapura, em habitações, em uma escala climática desenvolvida especialmente para condições tropicais, correlacionando tais valores com a sensação de calor, incorporando dados referentes ao P4SR (Previsão da Produção de Suor em 4 horas, que é um índice fisiológico desenvolvido por McArdle, do Royal Naval Research Establishment), resultando num nomograma semelhante ao da Temperatura Efetiva (Figura 13).

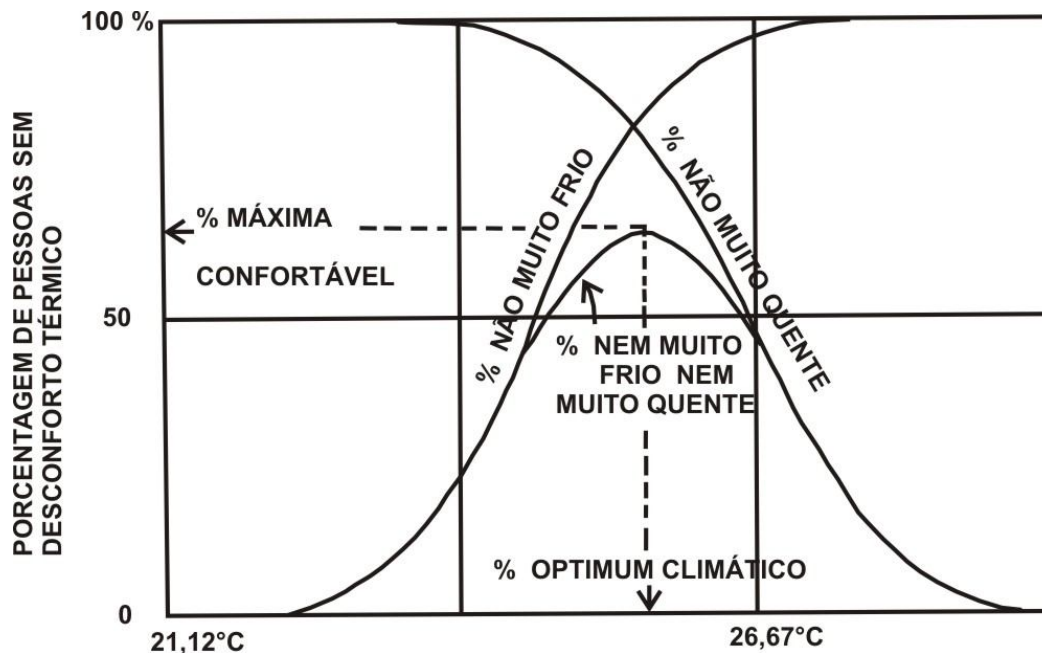


Figura 13: Índice de conforto equatorial ou índice de Cingapura

Fonte: Adaptado de FROTA e SCHIFFER, 1995.

2.4.4. Carta Bioclimática de Givoni

Criada em 1969, para edifícios de países desenvolvidos, a Carta Bioclimática de Givoni (Figura 14) se baseia em temperaturas internas do edifício, propondo estratégias construtivas para adequação da arquitetura ao clima. (LAMBERTS, et al 2001). Com a zona de conforto indicada através do gráfico psicrométrico, relaciona temperatura do ar e umidade relativa e absoluta.

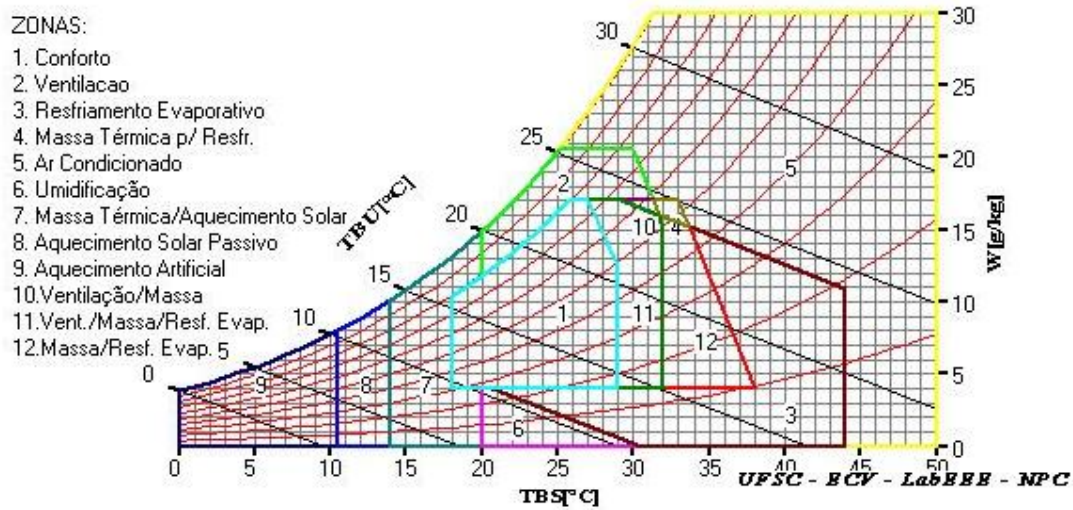


Figura 14: Carta Bioclimática de Givoni sobreposta ao Diagrama Psicrométrico.

Fonte: Analysis Bio

De acordo com Dunke (2002), o trabalho foi ampliado em 1992 para as regiões de clima quente e países em desenvolvimento, onde o uso de ar condicionado nos edifícios não é generalizado e, dadas a aclimação e expectativas de conforto dos habitantes, a zona de conforto pode ser estendida dentro de certos limites.

Segundo Lamberts et al (2002), o método desenvolvido por Givoni é, entre os métodos propostos o que mais se adapta às condições brasileiras.

2.4.5. Modelo Proposto por Fanger

Utilizando-se dos resultados dos experimentos produzidos na Universidade Estadual de Kansas (EUA), Fanger, elaborou relações entre o Voto Médio Previsto e o Percentual de Pessoas Insatisfeitas (ARAÚJO, 1996).

Definidos por Fanger, (1970), o **Predicted Mean Vote** (VME - Voto Médio Estimado) e o **Predicted Percentage of Dissatisfied** (PPI- Percentual de Pessoas Insatisfeitas), estimam o grau de desconforto dos ocupantes de um dado ambiente, a partir de análises estatísticas de condições térmicas preferidas pela maioria das pessoas.

• Voto Médio Estimado (VME)

Os diagramas de conforto permitem apenas uma avaliação da existência ou não de conforto térmico. Na tentativa de avaliar esse grau, Fanger realizou experimentos com várias pessoas expostas a diferentes combinações de variáveis ambientais. Dessa forma, conseguiu elaborar uma equação na qual foi possível obter a sensação térmica para qualquer combinação das variáveis ambientais e pessoais de conforto.

Sua avaliação, por se tratar de informações obtidas mediante ao voto, foi denominada de Predicted Mean Voto (VME) – Voto Médio Estimado -, representado através de uma escala de sensações (Tabela 4), como sugerida pela ASHRAE , 2003 e adotados pela ISO 7730, que recomenda para espaços ocupados a faixa do PMV de 10%, ou seja, entre - 0,5 e + 0,5 (LAMBERTS et al, 2002).

Tabela 4: Escala Térmica de Fanger (1970)

+3	muito quente
+2	quente
+1	levemente quente
0	neutro
1	levemente frio
2	frio
3	muito frio

• Percentagem de Pessoas Insatisfeitas (PPI)

Segundo Ruas (1999), as experiências realizadas por Fanger (1970), Rohles (1970) e Nevins et al. (1966), provaram que é impossível obter em um ambiente a combinação das variáveis de conforto que satisfaça plenamente todos os integrantes da mesma, pois sempre existirão insatisfeitos.

Dessa forma, seria necessária uma relação entre o VME e a porcentagem dos insatisfeitos. Resultante dessa necessidade e dos estudos de Fanger (1970) e os pesquisadores

americanos Rohles (1970) e Nevins et al (1966), foi desenvolvido o gráfico do PPI (Figura 15), no qual indica a porcentagem de insatisfeitos para cada valor do VME.

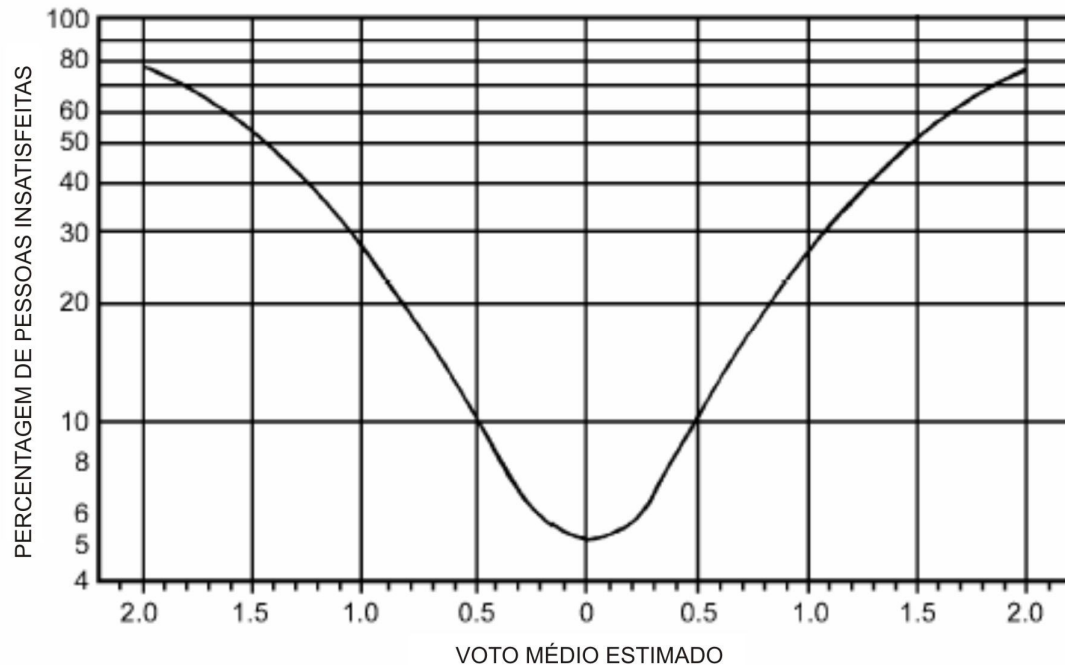


Figura 15 – Gráfico da Percentagem de Pessoas Insatisfeitas (PPI) e o Voto Médio Estimado (VME)

Fonte: Adaptado de ASHRAE ,1997

A estimativa para o conforto térmico, feita através dos parâmetros voto médio estimado (VME) e porcentagem de pessoas insatisfeitas (PPI), é utilizado há mais de trinta anos. No entanto, sua aplicação em edificações naturalmente ventiladas, em climas tropicais, tem sido questionada por limitar a temperatura de conforto em 30°C e a velocidade interna do ar em 1m/s, condições bastante comuns em países de clima quente, além de estimar uma sensação térmica mais quente do que seus ocupantes sentem (LIMA et al, 2005).

Verifica-se, portanto, a complexidade do estudo da sensação de conforto térmico para usuários de um determinado ambiente, no qual as reações vão desde o espaço propriamente dito às condições climáticas, passando ainda pelas influências psicológicas ou psicofisiológicas.

2.4.6. Modelo Proposto por Araújo

De maneira a determinar os parâmetros das variáveis ambientais que propiciem o conforto térmico, a partir da técnica de avaliação pós-ocupação junto aos usuários escolares na cidade de Natal, estado do Rio Grande do Norte, no nordeste brasileiro, e confrontá-los com os índices e zonas de conforto térmico comumente utilizados no país. Dessa forma, Araújo (1996), definiu a seguinte zona de conforto (Figura 16):

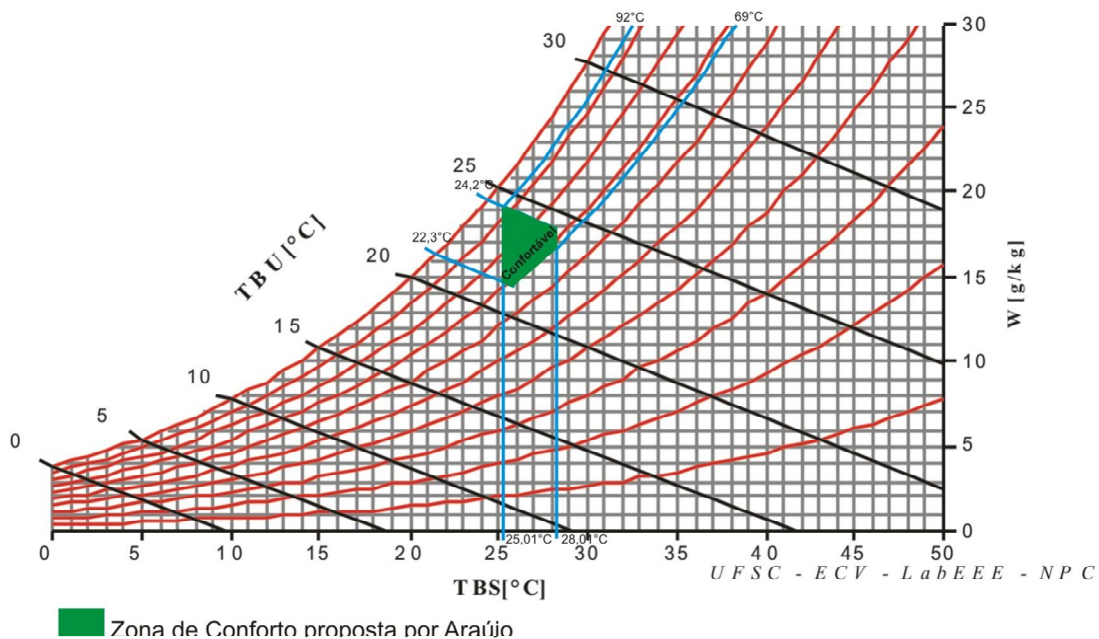


Figura 16 – Zona de Conforto resultante dos estudos de Araújo

Fonte: Adaptado de Araújo, 1996

Após uma análise diante de alguns índices e zonas de conforto existentes, Araújo (1996), confirma a hipótese levantada de que os modelos são adequados às condições nas quais foram desenvolvidos e que muitos dos índices e zonas de conforto térmico, conhecidos e utilizados no país, foram definidos para as condições climáticas e aplicações distintas daquelas encontradas nas regiões brasileiras.



3. Metodologia

Este capítulo apresenta uma descrição da metodologia adotada, devido à aparente discrepância existente entre a sensação de conforto térmico prevista pelas normas e métodos mais amplos e a real percepção dos usuários locais, pretendendo-se avaliar o impacto das variáveis que afetam a sensação de frio para habitantes do clima quente-úmido.

Inicialmente foi feita uma revisão documental (seção 3) para obter embasamento teórico e entender as experiências realizadas no Brasil e no exterior, com o objetivo de conhecer além dos resultados obtidos com as pesquisas e trabalhos realizados, as metodologias existentes utilizadas na avaliação do conforto térmico.

No presente estudo, as ferramentas utilizadas variaram entre equipamentos de medição *in loco*, aplicação de questionários diretamente com os usuários e análise estatística dos dados através de planilhas.

Utilizou-se o programa Analysis Bio (2004), desenvolvido pelo LABEEEE/UFSC, que possibilita “plotar” os dados das medições, representando a zona de conforto para o período monitorado, bem como apresenta as estratégias recomendadas. Outro programa utilizado foi o Analysis CST, também desenvolvido pelo LABEEEE/UFSC, que através da entrada de dados pessoais e ambientais, calcula os Índices de Conforto Térmico, os quais serão mais detalhados posteriormente.

Utilizaram-se ambientes de salas de aula da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAU/UFAL e do Centro de Estudos Superiores de Maceió – CESMAC, com a finalidade de examinar as condições relatadas como de conforto ou desconforto térmico expostas pelos usuários dos ambientes medidos e sua relação com as variações de temperatura, umidade e velocidade do ar, no decorrer do mês e agosto, monitorado.

A sensação de frio ou não, relatada pelos usuários, será utilizada para analisar o limite inferior das zonas de conforto existentes na literatura específica, utilizando como base o programa Analysis Bio, que analisa as condições de conforto térmico para determinada localidade. Além disso, pretende-se investigar dentre os demais nomogramas de conforto existentes qual deles mais se aproxima da realidade monitorada na cidade de Maceió.

Dividida em duas partes, a metodologia, apresenta na primeira delas uma caracterização do clima de Maceió/AL, e a segunda, explica os procedimentos metodológicos realizados para a investigação pretendida, na referida cidade.

3.1. Perfil Climático de Maceió

A cidade de Maceió, localizada na latitude $9^{\circ}45'$ ao sul do Equador e longitude $35^{\circ}42'$ a oeste do meridiano de Greenwich (Figura 17), possui apenas duas estações durante o ano, o verão e o inverno. O inverno caracteriza-se como estação chuvosa e de temperaturas mais amenas. Durante todo o ano não há variações bruscas de temperaturas, possuindo na maior parte do ano temperaturas elevadas.

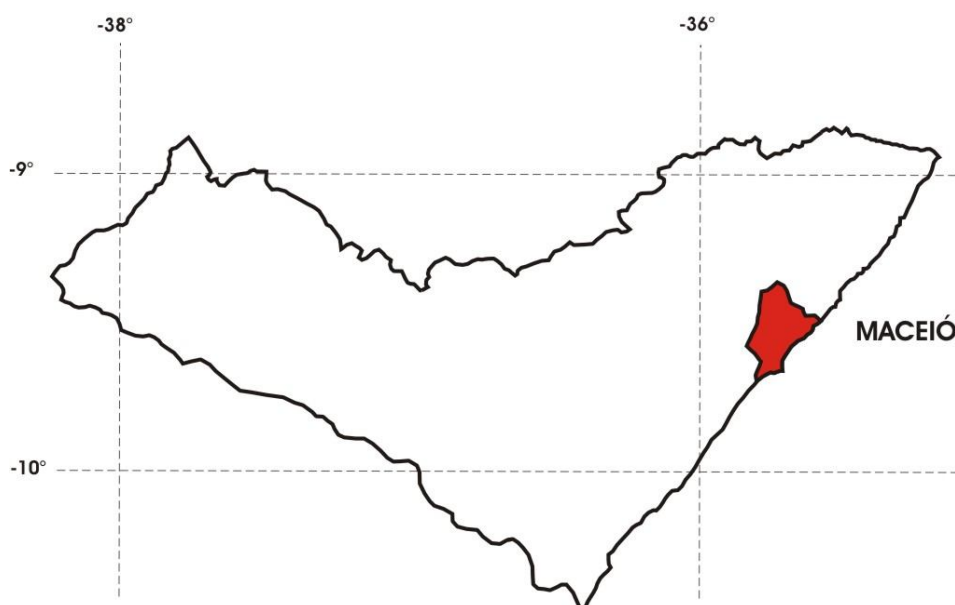


Figura 17– Mapa do estado de Alagoas com a localização do município de Maceió

A baixa latitude, a radiação solar intensa e, especialmente, a proximidade de grandes massas líquidas - oceano e lagoas - provocando alta umidade do ar, caracterizam o clima de Maceió como quente e úmido.

De acordo com o Zoneamento Bioclimático Brasileiro (ABNT, 2005), Maceió se integra na Zona oito, no Nordeste brasileiro como mostram as Figuras 18 e 19.

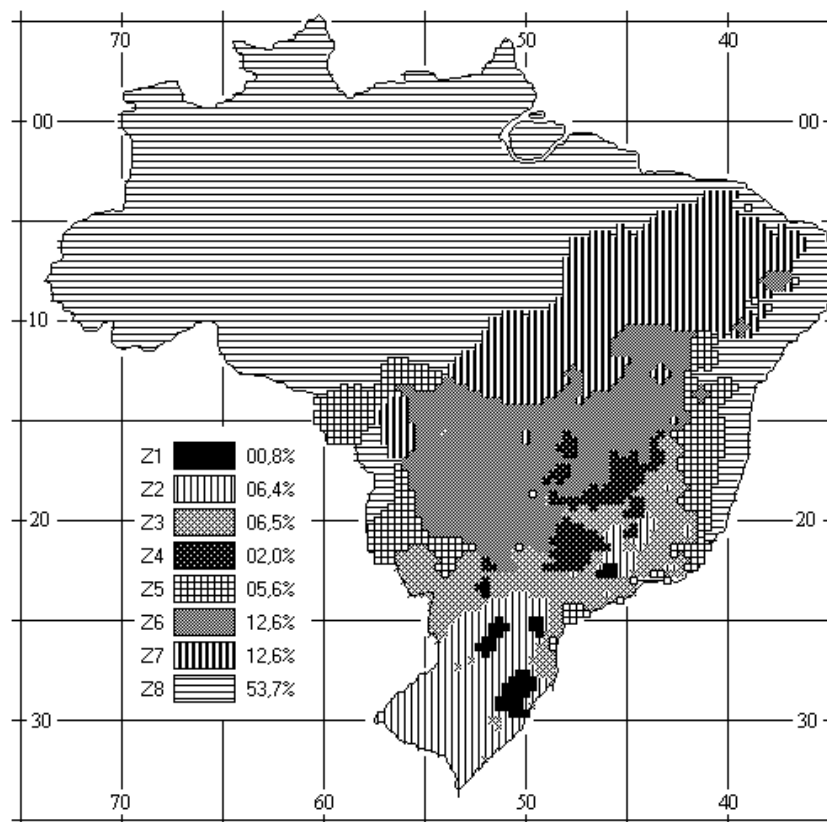


Figura 18: Zoneamento Bioclimático Brasileiro

Fonte: ABNT (NBR 15.220-3: 2005, 2005)

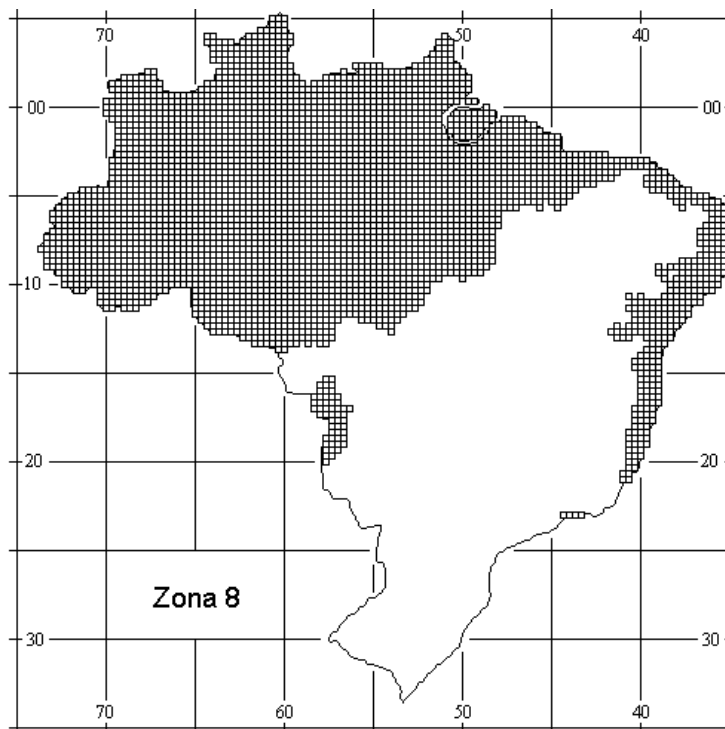


Figura 19: Zona Bioclimática 8

Fonte: ABNT (NBR 15.220-3: 2005, 2005)

Maceió constitui um bom exemplo de constância de nível térmico, que caracteriza o litoral do Nordeste brasileiro com temperatura média anual em torno de 25°C, sendo considerados dias “tipicamente quentes” os meses de novembro a fevereiro e “tipicamente frios” de junho a agosto com temperaturas médias variando de 26,3°C em fevereiro e 23,5°C em agosto, maior e menor média, respectivamente) (INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, período: 1961-1990).

A condição típica do céu da cidade é parcialmente nublado. Ocorrências de céu claro são raras (4,5% em média), enquanto de céu nublado são acima de 15% (BITTENCOURT, 1993). A baixa latitude propicia grande intensidade de radiação solar, no verão a média do período de insolação é de 7,9 horas/dia, caindo no inverno para 5,8 horas/dia.

A proximidade de grandes massas líquidas (complexo lagunar Mundaú - Manguaba e os inúmeros riachos que cortam a cidade) influi na umidade relativa média da região que

atinge 78,3% e com uma média pluviométrica anual de 2167,7 mm. Maceió apresenta grande variação anual na distribuição de chuvas, sendo os meses mais chuvosos de abril a julho, conforme mostram os dados do INMET apresentados na Tabela 1.

Tabela 5 - Comportamento médio dos principais parâmetros meteorológicos - Maceió-AL

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Temperatura Média (°C)	26,2	26,3	25,3	25,9	25,1	24,3	23,7	23,5	23,9	24,1	24,4	24,8	24,8
Temperatura Máxima (°C)	30,2	30,4	30,2	29,6	28,5	27,6	27,0	27,1	27,8	29,0	29,9	30,0	28,9
Temperatura Mínima (°C)	22,4	22,6	22,7	22,5	22,0	21,3	20,5	20,2	20,7	21,2	21,6	22,0	21,6
Temperatura Máxima Absoluta (°C)	38,0 - 13/82	34,4 - 04/89	35,0 - 14/82	33,4 - 01/84	32,6 - 04/87	33,2 - xx/77	31,8 - 31/87	30,7 - 10/87	32,0 - 02/83	34,1 - 30/74	34,1	34,2 - 31/88	38,0 - 13/01/82
Temperatura Mínima Absoluta (°C)	18,8 - 13/84	19,1 - 25/76	17,4 - 24/79	17,8 - 29/82	18,0 - 28/81	11,3 - 16/80	16,0 - 15/76	15,9 - 17/76	16,0 - 04/81	17,4 - 03/74	18,2 - 22/78	17,9 - 01/74	11,3 - 16/06/80
Precipitação Total (mm)	74,8	111,0	191,0	312,6	340,7	298,3	325,1	179,0	148,4	72,7	51,9	62,1	2167,7
Precipitação - Altura Máx em 24h (mm)	100,1 - 31/66	152,2 - 20/85	200,5 - 03/79	407,6 - 28/79	149,7 - 02/77	137,4 - 27/77	185,6 - 12/89	91,3 - 26/68	109,3 - 29/78	90,3 - 16/77	140,4 - 22/86	89,2 - 21/89	407,6 - 28/04/79
Umidade Relativa (%)	75,4	76,6	78,3	81,5	82,6	79,6	82,1	79,5	77,2	76,0	74,7	75,8	78,3
Insolação total (horas e décimos)	254,2	225,7	203,0	179,4	191,8	178,6	176,0	205,2	204,6	252,4	274,7	264,2	2609,7
Nebulosidade (0-10)	5,9	6,0	6,3	6,8	6,8	6,8	6,8	6,3	6,2	5,5	5,5	5,6	6,2

■ Valores máximos ■ Valores mínimos

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, período: 1961-1990

Estando sob a influência dos ventos alísios de sudeste (velocidade fraca a moderada, na maior parte do ano) e os ventos de retorno do Nordeste (janeiro, fevereiro e março), Maceió, possui o valor médio mensal, da velocidade do vento, de 2,8m/s, podendo chegar a valores absolutos mais intensos de 10m/s na direção Nordeste.

3.2. Etapas Metodológicas

Neste item, serão descritos as etapas seguidas para a realização do trabalho, com a caracterização dos procedimentos adotados.

3.2.1. Elaboração do questionário

Para a pesquisa de campo foi necessária a elaboração de um questionário com perguntas envolvendo a sensação térmica preferida pelos usuários de acordo com as condições térmicas locais.

A Norma ISO 10551/95 adota três perguntas básicas para avaliar o grau de satisfação das pessoas com as condições térmicas do ambiente, como mostram os itens a, b e c, e em conjunto com o modelo de questionário de conforto e aceitabilidade térmica adaptado de Brager e de Dear (2001), modelo original cedido pelo autor, foi elaborado o questionário utilizado no trabalho de campo, como mostra o Quadro 1.

a - “Com relação à sua sensação térmica, como você está se sentindo neste momento?”

b - “De que maneira você se encontra nesse momento?”

c - “Como você preferia está se sentindo agora?”

A partir da Norma ISO 9920/95, foi elaborada uma tabela contendo tipos de vestimentas, permitindo fazer diferentes combinações de acordo com a vestimenta utilizada pelo entrevistado, assim como a possível retirada ou sobreposição de alguma peça de roupa durante o monitoramento.

Fizeram parte também, informações pessoais como, sexo, idade e altura, com a intenção de investigar a possível disparidade entre as preferências de acordo com a variação destes itens.

Os questionários foram respondidos pelos usuários, pelo menos, meia hora após a sua chegada ao ambiente para que atividades anteriormente praticadas não influíssem na resposta ao questionário para as condições que os mesmos encontrar-se-iam expostos posteriormente.

Dessa forma, os usuários que não participavam integralmente do período de medição, por atraso a aula ou por sair antes do término da mesma, tinham suas respostas descartadas para que as mesmas não configurassem erros na análise final dos dados monitorados.

Os usuários responderam aos questionários (Quadro 1) ao mesmo tempo em que eram registrados os dados através dos equipamentos adotados no trabalho, como será visto adiante. Os usuários eram identificados na sala por numeração prescrita no próprio questionário de acordo com a distribuição dos mesmos pelo ambiente.

Cada usuário respondeu ao questionário cinco vezes em um intervalo de 20 minutos entre as respostas. Após o término de cada período de medição, as respostas eram repassadas para planilhas, de maneira a facilitar a análise posterior dos dados.

AVALIAÇÃO DE CONFORTO E ACEITABILIDADE TÉRMICA

Idade: _____ Altura: _____ Peso: _____ Sexo: F ___ M ___ Data: _____

1. Com relação a sua sensação térmica: Como você está se sentindo neste momento?

Com muito frio	Com frio	Levemente com frio	Neutro	Levemente com calor	Com calor	Com muito calor

2. De que maneira você se encontra neste momento?

Inaceitável					
Aceitável					

3. Como você preferia estar se sentindo neste momento?

Mais aquecido					
Assim mesmo					
Mais resfriado					

4. Em relação ao movimento do ar, qual é a sua sensação neste momento?

Inaceitável					
Aceitável					

5. Em relação ao movimento do ar, como você gostaria de estar neste momento?

Maior movimento do ar					
Assim mesmo					
Menor movimento do ar					

6. Quando você utiliza o ar-condicionado como estratégia de conforto térmico?

Em casa, no quarto		No carro	
Em casa		No trabalho	
Não utiliza		Outros	

7. Qual atividade você está desenvolvendo?

Sentado					
Sentado, escrevendo					
Em pé, desenhando					
Andando					

8. Qual roupa você está usando?

Roupa de baixo	Calcinha	Calcinha e sutiã	Cueca	Camiseta	Camisa manga longa
Camisetas e blusas	Manga curta	Fina, longa	Normal, longa	Flanela, manga	Blusa fina, longa
Calças	Bermuda	Calça fina	Calça normal	Calça flanela	Macacão
Saias e vestidos	Saia curta	Saia média	Saia longa	Vestido manga curta	Vestido manga longa
Sapatos e meias	Sandálias	Sapato	Botas	Meia fina	Meia grossa
Diversos	Casaco	Jaqueta	Suéter	Colete	

Quadro 1 – Modelo do Questionário de conforto e aceitabilidade térmica adotado

Fonte: Adaptado de Brager e de Dear (2001) – modelo original cedido pelo autor

3.2.2. Seleção das Ferramentas de Monitoramento

Anteriormente ao procedimento da coleta de dados, foi realizado um treinamento com as ferramentas de medição das variáveis envolvidas na sensação de conforto. Tais ferramentas foram: 1- estação microclimática (BABUC-A – LSI - Laboratori di Strumentazione Industriali – Itália), 2- termo anemômetro de fio quente (VelociCheck – TSI), 3- registradores micro processados (HOBO H08, Onset) 4- medidor de temperatura superficial (MT-350 - Minipa), (Figura 20), que terão suas características descritas a seguir.



1- Estação microclimática (BABUC – A)



2 – termo anemômetro



3- Registradores micro processados (HOBO)



4 –Medidor de temperatura superficial

Figura 20 – Fotos dos equipamentos utilizados na medição

1 - Estação microclimática (BABUC – A)

Este equipamento compõe-se de equipamentos como psicrômetro aspirado, termômetro de globo e anemômetro de fio quente, que se conectam a um dispositivo registrador de dados – *data logger* -, que pode ser conectado ao computador através de um cabo serial, permitindo a visualização e manipulação de dados através dos programas computacionais, que acompanham o equipamento. Na Tabela 6, estão dispostas as especificações do equipamento.

Tabela 6 – Especificações da Estação Microclimática

Código	<i>BSA012</i>
Modelo	<i>BABUC/A</i>
Descrição	Multi-datalogger com 11 entradas Dados de saída: RS232-DCE (RS485 opt.) EEPROM memória: 64k (128,256 kB opt.) Conversor A/D: 12 bit Condições de operação: 0-50°C
Dimensões do instrumento	222 x 129 x 41 mm

2 – Termo anemômetro

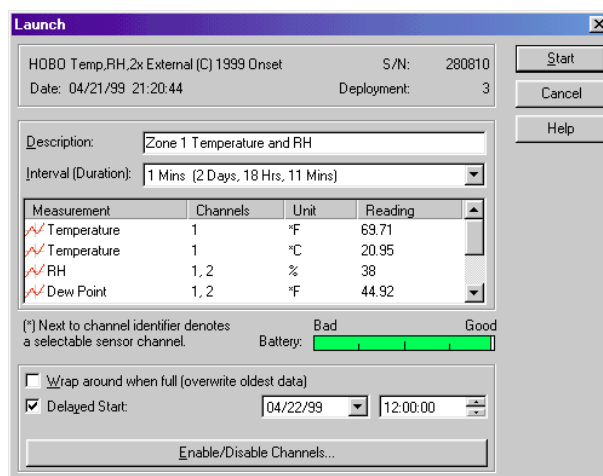
Instrumento utilizado para medição da velocidade do ar, bastante sensível a baixas velocidades, inclusive àquelas resultantes de movimentos unidirecionais, como agitação do ar (SALIBA, 2000). O equipamento utilizado possui as especificações, apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 – Especificações Termo anemômetro

Faixa de temperatura de operação	<i>Instrumento: 0°C a 60°C</i> <i>Sensor: -34°C a +93°C</i>
Velocidade	<i>Amplitude de medição: 0.13 a 10.00 m/s</i> <i>Precisão 5% da leitura ou 0.03 m/s</i> <i>a que for maior</i> <i>Resolução: 0.01 m/s</i> <i>* compensação de temperature dentro da faixa de 0°C to 50°C</i>
Baterias	Quatro AA, alcalina ou nickel-cadmium
Dimensões do instrumento	70 x 33 x 132 mm

3- Registradores micro processados (HOBO)

O data logger HOBO, é um registrador de umidade, temperatura e iluminação, que calibra seus dados através do programa BoxCar Pro 4.0 (Figuras 21 e 22), meio pelo qual os dados podem ser visualizados e trabalhados estatisticamente. Foi utilizado na pesquisa tendo em vista garantir a calibragem dos resultados entre o armazenador na estação microclimática e esses registradores microprocessados.

**Figura 21: Imagem da tela de entrada de dados da Interface do BoxCar Pro 4.0**

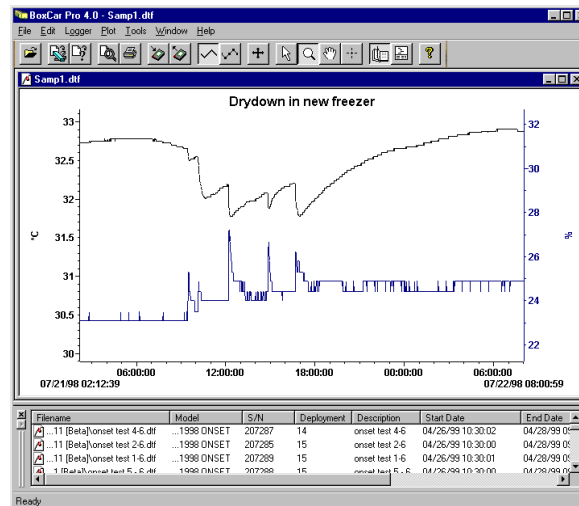


Figura 22: Imagem da tela de visualização dos dados da Interface do BoxCar Pro 4.0

Os Registradores Microprocessados (HOBOS), podem ser manuseados com bastante facilidade devido às suas pequenas dimensões, além de poder ser carregado e descarregado para análise de resultados em qualquer computador que possua o software BoxCar Pro 4.0 (Figura 23)



Figura 23: Conexão do equipamento ao computador

O BoxCar Pro 4.0 é um software que lança os dados armazenados pelos HOBOS no computador. Estes dados podem ser trabalhados, exportados, analisados e representados graficamente. Através deste software os HOBOS são programados para os dias/horas/minutos a serem monitorados, de acordo com as informações desejadas (temperatura, umidade e iluminação).

4 - Medidor de temperatura superficial

Trata-se de um termômetro digital infra-vermelho de 3 ½ dígitos, com mira laser, que mede a temperatura de superfícies, possui as especificações, como mostra a Tabela 8.

Tabela 8 – Especificações Medidor de Temperatura Superficial

Taxa de amostragem	<i>300ms nominal</i>
Ambiente de Operação	<i>0° - 50°C, umidade relativa < 70%.</i>
Temperatura de armazenamento	<i>-20° - 60° C, umidade relativa < 80%, com a bateria removida do instrumento</i>
Desligamento automático	<i>Aproximadamente 10s</i>
Baterias	Padrão 9V (NEDA 1604, IEC 6F22006P)
Especificações do laser	Classificação de segurança: Classe II Comprimento de Onda: Vermelho (630 – 670nm) Distância de operação: 0,60 – 15m Potência de saída: < 1mW (Classe II)
Especificações do elétricas	Faixa de temperatura: -30°C - 550°C Precisão: ± (2°C) de -30°C – 100°C ± (2% leitura) de 101°C – 550°C Coeficiente de temperatura: ± 0.2% leitura ou ± 0.2°C Tempo de resposta: 300ms Resposta Espectral: 6 a 4 µm. Emissividade fixa: 0.95 Elemento Detetor: Termo Pilha Lente Ótica: Lente Fresnel Mira: 1 marcador Laser < 1mW (Classe II) Campo de Visão: 100mmØ à 1000mm de distância (10:1)
Dimensões do instrumento	148(A) x 105 (L) x 42 (P) mm

3.2.3. Ambientes monitorados

Antes da etapa experimental foi realizado um estudo piloto em salas de aula de escolas privadas. Devido às respostas incoerentes do público adolescente, alvo dos questionários aplicados optou-se então por ambientes universitários nos quais é dada a importância devida para a realização de pesquisas, além da maior segurança no manuseio dos equipamentos.

O estudo foi, então, realizado em salas de aula da FAU (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo), localizadas no campus da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) (Figura 24) e salas de aula do Centro de Estudos Superiores de Maceió (CESMAC) (Figura 25). Dessa forma, buscou-se obter um maior número de votos bem como mais confiabilidade nas respostas dos usuários.

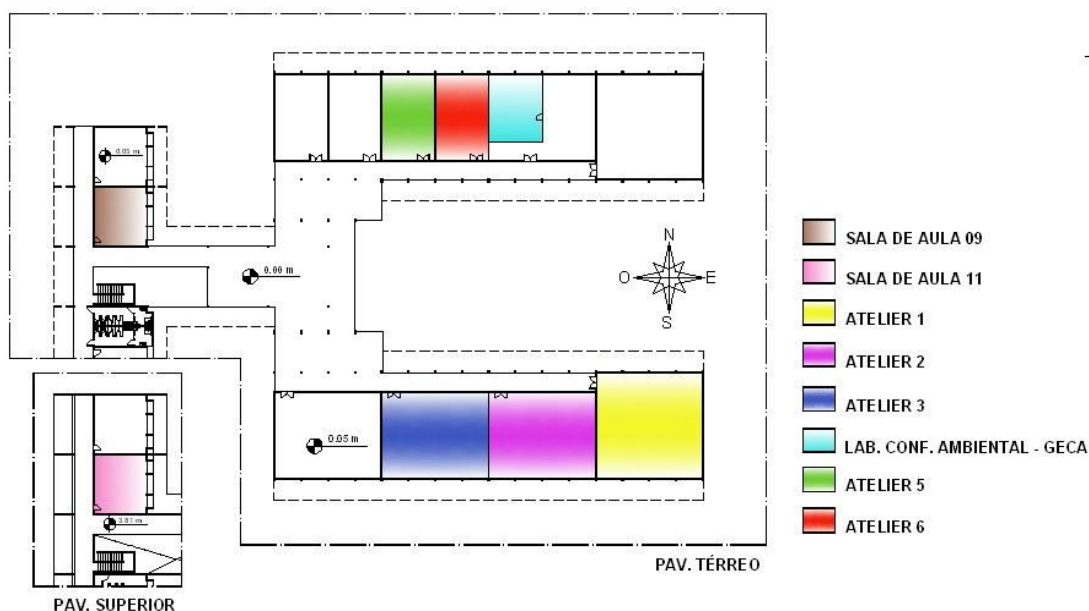


Figura 24: Planta esquemática das salas de aula monitoradas – FAU / UFAL

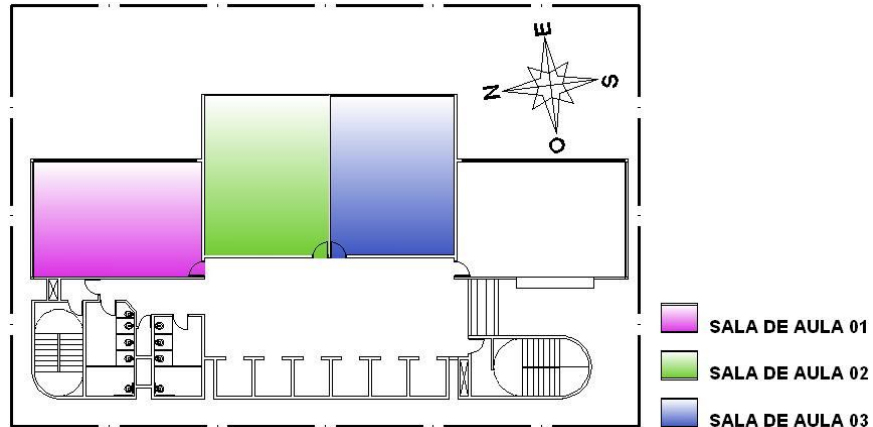


Figura 25: Planta esquemática das salas de aula monitoradas – CESMAC

As salas foram escolhidas de acordo com a disponibilidade dos professores, proporcionando uma variação de salas, refletindo positivamente na análise pela variabilidade de orientações dos ambientes.

3.2.4. Aplicação de questionários e coleta de dados

O início da coleta de dados se deu através do cadastro dos ambientes em uma ficha de medição (Quadro 2), contendo dados relativos ao dia de medição, período, local, instrumento Babuc A, condições climáticas locais verificadas e caracterizadas no próprio ambiente.

FICHA DE MEDIÇÃO					
Semana:	Dia:	Período:	CESMAC	UFAL	
Babuc					
Survey:	Horário programado		Início:	Fim:	
HOBO					
Código:	Horário programado		Início:	Fim:	
Condições climáticas					
Céu:		Vento:		Chuva:	
Ambiente					
Sala:	Pavto.:		Professor:		
Iluminação			Ventilação		
Natural:	Artificial:		Natural:	Ventiladores:	
Layout:					
Medições temperatura superficial – termômetro de infravermelho					
<i>Superfície</i>	<i>Temp.</i>	<i>Superfície</i>	<i>Temp.</i>	<i>Superfície</i>	<i>Temp.</i>
Parede		Parede		Parede	
Parede		Teto		Piso	
Ocupantes:					
Atividade predominante:					
Hora/Quest.	1°	2°	3°	4°	5°

Quadro 2 – Modelo de Ficha de Cadastro dos Ambientes Monitorados

O horário de realização dos monitoramentos variou em função do horário das disciplinas ministradas pelos professores que vinham a colaborar com as medições e, de acordo com a atividade desenvolvida pelos alunos nessas disciplinas.

As medições foram realizadas considerando a altura do plano de trabalho de 0,75m para salas de aula – FAU / UFAL e CESMAC - e 1,00m para ateliês da FAU, ambos correspondendo ao centro do corpo humano em cada uma das situações de trabalho (Figuras 26 e 27).



Figura 26: Foto mostrando a altura do plano de trabalho para salas de aula



Figura 27: Foto mostrando a altura do plano de trabalho para os ateliês

No presente estudo, não foi alvo de investigação averiguar a existência ou não de zonas de desconforto térmico local variando as alturas como recomenda a Norma ASHRAE 55a -95, portanto, apenas a altura do plano de trabalho ao nível do usuário foi considerada.

No período antecedente ao início do monitoramento, explicava-se aos usuários os objetivos da pesquisa e os procedimentos que seriam realizados durante toda a coleta dos dados, enfatizando questões como a necessidade de relatar todas as peças de vestimenta e as sensações experimentadas naquele momento. Em seguida, dava-se início a coleta de dados que era determinada pela distribuição dos usuários na sala.

Os diversos locais de medição foram locados e a sala fotografada em todas os monitoramentos. Tais procedimentos foram adotados com a finalidade de identificar possíveis pontos com características particulares, como a existência de correntes de ar ou de pontos sem circulação do vento. O registro fotográfico foi também válido para identificar algum usuário com vestimentas diferentes ao padrão dos demais colegas.

No ponto central da sala localizada a estação microclimática - BABUC, registrando dados da temperatura do ar, temperatura de globo, umidade do ar e velocidade do ar (Figura 28).



Figura 28: Foto mostrando a localização do Babuc em salas de aula monitoradas – FAU / UFAL

A localização dos usuários no ambiente foi o fator determinante na escolha dos outros pontos considerados para medições complementares da velocidade do ar. Os pontos foram identificados a partir da aglomeração de pessoas em determinados locais da sala de aula (Figura 29), e direção principal do fluxo de ar através da observação da posição das entradas e saídas do vento, procedendo às medições através do anemômetro de fio quente, nesses locais.

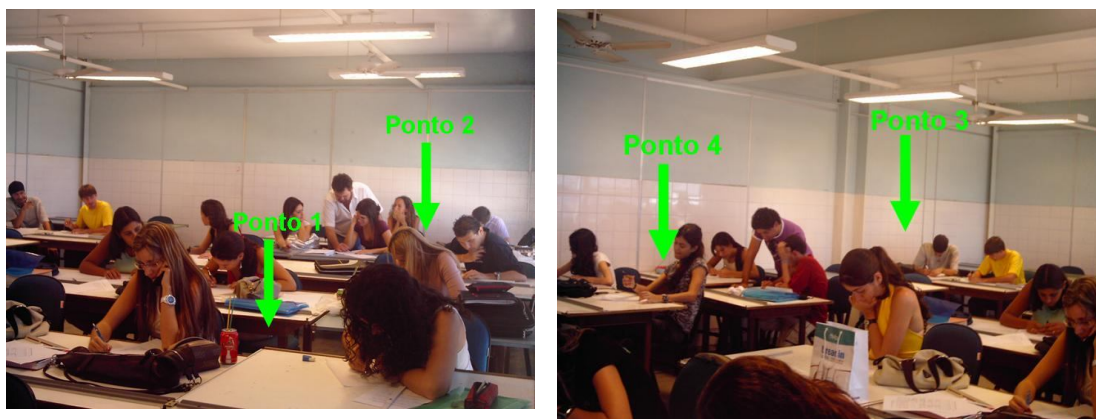


Figura 29: Fotos mostrando os pontos de medição da Velocidade do ar, medidos com anemômetro de fio quente

Enquanto os usuários respondiam aos questionários, procedia-se à medição nos demais pontos, escolhidos de forma a produzir uma amostra representativa da área ocupada dentro do ambiente. De maneira geral, buscava-se posicionar os pontos de medição próximo aos grupos distribuídos pela sala, livre de quaisquer obstáculos, em torno dos sensores. Buscava-se observar, também, as posições onde poderiam ocorrer valores extremos dos parâmetros ambientais, como próximo a janelas, paredes expostas à radiação solar, ventiladores, ou outras particularidades observadas.

3.2.5. Tabulação dos dados

A tabulação dos dados foi feita utilizando planilhas de cálculo, para a análise estatística dos mesmos.

Buscou-se a simplificação nessa etapa de análise dos dados, que engloba uma grande quantidade de informações a serem trabalhadas em conjunto com os programas adotados para a análise do grau de conforto térmico.

3.2.6. Cálculo das variáveis ambientais

Para se obter os valores da temperatura radiante média, foram calculados os dados das medições simultâneas da temperatura de globo e da velocidade do ar, de acordo com a equação 04.

$$t_r = [(t_g + 273)^4 + 2,510^8 \times V_a^{0,6} \times (t_g - t_a)]^{1/4} + 273 \text{ (}^\circ\text{C)} \quad [\text{Eq. 04}]$$

Onde:

t_r – temperatura radiante

t_g – temperatura de globo

V_a – velocidade do ar

t_a – temperatura do ar

3.2.7. Estimativa do Conforto Térmico Através dos Programas Analysis Bio e Analysis CST

A série de programas Analysis 2.0 é composta basicamente de dois módulos distintos: Bioclimatologia (Analysis 2.0 - Bio) e Conforto e Stress Térmico (Analysis 2.0 - CST). O objetivo principal dos programas é voltado a propiciar meios de análises de estratégias bioclimáticas para projeto de edificações (Analysis 2.0 - Bio) e avaliações das condições térmicas de ambientes em situações reais (Analysis 2.0 - CST). Estas análises visam o conforto térmico dos usuários de edificações, aliado ao emprego da eficiência energética

• Analysis Bio

O módulo de Bioclimatologia apresenta as estratégias de projeto mais adequadas para adaptar a edificação ao clima local, através da avaliação de dados climáticos plotados sobre uma Carta Bioclimática. Para isto utiliza-se dos conceitos de Arquitetura Bioclimática.

A partir de uma revisão bibliográfica abordando a Bioclimatologia aplicada ao projeto de edificações (Goulart et al, 1994), foi selecionada a carta bioclimática proposta por Givoni (1992). Nesta carta bioclimática, os limites máximos de conforto foram expandidos, considerando a aclimação de pessoas que vivem em países de clima quente e em desenvolvimento, sendo apropriada para fornecer estratégias bioclimáticas somente para projetos residenciais. Para prédios comerciais, este método não é apropriado, pois não considera o aumento da geração de calor interno provocado pelos equipamentos instalados, pelo tipo de ocupação e uso do edifício.

Nessa carta proposta por Givoni (1969), foi combinado o método de Watson e Labs, (1983), que usa os dados climáticos das 8760 horas de um ano típico (TRY). O programa permite plotar os dados de temperatura e umidade do ar sobre a carta com a finalidade de visualizar a distribuição dos dados climáticos ao longo do ano (utilizando-se o ano TRY), além de calcular a porcentagem de horas do ano em que cada estratégia bioclimática é mais apropriada. O programa também utiliza dados de Normais Climatológicas.

Através do programa Analysis Bio (Figura 30), foram plotados os dados de temperatura e umidade do ar, medidos nas salas de aula, a fim de compará-los de acordo com as zonas propostas na Carta Bioclimática de Givoni.

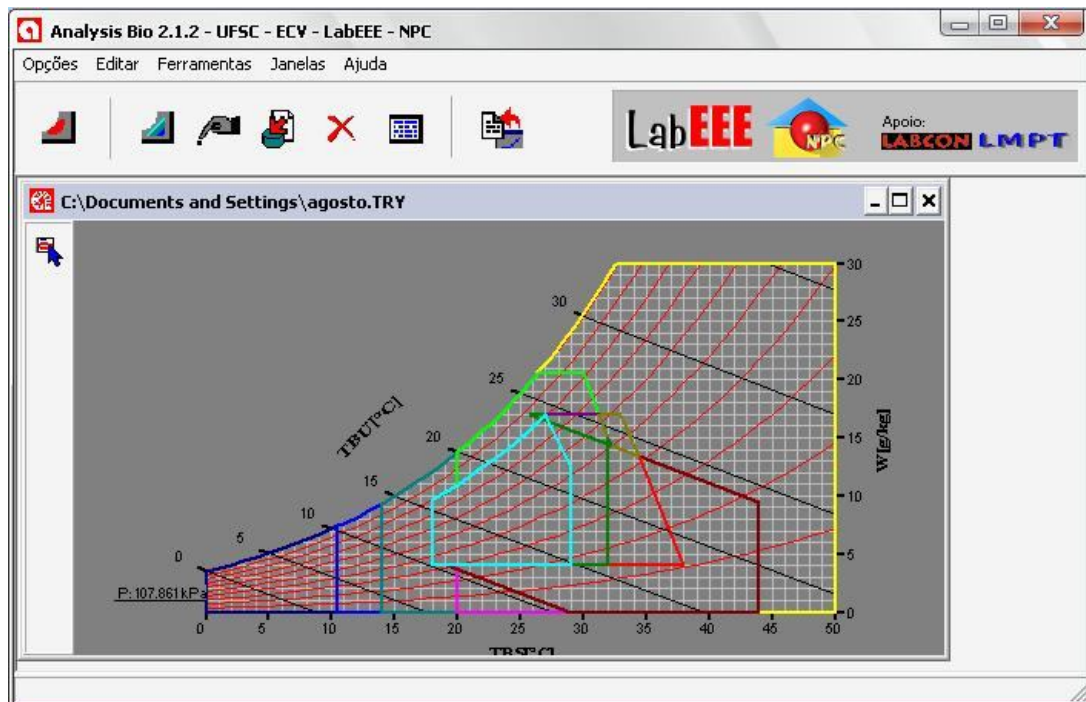


Figura 30: Imagem da Tela do software Analysis Bio

• Analysis CST

De acordo com os dados de vestimenta registrados pelos usuários nos questionários, foi possível fazer a conversão de tais dados em *clo* utilizando-se o programa Analysis CST. De maneira a facilitar tal conversão, os itens referentes à vestimenta do questionário proposto seguiam a variedade oferecida pelo referido software (Figura 31).

The screenshot shows the 'Análise De Conforto Térmico' software interface. It features a top navigation bar with tabs for 'Vestimentas ISO 7730 1994', 'Atividades ISO 7730 1994', and 'Ambiente'. Below this, there are two main sections: 'Trajes' and 'Peça a Peça'. The 'Peça a Peça' section is divided into several categories of clothing items, each with a checkbox for selection:

- Roupa de Baixo:** Calcinha, Cuecão, Singlet, Camiseta, Camisa manga longa, Calcinha e sutiã.
- Calças:** Bermudas, Calça tecido fino, Calça normal, Calça de flanela.
- Suéteres:** Colete, Suéter fino, Suéter, Suéter grosso.
- c/ Isolante, em fibra:** Macacão, Calças, Jaquetas, Colete.
- Camisas e Blusas:** Manga curta, Fina, manga longa, Normal, manga longa, Camisa de flanela, manga longa, Blusa fina, manga longa.
- Saias e Vestidos:** Saia fina(Verão), Saia grossa(Inverno), Vestido fino, mangas curtas, Vestido de inverno, mangas longas, Macacão.
- Jaquetas:** Jaqueta fina de verão, Jaqueta, Avental.
- p/ amb. abertos:** Casaco, Jaquetas, Parka, Macacão em fibra.
- Diversos:** Meias, Meia curta, grossa, Meia longa, grossa, Meia calça de Nylon, Sapato(Sola fina), Sapato sola grossa, Botas, Luvas.

At the bottom, there are three input sections: 'Vestimenta' (with a dropdown for 'Peça a Peça' and a value field in [clo]), 'Atividade' (with a value field in [W/m²] and a unit selection dropdown for [met]), and 'Ambiente' (with fields for Temp. Ar [C], T. Globo [C], T. Méd. Ext. Mensal [C], Veloc. do Ar [m/s], P. de Vapor [Pa], and Pressão Bar. [kPa], with a fixed value of 101.325). Below these are buttons for 'Gerar Relatório', 'Novo', 'Dados Via Arquivo', and 'Sair'.

Figura 31: Imagem da Tela *software* Analysis CST

O módulo Analysis CST é subdividido em duas áreas distintas de estudos: Conforto térmico e stress térmico. As análises referentes ao conforto térmico estão baseadas nos dizeres e algoritmos constantes nas seguintes normas:

- ISO 7730/94 - Moderate thermal environments - Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort.
- ASHRAE Standart 55/92 - Thermal environment conditions for human occupancy.
- ISO-DIS 7726/96 - Ergonomics of the thermal environment Instruments for measuring physical quantities.

As taxas metabólicas e o isolamento térmico também podem ser determinadas, além das tabelas constantes na ISO 7730/74, através de tabelas constantes nas normas complementares seguintes:

- ISO 8996/90 - Ergonomics - Determination of metabolic heat production.

- ISO 9920/95 - Ergonomics of the thermal environment - Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble.
- ASHRAE Fundamentals - 1997 - Thermal Comfort.

O programa oferece a opção de inserir os dados das variáveis ambientais e pessoais de forma manual, dando a possibilidade de variar a entrada de tais valores. A saída de dados se dá através de relatórios, possibilitando o fácil acesso e/ou armazenagem dos mesmos, além da geração direta de gráficos referentes aos índices de conforto e parâmetros das trocas térmicas.



4. Apresentação e Discussão dos Dados

Este capítulo apresenta os dados obtidos nas medições realizadas, assim como valores de variáveis calculadas, de forma a compará-los e discuti-los entre si. A seção está dividida em três partes: a primeira apresenta as variáveis ambientais monitoradas; a segunda parte aborda a influência das variáveis pessoais ou psicofisiológicas e por fim a terceira parte trata das respostas dadas pelos usuários.

A medição foi realizada no mês de agosto, onde se encontram as temperaturas mais baixas do inverno na cidade de Maceió/AL. Focando, com especial interesse, o limite inferior da zona de conforto térmico, este trabalho avaliou o comportamento e aceitabilidade térmica dos usuários de um ambiente real para as condições de inverno na região de clima quente e úmido.

4.1. Variáveis Ambientais

A pesquisa de opinião junto aos usuários dos ambientes de salas de aula foi realizada simultaneamente às medições das variáveis físico-ambientais e as respostas dos indivíduos, baseadas na sensação térmica no momento da medição. A amostra pesquisada foi de 217 indivíduos, tendo sido realizados 15 monitoramentos de campo em agosto de 2007 (Tabela 9).

Tabela 9 – Monitoramentos mês de agosto – 2007

Monitoramentos	Semana	Data	Período (h)	Indivíduos	Votos
1	1	21/8/2007	13:35/15:00	22	110
2	1	21/8/2007	15:23/16:43	9	45
3	1	22/8/2007	15:40/17:00	19	95
4	1	22/8/2007	18:30/20:00	5	25
5	1	23/8/2007	9:20/10:41	4	20
6	1	23/8/2007	14:05/14:50	17	85
7	1	24/8/2007	9:40/11:00	14	70
8	2	28/8/2007	9:35/10:55	18	90
9	2	28/8/2007	14:20/15:35	27	135
10	2	29/8/2007	13:35/15:05	12	60
11	2	29/8/2007	13:41/15:01	21	105
12	2	29/8/2007	18:55/20:05	8	40
13	2	30/8/2007	14:02/15:22	14	70
14	2	30/8/2007	18:54/19:14	15	75
15	2	31/8/2007	9:25/10:55	12	60
Total				217	1085

Os valores das variáveis ambientais medidas durante o processo de monitoramento, foram trabalhados e formatados a partir da distribuição e frequência dos mesmos. Dessa forma, identificou-se o comportamento de tais variáveis, bem como o reconhecimento dos valores mínimos, médios e máximos.

Os dados ambientais monitorados encontram-se nas Figuras 32 a 38, onde se apresentam: Temperatura do ar, Temperatura de globo, Umidade do ar, Velocidade média do ar e a relação estabelecida entre a velocidade do ar e sua frequência no período monitorado, como será visto a seguir.

A Temperatura do ar média foi de 25,23 °C, sendo os valores máximos e mínimos de 26,34 °C e 24 °C, respectivamente (Figura 32). Dessa forma, pode-se estabelecer um intervalo de temperatura do ar, de acordo com o monitoramento, entre 24,50°C e 26,50°C.

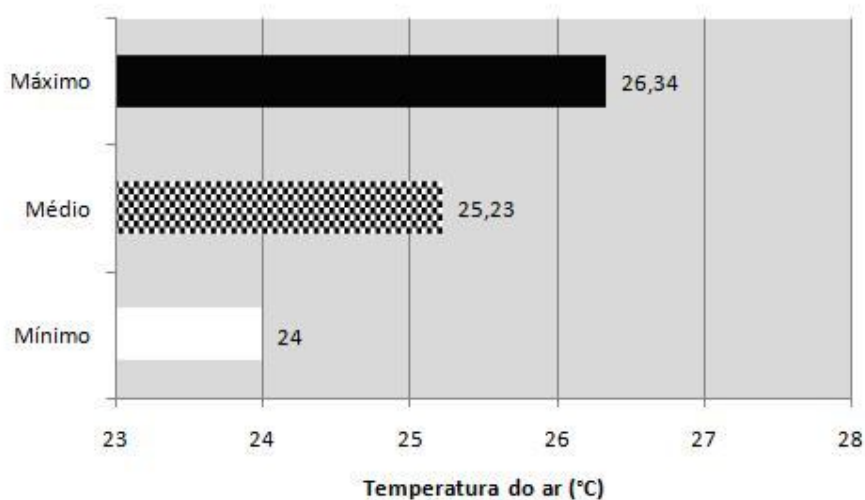


Figura 32: Gráfico da Temperatura do ar monitorada

Fonte: Dados coletados

Para a temperatura de globo, o valor médio resultante foi de 26,37 °C, sendo a valor máximo de 28,32 °C e o valor mínimo de 24,85 °C (Figura 33).

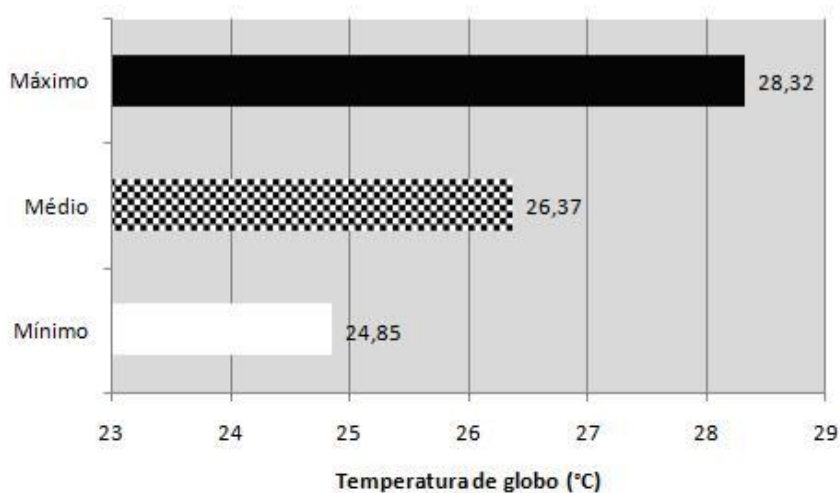


Figura 33: Gráfico da Temperatura de globo monitorada

Fonte: Dados coletados

Os valores referentes à temperatura radiante média foram obtidos através do cruzamento de dados das medições da temperatura do ar, temperatura de globo e da velocidade do ar, calculados através da Equação 04, apresentada no item 3.2.6., da Metodologia.

Dessa forma, como valor médio resultante dos cálculos, obteve-se 27,22°C de Temperatura radiante média, sendo os valores máximos e mínimos calculados de 30,68°C e 25,23°C (Figura 34).

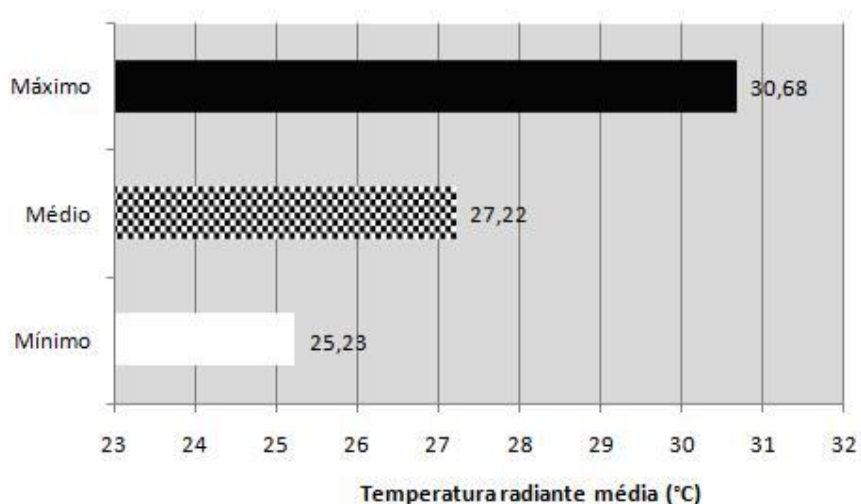


Figura 34: Gráfico da Temperatura radiante média

Fonte: Dados coletados

Para a umidade relativa do ar, o valor médio resultante das medições foi de 66% de umidade relativa, sendo os valores máximos e mínimos registrados de 75,21% e 55,16% (Figura 35).

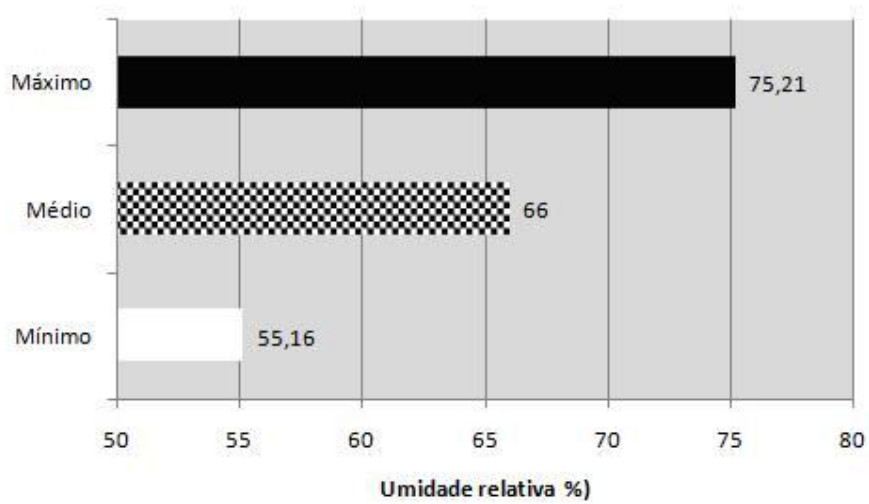


Figura 35: Gráfico da Umidade relativa do ar monitorada

Fonte: Dados coletados

As variações apresentadas nos valores obtidos da velocidade do ar apresentam uma escala que variou de 0,00m/s, valor mínimo, a 1,57m/s, valor máximo, assumindo como valor mediano 0,21m/s (Figura 36).

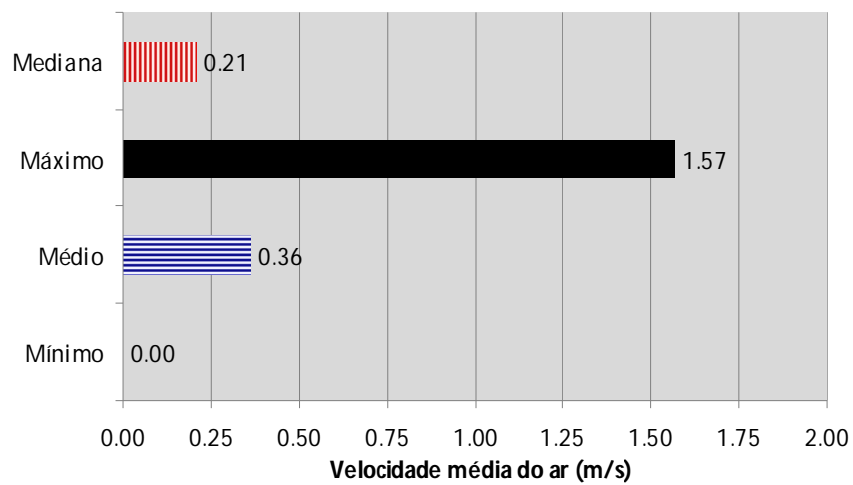


Figura 36: Gráfico da Velocidade média do ar monitorada

Fonte: Dados coletados

Tal variação pode ser também ilustrada sob o ponto de vista da frequência de ocorrência dos valores numéricos registrados para a velocidade do ar. Os valores foram separados por cinco faixas de velocidades, adotando valores inferiores a 0,25 m/s até assumir valor máximo de 1,57 m/s. Através do gráfico da Figura 33, observa-se que os valores mais constantes nos ambientes monitorados são os que variam 0 até 0,25 m/s, com 48,88%, e na faixa entre 0,25 – 0,50 m/s, com 23,51%. (Figura 37).

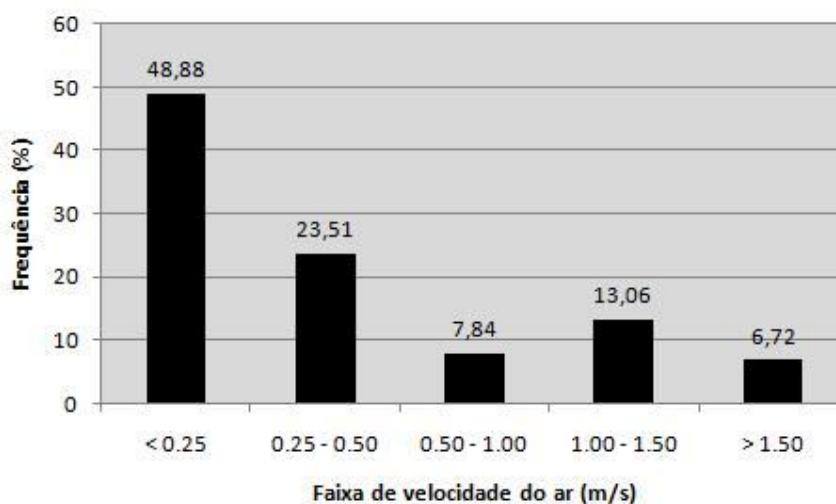


Figura 37: Gráfico da distribuição de frequência da velocidade do ar

Fonte: Dados coletados

Para complementar o estudo da preferência dos usuários em relação ao movimento do ar, a Figura 38, mostra a frequência dos valores da velocidade do ar, de acordo com o intervalo estabelecido entre as temperaturas do ar registradas.

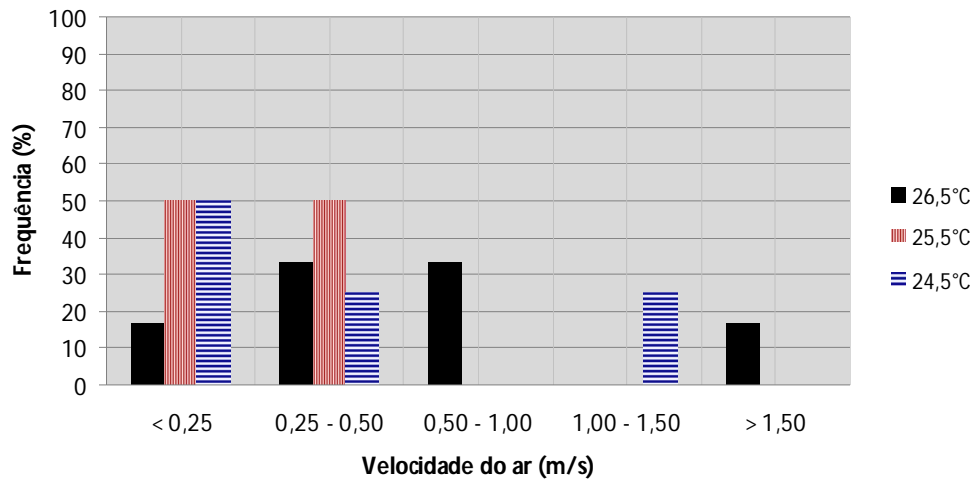


Figura 38: Gráfico da frequência da velocidade do ar pela temperatura

Fonte: Dados coletados

De acordo com os valores referentes à média da velocidade do ar apresentados na Figura 38, vê-se que para os dias com temperaturas em torno de 25,5°C as velocidades médias registradas foram, em média, de até 0,5 m/s enquanto que para as temperaturas em torno de 24,5 e 26,5°C a velocidade média do ar atingiu valores maiores ou até 1,5 m/s.

Os monitoramentos da velocidade do ar foram divididos em pontos distribuídos nos ambientes, que variavam com a distribuição dos usuários pela mesma. De maneira a padronizar os pontos de medição da velocidade do ar, além do ponto fixo sendo registrado pela estação microclimática (BABUC), foram selecionados até quatro pontos nas salas, tendo sido este número máximo, suficientes para medir todas as situações decorrentes da distribuição espontânea dos usuários pelo ambiente, que pôde ser de até um ponto no ambiente, devido a aglomeração dos usuários de acordo com a atividade desenvolvida em sala de aula pelos professores.

Os pontos seguiam a seguinte distinção: P1 – próximo a porta; P2 – ponto subsequente a P1, próximo a parede com janelas; P3 – seguindo a seqüência, posterior a P2, também

próximo a parede com janelas e por fim P4 – ponto distante da porta e distante da parede com janelas, como podem ser visualizados nas Figuras de 39 a 53. A legenda informa que os pontos assinalados com retângulo referem-se àqueles onde se localizam os dataloggers BABUC e os pontos representados por um círculo, referem-se aos locais de medição com o anemômetro de fio quente. Em cada ambiente medido, o número de pontos foram determinados em função das características das salas de aula.

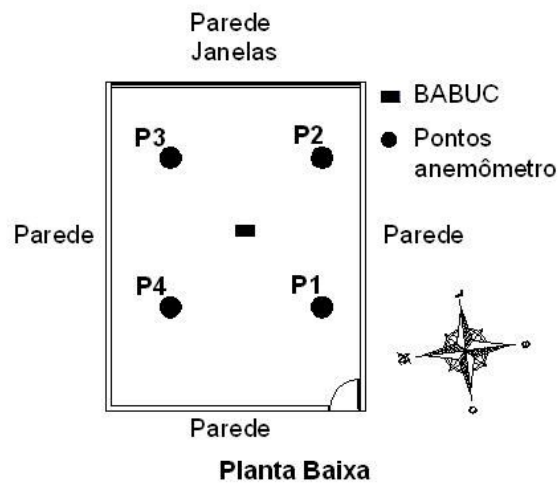


Figura 39 - Medição 1 - 20/08 – Sala de aula 2 (CESMAC)

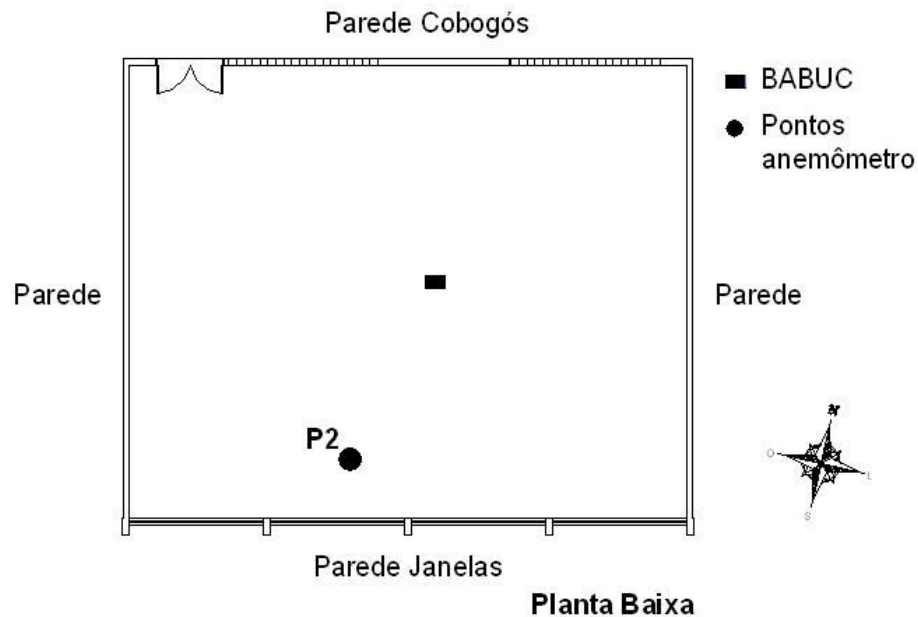


Figura 40- Medição 2 - 21/08 – Atelier 3 (UFAL)

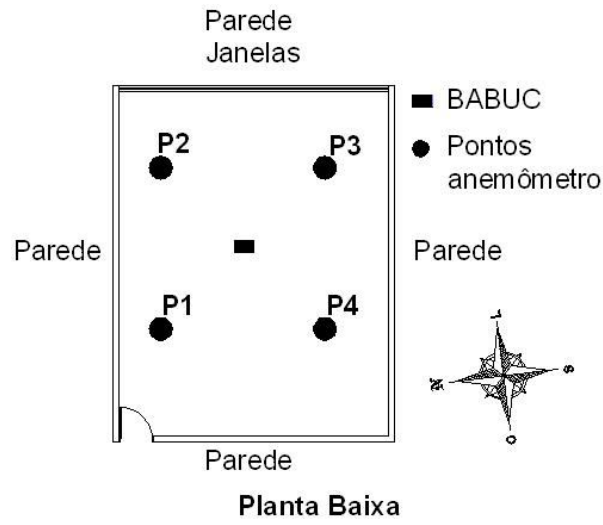


Figura 41 – Medição 3 - 22/08 – Sala de aula 3 (CESMAC)

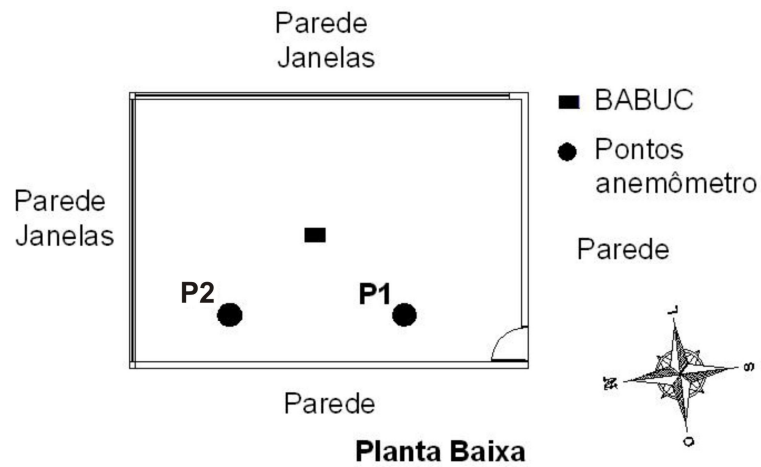


Figura 42 – Medição 4 - 22/08 – Sala de aula 1 (CESMAC)

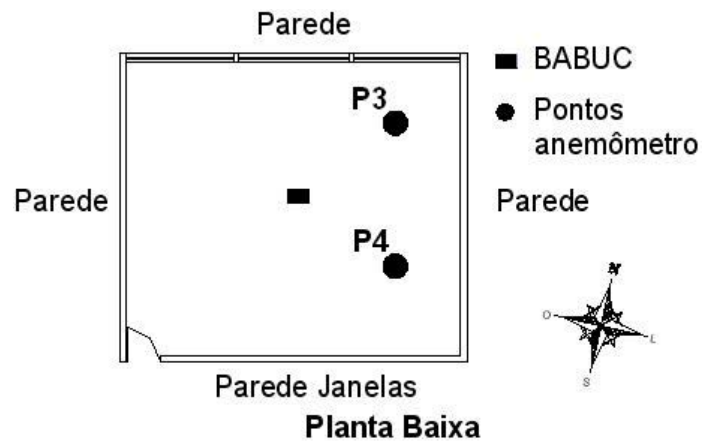


Figura 43 – Medição 5 - 23/08 – Sala de aula DEHA (UFAL)

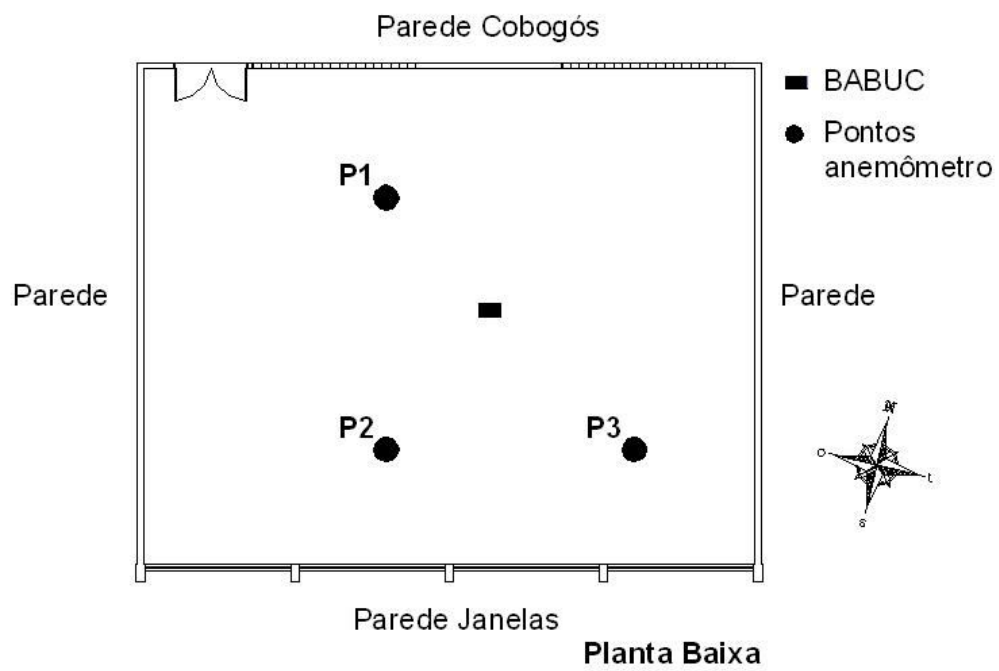


Figura 44– Medição 6 - 23/08 - Atelier 2 (UFAL)

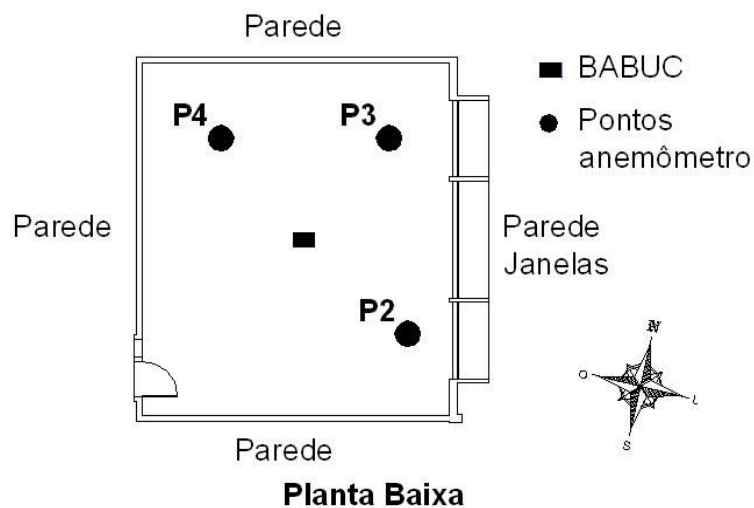


Figura 45 – Medição 7 - 24/08 – Sala de aula (UFAL)

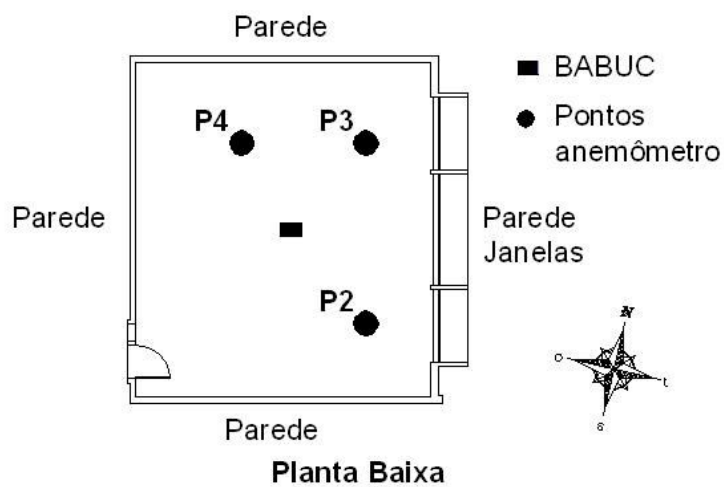


Figura 46 – Medição 8 - 28/08 – Sala de aula (UFAL)

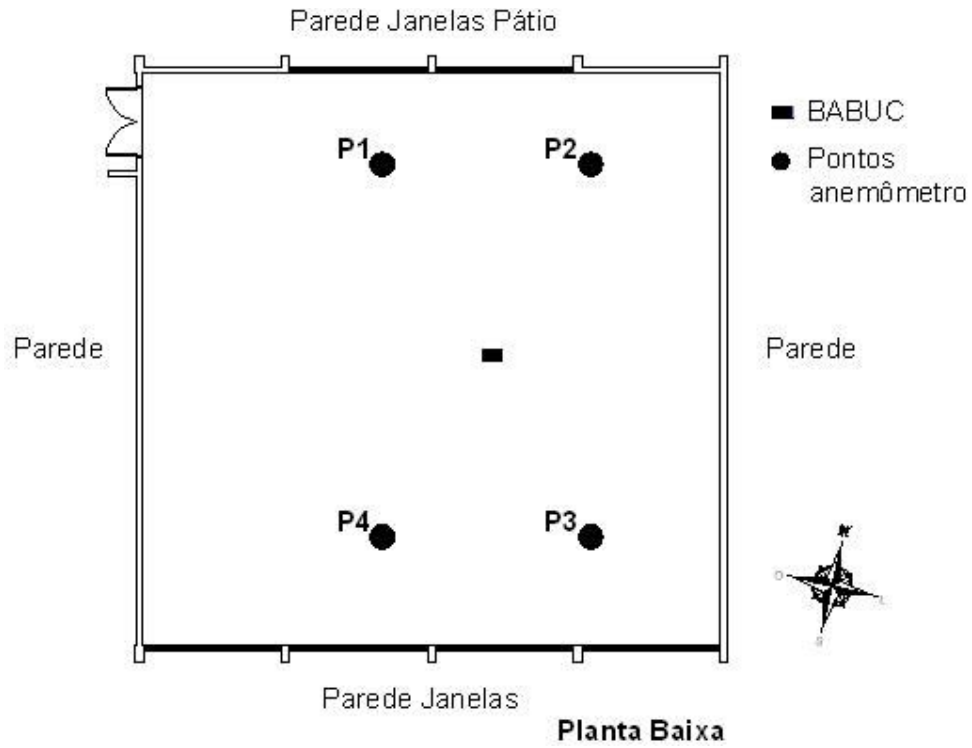


Figura 47 – Medição 9 - 28/08 - Atelier 3 (UFAL)

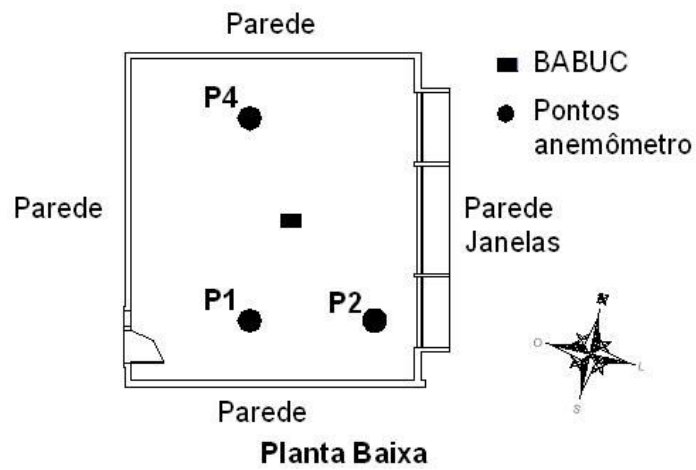


Figura 48 – Medição 10 - 29/08 – Sala de aula (UFAL)

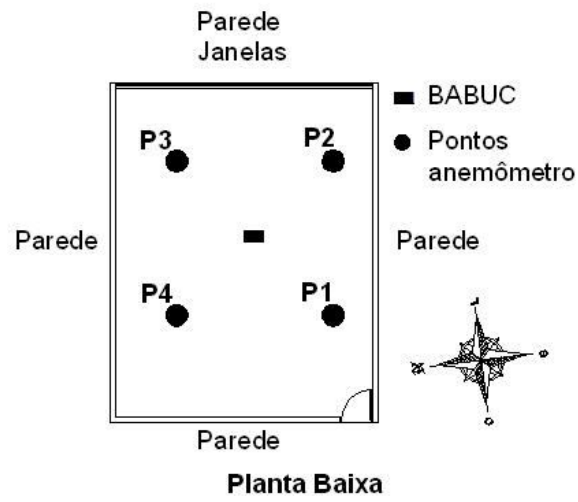


Figura 49 – Medição 11 - 29/08 – Sala de aula 2 (CESMAC)

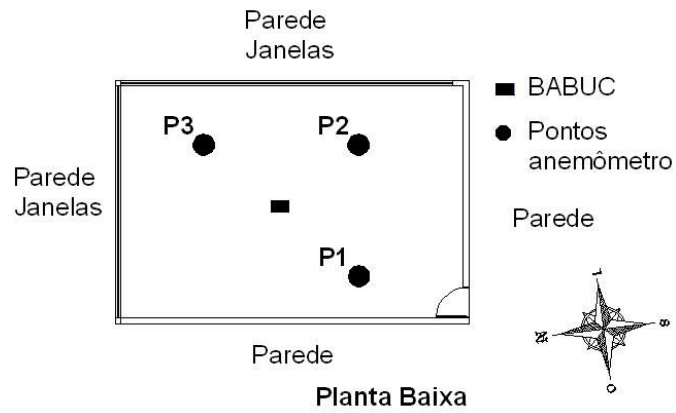


Figura 50 – Medição 12 - 29/08 – Sala de aula 1 (CESMAC)

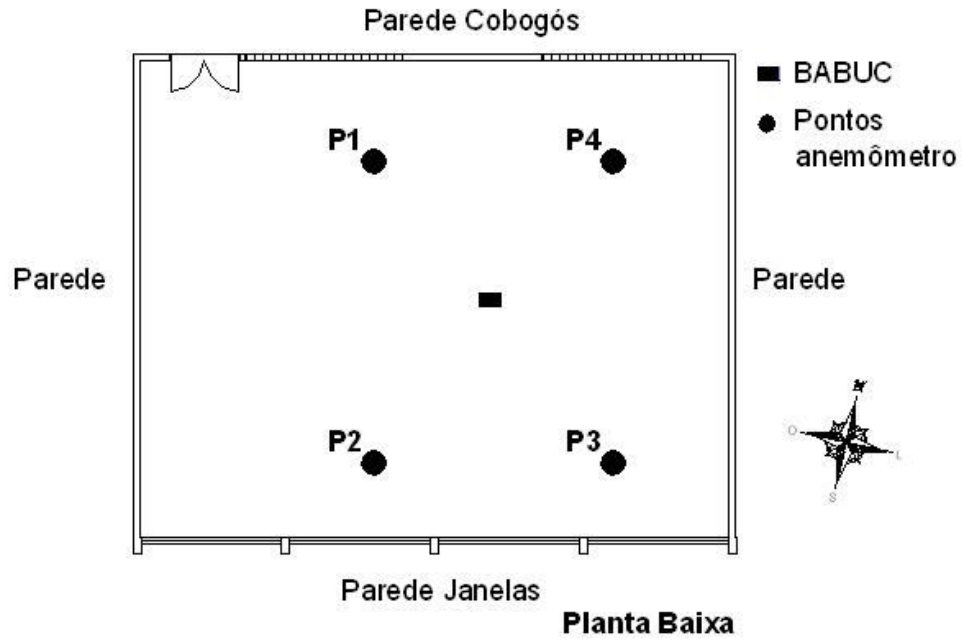


Figura 51 – Medição 13 - 30/08 - Atelier 3 (UFAL)

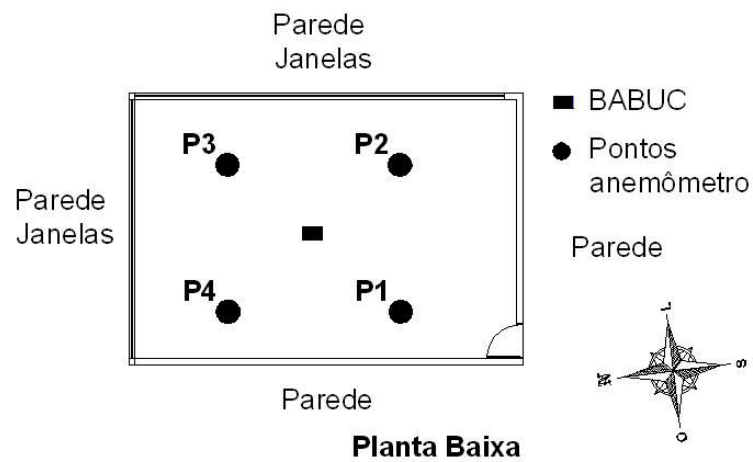


Figura 52 – Medição 14 - 30/08 – Sala de aula 1 (CESMAC)

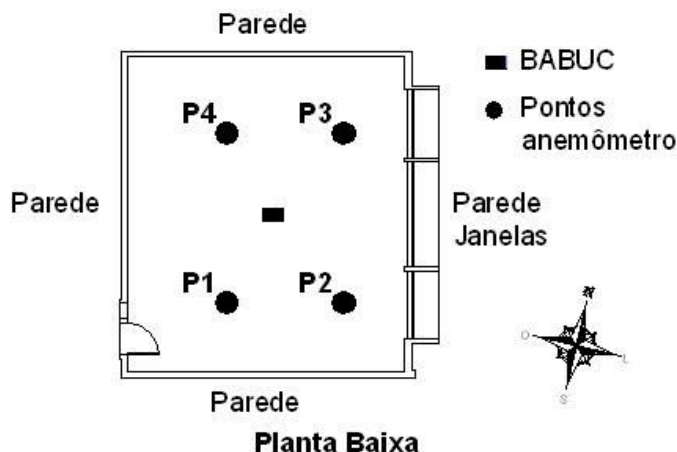


Figura 53 – Medição 15 - 31/08 – Sala de aula (UFAL)

A Tabela 10 apresenta um resumo geral da velocidade do ar, a partir das subdivisões das salas de aula, resultantes nos pontos P1, P2, P3 e P4, como vistos nas Figuras de 39 a 53.

Tabela 10 – Valores das velocidades do ar em P1, P2, P3 e P4 em todas as salas monitoradas

		Monitoramentos														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
P1	0,75	—	0,53	0,18	—	0,06	—	—	0,17	0,58	1,57	0,02	0,26	0,02	0,08	
P2	0,24	0,23	0,01	0,06	—	0,34	0,06	0,06	0,14	0,26	0,28	0,07	0,42	0,22	0,10	
P3	0,20	—	0,0	—	0,04	0,17	0,11	0,41	0,23	—	0,26	0,04	0,22	0,04	0,13	
P4	0,19	—	0,0	—	0,08	—	0,08	0,17	0,18	0,23	0,19	—	0,16	0,0	0,05	

Pela Tabela 10, podem-se verificar pontos com velocidades do ar muito baixas, variando de 0,00 a 0,07 m/s, sendo nas demais medições registrada uma variação entre 0,1 a 0,75 m/s, chegando a atingir em um único ponto (P1 – medição 11) o valor máximo monitorado, 1,57 m/s.

• Representação diagramática dos parâmetros ambientais monitorados

A Tabela 11 mostra a tabulação dos parâmetros de conforto térmico para as variáveis ambientais estudadas, com destaque para as máximas e mínimas.

Tabela 11 - Variáveis ambientais estudadas

Medição	TBS (°C)	TBU (°C)	Umidade (%)	Temp. Globo (°C)	Tr (°C)	To (°C)	¹ V _{ar} (m/s)
1	26,34	23,54	63,90	24,90	25,32	24,70	0,19 – 0,75
2	24,00	21,00	69,64	25,62	26,04	25,42	0,23 – 1,19
3	25,60	22,80	68,20	27,63	30,68	27,33	0,00 – 0,53
4	24,79	21,59	73,30	28,32	29,30	28,25	0,06 – 0,18
5	24,65	21,45	71,16	26,49	27,04	26,43	0,04 – 0,08
6	26,02	23,22	64,22	25,40	26,02	25,25	0,06 – 0,34
7	25,72	22,92	65	27,27	28,14	27,12	0,07 – 0,17
8	25,88	23,08	55,16	26,49	27,36	26,34	0,06 - 0,41
9	25,56	22,76	57,20	26,49	27,24	26,30	0,14 – 0,23
10	25,78	22,98	59,47	24,94	26,80	24,92	0,23 – 0,58
11	25,69	22,89	59,98	25,66	26,03	25,37	0,19 – 1,57
12	24,19	21,30	68,56	26,67	27,82	26,55	0,02 – 0,07
13	24,16	21,00	75,21	26,60	26,92	26,35	0,02 – 0,90
14	25,95	23,15	67,78	25,20	25,74	25,16	0,00 – 0,22
15	24,15	21,25	72,31	24,85	25,23	24,73	0,05 – 0,13

Para uma melhor visualização e utilização dos dados colhidos nas pesquisas de campo, optou-se por apresentar os parâmetros de conforto térmico para as variáveis constantes do diagrama psicrométrico, (Figura 54 – Polígono de Conforto resultante das variáveis ambientais estudadas).

¹ V_{ar} (m/s) – Variável apresentada pelo intervalo entre o ponto com menor velocidade média e aquele com maior velocidade média do ar registrada.

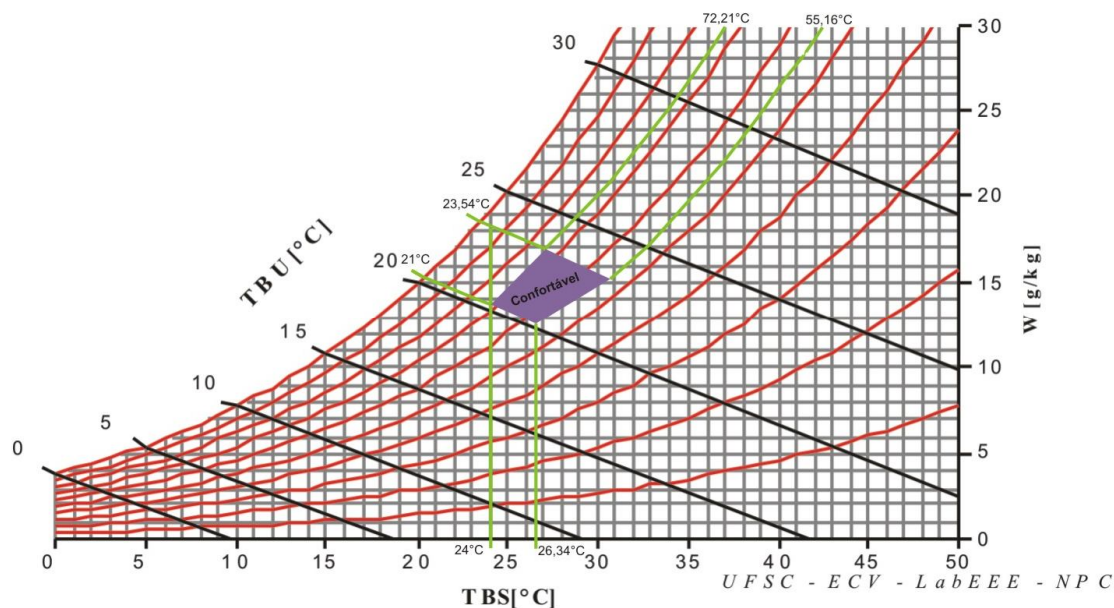


Figura 54 – Polígono de Conforto resultante das variáveis ambientais estudadas

4.2. Variáveis Pessoais ou Psicofisiológicas

A partir das informações pessoais, foi possível a distribuição e frequência dos dados de acordo com sexo, idade, peso e altura, para que a influência de tais variáveis pudessem ser analisadas, apoiadas no embasamento teórico referenciado neste trabalho no item 2.- Revisão Bibliográfica.

A tabulação dos dados psicofisiológicos possibilitou que fosse traçado um perfil dos usuários entrevistados durante o monitoramento. A princípio observou-se uma não uniformidade na distribuição de homens e mulheres com percentuais de 34,05% e 65,95%, respectivamente (Figura 55), devido aos monitoramentos terem sido realizados no curso de Arquitetura, tanto na UFAL quanto no CESMAC, onde há um maior índice de mulheres que homens, no curso.

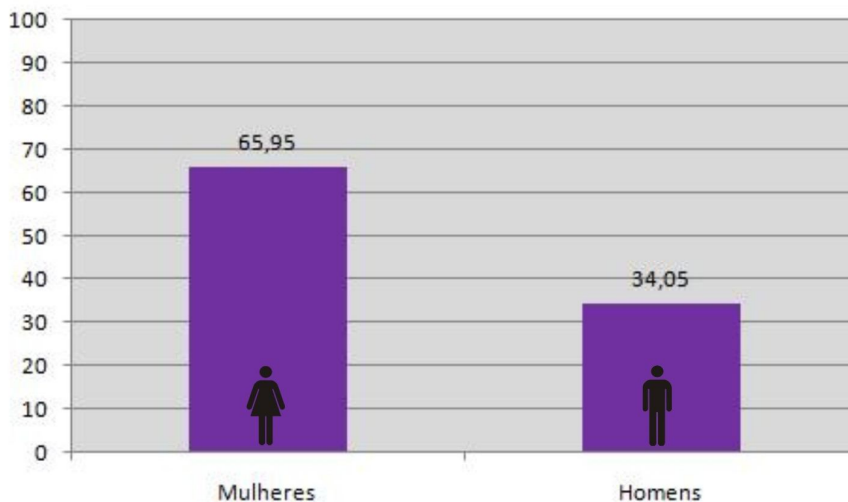


Figura 55: Gráfico da distribuição do sexo dos usuários pesquisados

Fonte: Dados coletados

A idade dos usuários também foi outro parâmetro investigado e de acordo com as informações obtidas com as entrevistas obteve-se uma variação entre 17 e 27 anos, no entanto com uma maior frequência nas idades entre 19 e 20 anos (Figura 56).

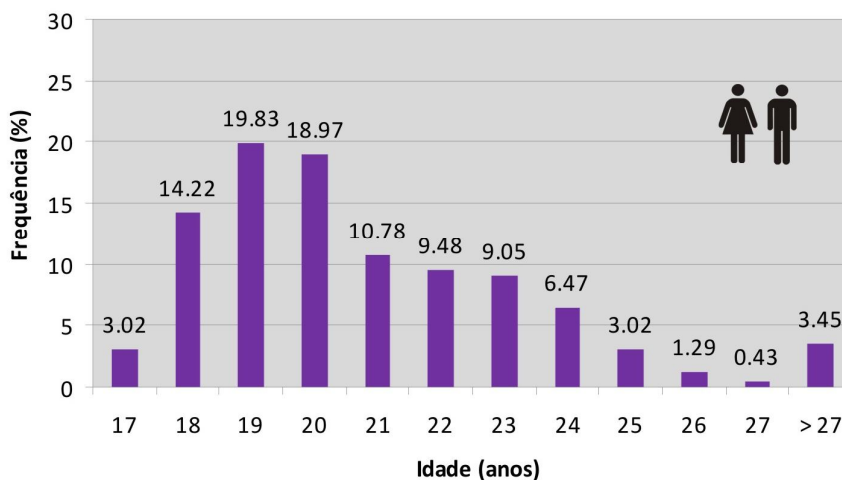


Figura 56: Gráfico da distribuição da idade dos usuários pesquisados

Fonte: Dados coletados

Para os dados referentes a peso e altura dos usuários, percebe-se uma frequência que variou para o peso em 50 a 60 Kg (Figura 57).

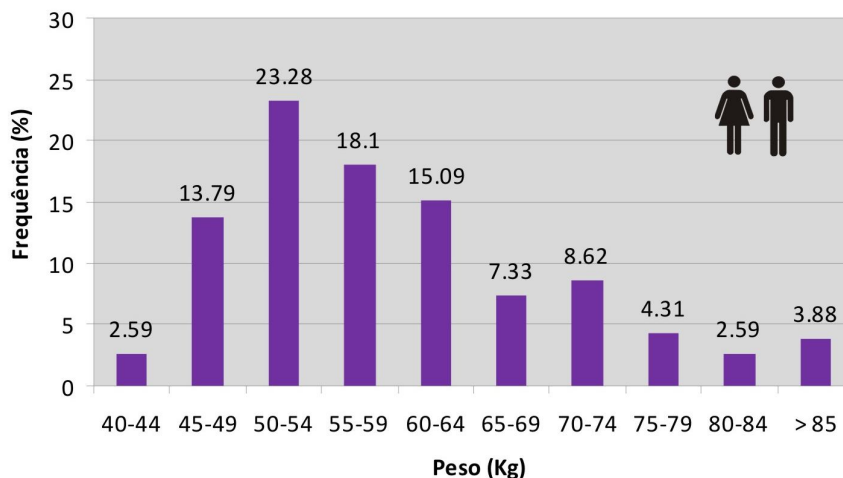


Figura 57: Gráfico da distribuição do peso dos usuários pesquisados

Fonte: Dados coletados

A variação com maior frequência referente à altura dos usuários foi entre 1,60 e 1,74m (Figura 58).

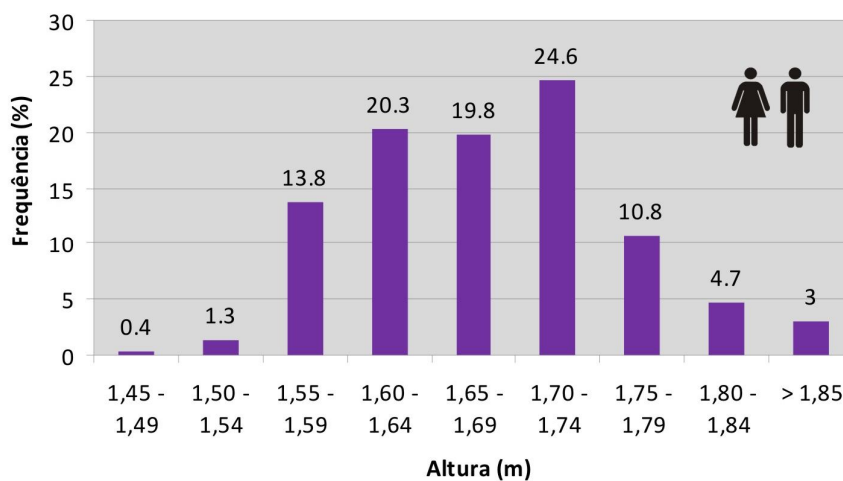


Figura 58: Gráfico da distribuição da altura dos usuários pesquisados

Fonte: Dados coletados

Quanto à vestimenta utilizada, foi considerado pequeno o número de usuários com vestimenta diferente dos demais, sendo a principal modificação a inclusão de uma peça de jaqueta ou casaco pelos referidos usuários.

4.3. Respostas dos usuários

As respostas dadas pelos 217 usuários aos questionários foram inicialmente relacionadas com a variável ambiental temperatura do ar. Utilizou-se para isso um intervalo dentro do quadro de temperaturas do ar registradas entre a mínima e a máxima temperatura registrada, 24,00°C e 26,34°C, respectivamente. Dessa forma, foi determinada uma diferença, tomando como base a temperatura mínima, de 1°C até se aproximar ao valor da temperatura do ar máxima. Assim, o intervalo resultante foi: 24,50°C; 25,50°C e 26,50°C, significando dizer que para melhor agrupar os dados de cada período monitorado, considerou-se temperaturas do ar até 24,50°C, depois até 25,50°C e finalmente, até 26,50°C.

A pergunta inicial do questionário de conforto e aceitabilidade térmica indagava os usuários quanto à sensação térmica. A pergunta “*Com relação a sua sensação térmica, como você está se sentindo neste momento?*”, tinha como opções de respostas a escala baseada na escala térmica de Fanger (1970) – Tabela 8, que varia de - 3 a 3, compreendendo as seguintes opções: *com muito frio, com frio, levemente com frio, neutro, levemente com calor, com calor, com muito calor*.

De acordo com a distribuição feita, resultante no gráfico da Figura 59, grande parte dos usuários constatou sensação *neutra*, correspondendo a 57% dos votos, aproximadamente, para os três intervalos de temperatura do ar considerados. Os demais votos que tiveram representatividade dentre os resultados obtidos foram para *levemente com calor* e *levemente com frio*, com 25% (25,5°C) e 23% (24,5°C), respectivamente, tendo sido constatado, ainda, 0,7% (26,5°C) *com muito frio*.

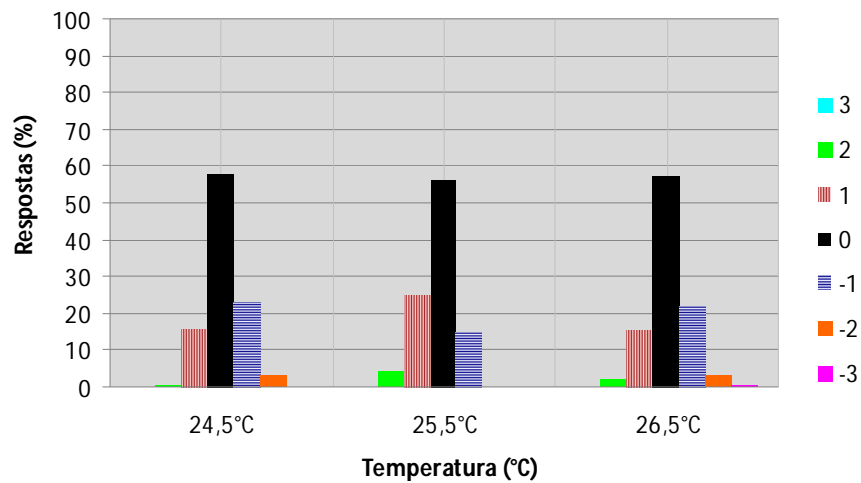


Figura 59: Sensação térmica dos usuários em relação à temperatura do ar

Fonte: Dados coletados

Para a maioria das situações monitoradas, as sensações relatadas foram de conforto ou aceitabilidade térmica. No entanto, podem ser feitas algumas análises acerca dos parâmetros ambientais que possibilitem o reconhecimento dentre as variáveis medidas aquelas que mais obtiveram influência sobre as sensações relatadas.

Com base nos valores apresentados em *Sensação térmica dos usuários em relação à temperatura do ar*, a Figura 59 mostra que para as temperaturas de até 24,5 e 26,5°C houve, além daqueles que relataram sentirem-se confortáveis, sensação de leve desconforto para o frio (cerca de 23% em ambos os casos) e o inverso sendo registrado para a temperatura de 25,5°C (25%) quando os que sentiam-se desconfortáveis apresentou maioria sentindo leve desconforto para o calor.

A segunda pergunta do questionário aplicado avaliou: “*De que maneira você se encontra neste momento?*”, analisando os usuários a respeito da aceitabilidade térmica oferecida pelo ambiente monitorado. As respostas podiam ser dadas se *Aceitável* ou *Inaceitável*, e desta forma, os percentuais indicaram uma média entre 78 e 93% dos entrevistados relatando a sensação de aceitabilidade para todas as temperaturas registradas, sendo para a temperatura de 25,5°C, 21% considerando a situação inaceitável (Figura 60).

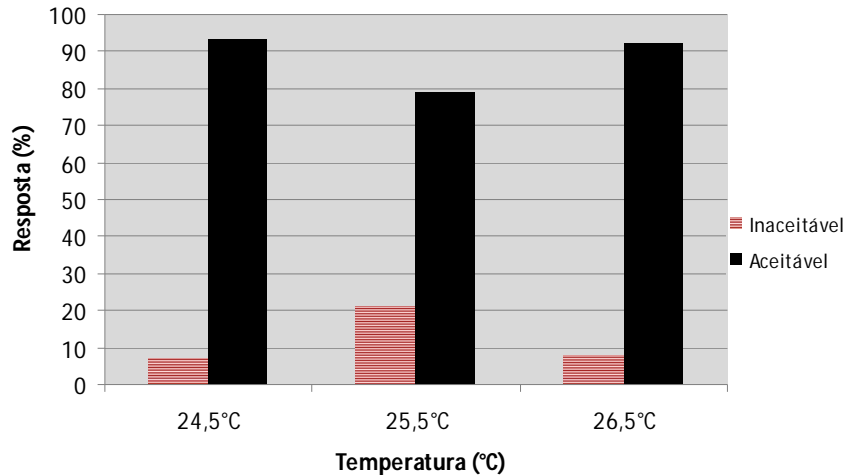


Figura 60: Aceitabilidade dos usuários pesquisados em relação à temperatura do ar

Fonte: Dados coletados

Pela Figura 60, pode-se verificar o desconforto por determinado número de usuários, quando 21% consideram as características ambientais do momento inaceitáveis.

Investigando a preferência térmica, o terceiro item do questionário tinha como alternativas de respostas para a pergunta “*Como você preferia estar se sentindo neste momento?*”: *Mais resfriado*, *Assim mesmo* ou *Mais aquecido*. Nesse contexto, 70, 57 e 66% dos votos assinalaram *Assim mesmo* para 24,5°C, 25,5°C e 26,5°C, respectivamente, enquanto cerca de 37% gostariam de estar *Mais resfriado* em 25,5°C (Figura 61).

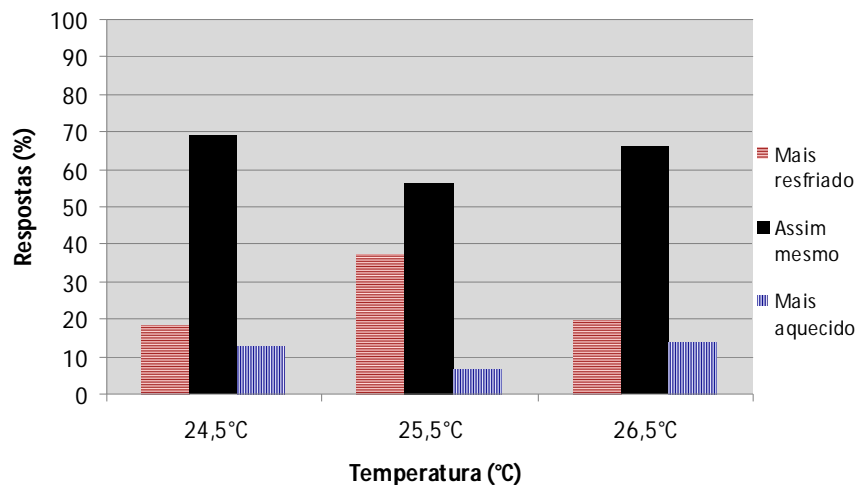


Figura 61: Preferência térmica dos usuários pesquisados em relação à temperatura do ar

Fonte: Dados coletados

Ao analisar o ambiente, de acordo com o movimento do ar, através do questionamento “Com relação ao movimento do ar, qual é a sua sensação neste momento?”, os votos apontaram para uma média de 85% relatando aceitabilidade para os níveis de velocidade no interior do ambiente (Figura 62), sabendo-se que as médias da velocidade do ar e da umidade estão de acordo com a que mostra na Tabela 12.

Tabela 12 – Médias da velocidade e umidade do ar medidas

	24.5°C	25.5°C	26.5°C
Vel. do ar (m/s)	0.27	0.13	0.28
Umidade (%)	71.43	67.22	62.96

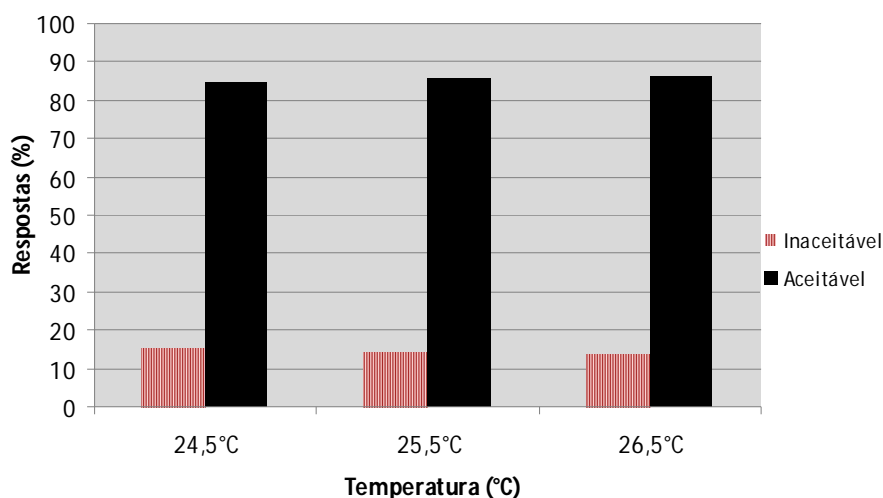


Figura 62: Preferência térmica dos usuários pesquisados em relação à velocidade do ar

Fonte: Dados coletados

A preferência dos usuários em relação ao movimento do ar, também foi um dos pontos de investigação, onde através da pergunta: “Em relação ao movimento do ar, como você gostaria de estar neste momento?”, os usuários puderam optar entre *maior movimento do ar*, *assim mesmo* e *menor movimento do ar*. Dos percentuais obtidos, entre 26 e 32% queriam *maior movimento do ar*, contra a grande maioria entre 60 e 66% preferindo estar *assim mesmo* (Figura 63).

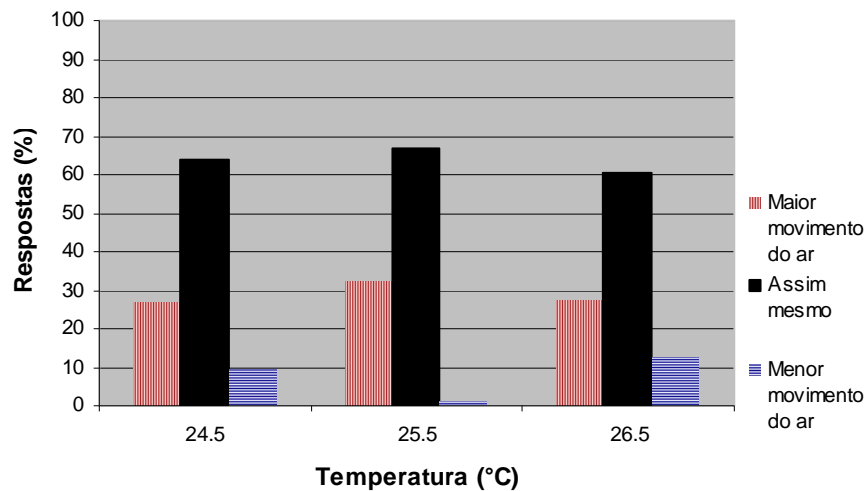


Figura 63: Gráfico da preferência dos usuários pesquisados em relação ao movimento do ar

Fonte: Dados coletados

Na Figura 61, o menor dos índices quanto ao conforto em relação à preferência térmica registrado também foi para a temperatura de 25,5°C, verificando-se a necessidade por estar mais resfriado em quase 40% dos entrevistados, que é posteriormente confirmada na Figura 63, quando nesta temperatura, há o maior índice desejando maior movimento do ar (32%), em relação às médias das demais temperaturas do ar, sendo ainda possível verificar a maior necessidade de menor movimento do ar, para as temperaturas de até 24,5 e 26,5°C, com 9 e 13%, respectivamente.

Com a medição da velocidade do ar feita em diferentes pontos da sala de aula, de acordo com a distribuição espontânea dos usuários pelos ambientes, relata-se na Tabela 13 as preferências dos usuários em função da variável velocidade do ar (Tabela 11). A Tabela faz referência à sensação térmica avaliada pela escala térmica de Fanger (Tabela 8, da Revisão Bibliográfica), resultante do estudo diferenciado pelos pontos distribuídos nas salas monitoradas.

Tabela 13 – Escala de sensações para os diferentes pontos nos ambientes monitorados

		VME (%)														
		Monitoramentos														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
P1		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	50	4
		6,8	—	—	—	—	3,4	—	—	25	—	—	—	6,6	—	16
		56,6	—	6,6	46,6	—	73,3	—	—	35	75	60	100	33,4	—	60
		36,6	—	86,6	53,4	—	23,3	—	—	30	25	40	—	60	40	20
		—	—	6,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	—
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P2		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		2,8	—	—	—	—	—	—	—	6,7	—	—	—	—	—	—
		22,8	2	—	20	—	3,6	—	12	43,3	—	20	13,3	13,3	26,6	—
		48,6	60	100	40	—	75	66,6	64	50	21,1	53,3	60	20	60	80
		14,3	20	—	40	—	21,4	26,6	24	—	47,3	10	26,7	40	13,4	20
		11,5	18	—	—	—	—	—	6,8	—	—	31,6	3,3	—	26,7	—
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13,4	—	—	—
P3		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	4,5	—	—	4,6	—	10,1	—	—	—	—
		25	—	13,4	—	30	56,5	25	20	26,6	—	26,6	10	6,7	10	—
		65	—	70	—	60	13	50	44	62,2	—	63,3	90	40	90	100
		10	—	—	—	10	26	25	36	6,6	—	—	—	53,3	—	—
		—	—	16,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P4		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	2,5	—	—	—	3,5	—	2,5	—	—	—	—	—	—
		20	—	40	—	10	—	13,8	4,8	22,5	5	48,2	—	46,6	30	13,3
		56	—	47,5	—	90	—	72,4	75,6	62,5	70	44,8	—	40	55	60
		24	—	7,5	—	—	—	10,3	19,6	12,5	25	7	—	6,6	15	26,7
		—	—	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,8	—	—
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Legenda: → +3 / → +2 / → +1 / → 0 / → -1 / → -2 / → +3

Pela Tabela 13, é possível observar que houve um maior registro de desconforto por frio em P2, tendo sido 31,6% o valor máximo correspondente a este desconforto, na medição 10. Constata-se que tal sensação ocorreu quando a medição da temperatura foi de 25,78°C e velocidade do ar entre 0,23 – 0,58 m/s. Outra situação de desconforto para o frio relatada por 26,7% dos usuários aconteceu na medição 13, também em P2, quando a média da temperatura do ar foi de 24,16°C e a velocidade do ar estava entre 0,02 e 0,90 m/s. Curiosamente, na medição 11, 13,3% sentiam-se com muito frio, com a temperatura de 25,69°C e velocidade do ar entre 0,19 e 1,57 m/s, no mesmo ponto da sala.

Ainda na Tabela 13, pode-se observar alguns índices de desconforto para o frio e muito frio, onde é possível relacionar tais sensações com a Tabela 11 – Varáveis Ambientais Estudadas, que mostra as médias das temperaturas para cada dia de medição. Através desses dados, pode-se verificar que há uma tendência a se sentir frio quando a temperatura está em torno de 24,5°C e de 26,5°C, ou seja, para todas as situações de frio ou muito frio as médias das temperaturas medidas, estavam próximas desses valores, que apresentaram valores semelhantes para a média da velocidade do ar (0,27 e 0,28m/s), no entanto, com umidades relativas do ar médias de 71,43 e 62,96%, respectivamente, como mostra a Tabela 12.

Tabela 14 – Aceitabilidade relatada nos pontos distribuídos pelos ambientes

PPI (%)								
Monitoramentos	Aceitável (confortável)				Inaceitável (desconfortável)			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
1	100	88,57	100	96	0	11,43	0	4
2	—	4,45	—	—	—	95,55	—	—
3	66,66	100	100	100	33,34	0	0	0
4	80	100	—	—	20	0	—	—
5	—	—	100	100	—	—	0	0
6	96,66	100	96	—	3,34	0	4	—
7	—	100	100	94,28	—	0	0	5,72
8	—	100	87,5	75	—	0	12,5	25
9	—	87,5	75	100	—	12,5	25	0
10	0	15	—	0	0	85	—	0
11	100	73,33	86,66	93,33	0	26,67	13,34	6,67
12	100	100	100	—	0	0	0	—
13	93,33	73,33	100	60	6,67	26,67	0	40
14	50	100	90	93,33	50	0	10	6,67
15	96	100	80	100	4	0	20	0

A aceitabilidade dos usuários apresentou os índices mais altos de desconforto – *inaceitável* – nas medições 2, 3, 10, 11, 13 e 14, distribuídos em P1 e P2, de acordo com a Tabela 14. Nessas medições os valores para a temperatura do ar foram: 23,98°C, 25,60°C, 25,78°C, 25,69°C, 24,16°C e 25,95°C.

No entanto, a representação feita pela plotagem dos dados de temperatura e umidade no programa Analysis Bio, deu como resposta a sensação de conforto em 100% das horas durante todo o mês (Figura 64).

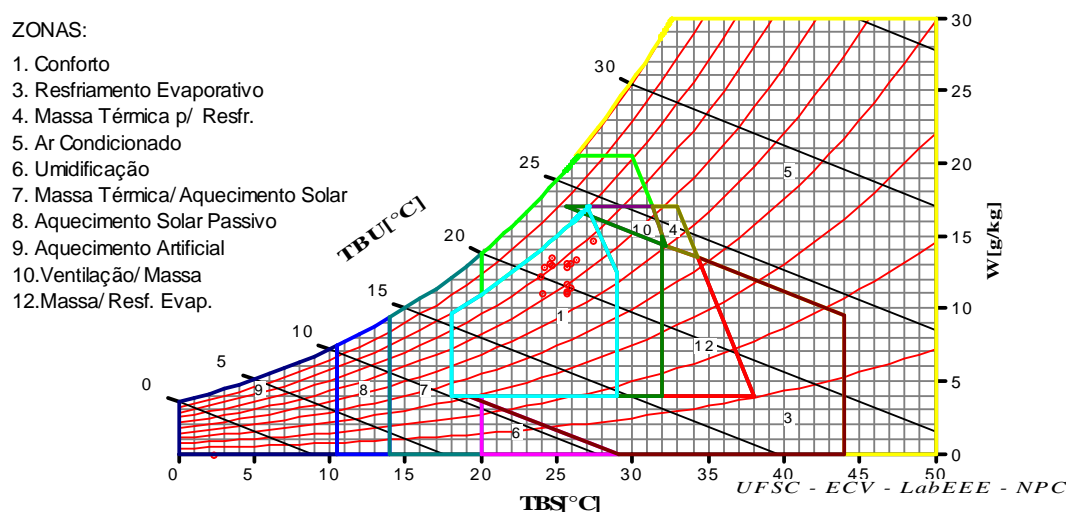


Figura 64 – Zona de Conforto resultante das variáveis ambientais estudadas

Pela apresentação das respostas dos usuários dadas aos questionários e representados na Tabela 14, verifica-se certa correlação entre os índices medidos e aqueles calculados pelo Analysis e demonstrados através do diagrama psicrométrico contendo os dados plotados na carta psicrométrica para Maceió (Figura 64), na qual a sensação dita como confortável foi registrada em quase 100% dos casos.

Para testar a hipótese de uma possível diferença entre as sensações previstas por homens e mulheres, foi feita uma análise com base na separação das respostas dadas por homens e mulheres e assim verificar se havia disparidades nas preferências e sensações dadas quanto à aceitabilidade térmica. Após a análise (Apêndice 1), com base nas respostas dos

usuários percebeu-se que não houve diferenças significativas entre a preferência térmica para ambos os sexos.

Quanto à vestimenta utilizada, pela escala de Fanger (1970), constata-se a semelhança da representação feita pelo autor e os dados de entrada no *software* Analysis CST da vestimenta padrão utilizada pelos usuários. Caracteriza-se, portanto, a vestimenta como: camisa manga curta, calça e sapato/sandália, como mostra a Figura 65, com o *clo* representativo da respectiva vestimenta dos usuários de 0,5.



Figura 65: Vestimentas típicas utilizadas pelos usuários

Fonte: Dados coletados

Utilizando o *software* Analysis CST, há a indicação do valor para a atividade desenvolvida nos ambientes baseado na Norma ISO 7730 (1994), de 70 W/m², considerando a atividade sedentária (escritório, residência, escola, laboratório).

Por toda a análise feita é possível concluir que para as temperaturas mínimas e máximas (24,5°C e 26,5°C) medida durante 15 monitoramentos, resultou-se em um número maior de desconfortáveis para o frio, sendo nestas condições a velocidade do ar estando entre as mais altas das médias registradas. Quanto à umidade do ar, apresentou-se alta para as

temperaturas do ar mais baixas e baixa para as temperaturas do ar mais altas. Além disso, a temperatura situada nesse intervalo máximo e mínimo ($25,5^{\circ}\text{C}$) apresentou maior desconforto por calor e para tais condições, as médias das velocidades do ar foram as mais baixas registradas. Dessa forma, pode-se dizer que a combinação de velocidade do ar e umidade influenciam diretamente na sensação relatada pelos ocupantes de determinados ambientes.

4.3.1. Influência da localização dos entrevistados no ambiente monitorado

Quanto às medições feitas nos diferentes pontos distribuídos pelas salas, os usuários responderam quanto à possível disparidade entre as sensações. Assim, apresenta-se nas Figuras de 66 a 80, a sensação de conforto relatada pelos entrevistados de acordo com a localização dos usuários no ambiente, de acordo com o demonstrado na Tabela 12.

Pela Tabela 10 e Tabela 11, pode-se fazer uma análise a cerca desses pontos com relação a sensação relatada pelos usuários e apresentadas nas Figuras de 66 a 80.

Na *medição 1*, os valores da velocidade do ar foram: P1 – $0,75\text{m/s}$, P2 – $0,24\text{m/s}$, P3 – $0,19\text{m/s}$ e P4 – $0,19\text{m/s}$ (Tabela 10). Os usuários, diante desses valores e de temperatura de $26,34^{\circ}\text{C}$ e umidade do ar de $63,9\%$, disseram sentirem-se confortáveis (Figura 66).

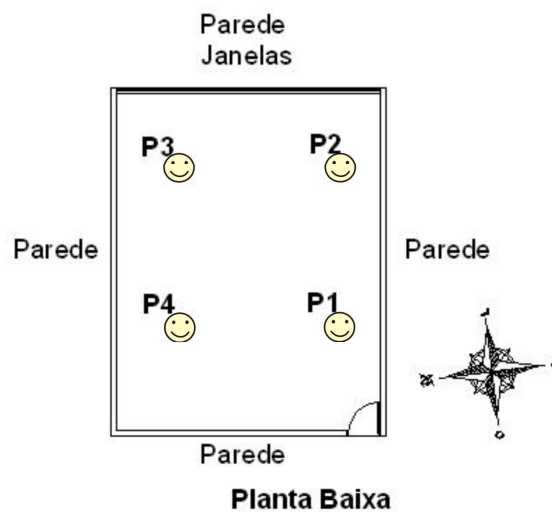


Figura 66 – Sensações térmicas resultantes do monitoramento 1- 20/08 – Sala de aula 2 (CESMAC)

Legenda: 😡 → +3 / 😠 → +2 / 😊 → +1 / 😄 → 0 / 😊 → -1 / 😞 → -2 / 😡 → +3

Na *medição 2*, para o único ponto monitorado devido a distribuição dos usuários resultando em P2, seguindo a nomenclatura das demais salas, a velocidade média do ar foi de 0,23m/s. Neste dia, a temperatura do ar foi de 24°C e a umidade relativa do ar registrou 69,64%, e pela Figura 67, pode-se verificar que a sensação relatada pelos usuários foi de conforto, mesmo tendo sido neste dia o registro de temperatura do ar mais baixa das medições.

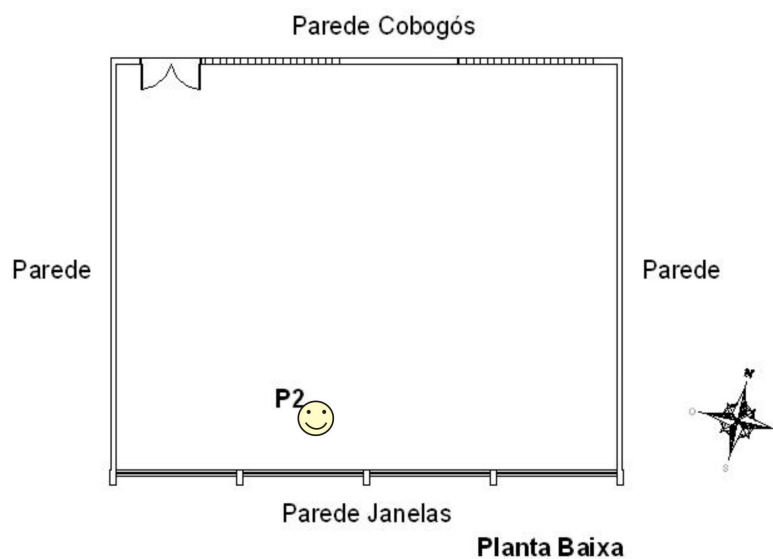


Figura 67 – Sensações térmicas resultantes do monitoramento 2 - 21/08 - Atelier 3 (UFAL)

Legenda: 😡 → +3 / 😠 → +2 / 😊 → +1 / 😄 → 0 / 😊 → -1 / 😞 → -2 / 😞 → +3

Na *medição 3*, há uma significativa variação nos valores registrados para a velocidade do ar, quando em P1 a velocidade média é de 0,53m/s e em P2, P3 e P4, as médias foram de 0,01, 0,0 e 0,0m/s, respectivamente. De acordo com a Figura 68, os usuários de P2, P3 e P4 sentiam-se confortáveis, já para P1 a sensação relatada pela maioria naquele ponto foi de leve desconforto para o frio, com temperatura do ar de 25,6°C e a umidade relativa do ar de 68,20%.

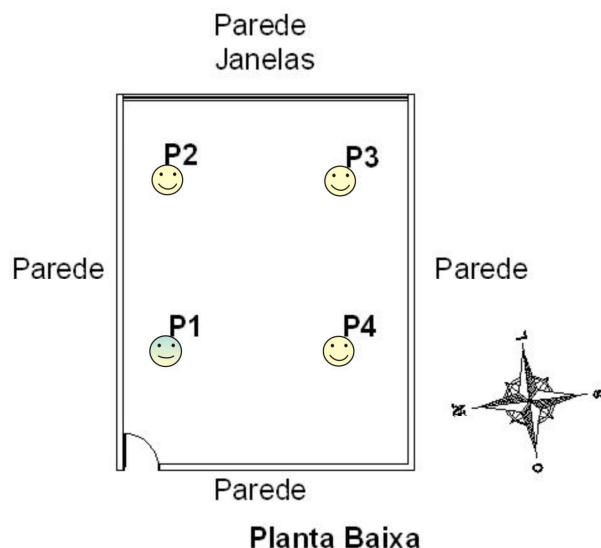


Figura 68 – Sensações térmicas resultantes do monitoramento 3 - 22/08 – Sala de aula 3 (CESMAC)

Legenda: 😡 → +3 / 😠 → +2 / 😊 → +1 / 😄 → 0 / 😊 → -1 / 😞 → -2 / 😞 → +3

Na *medição 4*, os usuários se distribuíram entre P1 e P2, com valores médios da velocidade do ar de 0,18 e 0,06m/s, respectivamente. A sensação dita pelos usuários, nestes pontos foi de leve desconforto para o frio e conforto para a metade dos usuários localizados em P2 (Figura 69), com temperatura do ar de 24,79°C e a umidade do ar foi de 73,3%, considerando esta temperatura umas das mais baixas registradas nas medições.

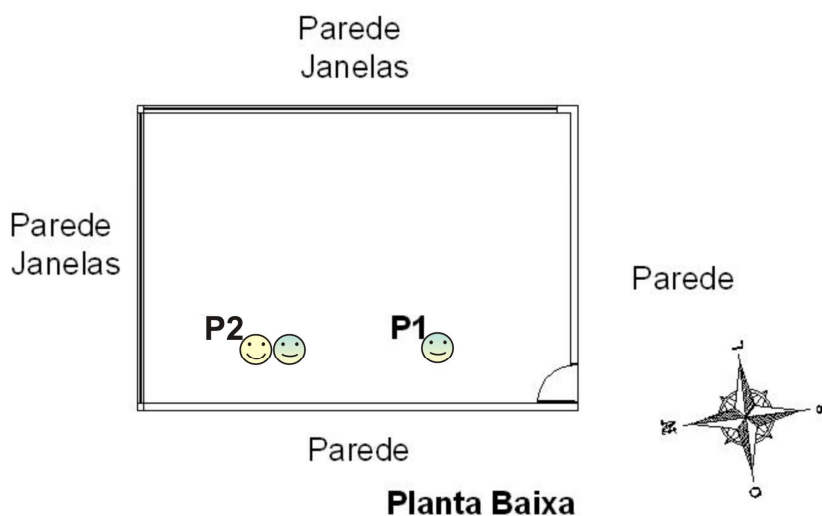


Figura 69 – Sensações térmicas resultantes do monitoramento 4 - 22/08 – Sala de aula 1 (CESMAC)

Legenda: 😡 → +3 / 😠 → +2 / 😊 → +1 / 😄 → 0 / 😊 → -1 / 😞 → -2 / 😞 → +3

Na *medição 5*, para os dois pontos monitorados, P3 e P4, a velocidade média do ar foi de 0,04m/s e 0,08m/s, respectivamente. Os usuários, com as condições de temperatura do ar medindo 24,65°C e umidade relativa do ar de 71,16%, relataram sensação de conforto (Figura 70).

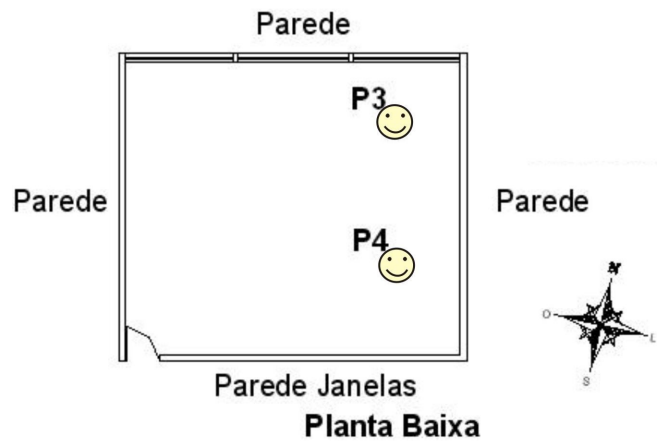


Figura 70 – Sensações térmicas resultantes do monitoramento 5 - 23/08 – Sala de aula DEHA (UFAL)

Legenda: 😡 → +3 / 😞 → +2 / 😊 → +1 / 😄 → 0 / 😁 → -1 / 😬 → -2 / 😓 → +3

Na *medição 6*, também pode ser verificada certa diferença entre as médias de velocidade do ar, quando para P1 a média foi de 0,06m/s, em P2 0,34m/s e em P3 0,17m/s. Neste caso, mesmo tendo sido em P1 a velocidade média mais baixa registrada, foi em P3 que os usuários sentiram-se levemente desconfortáveis para o calor (Figura 71). As médias para a temperatura e umidade do ar foram, respectivamente, 26,02°C e 64,22%.

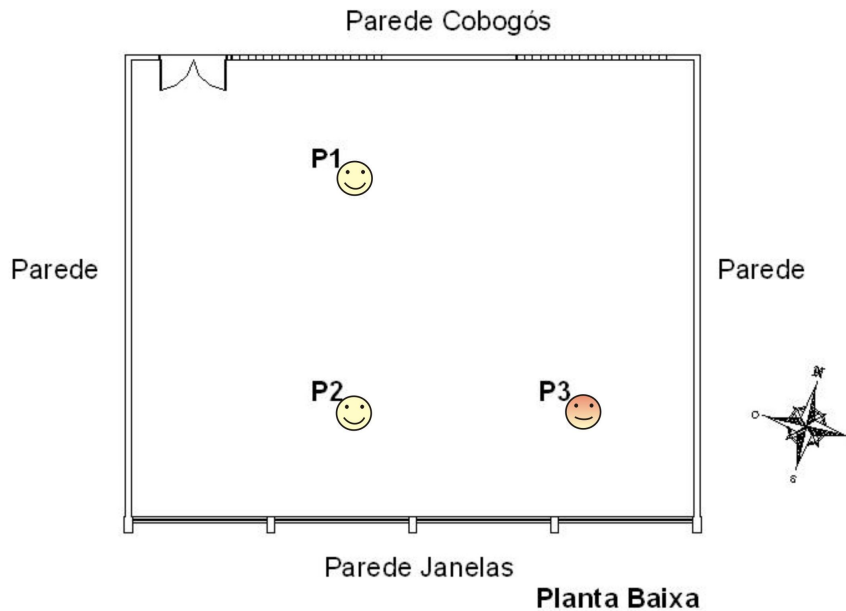


Figura 71 – Sensações térmicas resultantes do monitoramento 6 - 23/08 - Atelier 2 (UFAL)

Legenda: 😡 → +3 / 😠 → +2 / 😊 → +1 / 😄 → 0 / 😁 → -1 / 😌 → -2 / 😞 → +3

Na *medição 7*, os valores médios da velocidade do ar foram, P2 – 0,07m/s, P3 – 0,11m/s e P4 – 0,17m/s. De acordo com a Figura 72, pode-se verificar que a sensação relatada pelos usuários foi de conforto para os três pontos monitorados. Nesta medição, a temperatura do ar foi de 25,72°C e a umidade relativa do ar de 65%.

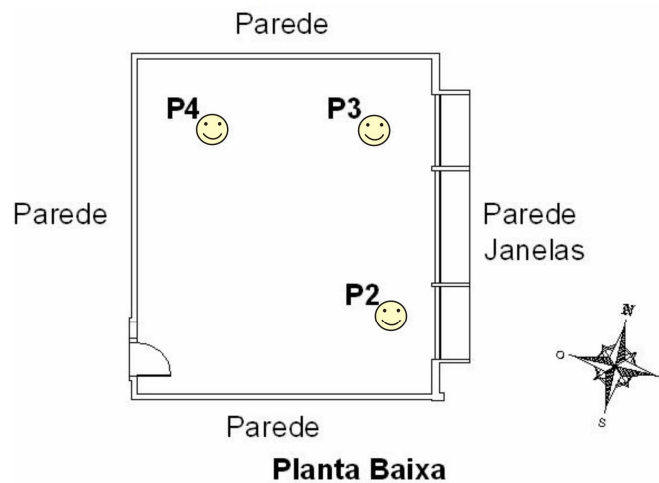


Figura 72 – Sensações térmicas resultantes do monitoramento 7 - 24/08 – Sala de aula (UFAL)

Legenda: 😡 → +3 / 😠 → +2 / 😊 → +1 / 😄 → 0 / 😁 → -1 / 😌 → -2 / 😞 → +3

Na *medição 8*, os valores médios da velocidade foram de P2 - 0,06 m/s, P3 - 0,41m/s e P4 - 0,17 m/s. Neste caso, todos os usuários se disseram estar confortáveis (Figura 73), mesmo para P2, onde a velocidade do ar teve uma média bastante baixa em relação aos demais pontos do ambiente. A temperatura média registrada neste dia foi de 25,88°C e a umidade do ar foi de 55,16%.

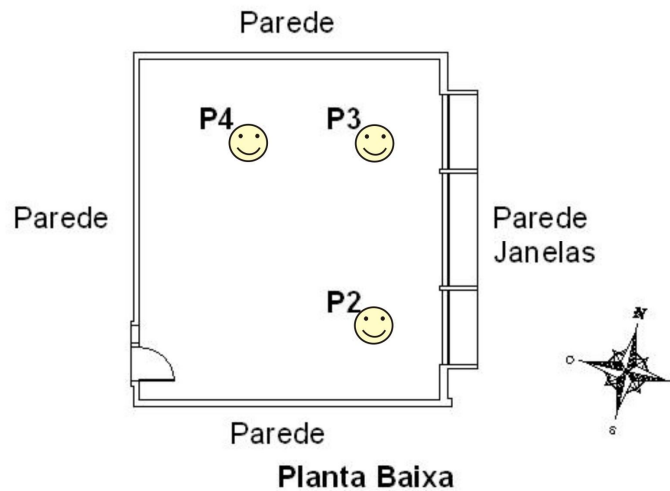


Figura 73 – Sensações térmicas resultantes do monitoramento 8 - 28/08 – Sala de aula (UFAL)

Legenda: 😡 → +3 / 😠 → +2 / 😊 → +1 / 😄 → 0 / 😃 → -1 / 😐 → -2 / 😞 → +3

Na *medição 9*, os valores da velocidade do ar quase que coincidiram para os quatro pontos monitorados. Em P1 – 0,17m/s, P2 – 0,11m/s, P3 – 0,23m/s e P4 – 0,18m/s. De acordo com a Figura 74, a sensação relatada pelos usuários foi de conforto para ambos os pontos. A temperatura do ar registrou 25,56°C e a umidade 55,16%.

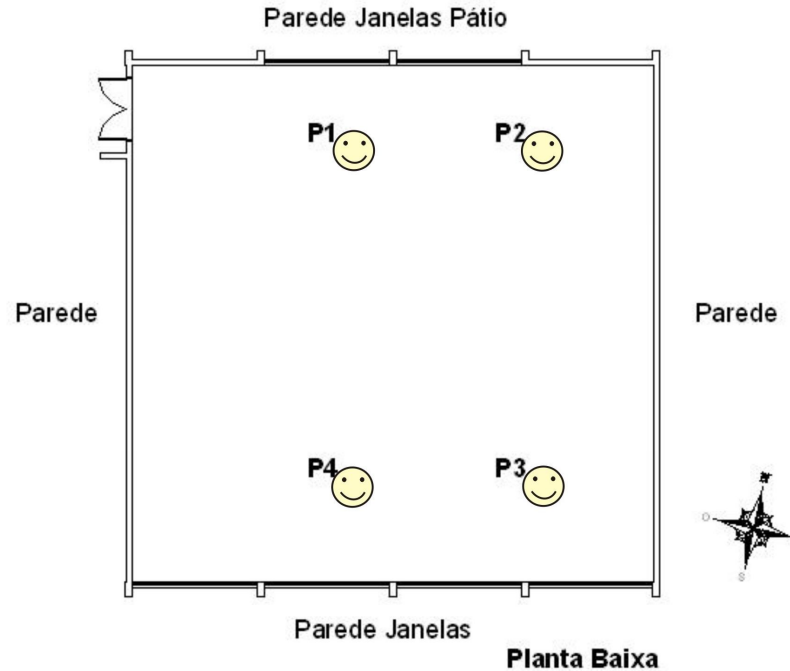


Figura 74 – Sensações térmicas resultantes do monitoramento 9 - 28/08 - Atelier 3 (UFAL)

Legenda: 😡 → +3 / 😠 → +2 / 😊 → +1 / 😄 → 0 / 😊 → -1 / 😞 → -2 / 😡 → +3

Na *medição 10*, houve um valor médio maior da velocidade do ar em P1, com 0,58m/s e em P2 e P4, 0,26 e 0,23m/s, respectivamente. Pela Figura 75, a sensação dita pelos usuários foi em P1 e P4 – conforto e P2 – leve desconforto para o frio. Neste dia, a temperatura registrada foi de 25,78°C e a umidade do ar foi de 59,47%.

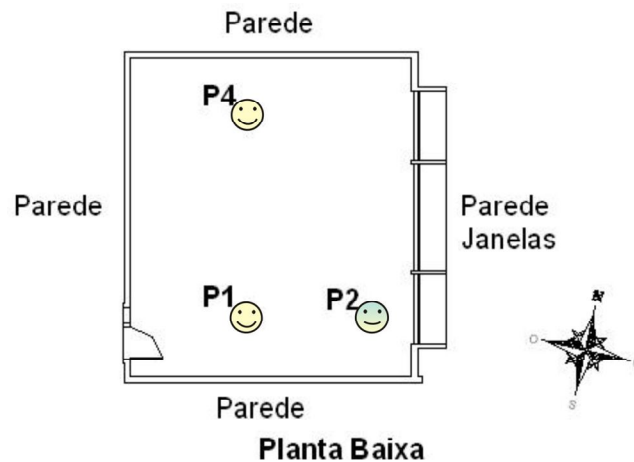


Figura 75 – Sensações térmicas resultantes do monitoramento 10 - 29/08 – Sala de aula (UFAL)

Legenda: 😡 → +3 / 😠 → +2 / 😊 → +1 / 😄 → 0 / 😊 → -1 / 😞 → -2 / 😡 → +3

Na *medição 11*, neste dia foi registrado em P1 o valor médio mais alto de todos os dias para a velocidade do ar sendo ele de 1,57m/s. Para os demais pontos, a média foi de 0,28m/s, 0,26m/s e 0,19m/s, em P2, P3 e P4, respectivamente. A sensação relatada pelos usuários (Figura 76) foi de P1, P2 e P3 – confortável e P4 – leve desconforto para o calor. A temperatura foi de 25,69°C e a umidade do ar de 59,98%.

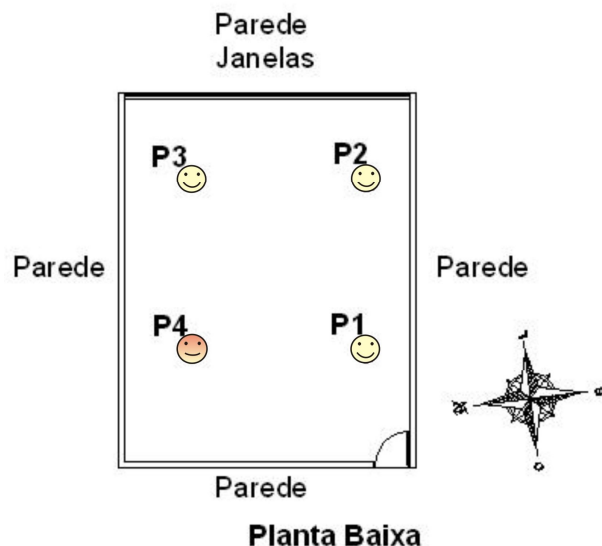


Figura 76 – Sensações térmicas resultantes do monitoramento 11 - 29/08 – Sala de aula 2 (CESMAC)

Legenda: 😡 → +3 / 😞 → +2 / 😊 → +1 / 😄 → 0 / 😁 → -1 / 😐 → -2 / 😢 → +3

Na *medição 12*, os valores médios da velocidade do ar foram baixos em todos os pontos (P1 – 0,02m/s, P2 – 0,07m/s e P3 – 0,04m/s), apesar disso, a sensação relatada, de acordo com a Figura 77, foi de conforto, possivelmente por causa da temperatura do ar baixa, que foi de 24,19°C e a umidade relativa do ar de 68,50%.

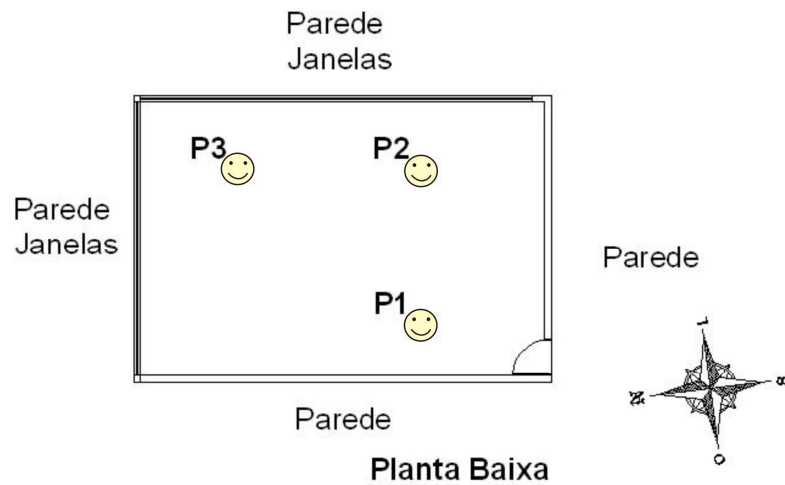


Figura 77 – Sensações térmicas resultantes do monitoramento 12 - 29/08 – Sala de aula 1 (CESMAC)

Legenda: 😡 → +3 / 😠 → +2 / 😊 → +1 / 😄 → 0 / 😁 → -1 / 😬 → -2 / 😞 → +3

Na *medição 13*, os valores médios para a velocidade do ar foram parecidos para todos os pontos, quando em P1 – 0,26m/s, P2 – 0,42m/s, P3 – 0,22m/s e P4 – 0,17m/s. Pela Figura 78, os usuários sentiam-se em P1, P2 e P3, levemente desconfortáveis para o frio, enquanto em P4 a sensação relatada foi de conforto, sendo neste ponto o de média de velocidade do ar mais baixa, podendo ser este o indicador de conforto para este dia que teve a temperatura do ar de 24,16°C e umidade relativa de 75,21%.

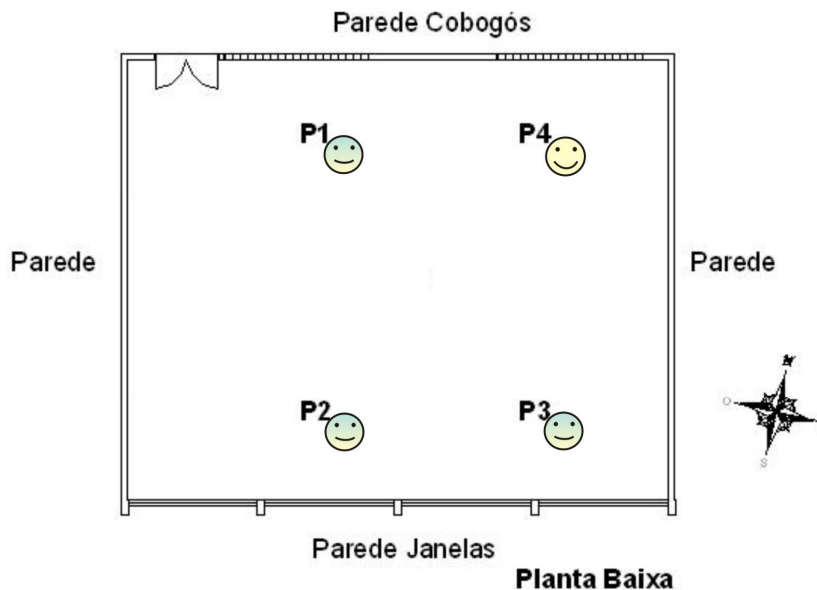


Figura 78 – Sensações térmicas resultantes do monitoramento 13 - 30/08 - Atelier 3 (UFAL)

Legenda: 😡 → +3 / 😠 → +2 / 😊 → +1 / 😄 → 0 / 😁 → -1 / 😬 → -2 / 😞 → +3

Na *medição 14*, a sensação dita pelos usuários (Figura 79) de acordo com a velocidade média do ar, foi de P1 – calor e leve desconforto para o calor → 0,02m/s; e demais pontos: P2, P3 e P4 – conforto, com 0,22m/s, 0,04m/s e 0,0m/s, respectivamente, sendo neste dia a temperatura do ar de 25,95°C e a umidade relativa de 67,78%.

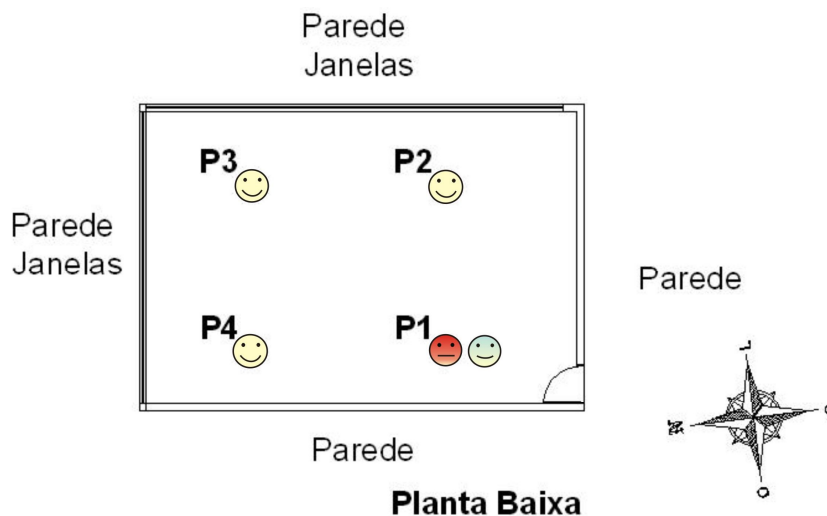


Figura 79 – Sensações térmicas resultantes do monitoramento 14 - 30/08 – Sala de aula 1 (CESMAC)

Legenda: 😡 → +3 / 😠 → +2 / 😊 → +1 / 😄 → 0 / 😁 → -1 / 😬 → -2 / 😞 → +3

Na *medição 15*, foi uma medição com médias de velocidade do ar baixas, sendo em P1 igual a 0,08m/s, em P2 igual a 0,10m/s, em P3 igual a 0,13m/s e em P4 igual a 0,05m/s. De acordo com a representação da Figura 80, os usuários se disseram estar confortáveis em todos os pontos de medição, sendo a temperatura média registrada de 24,15°C e a umidade do ar de 72,31%.

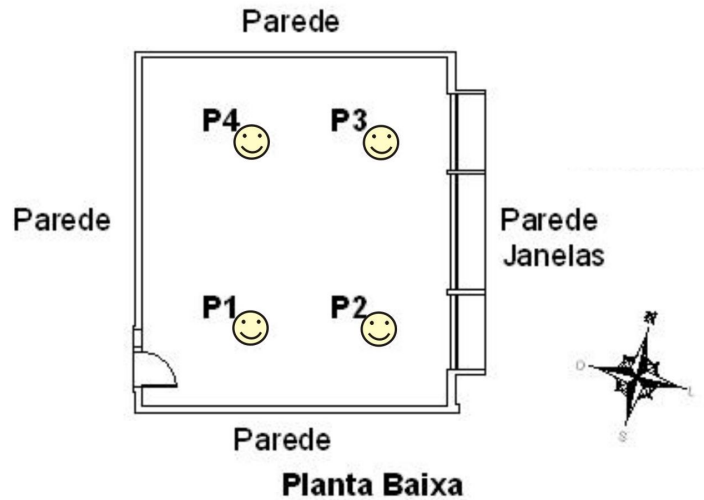


Figura 80 – Sensações térmicas resultantes do monitoramento 15 - 31/08 – Sala de aula (UFAL)

Legenda: 😡 → +3 / 😠 → +2 / 😊 → +1 / 😄 → 0 / 😌 → -1 / 😞 → -2 / 😢 → +3

De maneira geral, pode-se perceber que a localização dos usuários no ambiente estudado exerceu certa influência na sensação relatada quando se percebe que há uma maior incidência daqueles que se sentiam levemente desconfortáveis para o frio, situados em P2 (Tabela 12), sendo este o ponto situado subsequente a P1 (próximo à porta) e próximo às janelas. Pela Tabela 13, o desconforto aparece tanto em P1 quanto em P2, no entanto, os maiores índices foram registrados em P2, obtendo-se índices altos para aqueles que consideraram a situação inaceitável.

4.3.2. As zonas de conforto térmico existentes e as respostas do estudo de caso

De maneira geral, os estudos realizados sobre o conforto térmico, envolvendo índices e zonas de conforto térmico, têm como objetivo a determinação das condições nas quais as pessoas se sintam termicamente confortáveis, ou não, em relação ao ambiente.

No presente trabalho, as zonas de conforto térmico comparadas aos resultados encontrados nas medições, com base na investigação do limite inferior da zona de conforto, foram: Zona de conforto proposta por Olgyay; Índice de Temperatura Efetiva; Zona de Conforto proposta por Givoni; Modelo proposto por Fanger e Zona de conforto proposta por Araújo.

4.3.2.1. Zona de conforto proposta por Olgyay

A zona de conforto definida por Olgyay compreende temperatura de bulbo seco entre 21°C e 27°C, com umidades relativas que variam entre 20 e 75%, tendo sido considerado uma redução do limite superior da zona a partir da umidade relativa de 50%.

Inserindo os dados de temperatura de bulbo seco (24°C a 26,34°C), umidade relativa (55,16% a 72,21%) e velocidade do ar (0,00 m/s a 1,57 m/s) da região de estudo no nomograma definido por Olgyay (1963), pode ser observado que a zona de conforto correspondente a situação monitorada difere daquela proposta por Olgyay (Figura 81).

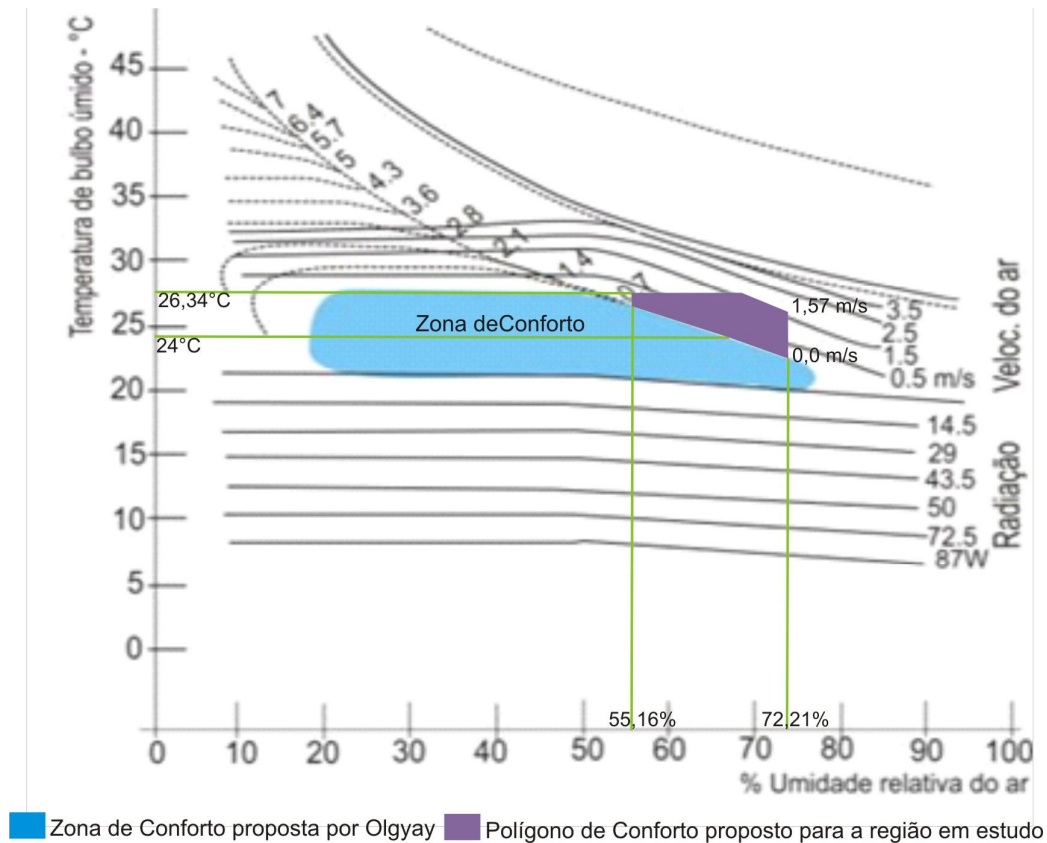


Figura 81 – Zona de conforto proposta por Olgay e a determinada para a região de estudo

Através da Figura 81, pode ser observado, que mesmo com as correções feitas por Koenigsberger et al. para as regiões tropicais, há restrições quanto à utilização do modelo proposto por Olgay para a região de estudo, sendo para isso necessário medidas corretivas em relação ao movimento do ar.

De acordo com a zona proposta por Olgay, o conforto está compreendido entre 21 e 27°C de temperatura de bulbo seco e umidade relativa entre 20 e 75%, enquanto a zona resultante das medições para a região em estudo, o limite inferior de conforto está acima daquele proposto por Olgay (Figura 81).

4.3.2.2. Índice de Temperatura Efetiva

A zona de conforto definida pela temperatura efetiva e representada no nomograma da Figura 28, possui os valores limites da TE de 22 a 27°C e velocidade do ar de 0,1 e 1,5 m/s. O polígono de conforto determinado para a área de estudo de acordo com a temperatura de bulbo seco (24°C a 26,34°C), temperatura de bulbo úmido (21°C a 23,54°C) e velocidade do ar (0,0 a 1,57 m/s), encontra-se dentro dos limites propostos pelo estudo desenvolvido por Houghton e Yaglou (Figura 82).

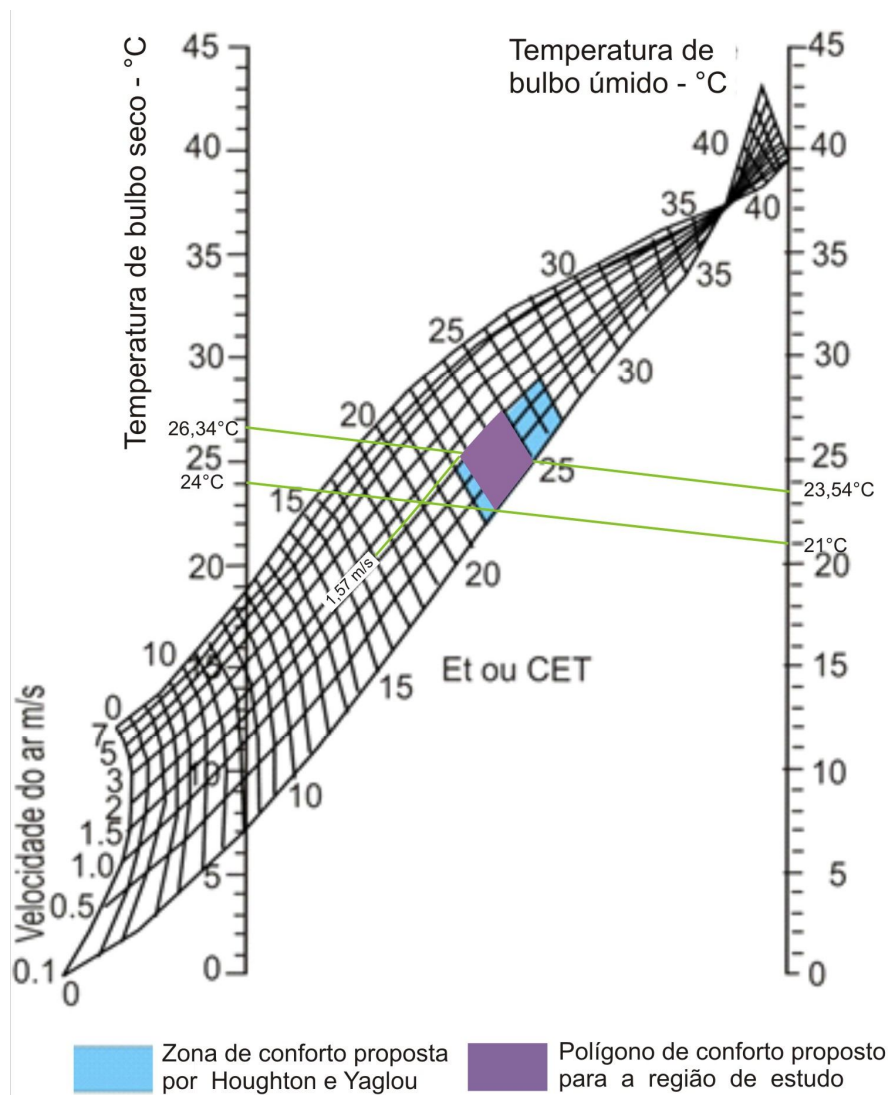


Figura 82: Zona proposta por Houghton e Yaglou e a determinada para a região de estudo

É importante esclarecer que, mesmo a zona de conforto resultante das variáveis ambientais estuda estando dentro da zona delimitada pelo estudo de Houghton e Yaglou, sua utilização estará diretamente ligada aos objetivos propostos pela análise a ser feita. Tal ressalva se faz necessária, devido às críticas existentes a TE, na medida em que, segundo Araújo (1996) o efeito da umidade do ar torna-se superestimada para baixas temperaturas e subestimada para altas temperaturas.

4.3.2.3. Zona de conforto proposta por Givoni

A zona de conforto proposta por Givoni para países em desenvolvimento a adotadas para o Brasil (Goulart, 1997), de acordo com a Figura 30 do item da revisão Bibliográfica, tem seus limites de conforto determinados por temperatura de bulbo seco de 18 a 29°C e temperatura de bulbo úmido entre 16 a 23°C.

De acordo com os dados medidos, a área delimitada como de conforto para a área em estudo, tem seus limites em TBS máxima e mínima, 26,34 e 24°C, respectivamente; TBU máxima de 23,54°C e mínima de 21°C, e a umidade de 75,21 e 55,16%, máxima e mínima, respectivamente, resultando na delimitação da zona apresentada na Figura 83.

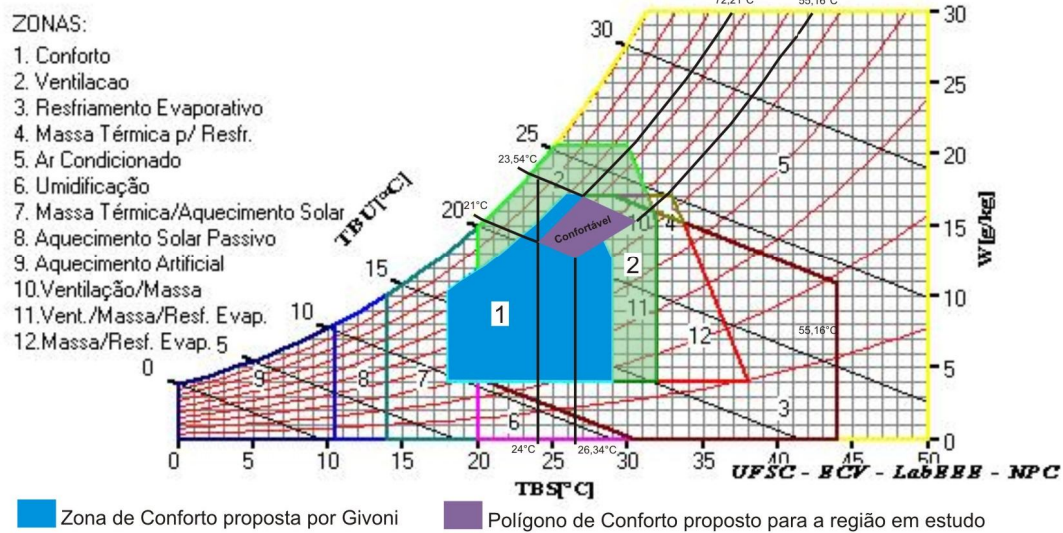


Figura 83: Zona de conforto proposta por Givoni e a determinada para a região de estudo

De acordo com a Figura 83, percebe-se a região definida pelos dias medidos apresentam parte de sua área fora da Zona 1, representada em azul na Figura, proposta por Givoni, no entanto, situa-se dentro da Zona 2, representada em verde na Figura. No entanto, verifica-se sua eficácia para a região de estudo, quando há a compensação através da ventilação natural ou artificial, delimitada pela Zona 2, em verde na Figura 83.

4.3.2.4. Zona de conforto proposta por Fanger

De acordo com a Tabela de Fanger (Tabela 8) na qual pelo intervalo compreendido entre -3 e +3 define-se a sensação térmica de determinados usuários, criou-se a Tabela 15, na qual se indicam pelas medições feitas para o mês de agosto em Maceió/AL, percentuais referentes à sensação relatada pelos entrevistados. Nessa Tabela, os dados relativos ao desconforto para o frio que apresentaram maiores percentuais que as demais sensações estão representados em azul.

Tabela 15 – Grau de satisfação em função da temperatura de bulbo seco (°C)

Medição	TBS (°C)	Grau de Satisfação (%)						
		- 3	- 2	- 1	0	+ 1	+ 2	+ 3
1	26,34	0	3,64	21,8	55,45	18,18	0,93	0
2	24,00	0	17,78	20	60	2,22	0	0
3	25,60	0	2,12	21,05	53,69	16,84	6,30	0
4	24,79	0	0	48	44	12	0	0
5	24,65	0	0	5	75	20	0	0
6	26,02	0	0	22,35	58,83	17,65	1,17	0
7	25,72	0	1,43	17,14	67,14	12,85	1,47	0
8	25,88	0	0	25,55	63,34	11,11	0	0
9	25,56	0	0	10,39	55,55	28,88	5,18	0
10	25,78	0	10	31,67	56,67	1,66	0	0
11	25,69	3,80	0,95	10,47	55,24	26,67	2,87	0
12	24,19	0	0	10	67,5	22,5	0	0
13	24,16	0	7,14	40	37,14	15,72	0	0
14	25,95	0	0	32	44	17,34	6,66	0
15	24,15	0	0	20	80	0	0	0

Pela Tabela 15, é possível perceber que somente nas medições 4 e 13, os índices de desconforto foram maiores que os confortáveis, quando na medição 4, 48% sentiam-se levemente desconfortáveis para o frio e na medição 13, 40% correspondiam a esse mesmo tipo de desconforto. As médias das temperaturas para essas medições, pela Tabela 11, correspondentes a 24,79°C e 24,16°C, respectivamente, sendo temperaturas entre as mais baixas registradas.

Correlacionado o somatório dos “desconfortáveis” da Tabela 15, obteve-se o total de insatisfeitos para os ambientes correspondentes as medições feitas (Tabela 16), pela qual

pode-se visualizar que a percentagem dos insatisfeitos, em nenhuma medição ultrapassou aos 80%, valor que o Gráfico de Fanger (Figura 31) delimita como região de conforto aquela compreendida entre -2 e 2 para VME e 80% para PPI. De maneira a obter uma resposta mais precisa e possível de relaciona - lá com a Figura 31, fez-se os cálculos para VME (Tabela 16), com base na metodologia apresentada por RUAS (1999).

Tabela 16 – Estimativa relativa aos insatisfeitos por ao calor e ao frio em função da TBS (°C)

Insatisfeitos (%)					
Medição	TBS (°C)	Devido ao frio (lf + cf) ²	Devido ao calor (lc + cc) ³	Total	VME
1	26,34	25,45	19,1	44,55	0,68
2	24,00	37,78	2,23	40,01	-0,63
3	25,60	23,16	23,15	46,31	0,78
4	24,79	48	8	56	0,20
5	24,65	5	20	25	0,40
6	26,02	22,35	18,82	41,17	0,29
7	25,72	18,57	14,28	32,85	0,97
8	25,88	25,56	11,12	36,68	0,43
9	25,56	10,37	34,07	44,44	0,50
10	25,78	41,67	1,67	43,34	0,16
11	25,69	11,43	29,52	40,95	-0,17
12	24,19	10	22,5	32,5	0,58
13	24,16	47,14	15,72	62,86	0,17
14	25,95	32	24	56	0,63
15	24,15	20	0	20	0,17

² Levemente com frio + com frio (lf + cf)

³ Levemente com calor + com calor (lc + cc)

Pelos valores encontrados para VME, verifica-se que os índices encontrados estão dentro dos limites representados na curva de Fanger, no entanto é importante que se faça uma ressalva de que a percentagem correspondente ao que seria o zero correspondente ao conforto, nesse estudo seria de 20%, e não 5% como nos estudos de Fanger (Tabela 16).

4.3.2.5. Zona de conforto proposta por Araújo

A zona de conforto proposta por Araújo (1996) para a cidade de Natal/RN, é resultante de uma avaliação pós-ocupação com usuários escolares. Por ter sido um estudo realizado para uma região do Brasil com clima igual ao da região do estudo proposto, decidiu-se fazer o comparativo entre as zonas de conforto resultantes (Figura 84).

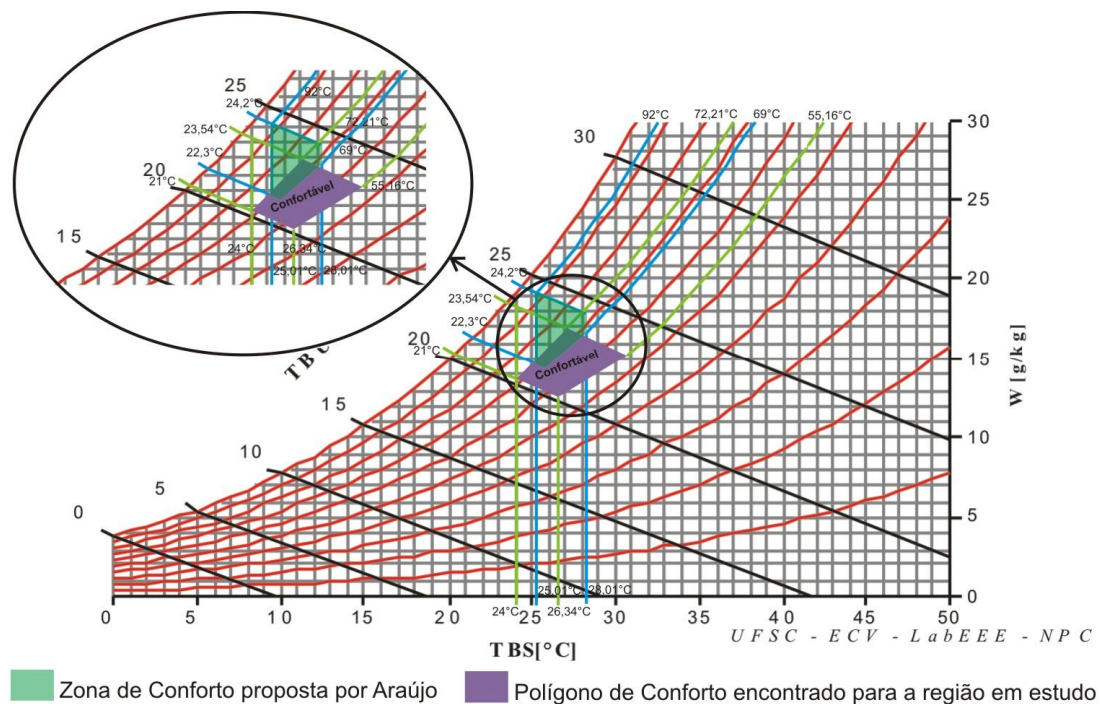


Figura 84: Zona de conforto proposta por Araújo e a determinada para a região de estudo

Pela Figura 94, pode-se perceber que mesmo tendo sido os estudos realizados para cidades de clima quente e úmido, as regiões de conforto diferem uma da outra, o que pode ser

percebido pelos valores mais altos para temperatura de bulbo seco e úmido, assim como para a umidade relativa do ar, medidos por Virgínia Araújo, além do estudo realizado para Maceió direcionar a análise para os limites inferiores de conforto térmico .

No entanto, quando submetidas ao diagrama proposto por Givoni, as duas regiões, apesar de estarem praticamente fora da Zona 1, têm as mesmas recomendações para atingir o conforto de seus usuários, através da Ventilação natural ou artificial, inserindo-se, assim, na Zona 2 (Figura 85).

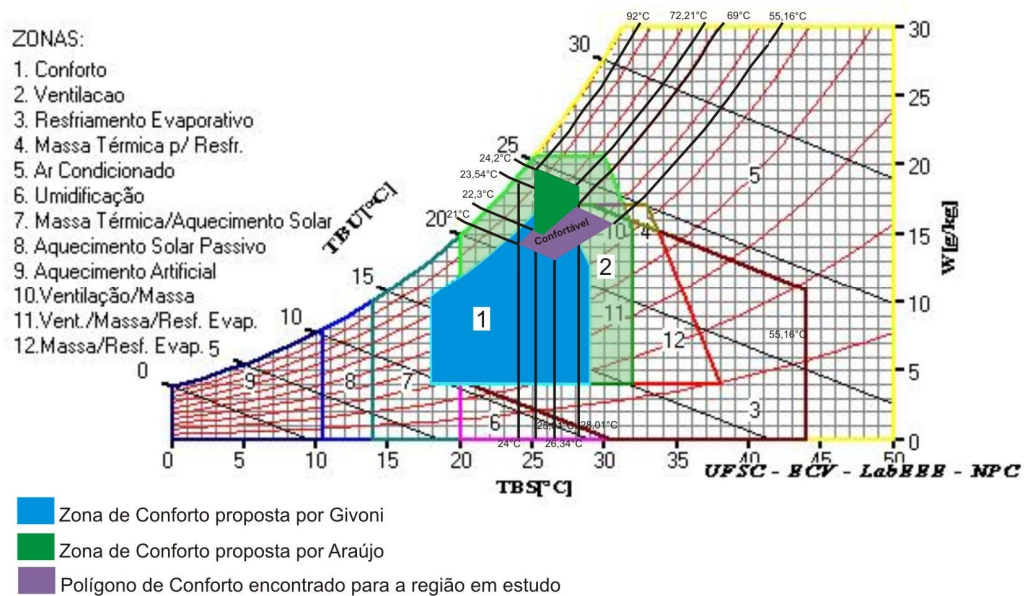


Figura 85: Zona de conforto proposta por Givoni, Araújo e a região de estudo

Através da Figura 85, pode-se perceber que, mesmo os estudos de Araújo terem sido realizados compreendendo meses de inverno (fase 1: julho -1989 – a dezembro -1990; e fase 2: agosto – 1991 – a junho – 1995), as duas zonas possuem limites inferiores de conforto distintas e, mesmo que fundidas, as duas áreas representam uma grande diferença em relação a zona proposta por Givoni.



5. Conclusões

Este trabalho procurou analisar o limite inferior das zonas de conforto propostas e representadas em nomogramas de conforto térmico. Para isso, utilizaram-se ambientes de sala de aula devido à possibilidade de isolamento de variáveis como vestimenta, idade e peso. Os procedimentos metodológicos utilizados foram embasados em pesquisas de campo já realizadas, fazendo o levantamento de variáveis físicas, ambientais e pessoais.

Através de levantamento de trabalhos que analisam a sensação de conforto por meio de experiências com usuários, foi verificada a carência de estudos semelhantes para regiões brasileiras. Além disso, verifica-se a existência de duas linhas de investigação para este tipo de análise: os realizados em ambientes reais, ou seja, com as variáveis envolvidas na sensação de conforto térmico sendo diretamente medidas sem qualquer tipo de intervenção; e aqueles realizados em ambientes onde se pode ter o controle de todas as variáveis ambientais, através das câmaras climáticas.

Com os dados das medições, pode-se concluir que os índices e as zonas de conforto térmico analisados confirmam a hipótese levantada do uso indevido de zonas de conforto definidas para regiões climaticamente diferentes das brasileiras, particularmente aquelas localizadas na faixa equatorial. Foi verificado ainda, que apesar de haver restrições por superestimar o efeito da umidade do ar, o índice de temperatura efetiva, foi o que apresentou a zona de conforto proposta mais semelhante aos resultados dos dados medidos, enquanto para as demais zonas, o limite inferior encontra-se bem abaixo daquela encontrada nesse trabalho e na zona de conforto apresentada por Araújo (1996). Os resultados sugerem que os habitantes das regiões quente e úmidas apresentam menor tolerância às temperaturas mais baixas que os habitantes das demais zonas propostas.

Além do aspecto referente à zona de conforto, foi intenção ainda investigar outras relações entre usuário, sensação e clima. Com base na identificação da variável mais influente na sensação de frio relatada pelos usuários, pode-se sugerir que a velocidade do ar, foi o que norteou as sensações relatadas pelos usuários. Na medida em que as temperaturas máxima e mínima atingiam valores próximos a 24,5 e 26,5°C, respectivamente, a velocidade do ar apresentou seus valores mais altos. Com isso, para estas duas temperaturas o leve desconforto para o frio foi mais freqüente entre os entrevistados.

Em contrapartida, para temperaturas em torno de 25,5°C e com registros mais baixos das médias da velocidade do ar, a sensação de leve desconforto mais comum foi para o calor.

Portanto, pode-se afirmar que a velocidade do ar influenciou decisivamente nas sensações relatadas pelos entrevistados, confirmando sua importância para a obtenção do conforto térmico em edificações localizadas em regiões de clima quente e úmido. No entanto, verificou-se que mesmo a avaliação tendo sido feita para um dos meses correspondentes ao inverno na cidade de Maceió/AL, a diminuição nos valores médios da velocidade do ar provocou leve desconforto para o calor.

No aspecto referente à investigação dos usuários de acordo com sua localização no ambiente, ou seja, pelo posicionamento próximo ou não das aberturas, observou-se que não houve forte indicação de que a proximidade ou não das aberturas pudessem modificar ou influir significativamente na sensação térmica.

Quanto à possível diferença entre sensações relatadas por homens e mulheres não foram encontradas diferenças significativas.

Como limitações ou incerteza experimentais, o presente trabalho apresenta, somente, resultados referentes a temperaturas mais baixas, colheu respostas de usuários realizando a mesma atividade, porém sem uma vestimenta padrão e sim certa uniformidade das mesmas. Além disso, houve a certa limitação quanto à (in) disponibilidade de ambientes para fazer as

medições, o manuseio de equipamentos e na divisão de tarefas no momento das medições das variáveis.

Aos trabalhos futuros, poder-se-ia buscar resultados complementares de forma a definir uma zona de conforto para Maceió/AL, com dados de todas as épocas climáticas e definir, a partir de quais limites de velocidade do ar, os usuários sentem-se (des) confortáveis.



Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT 15220**. Norma de Desempenho Térmico para Habitações de Interesse Social. Parte 3. Rio de Janeiro, 2005.
- AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS, INC. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, **ASHRAE Fundamentals**. Atlanta, 2003. Cap.8: Thermal Comfort
- ASHRAE. **Thermal environmental conditions for human occupancy**. ANSI/ASHRAE Standard 55-1992a, (ASHRAE: Atlanta), 1995.
- ANALYSIS BIO. **Bioclimatologia**. Santa Catarina: Labeee, 2004.
- ANALYSIS CST. **Conforto e Stress Térmico**. Santa Catarina: Labeee, 2004.
- ARAÚJO, V.M.D. **Parâmetros de Conforto Térmico para Usuários de Edificações Escolares**. Natal: Edufrn, 2001.
- ARAÚJO, V. **Parâmetros de Conforto Térmico par Usuários de Edificações Escolares no Litoral Nordestino Brasileiro**. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1996.b.
- BITTENCOURT, L. S., CANDIDO, C. **Introdução à Ventilação Natural**. Maceió: Edufal, 2006.
- BITTENCOURT, L. **Ventilation as a cooling resource for warm humid climates: An investigation on perforated block wall geometry to improve ventilation inside low-rise buildings**. Tese (Doutorado em Environment and Energy Studies). Architectural Association Graduate School, Londres, 1993.

- BRAGER, G.; DE DEAR, R. Thermal adaptation in the built environment: a literature review. **Energy and Buildings**, vol 27, 1998.
- BRAGER, G.; DE DEAR, R. Climate, comfort & natural ventilation: A new adaptive comfort standard for ASHRAE Standart 55. Center for **Environmental Design Research – Center for the Build Environment**. University of California, Berkeley, 2001.
- CORBELLA, O.; YANAS, S. **Conceitos Físicos, Questões Técnicas e Exemplos**. In: Em busca de uma Arquitetura Sustentável para os Trópicos. Rio de Janeiro: Ed. Ruas, 2003. 288p, 2003.
- DUNKE, E. M. S. **Avaliação de Desempenho Térmico em Sistemas Construtivos da Vila Tecnológica de Curitiba como Subsídio para a Escolha de Tecnologias Apropriadas em Habitação de Interesse Social**. 227f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2002.
- FANGER, P.O. **Thermal Comfort**. New York: McGraw-Hill Books Company, 1970.
- FANGER, P. O. Human requeriments in future air-conditioned environments. **International Journal of Refrigeration**, vol 24, 2001.
- FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**. 1º ed. São Paulo: Nobel, 1995.
- GOULART, S.; LAMBERTS, R.; FIRMINO, S. **Dados Climáticos para Projeto e Avaliação Energética de Edificações para 14 Cidades Brasileiras**. Florianópolis: Núcleo de Pesquisa em Construção – UFSC, 1997.
- ISO 7730. Moderate thermal environments - Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. **International Standardisation Organisation** (iso.ch), 1994.

- ISO 7726. Thermal environments - Instruments and methods for measuring physical quantities. **International Standardisation Organisation** (iso.ch), 1985.
- KOENIGSBERGER, et al. **Viviendas y Edifícios em Zonas Cálidas y Tropicales**. Madrid: Paraninfo, 1977.
- LAMBERTS. R. et al. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: Pro Livros, 2001.
- LAMBERTS, R. e XAVIER, A. **Conforto Térmico e Stress Térmico**. Florianópolis: Labeee – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, 2002.
- LAMBERTS et al. **Desempenho Térmico de Edificações**. Apostila da Disciplina: ECV 5161. CTC – Departamento de Engenharia Civil. LABEEE. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Florianópolis, fevereiro de 2005.
- MASCARÓ, L. R. **Luz, Clima e Arquitetura**. São Paulo: Nobel, 1985.
- MORAN, E. **Adaptabilidade Humana**. São Paulo: Edusp, 1994.
- NICOL, F. Adaptive thermal comfort standards in the hot-humid tropics. **Energy and Buildings**, vol 36, 2001.
- NICOL, F.; HUMPHREYS, M.; SYKES, O.; ROAF, S. **Standards for thermal comfort**. Chapman & Hall: London, 1995.
- OLGAY, V. **Design With Climate**. New Jersey: Princeton University, 1963.
- OLGAY, V. **Arquitectura y Clima. Manual de Diseño Bioclimático para Arquitectos y Urbanistas**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili S.A, 1998.
- OLIVEIRA, T. A.; OTTO, T. R. **Textos de Apoio à Programação Física dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde — Sistemas de Controle das Condições**

Ambientais de Conforto. Brasília, 1995.92 p. Disponível em:
http://nceub.org.uk/uploads/Paper27_Parsons.pdf. Acesso: 19/07/07

- RAMON, F. **Ropa, Sudor y Arquitecturas**. Madrid: H. Blumen, 1980.
- ROMERO, M.A. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano**. São Paulo: Projeto Editores Associados Ltda, 1988.
- RUAS, A. C. **Conforto Térmico nos Ambientes de Trabalho**. São Paulo: FUNDACENTRO, 1999.
- SALIBA, T.M. **Manual Prático de Avaliação e Controle de Calor – PPRA**. São Paulo: LTr, 2000.
- SCHIMID, A. **A Idéia de Conforto**. Curitiba: Pacto ambiental, 2005.
- TANABE, S. **Thermal comfort requirements in Japan**. Tese de doutorado, Waseda University, 1998.
- WEBB, C.G. **An analysis os some observations of thermal comfort in equatorial climate**. London: Britain J. Industr. Med., 16, 1959.
- XAVIER, A. A. **Condições de Conforto Térmico para Estudantes de 2º Grau na Região de Florianópolis**. 198 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.



Apêndices

Apêndice 1

Analisar a possível disparidade entre as sensações preditas por homens e mulheres

Tendo sido levantada à hipótese inicial, de uma possível diferença entre as sensações preditas por homens e mulheres, foi feita uma análise com base nas respostas dadas por homens e mulheres e assim verificar se há disparidades nas respostas dadas quanto a aceitabilidade térmica.

De acordo com o questionamento quanto à sensação térmica “*Como você está se sentindo neste momento?*”, pode ser verificado através das Figuras 86 e 87, que entre 50 e 65% das situações monitoradas, as mulheres afirmaram estar *neutras*, sendo para os homens este percentual variado entre 9 e 66%. Em grande parte dos dias monitorados, tanto homens quanto mulheres assinalaram a sensação de conforto, exceto para a temperatura em torno de 27,5°C, quando apenas 9% dos homens se disseram estar *neutro*, com 54% sentindo-se desconfortável *levemente para o calor*, enquanto para as mulheres, o registro foi de 50% confortável e 40% sentindo-se desconfortável *levemente para o frio*.

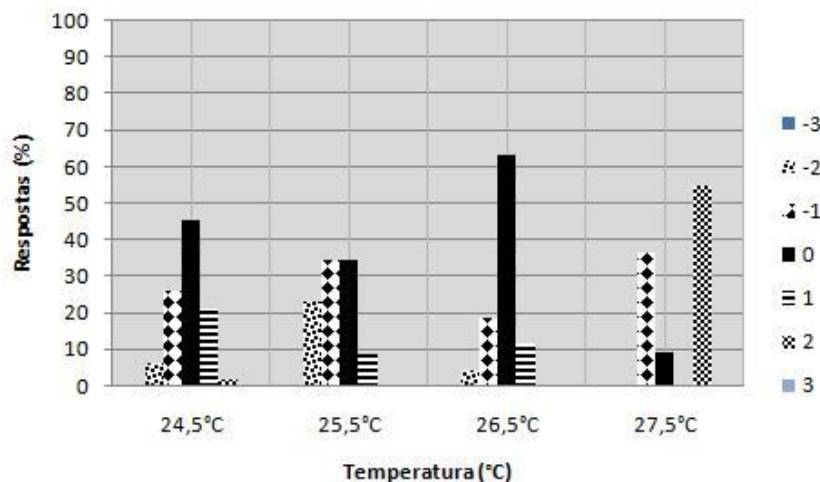


Figura 86: Sensação térmica masculina em relação à temperatura

Fonte: Dados coletados

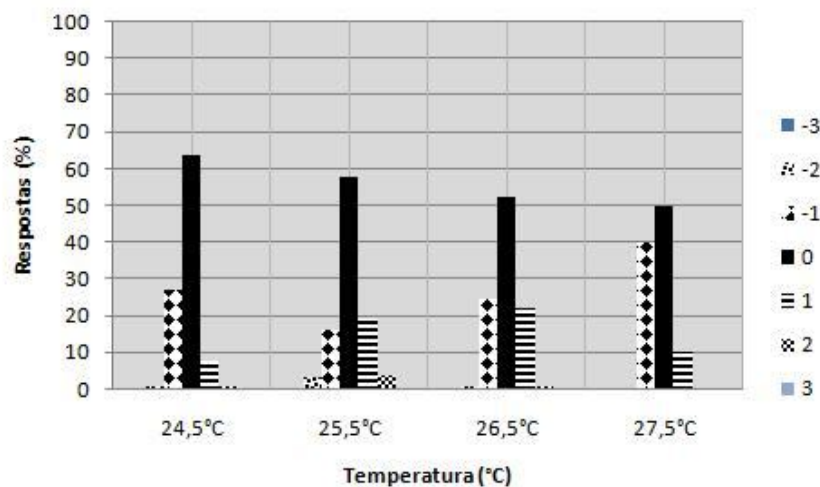


Figura 87: Sensação térmica feminina em relação à temperatura

Fonte: Dados coletados

Para a predição se aceitável ou inaceitável, de acordo com “Com relação ao ambiente de que maneira você se encontra neste momento?”, as respostas se assemelham com, no mínimo, 85% relatando estar o ambiente aceitável para as condições de conforto, para todas as temperaturas investigadas (Figura 88 e 89).

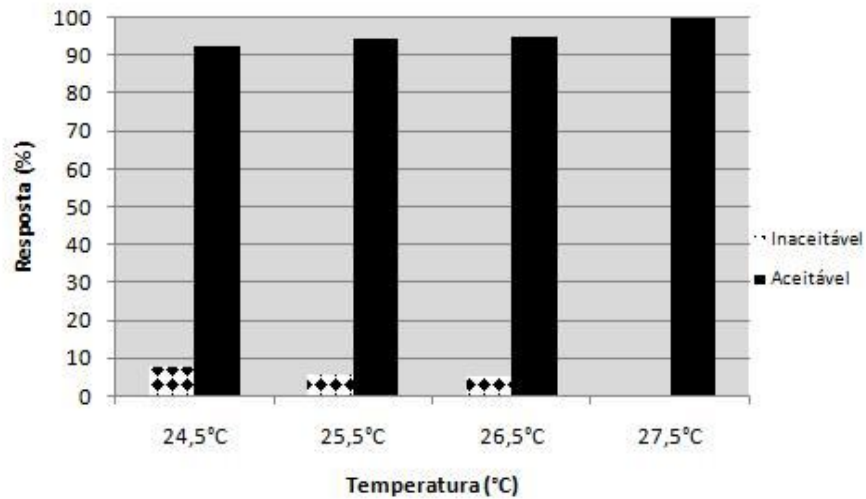


Figura 88: Aceitabilidade masculina em relação à temperatura

Fonte: Dados coletados

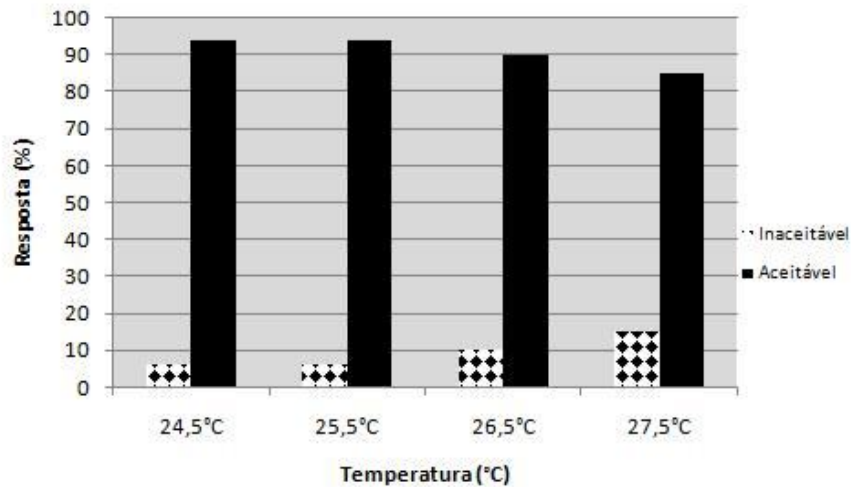


Figura 89: Aceitabilidade feminina em relação à temperatura

Fonte: Dados coletados

Quanto à preferência, ainda em relação ao ambiente, houve algumas divergências. Para os homens o registro foi que para a menor temperatura monitorada (24,5°C), a sensação foi de desconforto sendo 50% desejando estar mais resfriado e 50% desejando estar mais aquecido. Já para a temperatura mais elevada, de 27°C, 100% dos homens preferiam estar

assim mesmo. Para as mulheres, mesmo com a variação das temperaturas, a grande maioria preferiu estar *assim mesmo*. No entanto, estar *mais aquecido* foi uma necessidade presente em 100% dos casos com um percentual que variou de 9 a 25% de (Figura 90 e 91).

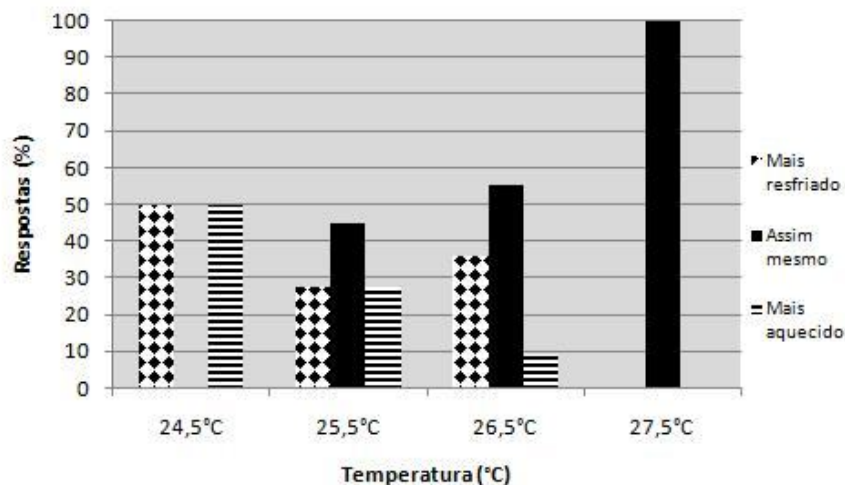


Figura 90: Preferência térmica masculina em relação à temperatura

Fonte: Dados coletados

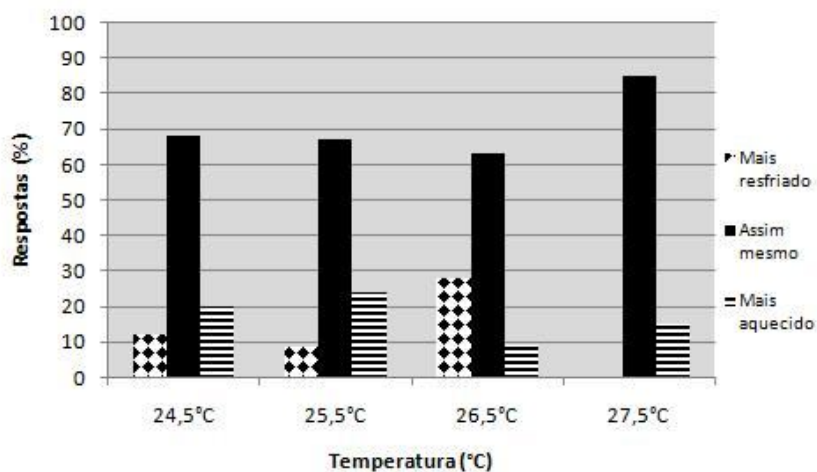


Figura 91: Preferência térmica feminina em relação à temperatura

Fonte: Dados coletados

Outro item avaliado quanto à distinção das preferências entre os sexos foi quanto ao movimento do ar. Para “*Em relação ao movimento do ar, qual é a sua sensação neste momento?*”, em ambos os casos a sensação de aceitabilidade foi, no mínimo 60%, presente para todas as situações representativas dos parâmetros ambientais (Figura 92 e 93).

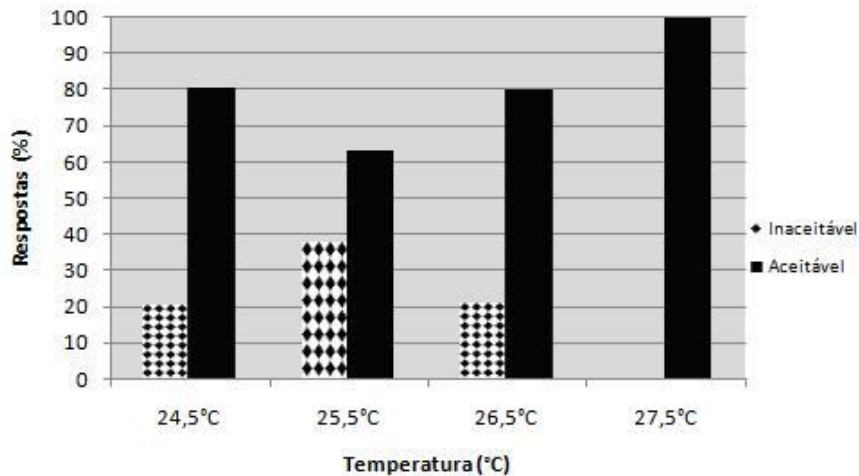


Figura 92: Preferência térmica masculina em relação à velocidade do ar

Fonte: Dados coletados

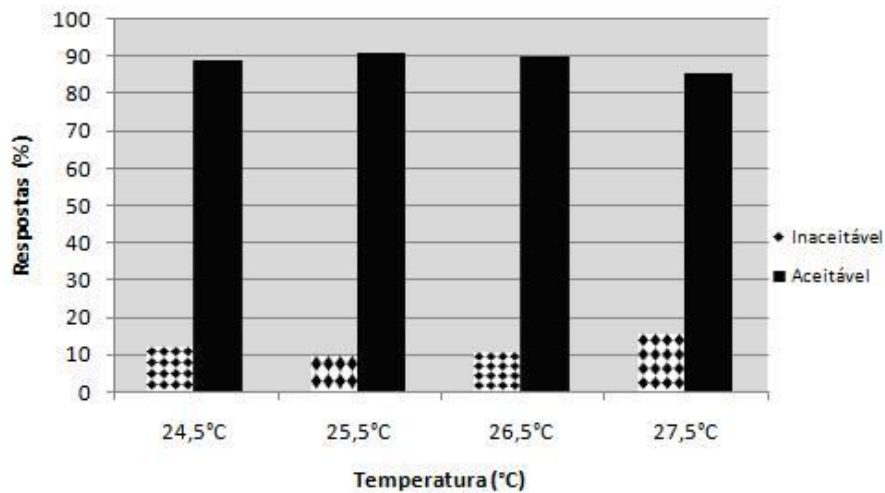


Figura 93: Preferência térmica feminina em relação à velocidade do ar

Fonte: Dados coletados

Quanto à preferência em relação ao movimento do ar, tanto os homens quanto as mulheres, indicaram satisfação com a velocidade do ar (Figura 94 e 95). Com exceção do registro de temperatura do ar de 27°C onde 100% dos homens estavam confortáveis com o movimento do ar, para as demais temperaturas, em todos os casos houve desconforto com preferência hora para um menor movimento do ar, hora por maior movimento.

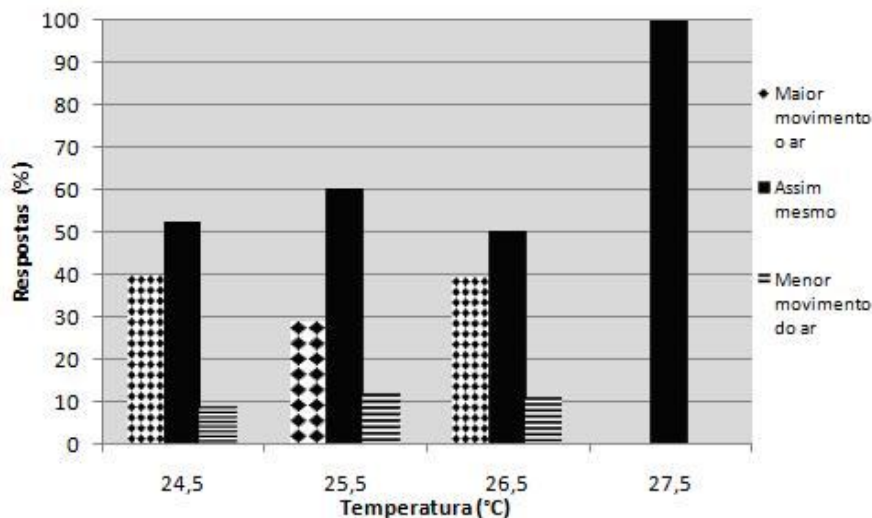


Figura 94: Preferência masculina em relação ao movimento do ar

Fonte: Dados coletados

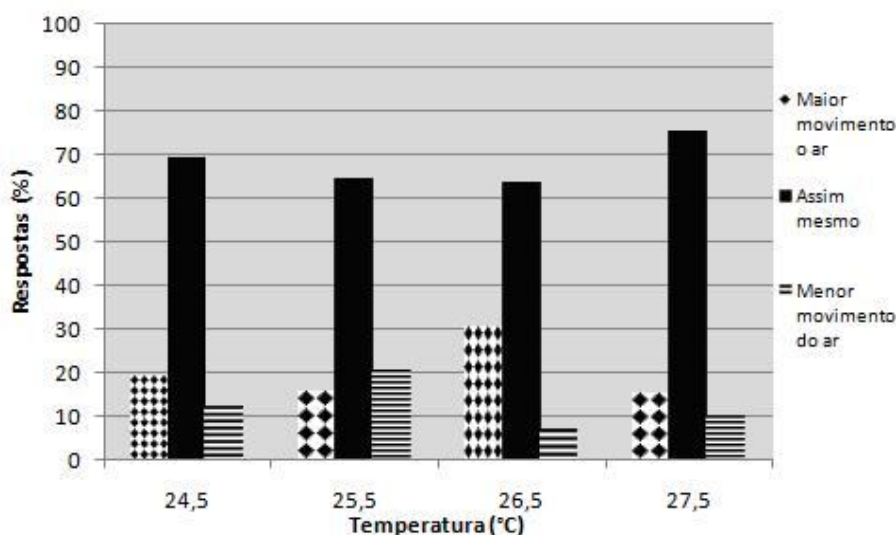


Figura 95: Preferência feminina em relação ao movimento do ar

Fonte: Dados coletados

Utilizando o programa Analysis CST, foram calculadas as sensações preditas por homens e mulheres (Tabela 17) utilizando como entrada de dados os valores de temperatura, umidade e velocidade do ar, medidos. A intenção foi de verificar se há disparidades entre o nível de conforto monitorado e o calculado, para homens e mulheres.

Tabela 17 – PPD e PMV calculados pelo *software* Analysis CST

Monitoramentos	Homens Vestimenta: 0.33 clo		Mulheres Vestimenta: 0.45 clo	
	PMV	PPD	PMV	PPD
1	0.14	5.41	0.48	9.85
2	- 0.94	23.47	- 0.49	10.02
3	- 0.57	11.69	0.02	5.01
4	0.34	7.46	0.81	18.84
5	- 0.13	5.34	0.22	5.99
6	- 0.09	5.18	0.20	5.81
7	0.43	8.87	0.65	13.98
8	- 0.21	5.95	0.09	5.15
9	- 0.14	5.41	0.16	5.51
10	- 0.40	8.26	- 0.04	5.04
11	- 0.58	11.99	- 0.42	8.62
12	- 0.27	6.56	- 0.04	5.03
13	- 0.68	14.84	- 0.32	7.07
14	- 0.26	6.41	0.02	5.01
15	0.07	5.10	0.29	6.77

De acordo com a Tabela 17, pode ser verificado que cerca de 70% das mulheres sentiam leve desconforto para o frio, enquanto o inverso verificou-se para os homens, onde aproximadamente 70% sentiam-se levemente desconfortáveis para o calor.

Da análise feita com seus 217 usuários, 65,95% compõem-se de mulheres. Com as sensações relatadas nos questionários de aceitabilidade térmica, apresentadas nas Figuras 84 a 95 pôde-se perceber que há pouca variação na sensação predita por homens e mulheres.

O interessante a ser observado, é que na maioria dos casos o leve desconforto é em geral mais acentuado nos homens. A sensação neutra ou confortável, para os homens, está mais equiparada com as outras necessidades, enquanto que para as mulheres há uma diferença maior na relação entre o conforto e o leve desconforto.

Pela Tabela 17, apresentada no item anterior, os resultados calculados pelo analysis CST, sugerem diferença entre o nível de conforto predito para homens e a para as mulheres, estando os homens na maior parte das situações em nível de desconforto para o frio enquanto as mulheres a maior parte dos cálculos indicando sensação de conforto.

Apêndice 2

Valores da temperatura e umidade do ar (Tabela 18) , medidos, utilizando os equipamentos:

Estação microclimática (BABUC) e HOBO.

Tabela 18 – Valores da temperatura e umidade do ar, medidos

Monitoramentos	Médias		
	Dia / Hora	Temp. °C	UR (%)
1	08/20/07 /13:30	26.34	61.8
1	08/20/07 /13:35	26.34	63.4
1	08/20/07 /13:40	26.34	63.8
1	08/20/07 /13:45	26.34	63.8
1	08/20/07 /13:50	26.34	64.3
1	08/20/07 /13:55	26.34	64.7
1	08/20/07 /14:00	26.34	63.4
1	08/20/07 /14:05	26.34	63.8
1	08/20/07 /14:10	26.34	63.4
1	08/20/07 /14:15	26.34	62.6
1	08/20/07 /14:20	26.34	62.6
1	08/20/07 /14:25	26.34	61.5
1	08/20/07 /14:30	26.34	62.2
1	08/20/07 /14:35	26.34	61.8
1	08/20/07 /14:40	26.34	62.2
1	08/20/07 /14:45	26.34	65.2
1	08/20/07 /14:50	26.34	66.6
1	08/20/07 /14:55	26.34	67.2
1	08/20/07 /15:00	26.34	67.7
2	08/21/07 /15:20	24.4	69.2
2	08/21/07 /15:30	24.4	69.2
2	08/21/07 /15:40	24.01	71.1
2	08/21/07 /15:50	24.01	69.8
2	08/21/07 /16:00	24.01	69.2
2	08/21/07 /16:10	24.01	69.2
2	08/21/07 /16:20	24.01	69.8
2	08/21/07 /16:30	23.63	69.3
2	08/21/07 /16:40	23.63	69.3
2	08/21/07 /16:50	23.63	70.5
3	08/22/07 /15:40	25.56	67.3
3	08/22/07 /15:45	25.56	67.8
3	08/22/07 /15:50	25.56	67.8
3	08/22/07 /15:55	25.56	67.8
3	08/22/07 /16:00	25.56	68.4
3	08/22/07 /16:05	25.56	68.4
3	08/22/07 /16:10	25.56	68.4
3	08/22/07 /16:15	25.56	68.4
3	08/22/07 /16:20	25.56	69
3	08/22/07 /16:25	25.95	68.9
3	08/22/07 /16:30	25.56	69

3	08/22/07 /16:35	25.95	68.9
3	08/22/07 /16:40	25.56	68.4
3	08/22/07 /16:45	25.95	68.3
3	08/22/07 /16:50	25.95	68.3
3	08/22/07 /16:55	25.56	68.4
3	08/22/07 /17:00	25.56	67.8
3	08/22/07 /17:05	25.17	67.3
4	08/22/07 /18:30	25.17	66.3
4	08/22/07 /18:35	25.17	66.8
4	08/22/07 /18:40	25.17	67.3
4	08/22/07 /18:45	25.17	67.3
4	08/22/07 /18:50	25.17	67.9
4	08/22/07 /18:55	25.17	67.9
4	08/22/07 /19:00	25.17	67.9
4	08/22/07 /19:05	25.17	67.9
4	08/22/07 /19:10	25.56	67.8
4	08/22/07 /19:15	25.56	67.8
4	08/22/07 /19:20	25.56	67.8
4	08/22/07 /19:25	25.56	67.8
4	08/22/07 /19:30	25.56	67.8
4	08/22/07 /19:35	25.56	67.8
4	08/22/07 /19:40	25.56	67.8
4	08/22/07 /19:45	25.56	67.8
4	08/22/07 /19:50	25.56	67.8
4	08/22/07 /19:55	25.56	67.8
4	08/22/07 /20:00	25.56	67.8
4	08/22/07 /20:05	25.56	67.8
4	08/22/07 /20:10	25.56	67.8
4	08/22/07 /20:15	25.56	67.8
4	08/22/07 /20:20	25.56	67.8
5	08/23/07 /09:20	24.4	71.8
5	08/23/07 /09:25	24.4	72.5
5	08/23/07 /09:30	24.4	72.5
5	08/23/07 /09:35	24.4	72.5
5	08/23/07 /09:40	24.4	73.3
5	08/23/07 /09:45	24.4	73.3
5	08/23/07 /09:50	24.4	73.3
5	08/23/07 /09:55	24.4	73.3
5	08/23/07 /10:00	24.4	72.5
5	08/23/07 /10:05	24.4	72.5
5	08/23/07 /10:10	24.4	71.8
5	08/23/07 /10:15	24.79	72.5
5	08/23/07 /10:20	25.17	71.7
5	08/23/07 /10:25	25.17	71.7
5	08/23/07 /10:30	25.17	71
5	08/23/07 /10:35	25.17	70.3
5	08/23/07 /10:40	25.17	70.3
6	08/23/07 /14:05	26.73	66.1
6	08/23/07 /14:10	26.34	63.4
6	08/23/07 /14:15	25.95	62.7
6	08/23/07 /14:20	25.95	63.5
6	08/23/07 /14:25	25.56	64.4

6	08/23/07 /14:30	25.95	63.9
6	08/23/07 /14:35	25.95	65.7
6	08/23/07 /14:40	25.95	63.9
6	08/23/07 /14:45	25.95	64.3
6	08/23/07 /14:50	25.95	64.3
6	08/23/07 /14:55	25.95	64.3
6	08/23/07 /15:00	25.95	64.8
6	08/23/07 /15:05	26.34	64.7
7	08/24/07 /09:40	26.34	60.4
7	08/24/07 /09:45	25.95	61.9
7	08/24/07 /09:50	25.56	64
7	08/24/07 /09:55	25.56	65.3
7	08/24/07 /10:00	25.56	65.3
7	08/24/07 /10:05	25.56	65.8
7	08/24/07 /10:10	25.95	66.7
7	08/24/07 /10:15	25.95	65.7
7	08/24/07 /10:20	25.56	64.8
7	08/24/07 /10:25	25.56	65.8
7	08/24/07 /10:30	25.56	65.3
7	08/24/07 /10:35	25.56	64.8
7	08/24/07 /10:40	25.56	64
7	08/24/07 /10:45	25.56	65.8
7	08/24/07 /10:50	25.56	66.3
7	08/24/07 /10:55	25.95	66.2
7	08/24/07 /11:00	25.95	66.7
8	08/28/07 /09:35	25.56	56.8
8	08/28/07 /09:40	25.56	56.3
8	08/28/07 /09:45	25.95	57
8	08/28/07 /09:50	25.56	55.1
8	08/28/07 /09:55	25.56	54.8
8	08/28/07 /10:00	25.95	54.7
8	08/28/07 /10:05	25.95	55.7
8	08/28/07 /10:10	26.34	54.4
8	08/28/07 /10:15	26.34	54.4
8	08/28/07 /10:20	26.34	54.6
8	08/28/07 /10:25	25.95	55
8	08/28/07 /10:30	26.34	54
8	08/28/07 /10:35	25.95	54.1
8	08/28/07 /10:40	25.95	54.1
8	08/28/07 /10:45	25.56	55.3
8	08/28/07 /10:50	25.56	55.5
8	08/28/07 /10:55	25.56	56
9	08/28/07 /14:20	25.95	58.3
9	08/28/07 /14:25	25.95	57.8
9	08/28/07 /14:30	25.56	58.7
9	08/28/07 /14:35	25.56	59.3
9	08/28/07 /14:40	25.56	59.6
9	08/28/07 /14:45	25.56	59
9	08/28/07 /14:50	25.56	58.7
9	08/28/07 /14:55	25.56	59
9	08/28/07 /15:00	25.56	59.6
9	08/28/07 /15:05	25.56	58.7

9	08/28/07 /15:10	25.56	58.4
9	08/28/07 /15:15	25.17	58
9	08/28/07 /15:20	25.56	59
9	08/28/07 /15:25	25.56	57.9
9	08/28/07 /15:30	25.17	58.2
10	08/29/07 /13:40	26.34	57.7
10	08/29/07 /13:45	25.95	59.9
10	08/29/07 /13:50	25.95	60.5
10	08/29/07 /13:55	25.95	60.5
10	08/29/07 /14:00	25.95	60.2
10	08/29/07 /14:05	25.56	60.6
10	08/29/07 /14:10	25.56	60.3
10	08/29/07 /14:15	25.56	59.6
10	08/29/07 /14:20	25.56	59.6
10	08/29/07 /14:25	25.56	60.9
10	08/29/07 /14:30	25.56	60.3
10	08/29/07 /14:35	25.56	59.9
10	08/29/07 /14:40	25.56	59.9
10	08/29/07 /14:45	25.56	60.3
10	08/29/07 /14:50	25.56	60.3
10	08/29/07 /14:55	25.56	59.9
10	08/29/07 /15:00	25.56	59.3
11	08/29/07 /15:05	25.56	55.1
11	08/29/07 /15:35	25.17	61
11	08/29/07 /15:40	25.17	61.4
11	08/29/07 /15:45	25.17	61
11	08/29/07 /15:50	25.17	60.7
11	08/29/07 /15:55	25.17	60.4
11	08/29/07 /16:00	25.17	60.7
11	08/29/07 /16:05	25.17	60.4
11	08/29/07 /16:10	25.17	60
11	08/29/07 /16:15	25.17	60.4
11	08/29/07 /16:20	25.17	59.4
11	08/29/07 /16:25	25.17	53
11	08/29/07 /16:30	24.4	46.8
11	08/29/07 /16:35	24.01	45.6
11	08/29/07 /16:40	23.63	44.8
11	08/29/07 /16:45	23.24	45.4
12	08/29/07 /18:55	24.79	62.9
12	08/29/07 /19:00	24.79	63.7
12	08/29/07 /19:05	24.79	65
12	08/29/07 /19:10	24.4	65.1
12	08/29/07 /19:15	24.4	66
12	08/29/07 /19:20	24.01	67
12	08/29/07 /19:25	24.01	68.1
12	08/29/07 /19:30	24.01	69.2
12	08/29/07 /19:35	23.63	70.5
12	08/29/07 /19:40	23.63	71.9
12	08/29/07 /19:45	23.63	72.6
12	08/29/07 /19:50	24.01	73.3
12	08/29/07 /19:55	24.01	73.3
12	08/29/07 /20:00	24.4	70.4

13	08/30/07 /14:20	24.4	79.2
13	08/30/07 /14:25	24.4	75.9
13	08/30/07 /14:30	24.4	75.9
13	08/30/07 /14:35	24.01	75
13	08/30/07 /14:40	24.01	75
13	08/30/07 /14:45	24.01	75
13	08/30/07 /14:50	24.01	75
13	08/30/07 /14:55	24.01	74.2
13	08/30/07 /15:00	24.01	73.3
13	08/30/07 /15:05	24.01	73.3
13	08/30/07 /15:10	24.4	72.5
13	08/30/07 /15:15	24.4	72.5
13	08/30/07 /15:20	24.4	71.8
13	08/30/07 /15:25	24.4	71.8
14	08/30/07 /18:50	25.95	68.3
14	08/30/07 /18:55	25.95	67.8
14	08/30/07 /19:00	25.95	67.8
14	08/30/07 /19:05	25.95	67.8
14	08/30/07 /19:10	25.95	67.8
14	08/30/07 /19:15	25.95	67.8
14	08/30/07 /19:20	25.95	67.2
14	08/30/07 /19:25	25.95	67.2
14	08/30/07 /19:30	25.95	66.2
14	08/30/07 /19:35	25.95	65.7
14	08/30/07 /19:40	25.95	66.2
14	08/30/07 /19:45	25.95	66.2
14	08/30/07 /19:50	25.95	65.7
14	08/30/07 /19:55	25.56	60.3
14	08/30/07 /20:00	25.17	64.9
14	08/30/07 /20:05	25.17	65.8
14	08/30/07 /20:10	25.17	67.3
14	08/30/07 /20:15	25.17	67.9
15	08/31/07 /09:40	24.01	72.6
15	08/31/07 /09:45	24.01	72.6
15	08/31/07 /09:50	24.01	73.3
15	08/31/07 /09:55	24.01	74.2
15	08/31/07 /10:00	24.01	74.2
15	08/31/07 /10:05	24.01	72.6
15	08/31/07 /10:10	24.01	72.6
15	08/31/07 /10:15	24.01	71.8
15	08/31/07 /10:20	24.01	72.6
15	08/31/07 /10:25	24.4	71.8
15	08/31/07 /10:30	24.4	71.8
15	08/31/07 /10:35	24.4	71.8
15	08/31/07 /10:40	24.4	71.8
15	08/31/07 /10:45	24.4	71.8

Apêndice 3

Medições da Velocidade do ar, através do termoanemômetro, demonstrados de acordo com o número de pontos monitorado em cada sala de aula.

Monitoramento 1

Ponto 1						
Medições	13:35	14:00	14:20	14:35	14:55	
1	0	0.29	3.34	0.66	0.66	
2	0.06	0.37	3.69	0.53	0.53	
3	0.07	0.41	3.28	0.15	0.15	
4	0.13	0.55	2.36	0.04	0.04	
5	0.12	0.78	2.17	0.26	0.26	
6	0	0.92	2.7	0.23	0.23	
7	0	1.37	2.54	0.2	0.2	
8	0.25	1.45	1.24	0	0	
9	0.28	1.29	1.94	0.13	0.13	
10	0.27	1.05	1.84	0.16	0.16	
11	0.31	0.16	1.88	0.07	0.07	
12	0.27	1.38	1.49	0.1	0.1	
13	0.13	1.75	0.93	0.3	0.3	
14	0	0.96	0.75	0.31	0.31	
15	0	1.17	0.52	0	0	
16	0.25	2.28	0.72	0.08	0.08	
17	0.28	2.9	1.25	0.06	0.06	
18	0.38	2.71	1.2	0.2	0.2	
19	0.47	2.59	1.54	0.23	0.23	
20	0	2.34	0.6	0.28	0.28	
21	0.21	1.79	0.62	0	0	
22	0.22	1.96	0.24	0.63	0.63	
23	0	2.76	0.33	1.01	1.01	
24	0.02	2.86	0.92	0.55	0.55	
25	0.28	2.22	1.43	0.61	0.61	
26	0.38	1.74	0.41	1.16	1.16	
27	0.31	1.38	0.47	0.79	0.79	
28	0.37	1.21	0.37	0.15	0.15	
29	0	1.57	0.14	0	0	
30	0.07	1.56	0	1.15	1.15	
	0.171	1.525667	1.363667	0.334667	0.334667	média
						0.745933

Ponto 2					
Medições	13:37	14:02	14:22	14:37	14:57
1	04:48	0.07	0	0.58	0.58
2	0.21	0.06	0	0.35	0.35
3	0.06	0.05	0	0.22	0.22
4	0.26	0.04	0	0.3	0.3
5	0	0.1	0	0.46	0.46
6	0.22	0.12	0	0.56	0.56

7	0.12	0.17	0	0.5	0.5	
8	0.26	0.28	0.05	0.31	0.31	
9	0.28	0.09	0.04	0.12	0.12	
10	0.09	0		0.14	0.14	
11	0.13	0.07	0.06	0.44	0.44	
12	0.09	0.28	0.21	0.18	0.18	
13	0	0.1	0.29	0.2	0.2	
14	0.07	0.22	0.27	0.39	0.39	
15	0.28	0.35	0.34	0.13	0.13	
16	0.38	0.47	0	0.06	0.06	
17	0.22	0.55	0.06	0.02	0.02	
18	0.25	0.28	0.2	0.46	0.46	
19	0	0	0	0.34	0.34	
20	0	0.22	0	0.45	0.45	
21	0.29	0.48	0	0.4	0.4	
22	0.38	0.4	0	0.37	0.37	
23	0.07	0.43	0	0.23	0.23	
24	0.12	0.54	0	0.29	0.29	
25	0.43	0.51	0.27	0.29	0.29	
26	0.39	0.52	0.26	0.37	0.37	
27	0.32	0.44	0.3	0.31	0.31	
28	0.19	0.34	0.31	0.3	0.3	
29	0.25	0.48	0	0.44	0.44	
30	0	0.55	0	0.5	0.5	média
	0.191724	0.273667	0.091724	0.323667	0.323667	0.24089

Ponto 3					
Medições	13:35	14:00	14:20	14:35	14:55
1	0.26	0.15	0.28	0.11	0.11
2	0.2	0.17	0.23	0.17	0.17
3	0.16	0.14	0.14	0.14	0.14
4	0.22	0.13	0.15	0.11	0.11
5	0.18	0.24	0.2	0.1	0.1
6	0.15	0.19	0.31	0.12	0.12
7	0.27	0.28	0.43	0.19	0.19
8	0.16	0.21	0.5	0.3	0.3
9	0.23	0.14	0.52	0.4	0.4
10	0.4	0.15	0.39	0.4	0.4
11	0.09	0.13	0.28	0.36	0.36
12	0.08	0.24	0.15	0.31	0.31
13	0.08	0.09	0.16	0.26	0.26
14	0.1	0.27	0.14	0.21	0.21
15	0.07	0.2	0.12	0.18	0.18
16	0.13	0.14	0.1	0.17	0.17
17	0.08	0.15	0.09	0.12	0.12
18	0.18	0.25	0.13	0.13	0.13
19	0.12	0.35	0.18	0.18	0.18
20	0.12	0.25	0.22	0.25	0.25
21	0.09	0.24	0.2	0.27	0.27
22	0.06	0.28	0.15	0.28	0.28
23	0.07	0.21	0.14	0.22	0.22
24	0.2	0.4	0.1	0.17	0.17

25	0.21	0.5	0.11	0.13	0.13	
26	0.18	0.44	0.13	0.12	0.12	
27	0.27	0.18	0.18	0.13	0.13	
28	0.22	0.4	0.21	0.09	0.09	
29	0.37	0.39	0.22	0.08	0.08	
30	0.1	0.26	0.23	0.11	0.11	
					média	
	0.168333	0.239	0.213	0.193667	0.193667	0.201533

Ponto 4						
Medições	13:37	14:02	14:22	14:37	14:57	
1	03:07	0.08	0.15	0.08	0.08	
2	0.15	0.09	0.15	0.06	0.06	
3	0.08	0.1	0.13	0.05	0.05	
4	0.08	0.06	0.11	0.04	0.04	
5	0.12	0.16	0.1	0.04	0.04	
6	0.25	0.11	0.08	0.03	0.03	
7	0.19	0.08	0.07	0.06	0.06	
8	0.4	0.12	0.09	0.09	0.09	
9	0.39	0.13	0.08	0.12	0.12	
10	0.38	0.14	0.11	0.13	0.13	
11	0.27	0.07	0.11	0.12	0.12	
12	0.66	0.21	0.13	0.08	0.08	
13	0.22	0.12	0.14	0.06	0.06	
14	0.07	0.09	0.13	0.09	0.09	
15	0.12	0.13	0.12	0.1	0.1	
16	0.09	0.14	0.07	0.11	0.11	
17	0.19	0.02	0.06	0.12	0.12	
18	0.18	0.09	0.05	0.14	0.14	
19	0.08	0.07	0.05	0.15	0.15	
20	0.11	0.06	0.04	0.18	0.18	
21	0.05	0.08	0.03	0.19	0.19	
22	0.03	0.08	0.02	0.14	0.14	
23	0.05	0.07	0.02	0.13	0.13	
24	0.14	0.06	0.02	0.12	0.12	
25	0.14	0.07	0.05	0.07	0.07	
26	0.04	0.17	0.09	0.06	0.06	
27	0.04	0.17	12	0.06	0.06	
28	0.24	0.16	0.15	0.05	0.05	
29	0.16	0.14	0.17	0.04	0.04	
30	0.06	0.17	0.18	0.03	0.03	
					média	
	0.170333	0.108	0.49	0.091333	0.091333	0.1902

Monitoramento 2

Ponto 2					
Medições	15:23	15:43	16:03	16:23	16:43
1	0.09	0.26	0.16	0.51	0.11
2	0.19	0.12	0.08	0.22	0.23
3	0.1	0.17	0.16	0.24	0.46
4	0.3	0.17	0.09	0.25	0.08
5	0.22	0.26	0.19	0.13	0.24

6	0.19	0.13	0.06	0.21	0.33	
7	0.19	0.26	0.14	0.42	0.2	
8	0.74	0.24	0.04	0.25	0.13	
9	0.26	0.17	0.05	0.12	0.25	
10	0.05	0.61	0.3	0.11	0.06	
11	0.24	0.21	0.15	0.05	0.13	
12	0.29	0.32	0.18	0.34	0.19	
13	0.27	0.46	0.15	0.27	0.23	
14	0.59	0.34	0.15	0.3	0.13	
15	0.32	0.47	0.22	0.4	0.15	
16	0.52	0.35	0.14	0.6	0.14	
17	0.26	0.15	0.15	0.38	0.18	
18	0.21	0.38	0.1	0.23	0.16	
19	0.14	0.22	0.17	0.24	0.09	
20	0.18	0.37	0.09	0.26	0.16	
21	0.14	0.41	0.04	0.23	0.5	
22	0.22	0.27	0.13	0.15	0.22	
23	0.11	0.27	0.15	0.22	0.16	
24	0.08	0.1	0.27	0.51	0.24	
25	0.14	0.36	0.12	0.17	0.28	
26	0.22	0.31	0.12	0.34	0.17	
27	0.1	0.17	0.28	0.27	0.22	
28	0.17	0.45	0.1	0.37	0.33	
29	0.24	0.22	0.06	0.22	0.35	
30	0.19	0.49	0.2	0.33	0.26	
	0.232	0.29	0.141	0.278	0.2127	média
						0.230867

Monitoramento 3

Ponto 1					
Medições	15:47	16:04	16:25	16:47	17:07
1	22:04	0.31	1.63	1.63	1.63
2	0.69	0.25	1.13	1.13	1.13
3	0.97	0.12	1.04	1.04	1.04
4	1.03	0.07	1.24	1.24	1.24
5	0.78	0.17	1.28	1.28	1.28
6	0.95	0.24	0.88	0.88	0.88
7	1.04	0.16	0.52	0.52	0.52
8	0.53	0.18	0.39	0.39	0.39
9	0.47	0.17	0.14	0.14	0.14
10	0.58	0.15	0	0	0
11	0.66	0.13	0	0	0
12	0.45	0.09	0	0	0
13	0.53	0	0.23	0.23	0.23
14	0.5	0	0.41	0.41	0.41
15	0.26	0	0.64	0.64	0.64
16	0	0	0.62	0.62	0.62
17	0	0	0.4	0.4	0.4
18	0	0	0.25	0.25	0.25
19	0.22	0	0.28	0.28	0.28
20	0.5	0.08	0.61	0.61	0.61
21	0.56	0.11	1.18	1.18	1.18

22	0	0.14	1.4	1.4	1.4	
23	0		1.48	1.48	1.48	
24	0	0.28	1.13	1.13	1.13	
25	0	0.4	1	1	1	
26	0	0.42	0.49	0.49	0.49	
27	0	0.53	0.64	0.64	0.64	
28	0	0.44	0.52	0.52	0.52	
29	0	0.29	0.52	0.52	0.52	
30	0.47	1.15	0.52	0.52	0.52	média
	0.403667	0.202759	0.685667	0.685667	0.685667	0.532685

Ponto 2						
Medições	15:45	16:02	16:23	16:45	17:05	
1	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	
9	0.13	0	0	0	0	
10	0.25	0	0	0	0	
11	0.28	0	0	0	0	
12	0.31	0	0	0	0	
13	0.36	0	0	0	0	
14	0.29	0	0	0	0	
15	0.21	0	0	0	0	
16	0	0	0	0	0	
17	0	0	0	0	0	
18	0	0	0	0	0	
19	0.05	0	0	0	0	
20	0.15	0	0	0	0	
21	0	0	0	0	0	
22	0.07	0	0	0	0	
23	0.1	0	0	0	0	
24	0	0	0	0	0	
25	0.01	0	0	0	0	
26	0	0	0	0	0	
27	0	0	0	0	0	
28	0	0	0	0	0	
29	0	0	0	0	0	
30	0	0	0	0	0	média
	0.073667	0	0	0	0	0.014733

Ponto 3					
Medições	15:44	16:07	16:21	16:42	17:02
1	0	0.1	0	0	0
2	0	0.08	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0.11	0	0	0

5	0	0.23	0	0	0				
6	0	0.15	0	0	0				
7	0	0	0	0	0				
8	0	0	0	0	0				
9	0	0	0	0	0				
10	0	0	0	0	0				
11	0	0	0	0	0				
12	0	0	0	0	0				
13	0	0	0	0	0				
14	0	0	0	0	0				
15	0	0	0	0	0				
16	0	0	0	0	0				
17	0	0	0	0	0				
18	0	0	0	0	0				
19	0	0	0	0	0				
20	0	0	0	0	0				
21	0	0	0	0	0				
22	0	0	0	0	0				
23	0	0	0	0	0				
24	0	0	0	0	0				
25	0	0	0	0	0				
26	0	0	0	0	0				
27	0	0	0	0	0				
28	0	0	0	0	0				
29	0	0	0	0	0				
30	0	0	0	0	0				
					média				
0					0.022333	0	0	0	0.004467

Ponto 4					
Medições	15:40	16:00	16:20	16:40	17:00
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0

23	0	0	0	0	0	
24	0	0	0	0	0	
25	0	0	0	0	0	
26	0	0	0	0	0	
27	0	0	0	0	0	
28	0	0	0	0	0	
29	0	0	0	0	0	
30	0	0	0	0	0	média
	0	0	0	0	0	0

Monitoramento 4

Ponto 1						
Medições	19:02	19:18	19:32	19:47	20:02	
1	0	0.23	0.26	0.05	0.05	
2	0	0.22	0.28	0.05	0.05	
3	0	0.28	0.5	0.1	0.1	
4	0	0.23	0.23	0.11	0.11	
5	0	0	0.22	0.16	0.16	
6	0	0.19	0.19	0.2	0.2	
7	0	0.26	0.07	0.25	0.25	
8	0	0.3	0.31	0.3	0.3	
9	0	0.26	0.46	0.29	0.29	
10	0	0	0.29	0.3	0.3	
11	0	0.2	0.31	0.27	0.27	
12	0	0	0.3	0.29	0.29	
13	0	0.23	0.29	0.24	0.24	
14	0	0.29	0.02	0.12	0.12	
15	0	0.31	0	0.23	0.23	
16	0	0.43	0.14	0.21	0.21	
17	0	0.47	0.12	0.25	0.25	
18	0	0.21	0.15	0.15	0.15	
19	0	0.28	0.46	0.12	0.12	
20	0	0.21	0.58	0.1	0.1	
21	0	0.27	0.75	0.1	0.1	
22	0	0.43	0.58	0.09	0.09	
23	0	0.27	0.83	0.06	0.06	
24	0	0.31	0.91	0.1	0.1	
25	0	0.18	0.67	0.24	0.24	
26	0	0.12	0.71	0.12	0.12	
27	0	0.17	0.51	0.1	0.1	
28	0	0.2	0.27	0.03	0.03	
29	0	0.24	0.05	0.02	0.02	
30	0	0.44	0.29	0	0	
	0	0.241	0.358333	0.155	0.155	média
						0.181867

Ponto 2					
Medições	19:00	19:15	19:30	19:45	20:00
1	0	0	0.07	0	0
2	0	0	0.08	0.02	0.02
3	0	0	0	0	0

4	0	0	0	0.02	0.02	
5	0	0	0	0.05	0.05	
6	0	0	0	0.04	0.04	
7	0	0	0	0.07	0.07	
8	0	0	0	0.05	0.05	
9	0	0	0	0.03	0.03	
10	0	0	0	0	0	
11	0	0	0	0	0	
12	0	0	0	0	0	
13	0	0	0	0.19	0.19	
14	0	0	0	0.22	0.22	
15	0	0	0	0.27	0.27	
16	0	0	0	0.28	0.28	
17	0	0	0	0.25	0.25	
18	0	0	0	0.27	0.27	
19	0	0	0	0.35	0.35	
20	0	0	0	0.37	0.37	
21	0	0	0	0.39	0.39	
22	0	0	0	0.32	0.32	
23	0	0	0	0.27	0.27	
24	0	0	0	0.29	0.29	
25	0	0	0	0.23	0.23	
26	0	0	0	0.17	0.17	
27	0	0	0	0.18	0.18	
28	0	0	0	0.17	0.17	
29	0	0	0	0.16	0.16	
30	0	0	0	0.07	0.07	
	0	0	0.005	0.157667	0.157667	média
						0.064067

Monitoramento 5

Ponto 3					
Medições	09:21	09:41	10:01	10:21	10:41
1	0.05	0.11	0.22	0.22	0.22
2	0	0.15	0.06	0.06	0.06
3	0	0.18	0.05	0.05	0.05
4	0.02	0.09	0.06	0.06	0.06
5	0	0.04	0.09	0.09	0.09
6	0	0.07	0.07	0.07	0.07
7	0	0.06	0	0	0
8	0	0.08	0	0	0
9	0	0.02	0	0	0
10	0	0.05	0	0	0
11	0	0.02	0.01	0.01	0.01
12	0	0.02	0.02	0.02	0.02
13	0	0.01	0.04	0.04	0.04
14	0	0.02	0.11	0.11	0.11
15	0	0.01	0.1	0.1	0.1
16	0	0	0.09	0.09	0.09
17	0	0	0	0	0
18	0	0	0.04	0.04	0.04
19	0	0.01	0.12	0.12	0.12

20	0	0.08	0.13	0.13	0.13	
21	0	0.1	0.05	0.05	0.05	
22	0	0.06	0.01	0.01	0.01	
23	0	0.12	0	0	0	
24	0	0.05	0	0	0	
25	0	0.05	0.02	0.02	0.02	
26	0.14	0	0.05	0.05	0.05	
27	0.19	0	0.04	0.04	0.04	
28	0.21	0	0.04	0.04	0.04	
29	0.25	0	0.04	0.04	0.04	
30	0	0	0.04	0.04	0.04	média
	0.028667	0.046667	0.05	0.05	0.05	0.045067

Ponto 4						
Medições	09:25	09:45	10:03	10:23	10:43	
1	0.13	0.09	0.12	0.12	0.12	
2	0.03	0.05	0.07	0.07	0.07	
3	0.03	0.01	0.11	0.11	0.11	
4	0.04	0	0.14	0.14	0.14	
5	0.12	0.07	0.17	0.17	0.17	
6	0.15	0.09	0.16	0.16	0.16	
7	0.17	0.15	0.14	0.14	0.14	
8	0.18	0.14	0.09	0.09	0.09	
9	0.17	0.05	0.03	0.03	0.03	
10	0.07	0.05	0	0	0	
11	0.09	0.08	0	0	0	
12	0.04	0.08	0	0	0	
13	0.05	0.06	0	0	0	
14	0.04	0.04	0.11	0.11	0.11	
15	0.04	0.03	0.1	0.1	0.1	
16	0.06	0	0.05	0.05	0.05	
17	0.2	0.01	0	0	0	
18	0.22	0.08	0	0	0	
19	0.19	0.09	0	0	0	
20	0.19	0.12	0.01	0.01	0.01	
21	0.17	0.12	0.05	0.05	0.05	
22	0.16	0.1	0.07	0.07	0.07	
23	0.06	0.11	0.08	0.08	0.08	
24	0.01	0.15	0.12	0.12	0.12	
25	0	0.16	0.14	0.14	0.14	
26	0	0.28	0.12	0.12	0.12	
27	0	0.31	0.06	0.06	0.06	
28	0.01	0.31	0.06	0.06	0.06	
29	0	0.31	0.06	0.06	0.06	
30	0	0.31	0.06	0.06	0.06	média
	0.087333	0.115	0.070667	0.070667	0.070667	0.082867

Monitoramento 6

Ponto 1						
Medições	14:12	14:22	14:32	14:42	14:52	
1	0.09	0	0.01	0.01	0.01	
2	0.1	0.03	0.02	0.02	0.02	
3	0.12	0.09	0.04	0.04	0.04	
4	0.06	0.12	0.11	0.11	0.11	
5	0	0.05	0.13	0.13	0.13	
6	0.08	0.03	0.13	0.13	0.13	
7	0.16	0.03	0.17	0.17	0.17	
8	0.11	0.05	0.11	0.11	0.11	
9	0.06	0.11	0.06	0.06	0.06	
10	0.05	0.12	0.05	0.05	0.05	
11	0.01	0.1	0.07	0.07	0.07	
12	0	0.07	0.14	0.14	0.14	
13	0	0.07	0.15	0.15	0.15	
14	0	0.09	0.08	0.08	0.08	
15	0.02	0.12	0.07	0.07	0.07	
16	0.03	0.1	0.07	0.07	0.07	
17	0	0.14	0.03	0.03	0.03	
18	0.05	0.09	0.05	0.05	0.05	
19	0.12	0	0.07	0.07	0.07	
20	0.02	0	0.14	0.14	0.14	
21	0.04	0	0.08	0.08	0.08	
22	0.04	0.15	0.15	0.15	0.15	
23	0.1	0.13	0.07	0.07	0.07	
24	0.2	0	0.01	0.01	0.01	
25	0.24	0	0	0	0	
26	0.12	0	0	0	0	
27	0.11	0	0.02	0.02	0.02	
28	0.13	0	0	0	0	
29	0.06	0	0.04	0.04	0.04	
30	0.08	0	0.05	0.05	0.05	média
	0.073333	0.056333	0.070667	0.070667	0.070667	0.068333

Ponto 2					
Medições	14:10	14:20	14:30	14:40	14:50
1	0.28	0.2	0.1	0.1	0.1
2	0.19	0.19	0.01	0.01	0.01
3	0.2	0.13	0	0	0
4	0.47	0.09	0.05	0.05	0.05
5	1.03	0.14	0.2	0.2	0.2
6	1.78	0.19	0.23	0.23	0.23
7	2.53	0.26	0.15	0.15	0.15
8	1.41	0.08	0.11	0.11	0.11
9	0.98	0.03	0.2	0.2	0.2
10	1.02	0.05	0.14	0.14	0.14
11	0.64	0.07	0.16	0.16	0.16
12	0.29	0.29	0.14	0.14	0.14
13	0.26	0.15	0.06	0.06	0.06

14	0.53	0.05	0.06	0.06	0.06	
15	0.94	0.21	0.04	0.04	0.04	
16	1.31	0.24	0.05	0.05	0.05	
17	1.3	0.3	0.18	0.18	0.18	
18	1.26	0.28	0.23	0.23	0.23	
19	1.04	0.2	0.33	0.33	0.33	
20	1.45	0.21	0.23	0.23	0.23	
21	1.73	0.23	0.28	0.28	0.28	
22	1.41	0.21	0.27	0.27	0.27	
23	1.5	0.18	0.34	0.34	0.34	
24	2.24	0.13	0.2	0.2	0.2	
25	2.16	0.07	0.03	0.03	0.03	
26	1.9	0.11	0.02	0.02	0.02	
27	1.84	0.21	0	0	0	
28	0.84	0.36	0.1	0.1	0.1	
29	0.47	0.33	0.23	0.23	0.23	
30	0.56	0.29	0.3	0.3	0.3	média
	1.118667	0.182667	0.148	0.148	0.148	0.349067

Ponto 3						
Medições	14:15	14:25	14:30	14:35	14:40	
1	0.44	0.25	0.12	0.12	0.12	
2	0.51	0.17	0.11	0.11	0.11	
3	0.53	0.14	0.12	0.12	0.12	
4	0.47	0.16	0.14	0.14	0.14	
5	0.46	0.15	0.17	0.17	0.17	
6	0.44	0.14	0.17	0.17	0.17	
7	0.41	0.13	0.16	0.16	0.16	
8	0.35	0.13	0.15	0.15	0.15	
9	0.24	0.14	0.11	0.11	0.11	
10	0.22	0.17	0.09	0.09	0.09	
11	0.21	0.16	0.11	0.11	0.11	
12	0.2	0.25	0.13	0.13	0.13	
13	0.16	0.27	0.16	0.16	0.16	
14	0.17	0.24	0.17	0.17	0.17	
15	0.23	0.21	0.15	0.15	0.15	
16	0.4	0.18	0.15	0.15	0.15	
17	0.44	0.11	0.18	0.18	0.18	
18	0.39	0.13	0.2	0.2	0.2	
19	0.19	0.16	0.19	0.19	0.19	
20	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18	
21	0.2	0.15	0.13	0.13	0.13	
22	0.22	0.12	0.1	0.1	0.1	
23	0.27	0.08	0.08	0.08	0.08	
24	0.3	0.06	0.09	0.09	0.09	
25	0.25	0.14	0.1	0.1	0.1	
26	0.21	0.21	0.1	0.1	0.1	
27	0.15	0.27	0.09	0.09	0.09	
28	0.09	0.29	0.08	0.08	0.08	
29	0.07	0.27	0.08	0.08	0.08	
30	0.07	0.19	0.14	0.14	0.14	média
	0.282	0.175	0.131667	0.131667	0.131667	0.1704

Monitoramento 7

Ponto 2						
Medições	09:40	10:00	10:20	10:40	11:00	
1	0	0.11	0.12	0.12	0.12	
2	0	0.23	0.07	0.07	0.07	
3	0	0.3	0	0	0	
4	0.15	0.32	0.05	0.05	0.05	
5	0.14	0.29	0.03	0.03	0.03	
6	0	0.17	0	0	0	
7	0	0.07	0	0	0	
8	0	0.09	0.04	0.04	0.04	
9	0	0.11	0.11	0.11	0.11	
10	0	0.05	0.13	0.13	0.13	
11	0	0.03	0.08	0.08	0.08	
12	0	0.05	0	0	0	
13	0	0	0	0	0	
14	0	0.03	0	0	0	
15	0	0.16	0	0	0	
16	0	0.12	0	0	0	
17	0	0.17	0	0	0	
18	0	0.15	0	0	0	
19	0	0.09	0.13	0.13	0.13	
20	0	0.05	0.17	0.17	0.17	
21	0	0	0.2	0.2	0.2	
22	0	0	0.07	0.07	0.07	
23	0	0	0.05	0.05	0.05	
24	0	0	0.07	0.07	0.07	
25	0	0	0	0	0	
26	0	0.01	0.06	0.06	0.06	
27	0	0.02	0.24	0.24	0.24	
28	0	0	0.26	0.26	0.26	
29	0	0	0.13	0.13	0.13	
30	0	0	0.05	0.05	0.05	média
	0.009667	0.087333	0.068667	0.068667	0.068667	0.0606

Ponto 3					
Medições	09:43	10:03	10:23	10:43	11:03
1	0	0.02	0.11	0.11	0.11
2	0	0	0.26	0.26	0.26
3	0	0	0.15	0.15	0.15
4	0	0.03	0.08	0.08	0.08
5	0	0.07	0.11	0.11	0.11
6	0.31	0	0.28	0.28	0.28
7	0.37	0.18	0.33	0.33	0.33
8	0.33	0.16	0.22	0.22	0.22
9	0.28	0.14	0.2	0.2	0.2
10	0.09	0.11	0.14	0.14	0.14
11	0	0.07	0.12	0.12	0.12
12	0	0	0	0	0
13	0.03	0.02	0	0	0

14	0.07	0.03	0.14	0.14	0.14	
15	0.09	0.1	0.24	0.24	0.24	
16	0.17	0.13	0.27	0.27	0.27	
17	0.03	0.06	0.22	0.22	0.22	
18	0	0.01	0.2	0.2	0.2	
19	0.14	0	0.1	0.1	0.1	
20	0.19	0	0.05	0.05	0.05	
21	0.23	0	0.05	0.05	0.05	
22	0.24	0	0.23	0.23	0.23	
23	0.29	0	0.29	0.29	0.29	
24	0.33	0	0	0	0	
25	0.07	0	0.01	0.01	0.01	
26	0	0	0	0	0	
27	0.1	0.07	0	0	0	
28	0.28	0.08	0.02	0.02	0.02	
29	0.31	0.11	0.01	0.01	0.01	
30	0.35	0.13	0	0	0	média
	0.143333	0.050667	0.127667	0.127667	0.127667	0.1154

Ponto 4						
Medições	09:40	10:00	10:20	10:40	11:00	
1	0.09	0.05	0.17	0.17	0.17	
2	0.06	0.06	0.2	0.2	0.2	
3	0.04	0.05	0.14	0.14	0.14	
4	0.05	0.02	0.11	0.11	0.11	
5	0.07	0.02	0.1	0.1	0.1	
6	0.07	0.03	0.12	0.12	0.12	
7	0.1	0.05	0.14	0.14	0.14	
8	0.17	0.1	0.17	0.17	0.17	
9	0.18	0.15	0.16	0.16	0.16	
10	0.18	0.16	0.13	0.13	0.13	
11	0.11	0.01	0.08	0.08	0.08	
12	0.07	0.01	0.07	0.07	0.07	
13	0.05	0.01	0.05	0.05	0.05	
14	0.04	0.01	0.03	0.03	0.03	
15	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	
16	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
17	0.04	0.01	0.17	0.17	0.17	
18	0.08	0.01	0.18	0.18	0.18	
19	0.11	0	0.16	0.16	0.16	
20	0.11	0.01	0.14	0.14	0.14	
21	0.12	0.02	0.08	0.08	0.08	
22	0.1	0.04	0.04	0.04	0.04	
23	0.08	0.05	0.03	0.03	0.03	
24	0.06	0.06	0.03	0.03	0.03	
25	0.03	0.05	0.03	0.03	0.03	
26	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	
27	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	
28	0.03	0.02	0.04	0.04	0.04	
29	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	
30	0.03	0.06	0.03	0.03	0.03	média
	0.073333	0.039333	0.091333	0.091333	0.091333	0.077333

Monitoramento 8

Ponto 2						
Medições	09:35	09:55	10:15	10:35	10:55	
1	0	0.15	0.03	0.03	0.03	
2	0	0.1	0.01	0.01	0.01	
3	0.14	0.16	0.04	0.04	0.04	
4	0.11	0.09	0	0	0	
5	0.17	0	0	0	0	
6	0.08	0.07	0	0	0	
7	0.13	0.11	0.13	0.13	0.13	
8	0.07	0.13	0.06	0.06	0.06	
9	0.03	0.08	0	0	0	
10	0.04	0	0	0	0	
11	0.08	0.06	0	0	0	
12	0.23	0.03	0	0	0	
13	0.26	0	0.07	0.07	0.07	
14	0.15	0.02	0.15	0.15	0.15	
15	0.02	0.12	0.07	0.07	0.07	
16	0	0	0.05	0.05	0.05	
17	0.09	0	0.1	0.1	0.1	
18	0.01	0.08	0.11	0.11	0.11	
19	0	0	0.11	0.11	0.11	
20	0.06	0	0.13	0.13	0.13	
21	0.13	0	0.11	0.11	0.11	
22	0.11	0	0.12	0.12	0.12	
23	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	
24	0	0	0.06	0.06	0.06	
25	0	0	0.19	0.19	0.19	
26	0	0.02	0.23	0.23	0.23	
27	0	0.08	0.08	0.08	0.08	
28	0	0	0	0	0	
29	0.02	0.1	0.01	0.01	0.01	
30	0.05	0.12	0.05	0.05	0.05	média
	0.068333	0.053333	0.066333	0.066333	0.066333	0.064133

Ponto 3					
Medições	09:37	09:57	10:17	10:35	10:57
1	0.23	0.05	0.08	0.08	0.08
2	0.36	0.38	0	0	0
3	0.56	0.82	0.02	0.02	0.02
4	0.48	0.71	0.03	0.03	0.03
5	0.28	0.51	0	0	0
6	0.4	0.69	0.27	0.27	0.27
7	1.02	0.8	0.25	0.25	0.25
8	1.32	0.84	0.13	0.13	0.13
9	0.86	0.81	0.15	0.15	0.15
10	0.55	0.7	0.32	0.32	0.32
11	0.61	0.4	0.36	0.36	0.36
12	0.26	0.19	0.26	0.26	0.26
13	0.33	0.12	0.32	0.32	0.32

14	0.52	0.35	0.28	0.28	0.28	
15	0.53	0.42	0.11	0.11	0.11	
16	0.47	0.4	0.28	0.28	0.28	
17	0.43	0.49	0.52	0.52	0.52	
18	0.36	0.26	0.72	0.72	0.72	
19	0.46	0.24	0.66	0.66	0.66	
20	0.68	0.35	0.48	0.48	0.48	
21	0.37	0.3	0.4	0.4	0.4	
22	0.31	0.37	0.58	0.58	0.58	
23	0.32	0.39	0.55	0.55	0.55	
24	0.46	0.37	0.51	0.51	0.51	
25	0.41	0.55	0.47	0.47	0.47	
26	0.48	0.59	0.4	0.4	0.4	
27	0.69	0.57	0.45	0.45	0.45	
28	0.78	0.61	0.63	0.63	0.63	
29	0.71	0.61	0.66	0.66	0.66	
30	0.52	0.64	0.73	0.73	0.73	média
	0.525333	0.484333	0.354	0.354	0.354	0.414333

Ponto 4						
Medições	09:40	10:00	10:20	10:37	11:00	
1	0.14	0.21	0	0	0	
2	0.03	0.3	0	0	0	
3	0.2	0.2	0	0	0	
4	0.16	0.08	0.57	0.57	0.57	
5	0.09	0.11	0.41	0.41	0.41	
6	0.26	0.2	0.13	0.13	0.13	
7	0.31	0.25	0.14	0.14	0.14	
8	0.35	0.31	0.3	0.3	0.3	
9	0.27	0.34	0.32	0.32	0.32	
10	0.04	0.2	0.26	0.26	0.26	
11	0.03	0.27	0.25	0.25	0.25	
12	0.07	0.4	0.33	0.33	0.33	
13	0.19	0.43	0.31	0.31	0.31	
14	0.01	0.49	0.19	0.19	0.19	
15	0.08	0.43	0.07	0.07	0.07	
16	0.36	0.23	0.18	0.18	0.18	
17	0.4	0.18	0.19	0.19	0.19	
18	0.33	0.06	0.14	0.14	0.14	
19	0.26	0.05	0.13	0.13	0.13	
20	0.29	0.02	0	0	0	
21	0.4	0.1	0.02	0.02	0.02	
22	0.12	0.33	0.05	0.05	0.05	
23	0.01	0.39	0.15	0.15	0.15	
24	0.03	0.4	0.05	0.05	0.05	
25	0.24	0.09	0.1	0.1	0.1	
26	0.15	0.11	0.15	0.15	0.15	
27	0.11	0.07	0.03	0.03	0.03	
28	0.05	0.08	0.06	0.06	0.06	
29	0.04	0.09	0.12	0.12	0.12	
30	0.05	0.11	0.1	0.1	0.1	média
	0.169	0.217667	0.158333	0.158333	0.158333	0.172333

Monitoramento 9

Ponto 1						
Medições	14:25	14:45	15:00	15:16	15:41	
1	0.26	0.18	0.05	0.19	0.19	
2	0.28	0.18	0.04	0.21	0.21	
3	0.21	0.17	0.04	0.25	0.25	
4	0.14	0.16	0.03	0.21	0.21	
5	0.13	0.14	0.03	0.19	0.19	
6	0.1	0.12	0.02	0.18	0.18	
7	0.04	0.14	0.01	0.17	0.17	
8	0.03	0.15	0.02	0.14	0.14	
9	0.04	0.19	0.03	0.11	0.11	
10	0.04	0.22	0.05	0.12	0.12	
11	0.04	0.24	0.06	0.13	0.13	
12	0.03	0.25	0.07	0.14	0.14	
13	0.02	0.22	0.1	0.14	0.14	
14	0.01	0.21	0.11	0.15	0.15	
15	0.02	0.15	0.12	0.15	0.15	
16	0.03	0.14	0.17	0.18	0.18	
17	0.04	0.17	0.19	0.2	0.2	
18	0.08	0.22	0.24	0.22	0.22	
19	0.13	0.28	0.24	0.28	0.28	
20	0.21	0.3	0.23	0.32	0.32	
21	0.26	0.23	0.27	0.3	0.3	
22	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	
23	0.34	0.16	0.19	0.23	0.23	
24	0.31	0.18	0.2	0.16	0.16	
25	0.3	0.28	0.25	0.15	0.15	
26	0.25	0.32	0.3	0.12	0.12	
27	0.21	0.31	0.32	0.11	0.11	
28	0.14	0.28	0.33	0.15	0.15	
29	0.1	0.25	0.32	0.21	0.21	
30	0.08	0.11	0.3	0.28	0.28	média
	0.139	0.205	0.151	0.189667	0.189667	0.174867

Ponto 2					
Medições	14:20	14:40	14:57	15:15	15:39
1	0.28	0.27	0.12	0.19	0.19
2	0.22	0.24	0.11	0.22	0.22
3	0.14	0.23	0.11	0.2	0.2
4	0.09	0.21	0.14	0.17	0.17
5	0.07	0.19	0.17	0.11	0.11
6	0.06	0.18	0.22	0.11	0.11
7	0.08	0.19	0.23	0.12	0.12
8	0.07	0.22	0.2	0.11	0.11
9	0.08	0.24	0.19	0.12	0.12
10	0.09	0.23	0.17	0.13	0.13
11	0.1	0.22	0.16	0.14	0.14
12	0.09	0.21	0.15	0.15	0.15
13	0.08	0.2	0.14	0.19	0.19

14	0.06	0.18	0.13	0.2	0.2	
15	0.06	0.17	0.14	0.21	0.21	
16	0.05	0.17	0.16	0.22	0.22	
17	0.04	0.16	0.17	0.19	0.19	
18	0.03	0.15	0.18	0.14	0.14	
19	0.04	0.14	0.14	0.11	0.11	
20	0.05	0.12	0.13	0.06	0.06	
21	0.13	0.09	0.1	0.06	0.06	
22	0.15	0.07	0.11	0.06	0.06	
23	0.18	0.07	0.14	0.07	0.07	
24	0.21	0.09	0.16	0.07	0.07	
25	0.24	0.1	0.17	0.08	0.08	
26	0.22	0.1	0.18	0.09	0.09	
27	0.18	0.11	0.15	0.11	0.11	
28	0.17	0.1	0.12	0.12	0.12	
29	0.15	0.09	0.09	0.12	0.12	
30	0.14	0.07	0.07	0.12	0.12	média
	0.118333	0.160333	0.148333	0.133	0.133	0.1386

Ponto 3						
Medições	14:10	07:40	14:50	15:10	15:30	
1	0.47	0.15	0.32	0.26	0.26	
2	0.54	0.14	0.36	0.33	0.33	
3	0.53	0.13	0.28	0.27	0.27	
4	0.62	0.12	0.26	0.2	0.2	
5	0.79	0.1	0.22	0.17	0.17	
6	0.94	0.15	0,0,20	0.14	0.14	
7	1	0.2	0.16	0.19	0.19	
8	0.95	0.21	0.08	0.16	0.16	
9	0.79	0.24	0.07	0.4	0.4	
10	0.61	0.29	0.04	0.45	0.45	
11	0.4	0.23	0.04	0.48	0.48	
12	0.33	0.17	0.05	0.45	0.45	
13	0.3	0.15	0.07	0.36	0.36	
14	0.28	0.14	0.1	0.32	0.32	
15	0.27	0.11	0.12	0.25	0.25	
16	0.25	0.09	0.11	0.12	0.12	
17	0.21	0.08	0.14	0.09	0.09	
18	0.2	0.07	0.14	0.08	0.08	
19	0.19	0.08	0.14	0.06	0.06	
20	0.18	0.1	0.13	0.05	0.05	
21	0.24	0.12	0.11	0.05	0.05	
22	0.38	0.12	0.08	0.06	0.06	
23	0.49	0.1	0.09	0.1	0.1	
24	0.5	0.1	0.09	0.13	0.13	
25	0.44	0.1	0.1	0.22	0.22	
26	0.41	0.1	0.1	0.26	0.26	
27	0.49	0.14	0.07	0.24	0.24	
28	0.5	0.13	0.05	0.23	0.23	
29	0.51	0.13	0.04	0.23	0.23	
30	0.55	0.13	0.03	0.24	0.24	média
	0.478667	0.137333	0.123793	0.219667	0.219667	0.235825

Ponto 4						
Medições	14:15	14:35	14:53	15:14	15:34	
1	0.02	0.37	0.25	0.29	0.29	
2	0.02	0.46	0.27	0.3	0.3	
3	0.03	0.5	0.17	0.2	0.2	
4	0.03	0.34	0.14	0.07	0.07	
5	0.06	0.25	0.09	0.06	0.06	
6	0.05	0.21	0.09	0.06	0.06	
7	0.17	0.25	0.09	0.05	0.05	
8	0.18	0.29	0.11	0.07	0.07	
9	0.17	0.36	0.16	0.12	0.12	
10	0.16	0.39	0.15	0.18	0.18	
11	0.17	0.46	0.13	0.23	0.23	
12	0.11	0.46	0.11	0.31	0.31	
13	0.13	0.44	0.15	0.32	0.32	
14	0.09	0.43	0.23	0.29	0.29	
15	0.05	0.39	0.34	0.25	0.25	
16	0.03	0.38	0.36	0.22	0.22	
17	0.03	0.34	0.34	0.14	0.14	
18	0.05	0.3	0.28	0.11	0.11	
19	0.05	0.28	0.21	0.09	0.09	
20	0.06	0.24	0.19	0.06	0.06	
21	0.08	0.19	0.2	0.09	0.09	
22	0.09	0.17	0.21	0.15	0.15	
23	0.2	0.2	0.2	0.17	0.17	
24	0.16	0.19	0.17	0.2	0.2	
25	0.14	0.16	0.18	0.22	0.22	
26	0.07	0.14	0.16	0.17	0.17	
27	0.02	0.13	0.14	0.16	0.16	
28	0.02	0.09	0.14	0.18	0.18	
29	0.02	0.07	0.15	0.21	0.21	
30	0.02	0.08	0.14	0.25	0.25	média
	0.082667	0.285333	0.185	0.174	0.174	0.1802

Monitoramento 10

Ponto 1					
Medições	14:03	14:15	14:30	14:48	15:05
1	0.37	0.34	0.22	0.22	0.22
2	0.33	0.3	0.27	0.22	0.22
3	0.3	0.28	0.32	0.21	0.21
4	0.33	0.25	0.32	0.2	0.2
5	0.39	0.26	0.27	0.2	0.2
6	0.42	0.3	0.27	0.19	0.19
7	0.39	0.33	0.25	0.19	0.19
8	0.36	0.33	0.26	0.19	0.19
9	0.35	0.32	0.26	0.24	0.24
10	0.34	0.37	0.27	0.31	0.31
11	0.25	0.43	0.32	0.38	0.38
12	0.21	0.43	0.4	0.41	0.41
13	0.21	0.44	0.42	0.44	0.44
14	0.23	0.4	0.46	0.43	0.43

15	0.24	0.39	0.46	0.39	0.39
16	0.25	0.32	0.36	0.33	0.33
17	0.26	0.32	0.35	0.28	0.28
18	0.27	0.37	0.28	0.26	0.26
19	0.28	0.44	0.22	0.29	0.29
20	0.27	0.42	0.26	0.3	0.3
21	0.24	0.43	0.25	0.28	0.28
22	0.2	0.41	0.27	0.29	0.29
23	0.22	0.39	0.35	0.3	0.3
24	0.21	0.33	0.33	0.28	0.28
25	0.25	0.31	0.38	0.35	0.35
26	0.26	0.28	0.38	0.37	0.37
27	0.28	0.29	0.44	0.336	0.336
28	0.29	0.29	0.52	0.33	0.33
29	0.33	0.28	0.5	0.26	0.26
30	0.34	0.27	0.56	0.23	0.23
	0.289	0.344	0.340667	0.9832	0.9832
					média
					0.588013

Ponto 2					
Medições	14:00	14:07	14:26	14:46	15:02
1	0.29	0.29	0.36	0.49	0.49
2	0.26	0.3	0.38	0.45	0.45
3	0.21	0.31	0.25	0.36	0.36
4	0.18	0.28	0.19	0.32	0.32
5	0.18	0.26	0.2	0.3	0.3
6	0.18	0.25	0.25	0.31	0.31
7	0.19	0.44	0.26	0.3	0.3
8	0.2	0.23	0.3	0.26	0.26
9	0.2	0.23	0.31	0.23	0.23
10	0.19	0.24	0.34	0.19	0.19
11	0.18	0.23	0.34	0.17	0.17
12	0.17	0.22	0.35	0.18	0.18
13	0.16	0.21	0.34	0.19	0.19
14	0.15	0.19	0.35	0.2	0.2
15	0.17	0.18	0.34	0.23	0.23
16	0.18	0.22	0.32	0.28	0.28
17	0.2	0.23	0.34	0.29	0.29
18	0.2	0.24	0.28	0.33	0.33
19	0.21	0.24	0.26	0.38	0.38
20	0.22	0.22	0.25	0.39	0.39
21	0.22	0.21	0.22	0.41	0.41
22	0.21	0.2	0.2	0.39	0.39
23	0.2	0.29	0.2	0.32	0.32
24	0.2	0.2	0.25	0.28	0.28
25	0.21	0.2	0.25	0.23	0.23
26	0.22	0.21	0.28	0.19	0.19
27	0.3	0.22	0.3	0.19	0.19
28	0.31	0.22	0.33	0.19	0.19
29	0.34	0.23	0.35	0.2	0.2
30	0.3	0.24	0.33	0.2	0.2
	0.214333	0.241	0.290667	0.281667	0.281667
					média
					0.261867

Ponto 4						
Medições	13:55	14:10	14:25	14:40	14:55	
1	0.4	0.28	0.36	0.33	0.33	
2	0.35	0.19	0.3	0.36	0.36	
3	0.17	0.16	0.32	0.39	0.39	
4	0.16	0.14	0.3	0.33	0.33	
5	0.28	0.13	0.28	0.3	0.3	
6	0.29	0.13	0.26	0.26	0.26	
7	0.32	0.12	0.24	0.21	0.21	
8	0.35	0.12	0.17	0.21	0.21	
9	0.32	0.1	0.16	0.19	0.19	
10	0.25	0.09	0.18	0.19	0.19	
11	0.2	0.08	0.22	0.18	0.18	
12	0.17	0.09	0.23	0.16	0.16	
13	0.17	0.1	0.24	0.13	0.13	
14	0.15	0.13	0.25	0.12	0.12	
15	0.16	0.16	0.24	0.11	0.11	
16	0.18	0.17	0.22	0.11	0.11	
17	0.17	0.2	0.2	0.11	0.11	
18	0.21	0.25	0.18	0.12	0.12	
19	0.28	0.23	0.17	0.19	0.19	
20	0.3	0.21	0.22	0.23	0.23	
21	0.27	0.21	0.3	0.27	0.27	
22	0.27	0.23	0.37	0.38	0.38	
23	0.2	0.21	0.39	0.39	0.39	
24	0.15	0.24	0.4	0.37	0.37	
25	0.13	0.29	0.28	0.39	0.39	
26	0.12	0.27	0.22	0.39	0.39	
27	0.11	0.28	0.2	0.32	0.32	
28	0.1	0.24	0.2	0.3	0.3	
29	0.1	0.23	0.21	0.34	0.34	
30	0.1	0.24	0.19	0.33	0.33	
	0.214333	0.184	0.25	0.257	0.257	média
						0.232467

Monitoramento 11

Ponto 1					
Medições	13:41	14:01	14:21	14:41	14:55
1	1.73	2.29	1.95	1.14	1.14
2	1.38	1.89	1.76	1.13	1.13
3	1.25	1.64	1.8	0.51	0.51
4	1.52	1.61	1.66	0.45	0.45
5	1.28	1.34	1.66	0.39	0.39
6	0.96	1.46	1.79	0.35	0.35
7	1.03	1.51	1.68	0.29	0.29
8	1.84	1.7	1.66	0.4	0.4
9	2.8	1.95	1.82	0.48	0.48
10	3.1	2.13	1.36	0.51	0.51
11	3.04	2.08	2.64	0.81	0.81
12	2.93	2.04	2.58	0.86	0.86
13	2.65	1.77	2.05	0.61	0.61
14	2.54	2	1.88	0.59	0.59

15	2.74	2.07	1.34	0.5	0.5	
16	2.8	1.53	0.5	0.72	0.72	
17	2.71	1.76	0.29	0.89	0.89	
18	2.33	1.95	0.41	0.94	0.94	
19	2.39	2.04	1.76	0.77	0.77	
20	2.41	2.04	4.95	0.81	0.81	
21	2.53	2.25	2.87	0.66	0.66	
22	2.21	2.33	2.62	0.58	0.58	
23	2.1	2.42	1.86	0.64	0.64	
24	2.49	2.25	1.5	0.51	0.51	
25	2.81	2.19	1.68	1.54	1.54	
26	2.83	2.37	1.37	2.47	2.47	
27	3.33	2.05	1.82	0.4	0.4	
28	3.42	2.65	2.09	0.64	0.64	
29	3.8	2.72	1.5	0.96	0.96	
30	4.05	2.24	2.28	1.88	1.88	
	2.433333	2.009	1.837667	0.781	0.781	média
						1.5684

Ponto 2						
Medições	13:45	14:05	14:25	14:45	15:15	
1	0.53	0.35	0.13	0.18	0.18	
2	0.76	0.23	0.07	0.19	0.19	
3	0.86	0.35	0.12	0.15	0.15	
4	0.83	0.42	0.16	0.17	0.17	
5	0.64	0.46	0.12	0.2	0.2	
6	0.53	0.25	0.09	0.15	0.15	
7	0.5	0.26	0.13	0.2	0.2	
8	0.41	0.54	0.12	0.23	0.23	
9	0.31	0.74	0.21	0.16	0.16	
10	0.34	0.51	0.2	0.11	0.11	
11	0.45	0.34	0.22	0.14	0.14	
12	0.48	0.27	0.42	0.26	0.26	
13	0.5	0.28	0.21	0.2	0.2	
14	0.52	0.26	0.14	0.15	0.15	
15	0.71	0.4	0.14	0.12	0.12	
16	0.64	0.22	0.16	0.08	0.08	
17	0.39	0.27	0.27	0.09	0.09	
18	0.43	0.23	0.4	0.08	0.08	
19	0.41	0.18	0.39	0.11	0.11	
20	0.42	0.2	0.25	0.12	0.12	
21	0.47	0.21	0.03	0.09	0.09	
22	0.46	0.66	0.09	0.1	0.1	
23	0.49	0.53	0.29	0.09	0.09	
24	0.54	0.41	0.34	0.12	0.12	
25	0.66	0.1	0.27	0.2	0.2	
26	0.6	0.34	0.23	0.18	0.18	
27	0.55	0.45	0.3	0.15	0.15	
28	0.41	0.5	0.29	0.21	0.21	
29	0.45	0.58	0.18	0.24	0.24	
30	0.44	0.61	0.12	0.25	0.25	
	0.524333	0.371667	0.203	0.157333	0.157333	média
						0.282733

Ponto 3						
Medições	13:47	14:07	14:27	14:47	15:17	
1	0.35	0.16	0.2	0.31	0.31	
2	0.29	0.11	0.16	0.24	0.24	
3	0.15	0.1	0.42	0.23	0.23	
4	0.3	0.18	0.53	0.27	0.27	
5	0.48	0.27	0.32	0.25	0.25	
6	0.4	0.32	0.23	0.36	0.36	
7	0.53	0.41	0.2	0.35	0.35	
8	0.65	0.32	0.36	0.31	0.31	
9	0.36	0.34	0.51	0.17	0.17	
10	0.11	0.36	0.32	0.22	0.22	
11	0.15	0.27	0.27	0.32	0.32	
12	0.12	0.25	0.28	0.2	0.2	
13	0.07	0.24	0.23	0.27	0.27	
14	0.14	0.42	0.28	0.28	0.28	
15	0.39	0.43	0.23	0.32	0.32	
16	0.54	0.45	0.41	0.36	0.36	
17	0.65	0.43	0.43	0.13	0.13	
18	0.48	0.17	0.42	0.05	0.05	
19	0.16	0.09	0.36	0.2	0.2	
20	0	0.06	0.28	0.28	0.28	
21	0	0.1	0.34	0.35	0.35	
22	0.11	0.09	0.31	0.27	0.27	
23	0.4	0.09	0.26	0.23	0.23	
24	0.42	0.12	0.23	0.2	0.2	
25	0.26	0.21	0.27	0.12	0.12	
26	0.3	0.2	0.24	0.21	0.21	
27	0.21	0.08	0.31	0.37	0.37	
28	0.14	0.11	0.34	0.4	0.4	
29	0.13	0.29	0.18	0.24	0.24	
30	0.03	0.26	0.32	0.28	0.28	
	0.277333	0.231	0.308	0.259667	0.259667	média
						0.267133

Ponto 4					
Medições	13:49	14:09	14:29	14:49	15:19
1	0.11	0.1	0.14	0.31	0.31
2	0.05	0.17	0.11	0.24	0.24
3	0.05	0.28	0.24	0.23	0.23
4	0.04	0.34	0.57	0.27	0.27
5	0.02	0.23	0.52	0.25	0.25
6	0.03	0.33	0.09	0.36	0.36
7	0.03	0.07	0.06	0.35	0.35
8	0.08	0.17	0.05	0.31	0.31
9	0.12	0.39	0.03	0.17	0.17
10	0.09	0.48	0.01	0.22	0.22
11	0	0.47	0	0.32	0.32
12	0	0.54	0.05	0.2	0.2
13	0	0.56	0.03	0.27	0.27
14	0.05	0.31	0.03	0.28	0.28
15	0.12	0.23	0.04	0.32	0.32
16	0.23	0.26	0.06	0.36	0.36

17	0.22	0.33	0.09	0.13	0.13	
18	0.2	0.3	0.08	0.05	0.05	
19	0.15	0.25	0.07	0.2	0.2	
20	0.07	0.22	0.15	0.28	0.28	
21	0.05	0.04	0.19	0.35	0.35	
22	0.01	0.08	0.08	0.27	0.27	
23	0.28	0.1	0.02	0.23	0.23	
24	0	0.12	0.02	0.2	0.2	
25	0	0.13	0.09	0.12	0.12	
26	0	0.25	0.09	0.21	0.21	
27	0.03	0.49	0.06	0.37	0.37	
28	0.08	0.4	0.09	0.4	0.4	
29	0.07	0.26	0.05	0.24	0.24	
30	0.27	0.32	0.01	0.28	0.28	média
	0.081667	0.274	0.104	0.259667	0.259667	0.1958

Monitoramento 12

Ponto 1						
Medições	19:00	19:19	19:29	19:49	20:09	
1	0	0	0	0.06	0.06	
2	0	0	0.09	0.05	0.05	
3	0	0	0.02	0	0	
4	0	0	0.02	0.08	0.08	
5	0	0	0.09	0.07	0.07	
6	0	0	0.02	0.05	0.05	
7	0	0	0.08	0.03	0.03	
8	0	0	0	0.13	0.13	
9	0	0	0	0	0	
10	0	0	0.02	0	0	
11	0	0	0	0.05	0.05	
12	0	0	0	0.04	0.04	
13	0	0	0	0	0	
14	0	0	0	0.05	0.05	
15	0	0	0.08	0	0	
16	0	0	0.02	0.05	0.05	
17	0	0	0.09	0.03	0.03	
18	0	0	0.09	0.02	0.02	
19	0	0	0	0.09	0.09	
20	0	0	0.02	0	0	
21	0	0	0	0	0	
22	0	0	0.02	0.05	0.05	
23	0	0	0	0.04	0.04	
24	0	0	0	0.03	0.03	
25	0	0	0.02	0.13	0.13	
26	0	0	0.01	0.15	0.15	
27	0	0	0	0.15	0.15	
28	0	0	0.02	0	0	
29	0	0	0.02	0.02	0.02	
30	0	0	0.01	0.09	0.09	média
	0	0	0.024667	0.048667	0.048667	0.0244

Ponto 2						
Medições	18:55	19:15	19:30	19:45	20:05	
1	0.13	0.12	0.12	0	0	
2	0.1	0.13	0.15	0.01	0.01	
3	0.07	0.09	0.13	0	0	
4	0.04	0.02	0.11	0	0	
5	0	0.05	0.23	0	0	
6	0.12	0.13	0.11	0	0	
7	0.04	0.23	0.06	0	0	
8	0	0.26	0.12	0	0	
9	0.07	0.28	0.18	0	0	
10	0.12	0.2	0.14	0	0	
11	0.08	0.15	0.05	0	0	
12	0.02	0.1	0.05	0	0	
13	0	0	0.08	0	0	
14	0	0	0.08	0	0	
15	0	0	0.12	0	0	
16	0	0.01	0.13	0	0	
17	0	0.04	0.04	0	0	
18	0	0.14	0.14	0	0	
19	0	0.2	0.03	0	0	
20	0	0.26	0.08	0	0	
21	0	0.31	0.2	0	0	
22	0	0.26	0.21	0	0	
23	0	0.43	0.14	0	0	
24	0	0.6	0.11	0	0	
25	0	0.47	0.12	0	0	
26	0	0.48	0.14	0	0	
27	0	0.32	0.13	0	0	
28	0	0.27	0.09	0	0	
29	0	0.28	0.24	0	0	
30	0	0.15	0.27	0	0	média
	0.026333	0.199333	0.126667	0.000333	0.000333	0.0706

Ponto 3						
Medições	18:57	19:17	19:32	19:47	20:07	
1	0	0	0	0.9	0.9	
2	0	0	0.08	0.1	0.1	
3	0.05	0	0	0.04	0.04	
4	0.07	0	0.02	0.03	0.03	
5	0	0	0.03	0.02	0.02	
6	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	
9	0	0	0.02	0	0	
10	0	0	0.08	0.02	0.02	
11	0	0	0	0.01	0.01	
12	0	0	0.08	0.02	0.02	
13	0	0	0.1	0	0	

14	0	0	0	0.04	0.04	
15	0	0.08	0	0.05	0.05	
16	0	0	0.12	0.05	0.05	
17	0	0	0	0	0	
18	0	0	0.15	0	0	
19	0	0	0.12	0	0	
20	0	0	0.02	0	0	
21	0	0	0.09	0.05	0.05	
22	0	0	0	0.04	0.04	
23	0	0	0.08	0.03	0.03	
24	0	0.1	0.06	0.08	0.08	
25	0	0.12	0.05	0.07	0.07	
26	0	0.17	0.04	0.08	0.08	
27	0	0.12	0.02	0.1	0.1	
28	0	0.13	0.09	0.08	0.08	
29	0	0	0.09	0.07	0.07	
30	0	0	0	0.03	0.03	média
	0.004	0.024	0.044667	0.063667	0.063667	0.04

Monitoramento 13

Ponto 1					
Medições	14:04	14:24	14:40	15:04	15:14
1	0	0.2	0.34	0.33	0.33
2	0.13	0.2	0.2	0.28	0.28
3	0.04	0.43	0.25	0.21	0.21
4	0	0.46	0.35	0.23	0.23
5	0.1	0.52	0.18	0.25	0.25
6	0.05	0.29	0.17	0.31	0.31
7	0.02	0.23	0.22	0.47	0.47
8	0	0.18	0.21	0.43	0.43
9	0.03	0.1	0.16	0.25	0.25
10	0.06	0.09	0.22	0.14	0.14
11	0.25	0.02	0.37	0.22	0.22
12	0.1	0	0.6	0.17	0.17
13	0.12	0.08	0.78	0.16	0.16
14	0	0.2	0.26	0.42	0.42
15	0	0.19	0.47	0.29	0.29
16	0.06	0.11	0.46	0.08	0.08
17	0.35	0.25	0.36	0.06	0.06
18	0.32	0.35	0.31	0.32	0.32
19	0.15	0.28	0.42	0.44	0.44
20	0.09	0.26	0.39	0.53	0.53
21	0.07	0.12	0.45	0.64	0.64
22	0	0.15	0.42	0.71	0.71
23	0	0.14	0.56	0.6	0.6
24	0	0.1	0.28	0.4	0.4
25	0	0.18	0.2	0.43	0.43
26	0	0.81	0.09	0.54	0.54
27	0	0.5	0.16	0.37	0.37
28	0.12	0.41	0.5	0.33	0.33
29	0.07	0.24	0.5	0.15	0.15

30	0.02	0.15	0.43	0.19	0.19	média
	0.071667	0.241333	0.343667	0.331667	0.331667	0.264

Ponto 2						
Medições	14:02	14:25	14:35	15:02	15:12	
1	0.26	0.8	0.21	0.28	0.28	
2	0.22	0.71	0.24	0.39	0.39	
3	0.16	0.68	0.26	0.47	0.47	
4	0.15	0.65	0.33	0.43	0.43	
5	0.16	0.74	0.35	0.42	0.42	
6	0.15	0.79	0.35	0.41	0.41	
7	0.16	1.24	0.36	0.39	0.39	
8	0.17	1.39	0.29	0.38	0.38	
9	0.16	1.42	0.25	0.3	0.3	
10	0.15	1.31	0.22	0.29	0.29	
11	0.14	1.09	0.3	0.32	0.32	
12	0.14	0.94	0.31	0.34	0.34	
13	0.13	0.81	0.35	0.3	0.3	
14	0.12	0.74	0.34	0.32	0.32	
15	0.11	0.71	0.33	0.27	0.27	
16	0.1	0.76	0.49	0.25	0.25	
17	0.08	0.75	0.63	0.24	0.24	
18	0.07	0.73	0.66	0.44	0.44	
19	0.07	0.6	0.7	0.33	0.33	
20	0.09	0.48	0.66	0.31	0.31	
21	0.11	0.39	0.55	0.24	0.24	
22	0.12	0.42	0.44	0.22	0.22	
23	0.11	0.85	0.41	0.2	0.2	
24	0.12	0.96	0.43	0.2	0.2	
25	0.09	1.2	0.59	0.21	0.21	
26	0.07	1.18	0.65	0.18	0.18	
27	0.06	1.07	0.85	0.19	0.19	
28	0.06	0.92	0.97	0.27	0.27	
29	0.04	0.99	0.93	0.33	0.33	
30	0.04	1.25	0.85	0.37	0.37	média
	0.120333	0.885667	0.476667	0.309667	0.309667	0.4204

Ponto 3					
Medições	14:05	14:27	14:37	15:05	15:15
1	0.2	0.42	0.14	0.25	0.25
2	0.19	0.39	0.27	0.24	0.24
3	0.19	0.36	0.24	0.26	0.26
4	0.19	0.37	0.25	0.24	0.24
5	0.17	0.38	0.24	0.16	0.16
6	0.15	0.35	0.23	0.14	0.14
7	0.15	0.3	0.22	0.12	0.12
8	0.14	0.28	0.21	0.14	0.14
9	0.1	0.29	0.2	0.15	0.15
10	0.09	0.3	0.18	0.18	0.18
11	0.06	0.26	0.21	0.16	0.16
12	0.05	0.24	0.25	0.14	0.14

13	0.06	0.21	0.29	0.12	0.12	
14	0.08	0.2	0.37	0.11	0.11	
15	0.09	0.18	0.37	0.12	0.12	
16	0.08	0.19	0.39	0.13	0.13	
17	0.05	0.21	0.38	0.14	0.14	
18	0.03	0.22	0.38	0.22	0.22	
19	0.05	0.22	0.37	0.23	0.23	
20	0.06	0.23	0.34	0.19	0.19	
21	0.07	0.23	0.3	0.17	0.17	
22	0.1	0.22	0.29	0.18	0.18	
23	0.14	0.24	0.25	0.21	0.21	
24	0.16	0.24	0.24	0.3	0.3	
25	0.15	0.22	0.27	0.34	0.34	
26	0.16	0.23	0.27	0.4	0.4	
27	0.15	0.25	0.23	0.46	0.46	
28	0.13	0.25	0.22	0.47	0.47	
29	0.14	0.26	0.19	0.42	0.42	
30	0.17	0.26	0.2	0.43	0.43	
	0.118333	0.266667	0.266333	0.227333	0.227333	média
						0.2212

Ponto 4						
Medições	14:02	14:22	14:38	15:02	15:12	
1	0.07	0.23	0.26	0.08	0.08	
2	0	0.11	0.2	0	0	
3	0	0.12	0.09	0.02	0.02	
4	0	0.08	0.06	0.11	0.11	
5	0	0.16	0.06	0.03	0.03	
6	0	0.2	0.1	0.07	0.07	
7	0.04	0.26	0.16	0.19	0.19	
8	0.08	0.36	0.09	0.27	0.27	
9	0.14	0.26	0.23	0.32	0.32	
10	0.09	0.34	0.24	0.35	0.35	
11	0	0.4	0.13	0.25	0.25	
12	0	0.36	0.12	0.51	0.51	
13	0.01	0.28	0.26	0.54	0.54	
14	0	0.27	0.24	0.15	0.15	
15	0	0.33	0.15	0.22	0.22	
16	0	0.16	0.15	0.31	0.31	
17	0.04	0.17	0.12	0.28	0.28	
18	0.08	0.14	0.04	0.33	0.33	
19	0.04	0.2	0.07	0.52	0.52	
20	0	0.15	0.15	0.36	0.36	
21	0	0.08	0.12	0.23	0.23	
22	0.02	0.07	0.09	0.25	0.25	
23	0.04	0.18	0.1	0.15	0.15	
24	0.01	0.12	0.07	0.11	0.11	
25	0.03	0.12	0.05	0.12	0.12	
26	0.05	0.13	0	0.11	0.11	
27	0.04	0.21	0	0.19	0.19	
28	0.08	0.16	0	0.19	0.19	
29	0.03	0.14	0	0.25	0.25	
30	0	0.13	0	0.39	0.39	
						média

	0.029667	0.197333	0.111667	0.23	0.23	0.159733
--	-----------------	-----------------	-----------------	-------------	-------------	-----------------

Monitoramento 14

Ponto 1						
Medições	18:54	19:14	19:34	19:54	20:14	
1	0.03	0.07	0.07	0.07	0.07	
2	0.05	0.01	0.07	0.07	0.07	
3	0	0	0.06	0.06	0.06	
4	0	0	0.03	0.03	0.03	
5	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	
7	0	0.01	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	
9	0	0	0.01	0.01	0.01	
10	0	0.06	0.02	0.02	0.02	
11	0	0.11	0	0	0	
12	0	0.1	0	0	0	
13	0	0.11	0	0	0	
14	0	0.12	0.07	0.07	0.07	
15	0	0.09	0.03	0.03	0.03	
16	0	0.06	0.01	0.01	0.01	
17	0	0.05	0	0	0	
18	0	0.08	0	0	0	
19	0.03	0.08	0	0	0	
20	0.06	0.09	0	0	0	
21	0.04	0.13	0	0	0	
22	0.01	0.02	0	0	0	
23	0.01	0.03	0	0	0	
24	0	0.04	0	0	0	
25	0	0.05	0	0	0	
26	0	0.02	0	0	0	
27	0	0.01	0	0	0	
28	0	0	0	0	0	
29	0	0	0	0	0	
30	0	0	0	0	0	média
	0.007667	0.044667	0.012333	0.012333	0.012333	0.017867

Ponto 2						
Medições	19:06	19:26	19:46	20:06	20:26	
1	0.06	0.09	0.24	0.24	0.24	
2	0	0	0.23	0.23	0.23	
3	0	0.01	0.28	0.28	0.28	
4	0	0.03	0.3	0.3	0.3	
5	0	0.06	0.34	0.34	0.34	
6	0	0.13	0.36	0.36	0.36	
7	0	0.1	0.32	0.32	0.32	
8	0	0.07	0.3	0.3	0.3	
9	0	0	0.33	0.33	0.33	
10	0	0	0.32	0.32	0.32	
11	0	0	0.25	0.25	0.25	
12	0.01	0	0.24	0.24	0.24	

13	0	0.01	0.28	0.28	0.28
14	0	0.1	0.34	0.34	0.34
15	0.03	0.09	0.37	0.37	0.37
16	0.04	0.09	0.43	0.43	0.43
17	0.03	0.14	0.5	0.5	0.5
18	0.07	0.18	0.55	0.55	0.55
19	0.26	0.08	0.47	0.47	0.47
20	0.28	0.05	0.29	0.29	0.29
21	0.37	0	0.24	0.24	0.24
22	0.36	0.04	0.2	0.2	0.2
23	0.37	0.18	0.23	0.23	0.23
24	0.37	0.04	0.25	0.25	0.25
25	0.32	0	0.26	0.26	0.26
26	0.29	0	0.24	0.24	0.24
27	0.24	0	0.25	0.25	0.25
28	0.13	0	0.24	0.24	0.24
29	0.08	0	0.28	0.28	0.28
30	0.11	0	0.34	0.34	0.34
	0.114	0.049667	0.309	0.309	0.309
					média
					0.218133

Ponto 3					
Medições	19:02	19:22	19:42	20:02	20:22
1	0	0.03	0	0	0
2	0	0.01	0.22	0.22	0.22
3	0.02	0	0.26	0.26	0.26
4	0.03	0	0.36	0.36	0.36
5	0.02	0.01	0.1	0.1	0.1
6	0	0	0.13	0.13	0.13
7	0	0.03	0.16	0.16	0.16
8	0	0.07	0.12	0.12	0.12
9	0	0.11	0.14	0.14	0.14
10	0	0.1	0.09	0.09	0.09
11	0	0.06	0	0	0
12	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0
15	0	0	0.07	0.07	0.07
16	0	0.03	0	0	0
17	0	0.1	0.12	0.12	0.12
18	0	0	0.02	0.02	0.02
19	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0
29	0	0	0.02	0.02	0.02
30	0	0	0	0	0
	0.002333	0.018333	0.060333	0.060333	0.060333
					média
					0.040333

Ponto 4						
Medições	18:58	19:18	19:38	19:58	20:18	
1	0.16	0	0.17	0.17	0.17	
2	0.01	0.09	0	0	0	
3	0	0.12	0	0	0	
4	0	0.08	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	
9	0	0	0	0	0	
10	0	0	0	0	0	
11	0	0	0	0	0	
12	0	0	0	0	0	
13	0	0	0.03	0.03	0.03	
14	0	0	0.01	0.01	0.01	
15	0	0	0	0	0	
16	0	0	0	0	0	
17	0	0	0	0	0	
18	0	0	0	0	0	
19	0	0	0	0	0	
20	0	0	0	0	0	
21	0	0	0	0	0	
22	0	0	0	0	0	
23	0	0	0	0	0	
24	0	0	0	0	0	
25	0	0	0	0	0	
26	0	0	0	0	0	
27	0	0	0	0	0	
28	0	0	0	0	0	
29	0	0	0	0	0	
30	0.01	0	0	0	0	média
	0.006	0.009667	0.007	0.007	0.007	0.007333

Monitoramento 15

Ponto 1					
Medições	19:02	19:22	19:42	20:02	20:22
1	0.09	0.2	0.1	0.1	0.1
2	0.07	0.17	0.21	0.21	0.21
3	0.04	0.09	0.23	0.23	0.23
4	0.02	0.08	0.29	0.29	0.29
5	0.03	0.05	0.22	0.22	0.22
6	0.04	0.02	0.2	0.2	0.2
7	0.05	0.02	0.17	0.17	0.17
8	0.06	0.01	0.12	0.12	0.12
9	0.06	0.01	0.11	0.11	0.11
10	0.05	0.02	0.12	0.12	0.12
11	0.04	0.03	0.15	0.15	0.15
12	0.03	0.05	0.18	0.18	0.18
13	0.02	0.06	0.17	0.17	0.17

14	0.01	0.06	0.16	0.16	0.16	
15	0.01	0.04	0.15	0.15	0.15	
16	0.01	0.03	0.13	0.13	0.13	
17	0.01	0.02	0.1	0.1	0.1	
18	0.01	0.01	0.09	0.09	0.09	
19	0.02	0.02	0.08	0.08	0.08	
20	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05	
21	0.03	0.02	0.04	0.04	0.04	
22	0.04	0.02	0.05	0.05	0.05	
23	0.05	0.02	0.05	0.05	0.05	
24	0.04	0.02	0.05	0.05	0.05	
25	0.05	0.02	0.05	0.05	0.05	
26	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	
27	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	
28	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	
29	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	
30	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04	média
	0.038	0.042333	0.114667	0.114667	0.114667	0.084867

Ponto 2						
Medições	18:58	19:18	19:38	19:58	20:18	
1	0.11	0.14	0.29	0.29	0.29	
2	0.07	0.15	0.22	0.22	0.22	
3	0.06	0.17	0.12	0.12	0.12	
4	0.04	0.12	0.1	0.1	0.1	
5	0.02	0.07	0.08	0.08	0.08	
6	0.01	0.04	0.09	0.09	0.09	
7	0.02	0.03	0.1	0.1	0.1	
8	0.01	0.02	0.26	0.26	0.26	
9	0.01	0.01	0.28	0.28	0.28	
10	0.01	0.01	0.26	0.26	0.26	
11	0	0.02	0.25	0.25	0.25	
12	0	0.03	0.22	0.22	0.22	
13	0	0.04	0.18	0.18	0.18	
14	0.01	0.05	0.14	0.14	0.14	
15	0.01	0.06	0.12	0.12	0.12	
16	0.02	0.05	0.11	0.11	0.11	
17	0.04	0.04	0.08	0.08	0.08	
18	0.07	0.03	0.06	0.06	0.06	
19	0.11	0.02	0.04	0.04	0.04	
20	0.14	0.03	0.04	0.04	0.04	
21	0.21	0.04	0.04	0.04	0.04	
22	0.23	0.05	0.05	0.05	0.05	
23	0.25	0.07	0.08	0.08	0.08	
24	0.24	0.06	0.12	0.12	0.12	
25	0.24	0.05	0.12	0.12	0.12	
26	0.22	0.06	0.11	0.11	0.11	
27	0.2	0.07	0.1	0.1	0.1	
28	0.2	0.08	0.07	0.07	0.07	
29	0.19	0.11	0.06	0.06	0.06	
30	0.16	0.12	0.03	0.03	0.03	
	0.096667	0.061333	0.127333	0.127333	0.127333	média
						0.108

Ponto 3						
Medições	09:25	19:14	19:34	19:54	20:14	
1	0.19	0.17	0.11	0.11	0.11	
2	0.19	0.14	0.14	0.14	0.14	
3	0.2	0.12	0.16	0.16	0.16	
4	0.21	0.1	0.18	0.18	0.18	
5	0.21	0.09	0.2	0.2	0.2	
6	0.23	0.1	0.21	0.21	0.21	
7	0.24	0.12	0.21	0.21	0.21	
8	0.23	0.12	0.19	0.19	0.19	
9	0.19	0.12	0.17	0.17	0.17	
10	0.18	0.11	0.13	0.13	0.13	
11	0.17	0.1	0.1	0.1	0.1	
12	0.17	0.09	0.09	0.09	0.09	
13	0.21	0.08	0.05	0.05	0.05	
14	0.22	0.07	0.14	0.14	0.14	
15	0.2	0.06	0.18	0.18	0.18	
16	0.17	0.04	0.2	0.2	0.2	
17	0.16	0.04	0.2	0.2	0.2	
18	0.13	0.03	0.18	0.18	0.18	
19	0.11	0.04	0.13	0.13	0.13	
20	0.12	0.05	0.1	0.1	0.1	
21	0.13	0.07	0.06	0.06	0.06	
22	0.12	0.08	0.05	0.05	0.05	
23	0.11	0.09	0.05	0.05	0.05	
24	0.12	0.12	0.06	0.06	0.06	
25	0.13	0.11	0.06	0.06	0.06	
26	0.23	0.1	0.05	0.05	0.05	
27	0.44	0.03	0.05	0.05	0.05	
28	0.56	0.03	0.04	0.04	0.04	
29	0.54	0.03	0.02	0.02	0.02	
30	0.51	0.05	0.02	0.02	0.02	
	0.220667	0.083333	0.117667	0.117667	0.117667	média 0.1314

Ponto 4					
Medições	19:06	19:26	19:46	20:06	20:26
1	0.07	0.15	0.22	0.22	0.22
2	0.12	0.17	0.24	0.24	0.24
3	0.15	0.14	0.19	0.19	0.19
4	0.16	0.1	0.14	0.14	0.14
5	0.14	0.06	0.12	0.12	0.12
6	0.1	0.03	0.1	0.1	0.1
7	0.07	0.03	0.09	0.09	0.09
8	0.04	0.02	0.08	0.08	0.08
9	0.03	0.02	0.07	0.07	0.07
10	0.02	0.01	0.05	0.05	0.05
11	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02
12	0.04	0.01	0.02	0.02	0.02
13	0.04	0.01	0.02	0.02	0.02
14	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01

15	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
16	0	0.01	0.01	0.01	0.01	
17	0	0.02	0.01	0.01	0.01	
18	0	0.02	0.01	0.01	0.01	
19	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	
20	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	
21	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	
22	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	
23	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	
24	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
25	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	
26	0.02	0.04	0.03	0.03	0.03	
27	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	
28	0.03	0.04	0.05	0.05	0.05	
29	0.05	0.06	0.08	0.08	0.08	
30	0.06	0.07	0.1	0.1	0.1	média
	0.044333	0.041667	0.061333	0.061333	0.061333	0.054