

O conforto térmico em Presidente Prudente – SP: uma análise do ano de 2008 e das salas de aula da FCT/UNESP

The thermal comfort in Presidente Prudente - SP: an analysis of 2008 and the classrooms of the FCT / UNESP

Liliane Pimentel da Silva

Licenciada e Bacharel em Geografia

E-mail: lilinhapsilva@yahoo.com.br

Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim

Profa. Dra. do Departamento de Geografia da FCT/UNESP de Presidente Prudente

E-mail: mccta@fct.unesp.br

Resumo: O ambiente construído tem desempenhado um papel de suma importância para as pessoas nos espaços urbanos, afinal estes espaços modificam os elementos atmosféricos numa escala local ou microclimática, influenciando as condições básicas de conforto humano. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo estudar o conforto térmico na cidade de Presidente Prudente e nas salas de aula da Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT)/Unesp de Presidente Prudente, de acordo com as características das edificações e das situações “naturais” de desconforto. Para tal, os procedimentos metodológicos consistiram no registro da temperatura e umidade do ar em Presidente Prudente durante o ano de 2008 e dos dias 18, 19, 20, 21 e 22 de agosto nas salas de aula de cada prédio com esta finalidade, durante o período matutino, vespertino e noturno, da FCT/Unesp. Foi realizada também a aplicação de questionários para averiguar a sensação térmica dos discentes, com o intuito de comparar os parâmetros considerados como confortáveis ou não, segundo a metodologia de Thom (1959), com a percepção dos discentes. A partir deste estudo foi possível verificar desconforto térmico, sobretudo no período da tarde, em Presidente Prudente, e, também nas salas de aula da FCT/Unesp, nos períodos da tarde e noite.

Palavras-chave: conforto térmico, ambiente construído, Presidente Prudente.

Abstract: The built environment has played a very important role for people in urban spaces, after all these areas modify the atmospheric elements in a local scale or microclimate, influencing the basic conditions for human comfort. In this sense, this work aimed to study the thermal comfort in the city of Presidente Prudente and classrooms of Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT)/Unesp de Presidente Prudente, according to the characteristics of buildings and the natural situations of discomfort. To this, the methodological procedures consisted in recording the temperature and humidity in Presidente Prudente during the year of 2008 and days 18, 19, 20, 21 and 22 August in the classroom in each building for this purpose, during the day, afternoon and night. We also realized questionnaires to determine the thermal sensation of the students, in order to compare the parameters considered comfortable or not, following the method of Thom (1959), with the perception of students. From this study it was possible to verify the thermal discomfort, mainly in the afternoon, in President Prudente, and, also in the classrooms of the FCT / Unesp, on the afternoon and evening.

Key Words: thermal comfort, built environment, Presidente Prudente.

Introdução

As cidades atualmente são os principais espaços de habitação dos seres humanos, as quais atendem às suas necessidades essenciais, de abrigo, de alimentação, de serviços, entre outros. Desta maneira, concentram a maior parte das atividades e utilizam os distintos espaços para diferentes funções sociais, econômicas, etc., contribuindo para aumentar as suas dinamicidades e complexidades, que ocorrem de acordo com a evolução da sociedade e de seu processo de produção.

Para tanto, a implantação das cidades requer muitas modificações de caráter estrutural, como a pavimentação de ruas, a canalização de córregos, a retirada de vegetação, a construção de edifícios etc., que além de alterar o papel da natureza e muitas vezes sua composição, ainda transforma elementos de grande importância para o conforto humano e ambiental, como, por exemplo, o clima da cidade.

O clima, na escala local, é influenciado pelo desenvolvimento das cidades, que faz com que diversas atividades antes realizadas de forma mais dispersa passem a ficar mais concentradas, provocando o seu aumento e alterando as formas pelas quais se sustentavam o sistema produtivo.

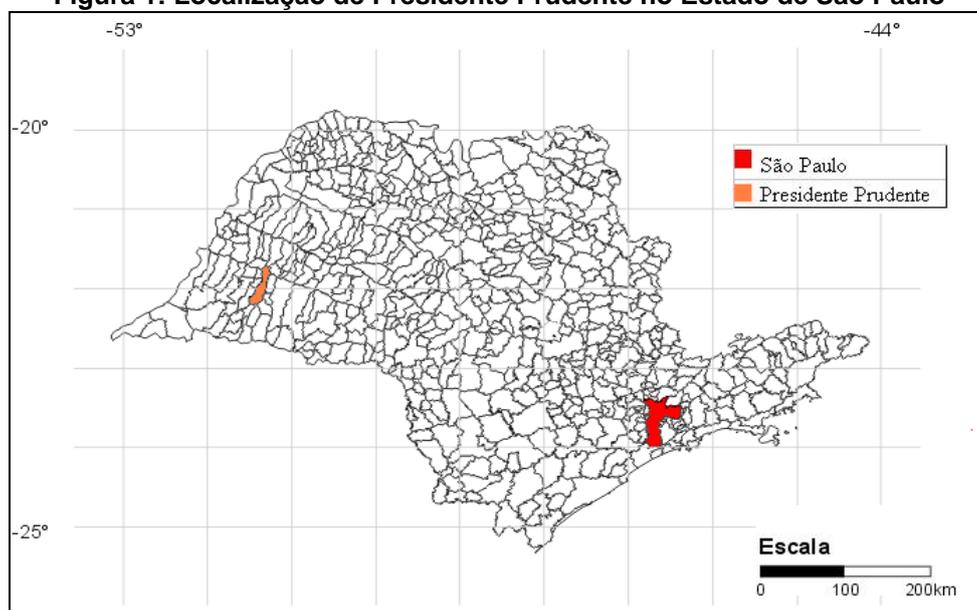
Monteiro (1976) propôs o estudo do clima urbano a partir dos canais de percepção humana, que segundo ele, se iniciam na essência da atmosfera e desembocam na percepção humana. De acordo com este autor, os canais de percepção humana podem verificar fatores como o conforto térmico, que se expressam por meio da temperatura do ar, da umidade e ventilação; a qualidade do ar, que está associado à poluição; e os meteoros de impactos, que podem ser de origem hídricas (chuvas, neve, nevoeiros), mecânicas (tornados) e elétricas (tempestades) (Monteiro, 1976).

A partir disso, a análise de aspectos que influenciam a população urbana e suas atividades cotidianas, como é o caso do conforto térmico, pode trazer diversos benefícios, pois além de proporcionar resultados com ênfase nos elementos meteorológicos, ainda pode usar como instrumento de análise a própria população, já que esta é afetada diretamente pelo clima.

Desta forma, este estudo teve como principal objetivo estudar o conforto térmico na cidade de Presidente e nas salas de aula da Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT) da Universidade Estadual Paulista (UNESP) de Presidente Prudente, de acordo com as características das edificações e das situações “naturais” de desconforto. Pretendeu-se com esse estudo verificar o conforto térmico tanto no que diz respeito aos parâmetros meteorológicos registrados, assim como a percepção dos discentes perante o ambiente e à sensação térmica.

Presidente Prudente (Figura 1) localiza-se no oeste do estado de São Paulo, palco do complexo jogo de confronto entre os climas controlados pelos sistemas tropicais e extra tropicais (polares) e fenômenos frontológicos (MONTEIRO, 1976). Esta região é caracterizada por possuir duas estações marcantes, inverno seco e verão chuvoso, e apresenta altas temperaturas durante grande parte do ano.

Figura 1: Localização de Presidente Prudente no Estado de São Paulo



Fonte: www.limgs.com, adaptação, Silva, 2009.

A área total da FCT/UNESP é de 380 827,5 m², tendo de área construída, até 2006, 23.237,93 m². São diversos prédios para atender os seus 3001 alunos de graduação (2006); 369 de pós-graduação (lato sensu); 206 de pós strictu sensu, mestrado e doutorado (ALEGRE, 2006).

Os alunos contam com várias salas de aulas distribuídas em quatro principais prédios, denominados Discentes. Os Discentes III, IV, V e VI são atualmente os espaços onde os alunos têm suas aulas e, neste trabalho, foram utilizados como instrumentos de pesquisa.

Todos os prédios discentes foram construídos em concreto e alvenaria. O Discente III tem uma área construída 2.186,95 de m² e sua obra foi iniciada no dia 01/06/1988. O Discente IV reúne vários cursos nos diferentes horários. Sua área construída é de 856 m², tendo sua obra se iniciado em 15/06/1992 e terminado em 15/02/1993.

O Discente V teve sua obra iniciada em 02/10/2000 e encerrada no dia 17/09/2001. Sua área total é de 1.796,00 m². O Discente VI é o mais novo prédio para os alunos de graduação, tendo o término de sua construção ocorrido no início de 2004.

Procedimentos metodológicos

A análise do conforto térmico em Presidente Prudente – SP foi realizada por meio dos cálculos de Temperatura Efetiva das 9h, 15h e 21h em todos os dias do ano de 2008, através dos dados de temperatura e umidade relativa do ar registrados na Estação Meteorológica da FCT/Unesp, para verificar as condições “naturais” de desconforto térmico.

Além disso, estes dados também foram registrados no interior das salas de aula da FCT/Unesp, por meio de mini-estações automáticas¹, nos períodos matutino, vespertino e noturno, nos dias 18, 19, 20, 21 e 22 de agosto de 2008, durante as aulas. Simultaneamente, foram registrados dados externos, com uma mini-estação automática instalada no abrigo meteorológico da estação meteorológica da FCT/UNESP. Através destes dados foram realizados cálculos de temperatura efetiva para verificar o conforto térmico das salas de aula da FCT/UNESP.

¹ As mini-estações foram adquiridas com verba do Edital Universal - MCT/CNPq 02/2006, sob a coordenação da Profa. Dra. Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim.

Os cálculos de temperatura efetiva foram obtidos através da equação $TE = 0,4 (Td + Tw) + 4,8$, elaborada por Thom em 1959, sendo

TE - temperatura efetiva,
Td - temperatura do termômetro de bulbo seco
Tw - temperatura do termômetro de bulbo úmido

Segundo esta metodologia, quando o resultado desta fórmula é de 60° F (18,9° C) ou menos, o índice é considerado como uma condição desconfortável, ou seja, de *stress* ao frio, e quando o seu valor é de 78° F (25,6° C) ou mais, indicará *stress* ao calor (Ayoade, 1991, p.65). Este índice foi proposto para o ambiente tropical e tem sido usado por diversos países, já que seus resultados são similares aos da temperatura do ar, mostrando maiores alterações quando a umidade do ar se encontra mais elevada.

Os dados da estação meteorológica localizada na universidade foram utilizados na elaboração do gráfico de análise rítmica do mês de agosto de 2008, sendo que este caracteriza os tipos de tempo, considerando a temperatura e a umidade do ar, a precipitação, a pressão atmosférica, a velocidade e a direção do vento, a nebulosidade e os sistemas atmosféricos atuantes, que foram identificados pelos dados de superfície, pelas cartas sinóticas² e imagens de satélites³, utilizando como ferramentas para a elaboração do gráfico os aplicativos Excel⁴ e CorelDraw X3⁵.

As demais informações foram adquiridas por meio da aplicação de questionários aos usuários das salas de aula em questão, no mesmo período das coletas dos dados meteorológicos, cujo principal objetivo foi compreender a percepção que os indivíduos têm em relação ao seu ambiente e à sensação térmica.

Por último foi realizada uma análise comparativa entre os dados obtidos por meio do cálculo de temperatura efetiva e das respostas dos alunos, para que assim fosse possível a averiguação e junção de dados concretos e subjetivos, levando em consideração que o homem interage com o ambiente em que vive.

² As cartas sinóticas foram coletadas do site da marinha do Brasil (www.mar.mil.br)

³ As imagens no site satelite.cptec.inpe.br

⁴ Excel é marca registrada da Microsoft Corporation.

⁵ CorelDraw é marca registrada da Corel Corporation.

O conforto térmico

Os seres humanos ao longo de sua história vêm modificando a natureza a fim de suprir suas necessidades e adquirir maiores comodidades possível, acarretando, muitas vezes, em degradações irreversíveis ao meio ambiente. Um dos principais problemas apresentados atualmente é o aumento do número de cidades e as modificações que ocorrem em seu interior, pois a cidade é o local que apresenta as maiores transformações provocadas pela ação humana.

Dessa forma, um dos fatores de grande relevância para a compreensão das alterações causadas na cidade é o conforto térmico, já que seu estudo contribui para o entendimento de como o arranjo espacial da cidade, com seus diversos instrumentos, influencia a atmosfera nos espaços urbanos. E ainda traz subsídios para a compreensão da interação do homem com o ambiente, sendo que para tal consideram-se as variáveis climáticas (temperatura do ar, a umidade e a ventilação), fisiológicas e psíquicas, pois segundo Lamberts et. al (2005, p. 5) o conforto térmico, “é o estado mental que expressa a satisfação do homem com o ambiente térmico que o circunda”.

Sendo assim, o clima é um dos componentes que afeta diretamente o comportamento e o desempenho dos seres humanos, já que está atrelado ao conforto e ao bem-estar. Isto porque,

Conforto e equilíbrio térmico do corpo humano estão relacionados, na medida em que a sensação de bem estar térmico depende do grau de atuação do sistema termorregulador para a manutenção do equilíbrio térmico. Isso significa que quanto maior for o trabalho desse sistema para manter a temperatura interna do corpo, maior será a sensação de desconforto (RUAS, 1999, p. 3).

Neste sentido, para que os seres humanos se sintam satisfeitos termicamente torna-se imprescindível que os ambientes estejam adequados. Para tanto, segundo Alcoforado et.al (2005, p. 56-57),

É possível, através da adequada manipulação de factores como a estrutura e o arranjo espacial dos edifícios, a cor e características térmicas dos materiais e a presença de vegetação e de água, minorar

os aspectos negativos do clima urbano e maximizar os positivos. Contudo, essa intervenção deve ser fundamentada no conhecimento das condições climáticas urbanas e das suas complexas interações, tendo de evitar as generalizações simplistas, a partir de esquemas teóricos gerais ou de exemplos exógenos.

O fator que mais influencia o conforto térmico do homem é a temperatura, porém não é o único, pois existem outras variáveis climáticas que interferem no conforto térmico. De acordo com Monteiro, o canal de percepção do conforto térmico engloba as componentes termodinâmicas que, em suas relações, se expressam, através do calor, ventilação e umidade, sendo que “é um filtro perceptivo bastante significativo, pois afeta a todos permanentemente” (MONTEIRO, 1976, p. 100).

Além dos elementos climáticos, segundo Seeling et. al. (2002, p. 247), “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”.

A vestimenta altera a sensação térmica, tanto em relação ao calor como ao frio, devido ao tipo de tecido utilizado e à diminuição da sensibilidade do corpo em relação à temperatura, à umidade e à velocidade do vento, pois “equivale a uma resistência térmica interposta entre o corpo e o meio, ou seja, ela representa uma barreira para as trocas de calor por convecção” (LAMBERTS et. al., 2005, p. 7).

Já as atividades desenvolvidas pelos homens podem apresentar valores de perda de calor, conforme sua intensidade, sendo que “quando o meio apresenta condições térmicas inadequadas, o sistema termo-regulador do homem é ativado, reduzindo ou aumentando as perdas de calor pelo organismo através de mecanismos de controle como reação ao frio e ao calor” (LAMBERTS et al, 2005, p. 6). No entanto, “quando o organismo, sem recorrer a nenhum mecanismo de termo-regulação, perde para o ambiente o calor produzido pelo metabolismo compatível com a atividade realizada, experimenta-se a sensação de conforto térmico” (LAMBERTS et al, 2005, p.7).

Porém, uma mesma atividade pode responder de diferentes maneiras a sensação térmica, variando de acordo com o organismo e outros fatores que interferem no metabolismo dos indivíduos.

Desta forma, as percepções de conforto térmico, além de depender dos fatores físicos e meteorológicos, são frutos da capacidade dos seres humanos em sentir mais, ou menos, calor ou frio, de acordo com o grau da sensação térmica proporcional ao momento e das suas vestimentas.

Sendo assim, são vários aspectos que precisam ser levados em consideração quanto à percepção humana frente ao ambiente, que podem variar o tamanho, a forma, os aspectos estéticos, térmicos etc., acarretando em diferenciações significativas nas percepções e sensações que são assimiladas e interiorizadas pelos organismos humanos.

Assim, as cidades ganham cada vez mais importância e as condições físicas do ambiente construído se tornam particularmente fundamentais para a caracterização da interação homem/ambiente, porque adquirem características peculiares decorrentes das ações humanas.

Situações “naturais” de desconforto em Presidente Prudente/SP no ano de 2008

No ano de 2008, Presidente Prudente apresentou temperaturas efetivas variadas no período da manhã, como mostra na tabela 1⁶. Estas estiveram dentro da zona de conforto térmico na maioria dos dias, apresentando nos meses de maio, junho, julho, agosto e setembro temperaturas desconfortáveis em relação ao frio. Em alguns dias apresentaram temperaturas efetivas desconfortáveis em relação ao calor, principalmente em fevereiro, outubro e dezembro. A maior temperatura efetiva ocorreu em dezembro, 27,8°C, e a menor em junho, 12,6°C.

⁶ Legenda das tabelas 1, 2 e 3:

	Desconfortável em relação ao calor
	Desconfortável em relação ao frio
	Confortável

Tabela 1: Temperaturas Efetivas de Presidente Prudente em 2008 – 9h

Dias	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
1	24,6	25,6	23,3	21,4	16,6	16,4	20,4	21,2	18,1	25,5	21,6	26,5
2	23,1	27,1	25,1	22,1	19,5	16,7	22,1	20,1	21,9	21,4	24,4	22,3
3	24,3	25,9	24,6	22,1	15,7	18	20,8	18	23,5	24,3	22,2	22
4	25,6	24,8	23,7	23	20,5	20,6	18,4	16,2	24,5	25,8	25,5	21,9
5	24,8	23,1	23,3	21,4	17,4	21,1	18,9	20,3	24,3	20,3	25	23,1
6	24	23,4	24,4	21	16,9	21,7	17,9	20,3	17,2	20,7	24,3	24
7	24,4	22,2	25	22,3	18,8	22,1	20,5	22,8	13,2	20	22,6	27,8
8	25,5	24,2	24,8	23,3	19,8	21,7	19,7	19,9	20,1	21,2	24,7	27,8
9	25,5	25,1	23,7	24,4	20,8	23	20	17,8	20,8	20	24,7	26,6
10	26	24,5	23	25,1	18,6	17,7	17,6	17,8	27,6	21,9	23,9	24,9
11	23,8	22,9	22,5	24,3	18	17,8	18,2	19,1	26,4	20,8	23,9	24,5
12	24,9	23	24,2	25,7	18,3	21,2	17,3	22,1	25,4	23,4	24	23,3
13	24	26,4	23,9	23,9	17,9	20,8	18,9	22,9	20	26	21,9	20,1
14	24,9	26,1	22,3	22,8	17,7	21,5	18,4	20,7	18,8	27,6	24,5	22,1
15	23,5	23,3	21,7	19,8	19	21,6	17,6	20,2	21,3	27,4	26,5	24,4
16	23,5	22,8	21,2	21,1	19,6	12,6	18,8	21,2	18,5	25	27,4	21,7
17	24,6	23,7	22,3	23,9	19,3	12,6	18,1	22,6	18,7	23,4	23,3	23,5
18	25,2	22,7	22,7	23	20,5	15,5	19,8	23,4	18,2	21,7	22,4	23,6
19	25,4	24,6	21,6	19,8	21,9	19,4	20,4	23,4	17,7	22	22,4	24,2
20	24,1	22,7	21,9	21,6	22,6	20,9	19,8	26,5	17,9	22,5	21,6	25,1
21	21,9	24,2	23,9	22,8	21,9	18,5	20,5	23	16,6	22,7	23	25,2
22	21,2	23,7	23	21,7	21,7	15,2	20,5	21,9	16,4	23,3	23,7	24,9
23	21,1	23,1	23,2	22,1	22,2	17,5	21,9	19,3	19,3	25	24,9	25,9
24	22,4	23,3	23,8	20,8	22,8	16,2	19,9	20,5	19,2	27,6	25,2	26,6
25	22,8	23,6	23,4	22,2	23,2	16,5	19,7	23,5	19,2	27,6	23,8	24,8
26	22,2	22,7	23,1	22,7	22,5	16,9	16,9	24,3	19,4	26,7	24,6	24,1
27	20,7	22,8	22,5	22,5	21,1	19,6	17,2	20,5	20,4	25,6	24,6	21,3
28	21,5	22,5	24,4	23,4	20,4	20,1	20,3	21,5	19,8	26,6	25,1	24,2
29	22,6		24,5	24,4	20,4	16,5	22,2	18,9	19,7	25,9	24,9	26,2
30	22,3		22,1	21,3	15	17,6	21,5	17,5	20,1	21,4	25,4	27,2
31	23,8		21,8		16,2		21,1	16,6		24,8		23,3

Às 15 horas, as temperaturas efetivas se apresentaram quase em sua totalidade desconfortáveis em relação ao calor, como mostra a tabela 2. Nos dias 2 e 3 de maio, 16 de junho e 6 de setembro, se apresentaram desconfortáveis em relação ao frio. Porém, em dezembro, por exemplo, todos os dias estiveram, neste horário, desconfortáveis em relação ao calor.

Tabela 2: Temperaturas Efetivas de Presidente Prudente em 2008 – 15h

Dias	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
1	30,4	29,4	27,8	27,2	20,4	20,7	26,4	23,5	27,2	31,6	25,8	31,3
2	29,2	29,6	28,2	25,2	17,6	22,7	26,2	25,6	30,1	25,2	24,7	27,5
3	28,6	28,5	29,3	24,4	17,9	24,8	25,5	19,7	30,5	26,8	27,2	26,2
4	29,0	28,8	28,7	26,8	20,5	25,6	25,3	24,5	32,2	30,1	25,0	27,7
5	24,7	27,3	28,7	26,2	22,1	25,8	25,1	26,4	31,6	20,3	23,3	28,5
6	24,3	27,9	29,4	27,0	22,3	26,9	25,7	27,1	14,6	23,0	20,3	31,0
7	28,3	27,1	27,0	27,7	23,9	26,8	25,2	30,1	21,6	25,4	26,6	31,7
8	28,6	28,1	29,9	28,1	24,2	26,5	26,2	19,7	26,1	25,4	27,9	33,3
9	30,0	28,9	26,8	28,9	25,0	26,4	25,4	21,3	29,9	25,8	21,1	33,0
10	30,4	28,5	25,8	24,0	23,9	21,6	23,8	23,7	31,3	27,5	28,2	26,0
11	23,3	27,3	24,6	29,8	23,4	24,4	24,2	27,8	32,8	21,9	28,1	28,9
12	29,5	27,8	23,2	29,4	23,4	26,3	25,2	29,4	25,4	28,7	28,4	27,5
13	27,1	27,6	25,5	29,2	22,1	26,9	25,3	26,6	21,2	30,6	26,4	26,8
14	26,5	30,2	26,4	25,3	23,1	27,2	24,4	27,0	25,1	31,5	28,7	28,6
15	27,6	26,9	25,5	21,6	25,0	22,2	24,9	25,8	26,1	32,2	30,1	27,8
16	27,6	26,9	26,2	26,0	22,3	18,8	25,3	28,7	25,5	31,0	29,7	26,1
17	26,3	27,2	26,3	28,4	24,6	20,6	25,8	29,4	24,6	29,4	28,4	28,1
18	24,5	24,5	26,6	27,0	27,1	24,7	26,6	29,3	25,0	27,3	28,4	28,2
19	23,9	28,6	21,6	21,8	27,5	26,3	27,1	28,7	25,7	25,4	28,2	29,1
20	26,1	27,7	25,2	24,0	27,3	27,4	27,3	28,3	19,2	27,7	27,7	29,1
21	24,4	24,1	27,0	26,9	27,0	20,0	27,9	28,3	19,3	25,7	27,6	29,3
22	25,6	23,8	27,8	25,9	26,8	20,3	28,1	28,5	21,7	28,0	28,6	29,6
23	24,6	27,1	27,2	27,1	27,0	23,0	28,6	26,7	25,0	29,7	29,1	29,9
24	25,6	25,7	28,5	26,4	26,7	19,7	23,2	27,9	25,0	32,2	28,6	31,3
25	26,3	26,8	27,8	26,9	26,3	22,4	24,9	28,4	25,6	32,2	29,4	25,7
26	26,1	27,2	28,8	27,8	26,6	24,5	25,3	28,8	25,8	26,4	30,1	28,0
27	21,5	27,1	28,5	27,9	27,2	25,9	27,3	28,1	26,6	29,8	29,4	26,1
28	22,7	25,9	27,9	28,8	27,9	25,6	28,3	30,2	27,0	30,9	29,4	28,1
29	25,7		28,3	21,3	23,0	25,6	28,2	23,2	26,9	32,1	29,6	30,2
30	25,5		27,5	23,6	20,4	25,1	28,3	24,2	28,5	23,9	29,0	29,9
31	28,1		27,4		19,9		25,8	24,6		28,1		29,4

Já às 21 horas, as temperaturas efetivas variaram entre confortável, desconfortável em relação ao calor e desconfortável em relação ao frio, como mostra a tabela 3. Durante 95 dias as temperaturas estiveram desconfortáveis em relação ao calor e durante 23 dias desconfortáveis em relação ao frio. No restante dos dias se apresentaram na zona de conforto térmico.

Tabela 3: Temperaturas Efetivas de Presidente Prudente em 2008 – 21h

Dias	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
1	22,5	26,2	25,0	26,2	19,5	19,7	22,3	23,5	23,0	21,6	25,2	28,3
2	24,9	26,5	25,3	26,5	16,9	18,4	22,0	25,6	25,1	22,9	20,4	20,8
3	25,2	26,0	25,8	26,0	17,4	22,4	21,4	19,7	26,0	25,1	24,6	22,1
4	23,4	25,9	24,6	25,9	17,7	21,9	21,2	24,5	26,5	23,8	22,7	24,2
5	23,2	24,7	24,7	24,7	17,9	22,7	20,3	26,4	23,3	19,8	22,8	25,5
6	24,6	23,0	25,7	23,0	17,4	23,4	21,5	27,1	14,8	20,3	20,2	26,5
7	25,6	24,6	25,3	24,6	20,1	22,8	21,6	30,1	18,3	22,8	24,6	27,7
8	26,4	26,1	23,1	26,1	21,2	22,5	22,0	19,7	23,6	19,2	24,7	27,1
9	26,4	24,9	23,9	24,9	21,6	22,8	20,2	21,3	24,9	20,5	22,1	24,9
10	28,1	21,9	24,7	21,9	20,7	17,7	19,5	23,7	27,1	25,9	25,5	21,6
11	23,0	23,0	24,0	23,0	19,9	20,6	20,0	27,8	27,6	20,9	26,4	24,3
12	22,9	26,0	23,8	26,0	20,0	20,9	21,5	29,4	19,6	25,4	22,0	25,1
13	24,5	25,6	23,0	25,6	19,26	23,2	21,5	26,6	19,9	27,3	23,5	24,8
14	23,3	22,1	23,5	22,1	20,0	23,1	20,0	27,0	21,0	28,3	25,2	26,7
15	23,1	24,3	22,9	24,3	20,6	18,8	20,4	25,8	22,0	28,4	25,8	22,4
16	26,0	25,2	23,6	25,2	20,1	14,7	20,6	28,7	22,3	27,4	25,7	22,1
17	24,2	24,1	23,5	24,1	21,1	15,4	21,2	29,4	20,0	23,8	25,9	23,7
18	23,6	24,5	22,7	24,5	23,9	20,5	21,5	29,3	20,4	23,5	24,8	26,1
19	22,7	22,6	21,8	22,6	23,4	22,4	22,1	28,7	22,5	22,4	24,2	26,5
20	22,6	26,1	23,1	26,1	22,6	23,0	22,8	28,3	18,6	25,8	23,9	27,2
21	23,2	24,8	24,4	24,8	22,2	16,8	19,9	28,3	16,7	24,0	24,6	27,3
22	23,0	22,7	21,8	22,7	22,5	17,3	23,2	28,5	17,5	25,7	24,9	27,3
23	23,5	22,7	24,5	22,7	22,6	18,9	24,1	26,7	20,2	27,1	25,5	26,0
24	23,6	24,5	25,8	24,5	21,7	17,0	24,9	27,9	20,3	28,4	26,2	26,8
25	23,4	25,6	25,2	25,6	22,3	17,7	20,5	28,4	22,1	28,7	25,8	24,5
26	23,3	25,5	25,1	25,5	22,7	21,0	21,4	28,8	22,5	25,9	26,2	21,5
27	21,6	25,3	24,9	25,3	23,0	21,8	20,6	28,1	22,7	27,6	26,5	25,2
28	21,9	23,2	25,4	23,2	24,3	19,7	22,4	30,2	21,5	26,5	26,3	26,7
29	23,1		24,6	22,3	17,8	20,2	24,4	23,2	23,1	20,2	26,5	28,6
30	23,6		24,0	26,2	18,5	21,5	24,4	24,2	24,9	22,7	26,6	27,5
31	25,4		24,4		18,6		24,3	24,6		23,2		25,9

Dessa maneira, ficou evidente que o horário que apresentou mais desconforto térmico foi o das 15 horas, devido ao fato de estar dentro do período do dia de maior aquecimento, que nesta cidade, ocorre entre às 14h e 16h. Nos períodos da manhã e da noite as temperaturas efetivas se apresentaram, em sua maioria, dentro da zona de conforto térmico. No entanto, há variações e dependendo das características das edificações, pode haver um maior ou menor conforto térmico.

Caracterização dos elementos climáticos entre os dias 18 e 22 de agosto de 2008

Entre os dias 18 e 22 de agosto de 2008 em Presidente Prudente, o céu se apresentou claro e aberto, não houve precipitação, a velocidade do vento ficou entre 0 e 5,9 m/s e suas direções foram provenientes de nordeste, oeste e sudeste. Nestes dias a região estava sob a atuação de uma massa Tropical Continental. Em decorrência deste sistema atmosférico as temperaturas foram altas, sendo que as máximas passaram dos 30°C em todos os dias de coleta, chegando a 33°C no dia 18. As mínimas foram superiores a 20°C, exceto no dia 22 que ficou em torno de 19°C. A umidade relativa do ar variou entre 40 e 50% e a pressão atmosférica ficou estável, entre 1014 e 1016mb.

Este tipo de tempo é típico na região em várias épocas do ano, sendo, portanto, os dias de coleta de dados nas salas de aula da FCT representativos para a área de estudo.

O conforto térmico nas salas de aula da FCT/UNESP

No período da manhã (gráficos 1 e 2), as diferenças foram significativas entre os discentes e a estação meteorológica, e entre os próprios discentes. As temperaturas efetivas da estação meteorológica, ou seja, externas, em todo o período estiveram mais baixas, sendo que a maior diferença se deu em relação ao Discente IV que apresentou temperaturas efetivas superiores em 4,3°C e 4,9°C nos dias 21 e 22, respectivamente, às 8h.

Em relação aos discentes as maiores diferenças ocorreram entre o Discente III e o Discente IV no dia 21, de 1,9° C em relação ao Discente III.

Às 9h (gráfico 3) a estação meteorológica permaneceu com as temperaturas efetivas mais baixas, porém a diferença com relação aos discentes diminuiu, sendo a maior destas, mais uma vez, com relação ao Discente IV, de -3,8° C. As temperaturas efetivas dos Discentes IV e VI estiveram próximas nos dias 19, 20 e 21, se diferenciando expressivamente no

dia 22, com temperatura efetiva superior em 2° C do Discente IV em relação ao Discente VI.

Gráfico 1: Temperaturas Efetivas às 8h

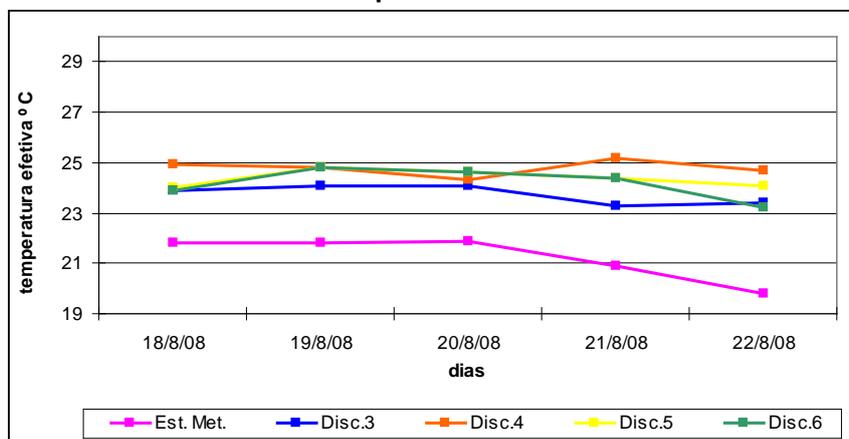
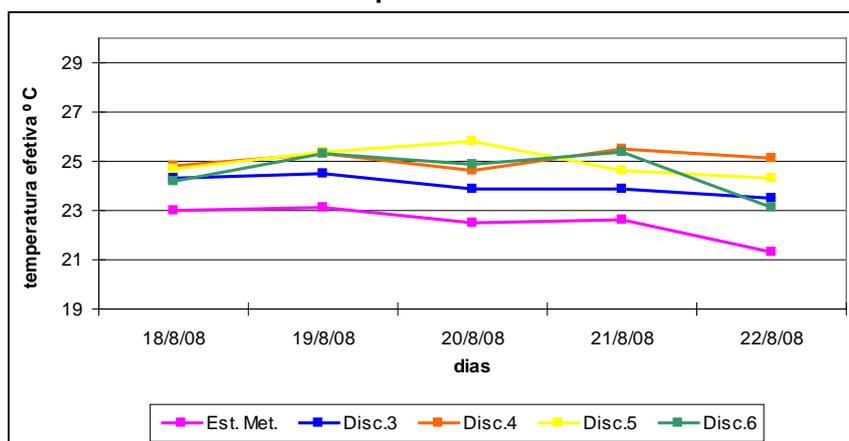


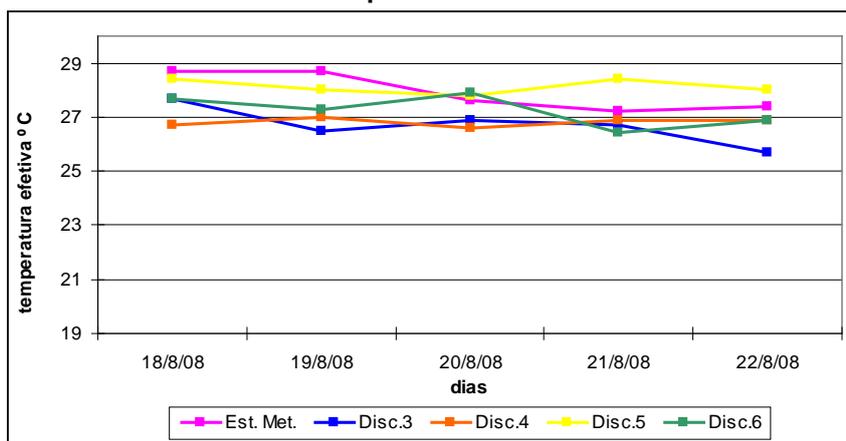
Gráfico 2: Temperaturas Efetivas às 9h



De maneira geral, as temperaturas efetivas no período matutino se apresentaram dentro do que se considera confortável, apresentando somente no dia 20, às 9h, no Discente VI, 25,8°C, o que se considera desconfortável em relação ao calor.

No período da tarde foram coletados dados às 14h e 15h. As temperaturas efetivas se apresentaram em todos os dias analisados como desconfortáveis em relação ao calor, ou seja, ficaram sempre acima dos 25,6°C, em todos os pontos de coleta (gráficos 3 e 4).

Gráfico 3: Temperaturas Efetivas às 14h



A estação meteorológica que coleta os dados externos apresentou temperaturas efetivas elevadas às 14h, sendo nos dias 18 e 19 as maiores com relação aos discentes, 28,7°C nos dois dias. Porém, no dia 20 a maior temperatura efetiva foi a do Discente VI, 27,9°C, próxima às da estação meteorológica e do Discente V, que apresentou as maiores temperaturas efetivas nos dias decorrentes.

As temperaturas efetivas mais baixas foram as do Discente III, permanecendo assim por dois dias, 19 e 22, e as do Discente IV, que foram mais baixas nos dias 18 e 20.

Às 15h as temperaturas efetivas se apresentaram bem variadas (gráfico 4), sendo as mais baixas as do Discente III. As mais altas continuaram sendo a da estação meteorológica, do Discente V e do Discente VI. A maior diferença entre a menor e a maior temperatura efetiva ocorreu no dia 22 entre o Discente V e o Discente VI, 28°C e 25,8°C, respectivamente.

No período noturno as coletas de dados foram realizadas às 20h e 21h, sendo que as temperaturas efetivas se apresentaram, em sua maioria, nos discentes, desconfortáveis em relação ao calor. Às 20h (gráfico 5) a estação meteorológica apresentou as menores temperaturas efetivas, sendo considerada dentro da zona de conforto térmico. Isso porque, a sua localização, permite que o aquecimento provocado pela radiação solar durante o dia se resfrie mais rapidamente do que nas áreas edificadas. Na estação meteorológica há cobertura vegetal rasteira e também há o abrigo

meteorológico, onde estão localizados alguns dos principais aparelhos e, ainda durante esse período, a mini-estação automática.

Gráfico 4: Temperaturas Efetivas às 15h

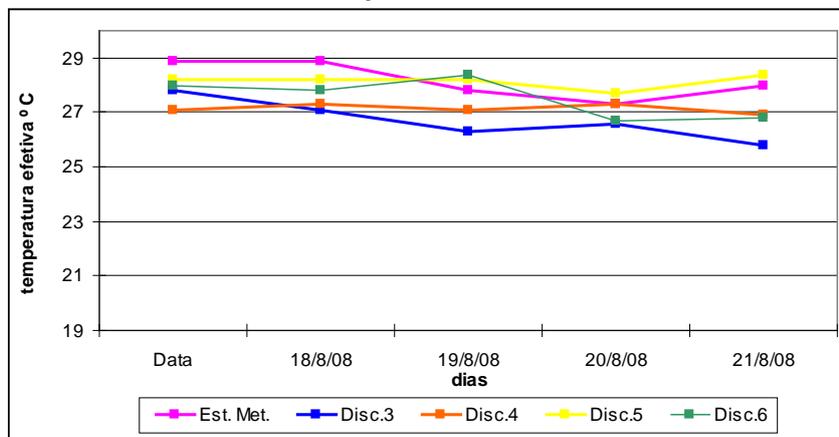
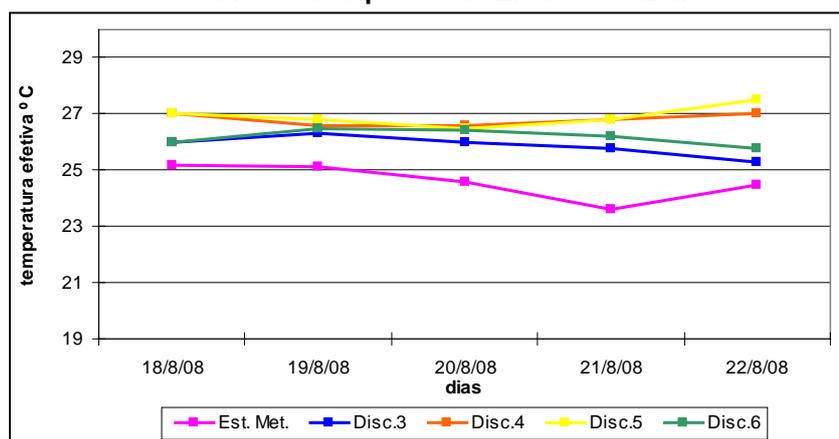


Gráfico 5: Temperaturas Efetivas às 20h



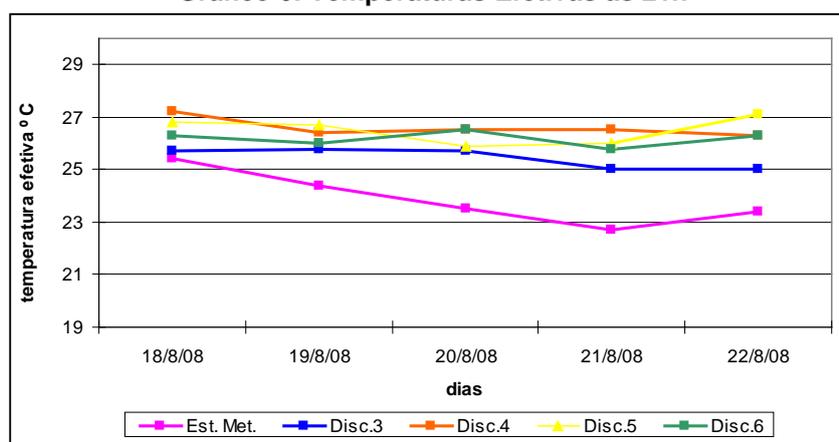
Os discentes, de maneira geral, apresentaram temperaturas efetivas mais próximas do que nos horários anteriores, sempre desconfortáveis em relação ao calor, com exceção do Discente III, no dia 22, com 25,3°C. A maior diferença de temperatura efetiva ocorreu no dia 22 entre os Discentes V e III, com diferença de 1,7°C, sendo a do Discente III inferior em relação a do Discente V.

Às 21h, último horário de coleta de dados, as temperaturas efetivas entre os discentes estiveram ainda mais próximas que às 20h. O Discente III esteve durante dois dias, 21 e 22, com temperaturas efetivas na zona de conforto térmico. Sua diferença em relação aos outros discentes foi menor,

porém os demais discentes sempre estiveram desconfortáveis em relação ao calor. As maiores temperaturas efetivas variaram entre os Discentes IV, V e VI, pois estas também não foram muito diferenciadas, sendo no máximo de 0,8°C.

A estação meteorológica continuou na zona de conforto térmico, sendo, sua maior diferença, em relação aos discentes no dia 21, com -3,8°C. Neste caso, a diferença foi com relação ao Discente IV.

Gráfico 6: Temperaturas Efetivas às 21h



Em geral, os prédios discentes apresentaram temperaturas efetivas diferenciadas em todos os períodos, porém o que apresentou maior diferença foi o Discente III, com temperaturas efetivas mais baixas. As janelas e portas do Discente III (foto 1) estão direcionadas para uma área com vegetação e não para corredores como ocorre com os Discentes IV e V (fotos 2 e 3), que apresentaram, em sua maioria, as maiores temperaturas efetivas. Já as portas do Discente VI (foto 4) estão direcionadas para uma área com vegetação, porém as janelas para a direção oposta, com vegetação também, mas muito próximas de área construída.

Foto 1: Discente III



Foto 2: Discente V



Foto 3: Discente IV



Foto 4: Discente VI



Já a estação meteorológica, que apresentou os dados de temperaturas efetivas externas, demonstrou que ocorrem diferenças entre a parte interna e externa das edificações, principalmente nos períodos matutino e noturno, já que estes apresentaram temperaturas efetivas dentro da zona de conforto térmico.

Análise dos questionários aplicados aos alunos nas salas de aula da FCT/UNESP

Foram distribuídos questionários considerando a idade, o sexo, a saúde, a sensação climática, biológica e de conforto, a eficiência dos ventiladores e o desempenho dos alunos no momento da coleta. Em cada sala de aula em que foram aplicados os questionários, foram distribuídos pelo menos 10 questionários, no entanto, algumas mais e outras menos, conforme o número de alunos e a devolução destes.

No total foram respondidos 522 questionários entre os dias 18 e 22 de agosto de 2008, sendo 172 no período matutino, 196 no período vespertino e 154 no período noturno.

Os questionários mostraram que grande parte das pessoas é de outra região do Estado de São Paulo, sendo que este fator influencia as sensações dos alunos, pois estes podem estar habituados a outros tipos de clima. Além

disso, há pessoas de outros estados e de outros países, mesmo que em menor quantidade. Porém, o número de pessoas da região de Presidente Prudente é expressivo, como mostra a tabela 4.

Tabela 4: Locais de origem dos alunos

Locais de origem	Discente III	Discente IV	Discente V	Discente VI
Região de Presidente Prudente	29%	24%	39%	34%
Outros estados	7%	6%	9%	6%
Outros países	1,5%	0%	0%	0%
Outras cidades do Estado de São Paulo	37,50%	70%	52%	60%
Total	100%	100%	100%	100%

A maioria dos alunos que respondeu os questionários tem entre 20 e 25 anos, ficando em segundo lugar os com menos de 20 anos. Entre 26 e 35 anos são pouco expressivos e os que têm acima de 35 anos aparecem apenas em dois discentes, mas com baixa porcentagem 5% e 1%. A idade variou pouco, sendo pouco significativa para as diferenças nas respostas (tabela 5).

Tabela 5: Faixa etária dos alunos

Idade dos alunos	Discente III	Discente IV	Discente V	Discente VI
menos de 20 anos	28%	31%	35%	21%
entre 20 e 25 anos	70%	66%	54%	73%
entre 26 e 35 anos	2%	3%	6%	5%
acima de 35 anos	0%	0%	5%	1%
Total	100%	100%	100%	100%

Em relação ao sexo (gráfico 7), 62% dos alunos que responderam eram do sexo feminino e 38% do masculino, tendo entre estes 12% apresentado algum tipo de problema de saúde (gráfico 8).

Gráfico 7: Sexo dos alunos

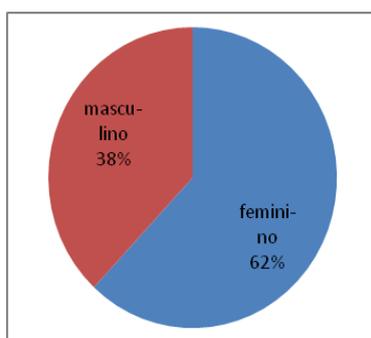
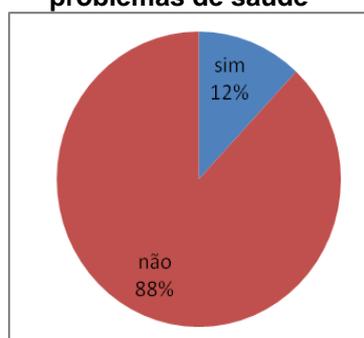
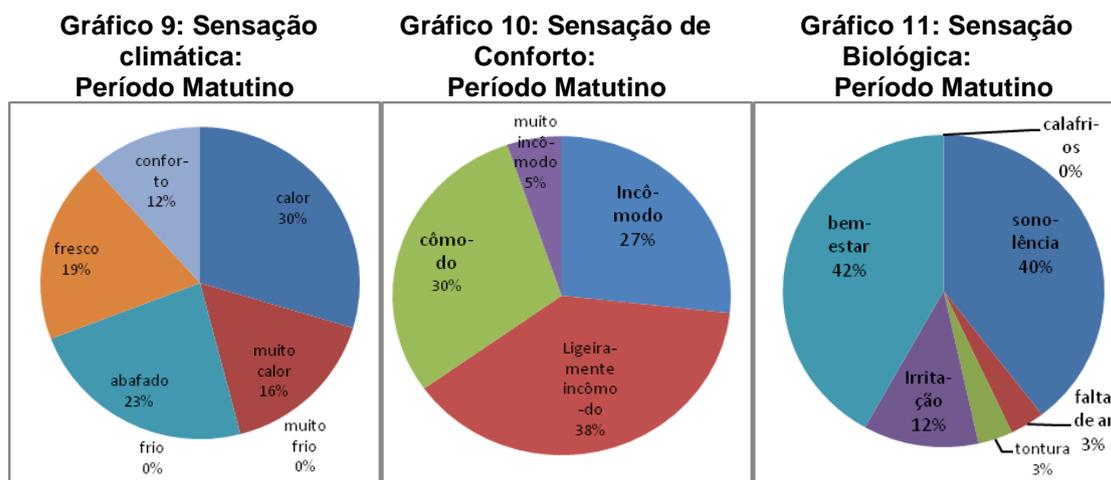


Gráfico 8: Alunos com problemas de saúde

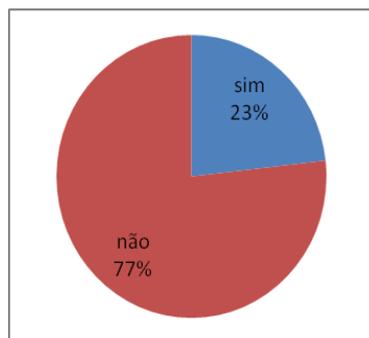


Durante o período da manhã as temperaturas efetivas variaram entre 23,3°C e 25,5°C, dentro da zona de conforto térmico, com exceção do dia 20 no Discente V que chegou a 25,8°C. As respostas dos alunos quanto às sensações térmicas se apresentaram bem diversificadas, como mostram os gráficos 8, 9 e 10.



Prevaleceram as respostas de calor, ligeiramente incômodo e bem-estar, não condizendo então com a zona de conforto térmico no que diz respeito à sensação climática e de conforto. O calor não afetou o desempenho de 77% dos alunos (gráfico 12).

Gráfico 12: Alunos com desempenho afetado: Período Matutino



Quanto aos ventiladores, estes estavam sendo eficientes para 56% dos alunos, porém os ventiladores atrapalham a aula para 57% deles (gráficos 13 e 14).

No período vespertino as temperaturas efetivas internas ficaram entre 25,7°C e 28,4°C, ou seja, desconfortáveis em relação ao calor. Os gráficos 15,

16 e 17 mostram as respostas dos questionários relacionadas às sensações climáticas, de conforto e biológica do período vespertino.

Gráfico 13: Os ventiladores são suficientes? Período Matutino



Gráfico 14: Os ventiladores atrapalham? Período Matutino

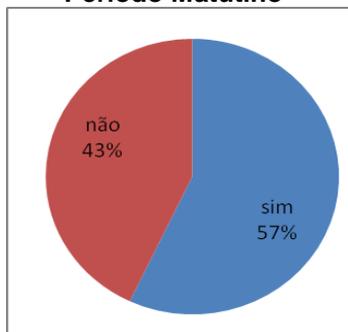


Gráfico 15: Sensação climática: Período Vespertino



Gráfico 16: Sensação de Conforto: Período Vespertino

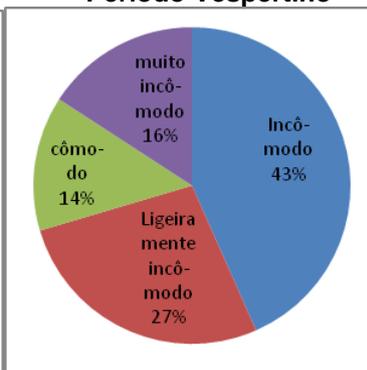
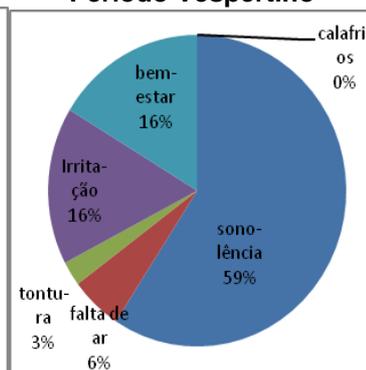


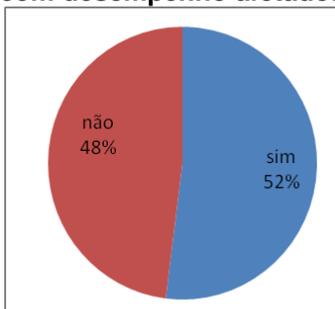
Gráfico 17: Sensação Biológica: Período Vespertino



A maior parte dos alunos respondeu dentro do que se considera desconfortável em relação ao calor, pois prevaleceram respostas de muito calor, incômodo e sonolência.

Em relação à diminuição de desempenho, 52% responderam que houve certa diminuição devido ao calor e 48% que o calor não afetou seu desempenho (gráfico 18).

Gráfico 18: Alunos com desempenho afetado: Período Vespertino



O uso de ventiladores, segundo 20% dos alunos, é suficiente para amenizar o calor dentro das salas de aula (gráfico 19). Porém, a maioria, 80%, respondeu que não diminuem o calor eficientemente, sendo que estes ainda atrapalham a aula para 68% (gráficos 20).

Gráfico 19: Os ventiladores são suficientes?
Período Vespertino

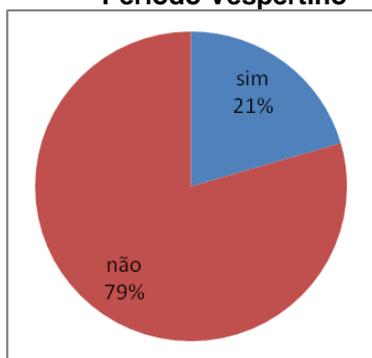
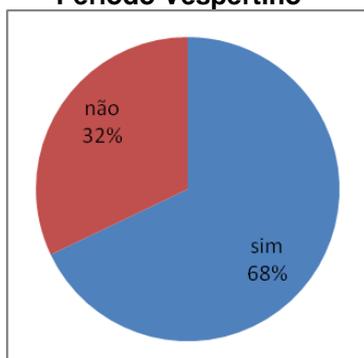


Gráfico 20: Os ventiladores atrapalham?
Período Vespertino



No período noturno as temperaturas efetivas nas salas de aula ficaram entre 25°C e 27,4°C, o que significa que estiveram tanto na zona de conforto térmico como acima do considerado como confortável. Porém, o Discente III foi o único a apresentar temperaturas efetivas na zona de conforto térmico, nos dias 21 e 22. Os outros discentes apresentaram temperaturas desconfortáveis em relação ao calor todos os dias. Os gráficos 21, 22 e 23 mostram, de maneira geral, as respostas dos alunos do período noturno quanto às sensações.

Gráfico 21: Sensação climática:
Período Noturno

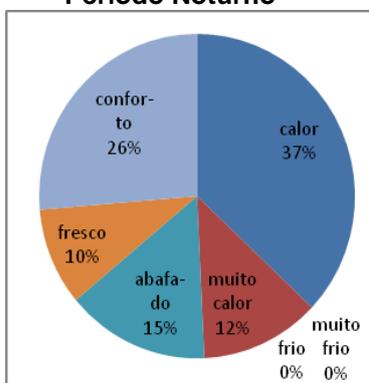


Gráfico 22: Sensação de Conforto:
Período Noturno

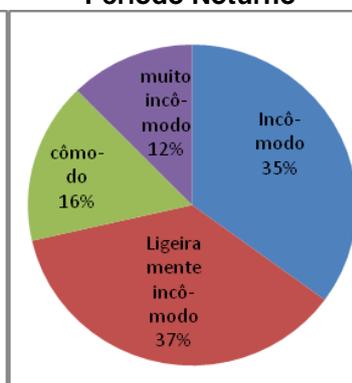
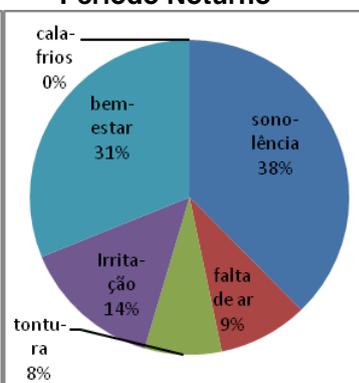
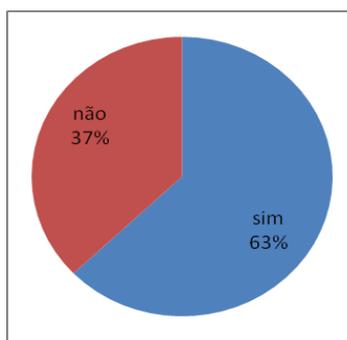


Gráfico 23: Sensação Biológica:
Período Noturno



A partir dos gráficos é possível notar que parte significativa das respostas esteve dentro do que se considera como desconfortável em relação ao calor, prevalecendo calor, ligeiramente incômodo e sonolência. Porém, houve porcentagens expressivas de respostas como cômodo e bem-estar. Nesse período 63% dos alunos responderam que o calor não estava afetando seu desempenho e 37% que estava (gráfico 24).

Gráfico 24: Alunos com desempenho afetado: Período Noturno



Já no que diz respeito aos ventiladores, 51% responderam que estes são suficientes para a amenização da temperatura (gráfico 25), e 63% responderam que os ventiladores atrapalham as aulas (gráfico 26).

Gráfico 25: Os ventiladores são suficientes? Período Noturno

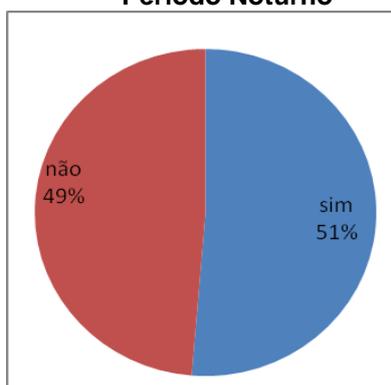
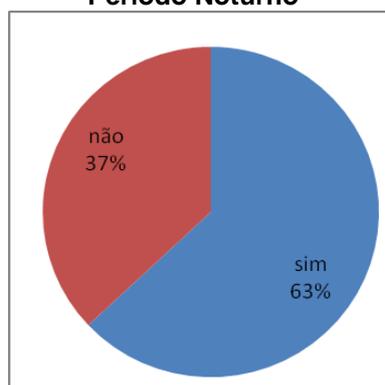


Gráfico 26: Os ventiladores atrapalham? Período Noturno



Enfim, as respostas dos questionários embora tenham tido alguma variação, na maioria das vezes, foram compatíveis com a temperatura efetiva, validando, portanto esta metodologia utilizada em ambientes tropicais. Algumas respostas se destacaram entre os questionários, como, por exemplo, a sonolência. Este então pode ser destacado como a sensação biológica que

mais afeta as pessoas durante o período em que as temperaturas se apresentam um pouco altas.

Cabe destacar que respostas como sensação de frio, muito frio e calafrios não apareceram em nenhum dos questionários, já que as temperaturas efetivas estiveram na zona de conforto térmico ou desconfortáveis em relação ao calor em todos os dias analisados, não sendo possível, a não ser por algum problema de saúde, as pessoas terem esse tipo de sensação.

Considerações Finais

Por meio da realização desta pesquisa foi possível verificar que a cidade de Presidente Prudente apresentou temperaturas efetivas desconfortáveis em relação ao calor na maior parte dos dias de 2008, sobretudo no período da tarde.

A partir dos registros de temperatura e umidade do ar nas salas de aula da FCT/UNESP foi possível perceber as diferenças que podem haver em distintos pontos de um mesmo local, pois além das edificações diferenciarem-se, as temperaturas internas se apresentaram significativamente diferentes das externas, principalmente nos períodos matutino e noturno.

O índice de temperatura efetiva possibilitou que estas características ficassem ainda mais claras, pois propiciou uma noção de como pode variar as sensações térmicas de acordo com a zona de conforto térmico, levando em consideração tanto a temperatura como a umidade do ar.

Os prédios discentes apresentaram temperaturas efetivas maiores do que a estação meteorológica, com exceção do período vespertino. Os Discentes IV e V foram os que apresentaram maiores temperaturas, em decorrência principalmente das características das edificações. O Discente V, por exemplo, possui cobertura de metal, o que provoca um maior aquecimento do prédio, sobretudo, nos períodos vespertino e noturno. Já o Discente III foi o que teve as menores temperaturas efetivas, pois possui as portas e as janelas voltadas em uma mesma direção e para uma área com vegetação, tanto

arbórea como rasteira. Além disso, não recebe radiação solar nesse período do ano, diferenciando-se dos Discentes IV e V.

Com a aplicação dos questionários foi possível verificar as sensações térmicas dos alunos durante os períodos de aula. As respostas variaram bastante, mas se enquadraram, na maioria das vezes, ao índice de conforto térmico. No entanto, como os seres humanos se diferenciam fisiologicamente, não há um “consenso” entre as sensações térmicas perante uma determinada temperatura, havendo assim, diferentes respostas num mesmo horário de coleta. Por isso, o que se levou em consideração foram as respostas que prevaleceram.

É possível considerar que este estudo trouxe respostas importantes para a compreensão do conforto térmico, pois as temperaturas efetivas de Presidente Prudente e das salas de aula da FCT – UNESP mostraram que este precisa ser analisado para que haja um maior conforto.

Enfim, as características climáticas de Presidente Prudente, em conjunto com as das edificações, proporcionam uma sensação de desconforto térmico para a maioria dos alunos nos três períodos de aula, acarretando em sensações não benéficas para a execução das atividades. Dessa maneira, é preciso fazer adaptações e considerar que há problemas a serem resolvidos, colocando em questão o clima da região, o processo de urbanização e as características das edificações e dos materiais utilizados nesta, assim como a percepção das pessoas afetadas.

Referências Bibliográficas

ALCOFORADO, M. J. et. al. **Orientações climáticas para o ordenamento em Lisboa**. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa, 2005.

ALEGRE, M (org.). **Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras – ontem: uma trajetória (historio oral) = Faculdade de Ciências e Tecnologia: hoje**. Presidente Prudente: [s.n.], 2006.

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia dos trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1991.

CHTOL, T. M. **Construção de edifícios e obras públicas em climas quentes**. Moscovo: Mir, 1984.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S.R. **Manual de conforto térmico**: arquitetura, urbanismo. São Paulo: Studio Nobel, 2000.

LAMBERTS, R. et al. Desempenho térmico de edificações. **Apostila versão 2005**. Florianópolis, 2005. In: www.labee.ufsc.br, Acesso em 01/07/2008.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: USP – Instituto de Geografia, 1976.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo: ProEditores, 2000.

RUAS, A. C. **Avaliação de conforto térmico**: contribuição à aplicação das normas internacionais. Dissertação (de Mestrado em Engenharia Civil). Campinas, SP: [s.n.], 1999.

SEELIG, M. et. al. Aplicações de um índice térmico universal: temperatura fisiológica equivalente. **XII Congresso Brasileiro de Meteorologia**. Foz de Iguaçu-PR, 2002.

Recebido em: 15/03/2010

Aceito em: 08/06/2010