



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

ANÁLISE COMPARATIVA DO COMPORTAMENTO TÉRMICO DE SALAS DE AULA DE DUAS EDIFICAÇÕES ESCOLARES DISTINTAS, NO PERÍODO DO SOLSTÍCIO DE VERÃO.

Renata Camboim Salatino Tubelo (1); Miguel Aloysio Sattler (2)

- (1) Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação/NORIE – Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil – e-mail: renatatubelo@yahoo.com.br
- (2) Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação/NORIE – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil – e-mail: masattler@gmail.com

RESUMO

A pesquisa foi realizada com vistas a integrar um estudo, em maior escala, do conforto ambiental em ambientes escolares. Este trabalho apresenta a análise do comportamento térmico de duas salas de aula, localizadas em edificações escolares distintas, as quais foram projetadas de acordo com princípios de sustentabilidade, buscando se adequar às condições de condicionamento passivo e eficiência energética. O objetivo da pesquisa foi analisar o comportamento térmico das salas de aula desses ambientes escolares, no período do verão, e verificar, a partir delas, o comportamento frente às variáveis térmicas, como amortecimento e atraso térmico, evidenciando, portanto, os condicionantes que corroboram na determinação do conforto térmico. A metodologia foi baseada no monitoramento *in loco*, pelo período de três meses, a partir do solstício de verão, com medições horárias de temperatura e umidade. Os resultados mostraram a importância de projetos comprometidos com o conforto ambiental e com a eficiência energética, indicando as técnicas construtivas que apresentaram os melhores resultados.

Palavras-chave: desempenho térmico; sustentabilidade; edificações escolares.

1 INTRODUÇÃO

É de extrema importância o conforto térmico no ambiente construído, pois influencia, consideravelmente, no desenvolvimento das atividades exercidas. Os ambientes escolares adquirem uma importância ainda maior à medida que influenciam no desenvolvimento cognitivo. Assim, segundo FUNARI e KOWALTOWSKI (2005), a configuração física do ambiente escolar exerce predominância na evolução do aprendizado. Portanto, a qualidade dos edifícios escolares tem um papel significativo no desenvolvimento social e econômico.

Dessa forma, segundo NOGUEIRA e NOGUEIRA (2003), considerando que o conforto térmico e o meio ambiente interferem no aproveitamento didático dos alunos em sala de aula, tornar-se-á importante avaliar em que medida as condições ambientais em tais recintos contribuem ou dificultam para o aprendizado.

Uma forma de avaliação, comumente utilizada, pode levar em conta parâmetros de conforto térmico estabelecidos e, baseado nestes, determinar se a edificação está atendendo a estes parâmetros ou não. GIVONI (1992) estabelece limites para a zona de conforto térmico, como estando compreendida entre 25°C e 29°C, para baixas umidades, sendo que, para altas umidades, a sua amplitude se reduz ao intervalo entre 25°C a 26°C. Para condições de inverno, os limites de temperatura ficam compreendidos no intervalo de 18 °C a 25°C. Em termos gerais, a zona de conforto é entendida como estando entre 18°C a 29°C, dentro do limite de umidade relativa do ar de até 80%.

Outra metodologia aplicada na determinação do desempenho térmico de uma edificação é aquela expressa em graus-hora. Graus-hora é um parâmetro climático, que pode ser definido por um somatório de diferenças de temperatura (01), quando estas se encontram acima da temperatura-base estipulada (T_b); no caso, tomam-se as temperaturas horárias (T_h).

$$GH = \sum (T_h - T_b) \quad (01)$$

Os graus-hora podem auxiliar na estimativa de energia a ser gasta em refrigeração, bem como pode se constituir em um critério adicional de avaliação do envelope da edificação (GOULART *et al*, 1993 *apud* MORELLO, 2005).

2 OBJETIVO

O objetivo principal deste artigo foi o de monitorar o comportamento térmico de duas edificações escolares projetadas segundo princípios de sustentabilidade, incluindo a seleção de materiais e possíveis técnicas que contribuíssem para um melhor desempenho térmico de tais edificações. Neste estudo, o desempenho térmico é avaliado, principalmente, através das variáveis **atraso** e **amortecimento térmico**.

3 METODOLOGIA

Este trabalho utilizou a metodologia de medições *in loco*, com o monitoramento horário de dados de temperatura e umidade. Foram utilizados sensores do tipo *data loggers*, modelo *LogBox-RHT*, da empresa *NOVUS*. O monitoramento teve início no dia 12 de janeiro de 2010, tendo sido registrados valores correspondendo a 1608 horas (67 dias) de medições.

Realizou-se o monitoramento em uma sala de aula de cada escola, em ambos os casos em posição central ao bloco edificado e de mesma orientação solar (norte). Foram instalados dois sensores em cada uma das escolas: um externamente à edificação, posicionado a uma altura de 2,20m, e o outro, no interior das salas de aula, fixado a 3,00m.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Caracterização das Edificações Escolares

4.1.1 Escola Frei Pacífico

Distante 50 Km da capital Porto Alegre, a Escola de Ensino Fundamental Frei Pacífico está localizada no Distrito de Itapuã, Município de Viamão - RS. Pertencente à Bacia do Delta do Jacuí, o local apresenta-se rarefeito, do ponto de vista do ambiente construído; no entanto, no que tange à vegetação, constitui-se em ambiente dispondo de abundante área de preservação vegetal.

A Escola é caracterizada por quatro blocos de edificações, interligados por uma circulação. Em um primeiro bloco funciona a administração; no segundo, são desenvolvidas funções comuns, supervisionadas, como o refeitório; no terceiro, estão as salas de aula, objeto deste estudo e, por fim, o bloco dos sanitários.

Sua tipologia pode ser descrita como um edifício em *fita simples*, com circulação aberta e coberta. Esta mesma circulação se alarga junto ao bloco das salas de aula, configurando-se como uma área de lazer coberta (Figura 01).

O bloco das salas de aula tem a sua fachada principal voltada para o quadrante norte-nordeste; especificamente, com 9 graus para leste da orientação norte. A circulação, em sua menor largura no bloco, tem 2,45 m, resultando em uma dimensão transversal total do edifício de 9,45 m.

A sala de aula possui dimensões internas de 7,65m x 6,60 m, totalizando uma área de 50,49 m². Apresenta esquadrias nas suas fachadas norte e sul, com peitoris a 1,55 m e 0,95 m de altura, respectivamente. A fachada norte ainda apresenta outra esquadria, com peitoril a 3,55m, possibilitando a ocorrência, pelo seu posicionamento, de ventilação cruzada e exaustão convectiva.



Figura 01 – Planta baixa e vistas da Escola Frei Pacífico - Itapuã

Os materiais utilizados se caracterizam por apresentar baixo impacto ambiental, tanto em função de práticas de reuso ou pela sua origem local. As paredes das fachadas norte e sul foram elaboradas a partir de técnica mista, utilizando pedra granítica e bloco cerâmico rebocado. A cobertura, a qual é bastante peculiar, possui telhados de duas águas, desencontrados, criando a possibilidade de ventilação cruzada incremental, a partir de uma esquadria adicional no alto da parede norte. Uma das águas do telhado, a que cobre os espaços internos dos edifícios, foi executada com telha cerâmica, estrutura de madeira de reflorestamento (*Eucalyptus Saligna*) e sub-cobertura de chapas de offset e forro de madeira. Na outra água do telhado, correspondente à área da circulação, foi utilizada uma cobertura viva (telhado verde), estruturada com madeira de eucalipto, com tratamento ecológico (não tóxico, para proteção contra o ataque de cupim) e o uso de ecotábua. Os pisos internos foram executados com cerâmica, de cor clara, enquanto que os pisos externos receberam pedras de basalto e de granito.

A determinação dos materiais objetivou, também, a obtenção de índices elevados de conforto térmico, nos ambientes internos à edificação. Para este fim, por exemplo, na cobertura da edificação, que usualmente é responsável por significativos ganhos térmicos, foram colocadas chapas reutilizadas de *offset*, entre o forro e a cobertura, acima das salas de aulas. Este material, que possui uma superfície polida e outra opaca, foi colocada com a superfície polida voltada para baixo, de forma a funcionar como uma barreira radiante. Já na cobertura que abarca a circulação, foi colocado um telhado vivo. Um alto nível de isolamento térmico, neste caso, é garantido pela camada de substrato, que atenua a

temperatura da superfície inferior deste telhado, em consequência reduzindo o calor irradiado. Além disso, para as paredes, onde foi utilizada pedra granítica (quando não na sua totalidade, parcialmente), que em função de sua elevada resistência térmica, dificulta as trocas de calor entre o ambiente interno e externo.

As esquadrias são metálicas, do tipo basculante, objetivando maior segurança e os quadros das mesmas, são em madeira de reflorestamento. As áreas de ventilação correspondem a 4,33m², na fachada sul; e a 1,24 m², na fachada norte, em sua parte inferior (esquadrias junto à circulação) e 3,00 m² (para as esquadrias superiores, compondo uma prateleira de luz).

4.1.2 Centro de Educação Profissional do Vale do Caí

Localizado em área mais urbanizada que a escola anteriormente descrita, o Centro de Educação Profissional do Vale do Caí está situado na cidade de Feliz - RS, distando 80 Km de Porto Alegre. O entorno imediato à escola é, predominantemente, ocupado por habitações térreas, apresentando uma morfologia bastante uniforme e densidade relativamente reduzida. Há presença significativa de áreas verdes na vizinhança da escola.

O edifício é constituído de três blocos, com disposição escalonada. O objeto de estudo foi o bloco intermediário, no qual se localizam as salas de aulas.

Em termos de orientação solar, os três blocos possuem a mesma orientação, tendo sua fachada principal voltada para o quadrante norte-noroeste, a 15 graus a oeste da orientação norte. Sua tipologia é, basicamente, semelhante ao estudo de caso anterior, de *fita simples*, com circulação coberta e aberta (Figura 02), embora significativamente mais estreita (2,20m).

Quanto aos espaços internos, as salas de aula possuem dimensões de 9,10 m x 6,10 m, resultando em uma área de 55,11 m². As salas apresentam esquadrias semelhantes, nas suas fachadas norte e sul, com peitoris a 0,82 cm. A fachada norte ainda apresenta mais uma esquadria com peitoril a 3,46m, que, por dificuldade de operação permanece fechada.



Figura 02 – Planta baixa e vistas do Centro de Educação Profissional do Vale do Caí - Feliz

Os materiais selecionados buscaram, ao máximo, a aplicação de princípios de sustentabilidade: uso de materiais locais, de uso corrente na região; culturalmente aceitos; não tóxicos; reciclados ou potencialmente recicláveis ou reutilizáveis; com pegada ecológica pequena; passíveis de autoconstrução e duráveis.

As paredes foram executadas em tijolos maciços, externamente aparentes e internamente rebocadas. O telhado recebeu cobertura de telhas cerâmicas, oriundas da região, com proteção esmaltada (sem adição de chumbo ao esmalte), e, tal como na primeira escola, com sub-cobertura em chapa de alumínio reutilizada, para fins de criação de barreira à radiação térmica. Quanto aos pisos, nos ambientes internos foi utilizada eco-cerâmica anti-derrapante e, para os espaços externos (circulação), foram empregados tijolos maciços.

Neste caso, na escolha dos materiais buscando o conforto térmico houve, também e em escala maior, a preocupação com o telhado, utilizando mais uma vez o sistema de chapas de *offset*. As paredes foram executadas em tijolos maciços, duplas, com camada de ar, buscando maior eficiência na restrição das

trocas térmicas, a partir da inércia e resistência térmica associadas a esta estratégia.

As esquadrias, do tipo basculante, foram elaboradas em madeira oriunda de reflorestamento (*Eucalyptus Saligna*). A área de ventilação da esquadria sul tem 4,39m²; e a da esquadria norte, 4,39m², nas esquadrias baixas, e 5,71m², na esquadria junto à prateleira de luz (desconsiderada por apresentar problemas de operação).

4.2 Análise comparativa do desempenho térmico

4.2.1 Temperatura

Através da observação das temperaturas no solstício de verão, foi identificada, nos três meses de monitoramento, a semana que apresentou a menor média das mínimas temperaturas registradas e, posteriormente, a semana com a maior média das máximas temperaturas obtidas. Os gráficos, a seguir, ilustram as temperaturas internas e externas medidas, tanto na Escola de Viamão, como na Escola de Feliz. As Figuras 03 e 04 registram o período de 14 de março a 19 de março, com a menor média de temperaturas mínimas e as Figuras 05 e 06, o período de 31 de Janeiro a 06 de Fevereiro, com a maior média de temperaturas máximas.

No período com a menor média das mínimas temperaturas, a Escola Frei Pacífico (Figura 03) registrou uma temperatura média externa de 19,9°C, enquanto, no interior da edificação, a média das temperaturas mínimas foi de 22,7°C. No Centro de Educação Profissional do Vale do Caí (Figura 04), foi registrada, externamente, uma média de 18,2°C; já, a temperatura média registrada no sensor interno foi de 22,1°C.

A edificação localizada no município de Viamão apresentou oscilações térmicas bem abaixo às registradas na escola em Feliz. O amortecimento térmico médio da primeira ficou em torno de 2,8°C e, em valores absolutos, oscilou de 2°C a 5°C. Na escola em Feliz, o amortecimento térmico, em termos médios, ficou em 1,8°C e, em termos absolutos, variou de 3°C a 5°C. Esta última escola, em geral, em seus valores internos respondeu mais rapidamente às temperaturas medidas no exterior do edifício, apresentando, na maioria das vezes, um atraso térmico de uma hora.

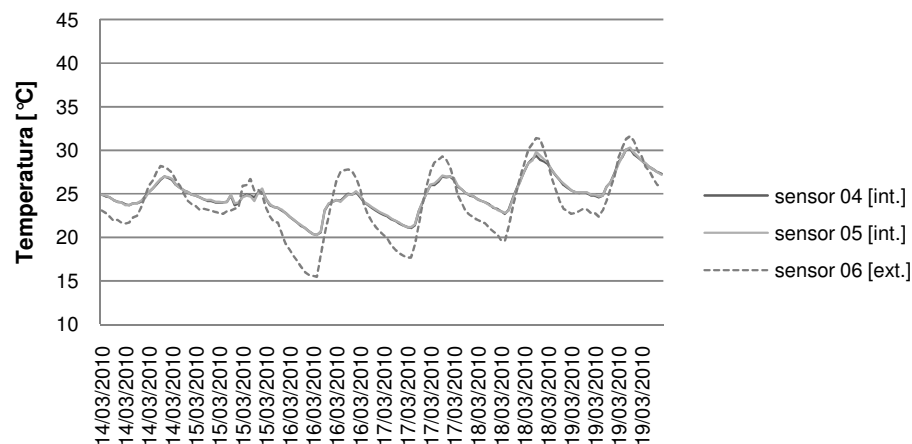


Figura 03 – Oscilação de temperaturas, durante a semana com a menor média das mínimas diárias – Viamão/RS – verão

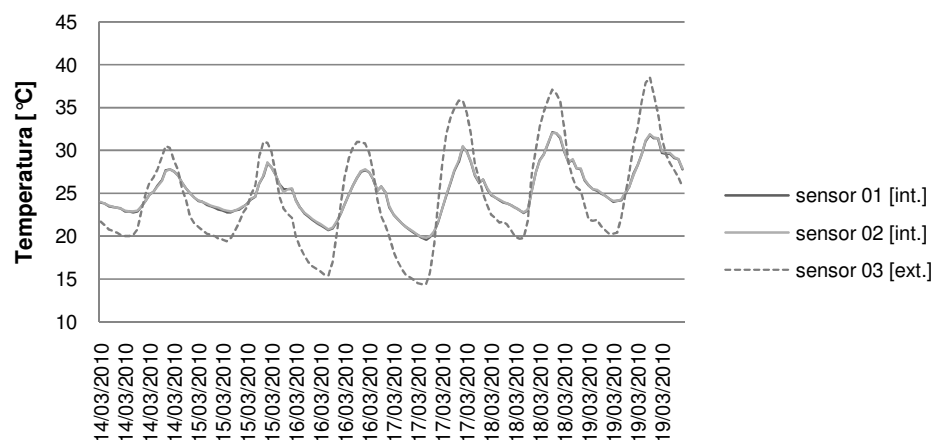


Figura 04 – Oscilação de temperaturas, durante a semana com a menor média das mínimas diárias – Feliz/RS – verão

Quanto às máximas temperaturas, a média registrada foi de 35,2°C, na Escola em Viamão. Internamente, a média de suas temperaturas máximas foi de 32,7°C (Figura 05). Na escola localizada em Feliz, a média atingiu 38,8°C e, internamente, o sensor registrou média de 34,1°C (Figura 06).

Em relação às máximas temperaturas externas, comparativamente, a Escola em Feliz apresentou médias mais altas, com grande oscilação térmica, que, no entanto, foram mais efetivamente abrandadas pelo envelope da edificação. O atraso térmico desta escola pode ser caracterizado como sendo nulo (quando as temperaturas foram sentidas ao mesmo tempo no interior da edificação) ou de, aproximadamente, duas horas. O amortecimento térmico médio foi de quase 5°C, mostrando a eficiência do envelope da edificação em atenuar às altas temperaturas registradas externamente.

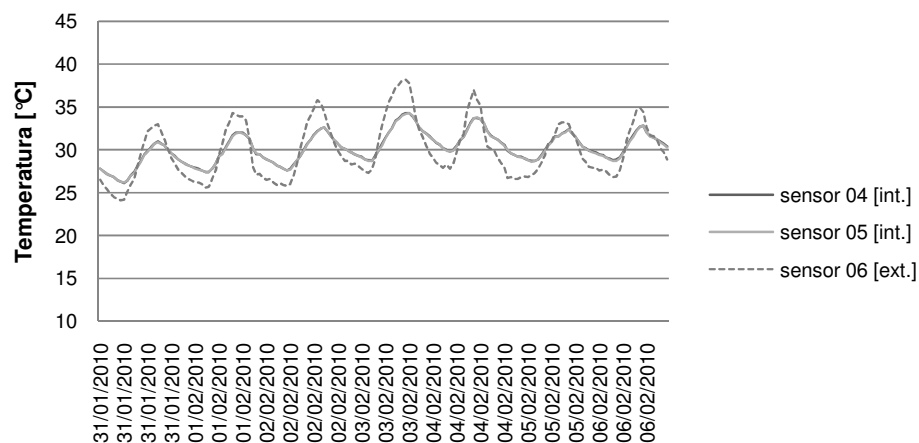


Figura 05 – Oscilação de temperaturas, durante a semana com a maior média das máximas diárias – Viamão/RS – verão

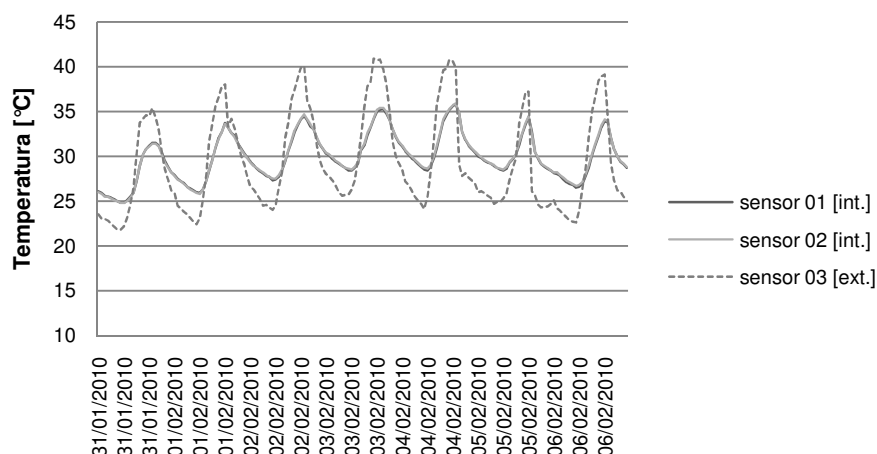


Figura 06 – Oscilação de temperaturas, durante a semana com a maior média das máximas diárias – Feliz/RS – verão

Há que se destacar um aspecto, associado ao desempenho da edificação, e referente às condições de uso, pois, na maior parte do tempo, as salas estiveram fechadas, sem uso, decorrentes do período de férias de verão vigentes. Em tais circunstâncias poderão ocorrer ganhos de calor, na sala de aula, que não são comuns a uma edificação em uso, que poderiam ser controlados pelo fechamento de uma cortina, ou amenizados através da abertura de janelas, etc.

4.2.2 Umidade

Os valores máximos e mínimos externos para a umidade relativa do ar, e a sua média na Escola em Viamão, foram, respectivamente de 91,2%, 34,9% e 74,2%. Internamente, estiveram compreendidos entre 40% a 84,3%, com uma média de 69,5%.

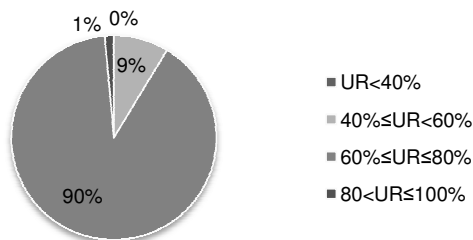
A Figura 07 permite visualizar que a umidade esteve abaixo de 80% em 1017 horas, ou seja, em 63% das horas medidas. Já, internamente, esse total atinge 1585 horas, ou seja, em 99% das horas medidas a umidade esteve abaixo de 80%. Os valores limites de conforto, no que concerne à umidade, foram excedidos poucas vezes no ambiente interno, podendo-se identificar que ocorreu em apenas 1% das horas analisadas; externamente, esses valores ultrapassaram a 37% das horas monitoradas.

Em Feliz, externamente, a máxima foi de 92,0%, a mínima 30,7%, e a média ficou em 74,4%. Já o registro do sensor interno marcou mínima de 44,9%, máxima de 79,6% e média de 69,6% (Figura 08).

No que tange à zona de conforto, a umidade relativa do ar, externamente, esteve abaixo de 80% em 820 horas, resultando em 51% das horas medidas. Internamente, foram 1608 horas em que a umidade relativa esteve abaixo de 80%, alcançando, dessa forma, 100% das horas analisadas.

Em 49% das horas analisadas a edificação esteve submetida a percentuais de umidade acima do limite da zona de conforto, o que não se reproduziu em seu interior, onde este percentual foi nulo. Portanto, a sala de aula monitorada esteve em condição de conforto, no que concerne à umidade relativa, em 100% do tempo de monitoramento.

Percentual de Horas de Conforto
UR sensor 04 [int.]



Percentual de Horas de Conforto
UR sensor 06 [ext.]

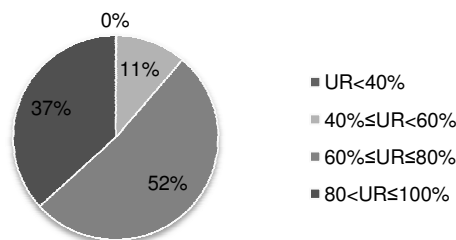
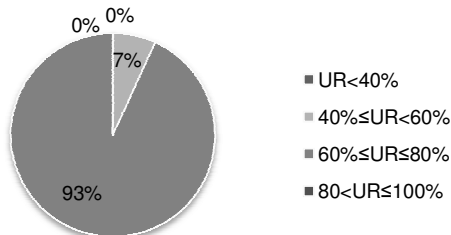


Figura 07 – Percentual de horas de conforto, indicado pelos sensores interno e externo– Viamão/RS – verão

Percentual de Horas de Conforto
UR sensor 01 [int.]



Percentual de Horas de Conforto
UR sensor 03 [ext.]

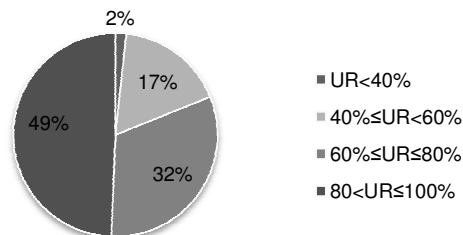


Figura 08 – Percentual de horas de conforto, indicado pelos sensores interno e externo – Feliz/RS – verão

Em suma, a umidade relativa esteve na faixa entre 60% a 80%, na maior parte do tempo, nos dois estudos de caso, o que são valores adequados à obtenção de conforto higrotérmico. Estes valores abrandam aqueles ocorrentes na região do entorno à Porto Alegre, onde os índices externos de umidade são bastante elevados (a umidade relativa média anual de Porto Alegre é de 76%), mostrando o caráter de abrandamento também desta variável, determinado pelo envelope das duas edificações, e que é decorrente, em parte pela absorção de umidade pelo mesmo.

4.2.3 Graus-hora

As temperaturas, externamente, na Escola de Viamão, conforme o histograma da Figura 09, estiveram compreendidas, com maior frequência, entre os 22°C e 29°C, correspondendo a 77% das horas monitoradas (1243 horas), de um total de 1608 horas. Internamente, as temperaturas se concentraram na faixa de 24°C a 29°C, totalizando 80% das ocorrências (1288 horas).

Caso admitamos as temperaturas limites de conforto como correspondendo a 25°C, 27°C e 29°C, verifica-se que elas implicam, respectivamente, a 757 horas (47%), 441 horas (27%) e 230 horas (14%) de desconforto, tendo por referência o sensor externo. Os percentuais de horas de desconforto, para as condições internas, corresponderiam, respectivamente, a 60%, 30% e 10% das horas.

Em Feliz, segundo a Figura 10, foi possível observar, tendo por referência o sensor externo, que as faixas de temperatura estiveram compreendidas, na maior parte do tempo, entre os 20°C e 27°C, consideradas dentro da zona de conforto térmico, totalizando, 1036 horas, correspondentes a 64,4% das medidas. As condições internas apresentam uma maior incidência de temperaturas entre os 24°C e 29°C, correspondendo a 1181 horas (73,4%)

Estabelecendo o limite superior da zona de conforto como sendo 29°C, 316 horas (19,65% do registrado no exterior à edificação) foram de desconforto por calor. Estipulando-se como limite

superior da zona de conforto os 27°C e os 25°C, as horas de desconforto ao calor ascendem para 447 horas (27,8%) e 643 horas (40%), respectivamente. Estabelecendo-se os mesmos limites, ao sensor interno à edificação, ter-se-á, em média, 237 horas (14,7%), 559 horas (34,8%) e 996 horas (61,9%), respectivamente.

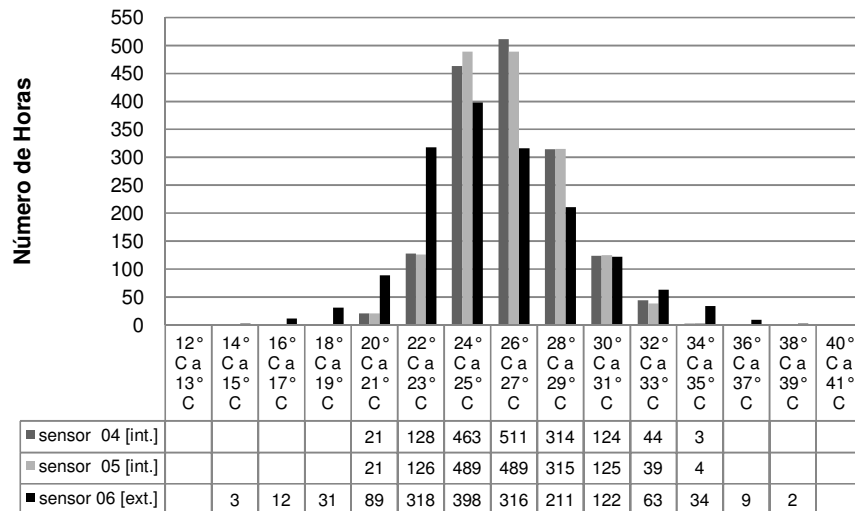


Figura 09 – Histograma das temperaturas nos sensores internos e externo – Viamão/RS – verão.

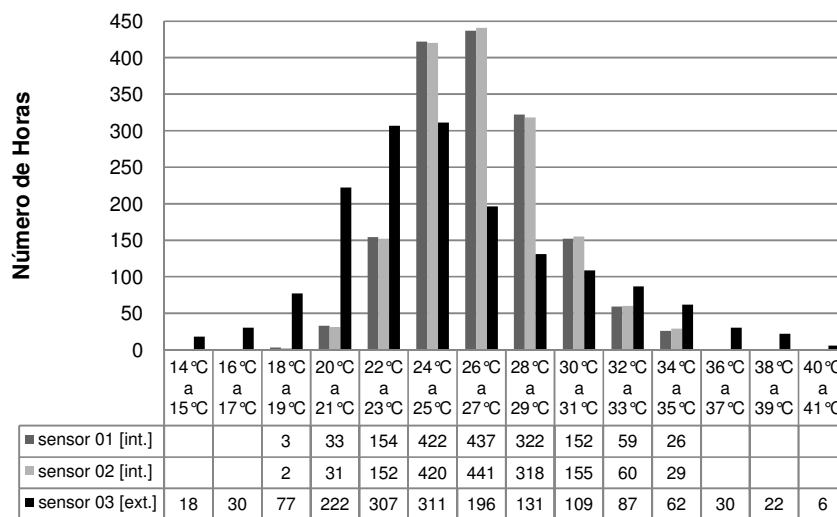


Figura 10 – Histograma das temperaturas nos sensores internos e externo – Feliz/RS – verão

A metodologia graus-hora de refrigeração foi aplicada para temperaturas-base de 25°C a 29°C (Tabela 01).

Na escola Frei Pacífico, em Viamão, fixando a temperatura-base para o sensor externo em 25°C, 924 horas estiveram acima deste valor, resultando em um total de 3.184,9 graus-hora. Para uma temperatura-base de 29°C, resultaram 308 horas de desconforto e a soma dos graus-hora, em 800,4. Da mesma forma, considerando-se o sensor interno, a correspondência foi de 1.235 horas, gerando um total de 3.377,4 graus-hora para a temperatura-base de 25°C e 292 horas, com um total de 467,3 graus-hora, para 29°C.

Em termos dos valores obtidos para graus-hora de refrigeração, para o Centro de Educação Profissional do Vale do Caí, em Feliz, tendo por referência a temperatura de 25°C e, posteriormente,

acima de 29°C, obteve-se, para o sensor externo, 762 horas (3645,7 graus) e 375 horas (1477,8 graus), respectivamente. Para as mesmas temperaturas-base, e para o sensor interno foram registradas 1213 horas (3805,4 graus) e 358 horas (710,4 graus), respectivamente.

Tabela 01: Graus-Hora para refrigeração

Temp.- base	Viamão/RS – verão			Feliz/RS – verão					
	Sensor 04 [int.]		Sensor 06 [ext.]		Sensor 01 [int.]		Sensor 03 [ext.]		
	Graus- Hora	Nº de horas	Graus- Hora	Nº de horas	Graus- Hora	Nº de horas	Graus- Hora	Nº de horas	
25°C	3.377,4	1235	3.184,9	924	3805,4	1213	3645,7	762	
26°C	2.266,3	942	2.339,1	748	2700,3	977	2944	628	
27°C	1440	696	1.670,6	564	1820,5	761	2368,8	525	
28°C	857,5	467	1.168,6	430	1165,1	538	1883,3	440	
29°C	467,3	292	800,4	308	710,4	358	1477,8	375	

O histograma comparativo dos dois estudos de caso permitiu visualizar que as temperaturas mais elevadas ocorreram em Feliz. Tal fato pode ser associado ao microclima da região de Itapuã, próxima à enorme massa d'água do Lago Guaíba e sua influência, como determinante de atenuações climáticas.

Nos dois estudos de caso a distribuição de graus-hora foi bastante similar, como seria de se esperar, com os sensores externos registrando número de horas acima dos valores obtidos internamente.

Verificou-se, também, que, embora o número de horas de refrigeração, para uma temperatura-base de 29°C, tenha sido próximo para ambos os estudos, os valores para graus-hora externos evidenciam temperaturas mais elevadas, decorrentes da maior amplitude térmica ocorrente no exterior da edificação. O grau-médio permite observar uma redução em amplitude térmica de 2,6K (externo), para 1,6K (interno), na Escola de Viamão, e de 3,9K, no exterior, para 2,0K, no interior, na Escola de Feliz.

5 CONCLUSÃO

De forma geral, o monitoramento do comportamento térmico entre as duas edificações analisadas, uma localizada na cidade de Viamão e a outra na cidade de Feliz, demonstrou um desempenho mais satisfatório para a edificação escolar localizada em Feliz. Embora esta detenha condições de ambiente externo mais variável, o envelope da edificação permitiu atenuar e estabelecer maior uniformidade das temperaturas e umidades no interior do edifício.

O uso de materiais que objetivavam maior conforto térmico, como a preocupação do ganho térmico através da cobertura, com o uso de chapas de offset, que buscam o controle da radiação; e a preocupação com a inércia térmica nos fechamentos verticais, com o uso de parede dupla, colaboraram para a redução das trocas térmicas entre o ambiente externo e o interno.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FUNARI, Teresa B. S.; KOWALTOWSKI, Doris C. C. K. **Arquitetura Escolar e Avaliação Pós-Ocupação**. In: Encac 2005. Maceió: 2005.

GIVONI, B. Comfort, Climate Analysis and Building Design Guidelines. Energy and Buildings. Lausanne, v. 18, n.1. p. 11-23, 1992.

MORELLO, Alessandro. **Avaliação do Comportamento Térmico do Protótipo Habitacional Alvorada**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2005.

NOGUEIRA, Marta Cristina; NOGUEIRA, José de Souza. **Educação, Meio Ambiente e Conforto Térmico: caminhos que se cruzam**. Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambient. ISSN 1517-1256. Fundação Universidade Federal do Rio Grande, n10, jan/jun, 2003.