

EXPERIÊNCIA DO APRENDIZADO DE CONFORTO TÉRMICO NO LABORATÓRIO DE METEOROLOGIA DO CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS / FEJ / UDESC

Ana Mirthes Hackenberg, MSc em Tecnologia das Construções
Centro de Ciências Tecnológicas - FEJ/UDESC
Campus Universitário Prof. Avelino Marcante, Bom Retiro. CEP: 89.223-100 Joinville/SC
Tel. (047) 435-1111 R-243 Fax (047) 435-3034 E-mail: fejdcc.fejuDESC.br

RESUMO

O Laboratório de Meteorologia do Departamento de Engenharia Civil do Centro de Ciências Tecnológicas/FEJ/UDESC no Campus Universitário Prof. Avelino Marcante/Joinville/SC, é composto pela Estação Climatológica de acordo com os padrões recomendados pela OMM (Organização Meteorológica Mundial) e equipamentos portáteis para medições micro climáticas de ambientes construídos e urbanos. O objetivo do laboratório é atender ao ensino, à pesquisa e às atividades de extensão, O trabalho relata a experiência do mesmo no ensino prático do conforto térmico, na análise da tipologia das edificações acadêmicas, materiais utilizados, clima local e elaboração de propostas de melhoria das condições ambientais.

ABSTRACT

The Meteorology Laboratory of the Civil Engineering Department from the Science Technology Center /FEJ/UDESC, in the University Campus Prof. Avelino Marcante/Joinville/SC, is composed by one Climatology Station according to recommended standards from WMO (World Meteorology Organization) and portable equipments for micro climatic measurement of building and urban environments. The laboratory objective is serve to instruction, research and extension activities. The work narrate the experience of this in the practical instruction of thermal comfort, in the analyse of academic building typology, useful materials, local climat and proposal elaboration of advance by environment conditions.

INTRODUÇÃO

Joinville, apesar de ser o maior parque industrial de Santa Catarina, até 1995 não possuía uma Estação Meteorológica padrão internacional. As estações existentes na cidade não atendiam às recomendações de padronização da Organização Meteorológica Mundial (OMM). Conforme Hackenberg (1992), a Estação Meteorológica da Escola Técnica Tupy encontra-se na sombra de vento do morro do Boa Vista, a do aeroporto possui equipamentos em número insuficiente, especificações e localização inadequados e a da Fundação 25 de Julho estava numa localização inadequada, tendo sido desativada por este motivo.

Havendo necessidade de uma estação meteorológica oficial na região, foi firmado um convênio entre a EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A), UNIVILLE (Universidade da Região de Joinville), UDESC (Universidade do Estado de Santa Catarina) e PMJ (Prefeitura Municipal de Joinville), com o objetivo de implantar uma estação meteorológica no município atendendo os pré-requisitos da OMM.

O Campus Universitário foi escolhido para a instalação da estação meteorológica devido a sua topografia privilegiada, sem anteparos próximos, localizado no distrito industrial, a noroeste da área urbana. Os equipamentos foram adquiridos pela UDESC através de um convênio firmado entre a Alemanha e o governo do Estado de Santa Catarina, num programa que visou equipar os laboratórios das universidades. A localização no Campus Universitário, propiciou estender as atividades do laboratório também ao ensino e à pesquisa das duas instituições universitárias envolvidas.

LABORATÓRIO DE METEOROLOGIA

O Laboratório de Meteorologia do Centro de Ciências Tecnológicas é constituído por uma Estação Climatológica (Figura 1), que fornece dados para a previsão do tempo do Estado e a caracterização climática local e por equipamentos portáteis para medições micro climáticas de ambientes construídos e urbanos.

A implantação da Estação Climatológica seguiu as recomendações da OMM, adotadas pela EPAGRI, conforme publicação desta (SEIDEL, 1995). No cercado de instrumentos, de forma octogonal, situado suficientemente afastado das edificações para que estas não interfiram nas leituras dos equipamentos, estão instalados um abrigo meteorológico padrão grande e os equipamentos à céu aberto.



No abrigo meteorológico padrão grande encontram-se os termômetros de máxima e de mínima, o psicrômetro de aspiração, o termógrafo, o higrógrafo e o evaporímetro de Piché. O pluviômetro, o pluviógrafo, o catavento, o anemógrafo, o heliógrafo e os termômetros de solo estão ao ar livre.

Na edificação mais próxima da Estação Climatológica foi montada uma sala de apoio, onde encontram-se o barógrafo, um microcomputador, os equipamentos portáteis e outros materiais de expediente. O laboratório possui os seguintes equipamentos portáteis: 3 psicrômetros de aspiração, 1 psicrômetro de aspiração digital, 1 termômetro digital de ação instantânea, 1 termoanemômetro, 1 anemômetro de molinete, 1 anemômetro portátil com transmissor para direção e velocidade do vento.

O clima de Joinville é caracterizado por temperaturas, índice pluviométrico e umidade relativa altos, pequena velocidade do ar e alto índice de calmaria no verão, como mostra a tabela 1 abaixo.

Tabela 1. Resumo climático de Joinville - Fonte (HACKENBERG, 1992)

| | Verão (dez a mar) | Inverno (jun a ago) | Média | Total |
|--------------------------------|-------------------|---------------------|---------|---------|
| Média das Temperaturas Máxima | 29,8 °C | 22,1 °C | 25,8 °C | 1877 mm |
| Temperatura Média | 25,7 °C | 17,9 °C | 21,9 °C | |
| Média das Temperaturas Mínimas | 21,7 °C | 13,7 °C | 17,9 °C | |
| Umidade Relativa | 73,7 % | 78,3 % | 75,5 % | |
| Pluviosidade | 866,8 mm | 310,2 mm | 1,8 m/s | |
| Velocidade do ar | 2,1 m/s | 1,6 m/s | | |

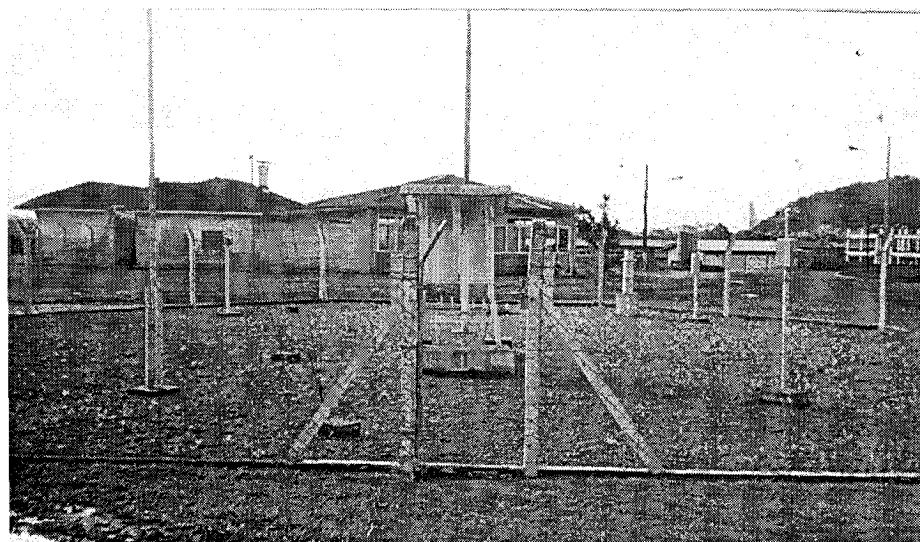


Figura 1. Estação Climatológica

ANÁLISE TÉRMICA DAS EDIFICAÇÕES

A análise térmica das edificações do Campus Universitário foi iniciada pelos alunos da disciplina de AUR (Arquitetura e Urbanismo) do 5º período do curso de Engenharia Civil e no semestre seguinte terminada pelos alunos Jelson Cassio da Silva e Leandro Wesley V. da Costa, ambos bolsistas do programa de Extensão Universitária. Na disciplina de AUR os alunos de engenharia civil aprendem noções de projetos arquitetônicos e urbanísticos, assim como as necessidades básicas de conforto térmico, acústico e lumínico adequadas ao ser humano no ambiente construído.

Com base no trabalho "O clima urbano numa cidade estuária de fundo de baía - Joinville / SC" (HACKENBERG, 1992) e nas observações meteorológicas da Estação Climatológica foram avaliados o perfil micro climático e definidas algumas diretrizes básicas de conforto térmico no Campus.

As edificações do Centro de Ciências Tecnológicas foram construídas sem levar em conta as necessidades básicas de conforto. Os alunos levantaram as características das edificações e dos elementos construtivos do Centro de Ciências Tecnológicas de Joinville, necessidades de melhoria dos espaços construídos, assim como de espaços novos para o melhor funcionamento das atividades acadêmicas. A análise foi efetuada, objetivando uma racionalização quantitativa e qualitativa das edificações e melhoria das condições de conforto térmico das mesmas.

Dentre as propostas foram selecionadas as mais viáveis e cada equipe de quatro alunos desenvolveu um projeto específico: uma edificação nova contendo salas de aula, salas de professores e área administrativa para os cursos de Engenharia Civil e Informática e um auditório, reestruturação dos prédios dos departamentos Básicos, Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Laboratórios da Engenharia Civil, Biblioteca, Restaurante e Administração.

Cada equipe avaliou as necessidades de espaço físico, conforto térmico, acústico e lumínico do seu projeto. Com os equipamentos portáteis foram medidas as condições térmicas de diferentes ambientes construídos e analisadas as características específicas das edificações e do entorno. As propostas visaram o melhor aproveitamento das áreas e das condições ambientais, aberturas para propiciar a ventilação cruzada, proteção do excesso de radiação solar, maiores elevações do prédio novo no sentido norte-sul para diminuir a incidência da radiação solar no verão e materiais de grande inércia térmica.

Os equipamentos utilizados para as medições microclimáticas foram dois psicrômetros de aspiração Assman tipo 11-C (Figura 2), um psicrômetro digital Hygrophil (Figura 3), um anemômetro digital portátil com transmissor para direção e velocidade do vento com tripé (Figuras 4 e 5), um termômetro digital de ação instantânea Texto-term (Figura 6), e um anemômetro molinete de Robinson (Figura 7)

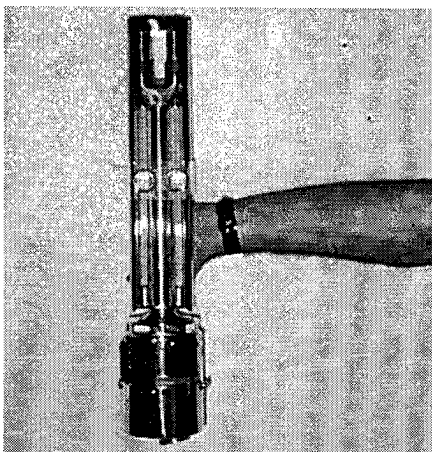


Figura 2. Psicrômetro de aspiração Assman



Figura 3. Psicrômetro Digital Hygrophil



Figura 4. Anemômetro digital portátil

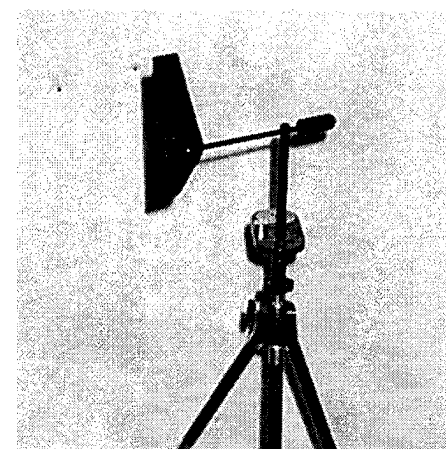


Figura 5. Tripé

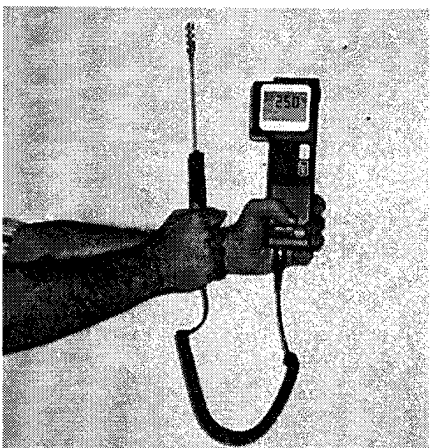


Figura 6. Termômetro digital Texto-term

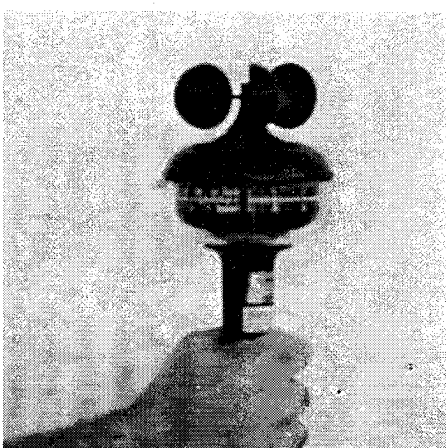


Figura 7. Anemômetro molinete de Robinson

Devido ao interesse demonstrado pela área de conforto térmico no transcorrer da disciplina, foram selecionados os alunos Jelson Cassio da Silva e Leandro Wesley V. da Costa para desenvolver um trabalho de Extensão Universitária efetuando uma análise térmica mais detalhada do Campus Universitário. Esta etapa foi iniciada com um estudo teórico abordando os seguintes temas: Organismo Humano e Termoregulação, Conforto Térmico, Fatores e Controle Climático.

Após o estudo teórico os alunos mediram a temperatura, a velocidade e a umidade relativa do ar em alguns pontos específicos de cada edificação e os espaços exteriores próximos, às 9:00, 15:00 e 21:00 horas, comparando-os com os dados meteorológicos da Estação Climatológica. Com os dados coletados analisaram as condições de conforto térmico das edificações e a interação com a tipologia das construções, materiais utilizados e o clima local.

Constataram na prática aumentos da temperatura do ar em alguns ambientes devido a radiação solar incidente nas aberturas ou a falta de isolamento térmico da cobertura. Também tiveram a oportunidade de identificar sensações de desconforto devido a falta de ventilação, excesso de umidade e temperaturas elevadas ou ambientes onde uma ou duas das variáveis se mantinham constantes. Compararam condições de conforto térmico em edificações implantadas nos sentidos norte-sul com outras no sentido leste-oeste analisando a questão da radiação solar e da ventilação em função da orientação dos ventos reinantes provenientes do leste no período da tarde.

Tabela 2. Dados coletados no mês de julho de 1995

| Local | 9:00 horas | | | 15:00 horas | | | 21:00 horas | | |
|----------------------------|------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|
| | temp | vent | UR | temp | vent | UR | temp | vent | UR |
| Departamento Básico | 19,5 | 0,0 | 79,2 | 18,7 | 0,0 | 70,9 | 17,2 | 0,0 | 79,6 |
| Laboratório de Física | 19,6 | 0,0 | 79,3 | 18,6 | 0,0 | 70,7 | 17,0 | 0,0 | 79,3 |
| Laboratório de Química | 19,4 | 0,0 | 78,8 | 18,6 | 0,0 | 70,2 | 17,3 | 0,0 | 79,1 |
| Departamento de Matemática | 19,7 | 0,0 | 78,9 | 18,8 | 0,0 | 70,1 | 17,3 | 0,0 | 78,9 |
| Biblioteca | 18,6 | 1,1 | 82,0 | 17,9 | 0,9 | 73,5 | 16,5 | 1,2 | 81,3 |
| Restaurante | 18,4 | 1,9 | 82,2 | 17,8 | 1,1 | 73,0 | 16,2 | 1,5 | 81,6 |
| Administração | 18,9 | 0,8 | 82,6 | 18,2 | 1,2 | 73,4 | 17,1 | 1,4 | 81,7 |
| Engenharia Elétrica | 19,1 | 0,4 | 82,8 | 18,2 | 0,5 | 73,5 | 17,0 | 0,9 | 82,0 |
| Engenharia Civil | 18,5 | 1,2 | 82,3 | 18,7 | 0,8 | 73,2 | 16,4 | 1,3 | 81,8 |
| Engenharia Mecânica | 18,8 | 0,8 | 82,4 | 17,9 | 2,1 | 73,5 | 16,8 | 1,6 | 82,3 |
| Processamento de Dados | 18,6 | 1,1 | 82,8 | 18,0 | 1,2 | 74,2 | 16,6 | 1,4 | 82,6 |

A tabela 2 mostra um exemplo de dados micro climáticos de ambientes com temperaturas mais elevadas às 9:00 do que as 15:00 horas, devido a radiação solar incidente nas janelas no período da manhã e variações da velocidade do ar devido à relativa influência das edificações.

Da análise os alunos tiraram as seguintes conclusões (SILVA, 1995):

- A análise dos dados térmicos das edificações na carta psicrométrica, mostrou a falta de ventilação como o principal problema em quase todos os ambientes;
- Ventilação natural ineficiente dos ambientes devido a falta de área de abertura e janelas inadequadas nas edificações e inexistência de saídas de ar quente do ambiente no forro;
- Orientação inadequada dos prédios dos Laboratórios da Engenharia Civil e da Biblioteca, recebendo excesso de radiação solar nos meses de verão no período da tarde;
- Excesso de radiação solar nos meses de verão no período da tarde em algumas salas do Departamento de Engenharia Mecânica;
- Pequena inércia térmica das edificações, principalmente devido ao telhado de fibrocimento, que recebe uma grande carga térmica;
- Necessidade de uma cobertura de acesso das edificações dos Departamentos Básicos até a Biblioteca, devido ao alto índice pluviométrico da região;
- Reforma do restaurante universitário aproveitamento melhor a área e melhorando a ventilação;
- Circulação de ar ineficiente nas secretarias e salas dos professores devido às divisórias entre os ambientes.

Com base na análise elaboraram a seguinte proposta (SILVA, 1995):

- Ventilação otimizada, com aberturas de entrada e saída de ar, sendo as aberturas de entrada de ar alocadas nas fachadas de maior incidência do vento e as de saída nas fachadas protegidas do vento;
- Dimensionar e alocar as aberturas para ventilação de acordo com a temperatura e a umidade do ar, a insolação, bem como a tipologia das janelas adequadas ao usuário;

- Para o melhor controle da ventilação do interior, devido ao clima quente e úmido, combinar aberturas de entrada de ar menores e mais baixas com as de saída maiores e mais altas;
- Necessidade da instalação de um circulador eólico nos Laboratórios de Química Experimental devido a falta de área disponível para colocação de janelas;
- Redistribuição e melhor aproveitamento dos condicionadores de ar na Biblioteca, aumentando o número de aparelhos, devido a radiação solar direta recebida pela fachada oeste;
- Implantação da edificação nova no sentido leste-oeste, de forma que as elevações maiores fiquem nas orientações norte e sul e conseqüentemente também as aberturas;
- Maior inércia térmica da edificação nova com paredes externas de 0,25m e cobertura de telhas de barro.

AVALIAÇÃO DO APRENDIZADO DE CONFORTO TÉRMICO

Percebeu-se um crescente interesse dos alunos pelo conforto térmico com a implantação do laboratório de meteorologia e o desenvolvimento de propostas de melhoria do Campus Universitário. Existe uma tendência geral da população do país em reclamar do ensino. Os alunos da FEJ não são diferentes. Percebendo esta tendência foi dado um espaço aos alunos, ao invés de apenas reclamar, apontar as falhas e sugerir melhorias no Campus Universitário. Com esta atitude não apenas ouviu-se o que os alunos tinham a dizer, mas eles também demonstraram um maior interesse no desenvolvimento dos trabalhos práticos da disciplina, sendo eles os maiores beneficiários.

Normalmente o aluno de graduação desenvolve um trabalho visando a aprovação na disciplina, situação que é agravada quando o assunto é apenas teórico. Neste caso, além de ser um trabalho prático que visava a melhoria das condições ambientais dos próprios alunos houve o empenho da instituição para a implantação de algumas propostas. Durante o semestre letivo houve a campanha eleitoral para a escolha da nova diretoria do Campus Universitário e uma das equipes concorrentes colocou as propostas dos alunos como parte de suas prioridades na plataforma eleitoral. Esta equipe venceu as eleições e apenas dois meses depois de tomar posse foi iniciado o projeto arquitetônico do novo prédio para os cursos de Engenharia Civil e Informática e em seguida desenvolvidos os projetos complementares. Esta edificação está em fase de conclusão, devendo ser inaugurada ainda este ano. Também foram colocados filmes protetores nas janelas à oeste para diminuir o excesso de radiação solar incidente, além de outras melhorias físicas.

As instalações prediais acadêmicas inadequadas ao ser humano do ponto de vista térmico e a intenção da direção em efetuar benfeitorias neste aspecto, transformaram o Campus Universitário num excelente laboratório de conforto ambiental. Os alunos tiveram a oportunidade de constatar na prática ambientes inadequados termicamente, propor soluções e verem muitas destas soluções implantadas.

CONCLUSÃO

Apesar da importância dos dados climáticos e do conforto térmico dos espaços construídos, constata-se que existe uma flagrante distância para os parâmetros ideais. Observa-se ainda hoje um grande número de edificações inadequadas ao ser humano, do ponto de vista térmico. Espera-se que com experiências práticas, os futuros profissionais se conscientizem das necessidades reais de se levar em conta as condições de conforto térmico da edificação e dos espaços urbanos.

Acredita-se, que com a instalação do Laboratório de Meteorologia no Campus Universitário, muitos impasses significativos serão corrigidos, e somarão pontos positivos para melhoria no conforto térmico tanto para as edificações do Centro de Ciências Tecnológicas como para outros espaços de interesse da população de Joinville.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SEIDEL, C et al. II Treinamento e Reciclagem de Observadores Meteorológicos da EPAGRI. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura / EPAGRI - Florianópolis, 1995.
- HACKENBERG, A M. O Clima Urbano numa cidade estuária de fundo de baía (Joinville/SC), Dissertação de Mestrado. USP/EESC - São Carlos, 1992.
- SILVA, J. C. & COSTA L. W. V. Análise Térmica das Edificações do Campus Universitário. Monografia do Programa de Extensão Universitária. UDESC/CCT/FEJ - Joinville, 1995.