

AS INFLUÊNCIAS DA ORIENTAÇÃO SOLAR NA TEMPERATURA DE LABORATÓRIOS DE PROJETO

THE INFLUENCES OF SOLAR ORIENTATION IN THE TEMPERATURE OF DESIGN LABORATORIES

Andre Canelada¹

Fabiana Padilha Montanheiro²

Resumo

Ambientes termicamente confortáveis implicam em um melhor desempenho de quem utiliza o espaço para desenvolver atividades relacionadas a diversas questões. Um fator fundamental para que haja conforto térmico é o posicionamento da edificação em relação a orientação solar. Devido ao posicionamento geográfico, algumas faces de edificações no Brasil recebem maiores quantidades de insolação do que outras, ocasionando alterações na temperatura interna dos ambientes. Esta pesquisa teve como propósito investigar as variações térmicas de quatro laboratórios de projeto espacialmente semelhantes, porém com aberturas voltadas a lados opostos, do UNISAGRADO, na cidade de Bauru (SP), utilizando um termômetro de superfície. Inicialmente, efetuou-se uma leitura sistematizada por intermédio de pesquisas bibliográficas em meios acadêmicos e eletrônicos, juntamente com a Norma de Desempenho regida pela ABNT NBR 15220:2003, que dispõe de parâmetros para analisar as condições ideais de temperatura e transmitância térmica em edifícios. Após as mensurações in loco (em fevereiro de 2020, no período da tarde), constatou-se que as salas com aberturas voltadas ao Leste apresentaram temperatura interna média de 24,73°C e externa de 27,15°C, enquanto as voltadas ao Oeste possuíam interna de 23,65°C e externa de 29,5°C, concluindo, portanto, uma diferença de 2,42°C no Leste e 5,85°C para o Oeste.

Palavras-chave: Conforto térmico, Transmitância térmica, Orientação solar.

Abstract

Thermally comfortable environments result in a better performance of those who use a space to develop activities related several reasons. A fundamental factor for the places to have thermal comfort is the position of the building regarding the solar orientation. Due to the geographical position, some faces of the buildings in Brazil receive a greater amount of insolation, causing changes in the inner temperature of the places. This research had the purpose of investigate the thermal variation in four project labs, spatially similar, but with apertures faced to different directions, from UNISAGRADO, in Bauru (SP), using a surface thermometer GM-300. Initially, it was made a systematic reading by bibliographic review, along with the Performance Standard ruled by ABNT NBR 15220:2003, that has parameters to analyse the ideal condition of temperature and thermal transmittance on the buildings. After the measuring, that was made in (February of 2020, by the afternoon), it was detected that the rooms with their apertures faced to the East presented inner temperature of 24,73°C and outer of 27,15°C, meanwhile the others, faced to the West, had the inner temperature of 23,65°C and outer of 29,5°C, having a difference of 2.42°C to East and 5,85°C to West.

Keywords: Thermal comfort, Thermal transmittance, Solar orientation.

¹ UNISAGRADO, <https://orcid.org/0000-0003-4058-6520>, andrecanelada@gmail.com

² UNISAGRADO, <https://orcid.org/0000-0002-0353-3799>, fabiana.montanheiro@unisagrado.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Desde o princípio o homem buscou “proteger-se das intempéries e do ambiente hostil utilizando-se dos meios que estavam disponíveis nesse mesmo ambiente” (CORBELLA; YANNAS, 2003, p. 7). Porém, em decorrência da falta de tecnologias capazes de resolver certos impasses, buscou-se meios alternativos que reduzissem o calor, o frio, a umidade e a secura (CORBELLA; YANNAS, 2003). Profissionais influentes na área da construção, desde essa época, possuíam a preocupação de projetar visando minimizar gastos de energia e maximizar o conforto daqueles que usufruiriam do espaço.

Com o passar do tempo e com o advento de novas tecnologias e, conseqüentemente, novas necessidades individuais, os espaços internos das edificações começaram a ser pensados visando melhores condições de habitabilidade, principalmente, relacionadas às questões térmicas, acústicas e lumínicas (FREITAS; AZERÊDO, 2013).

Diante do contexto, neste artigo será apresentado o resultado da pesquisa de Iniciação Científica desenvolvida durante a graduação no Centro Universitário Sagrado Coração. O estudo teve como objetivo realizar medições da temperatura das paredes externas e internas dos laboratórios de projeto da instituição e compará-los à Norma de Desempenho Térmico (NBR 15220:2005).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O levantamento de dados foi realizado em ambientes reais, sendo eles quatro laboratórios em que são desenvolvidos projetos no UNISAGRADO, na cidade de Bauru (SP).

Com o propósito de verificar a influência da orientação sola na temperatura interna dos laboratórios, um termômetro de superfície modelo GM-300 (acervo do UNISAGRADO) foi utilizado para a medição dos parâmetros ambientais segundo os critérios da ISO/DIS 7726:1998 (Thermal Environment - Instruments and method for measuring physical quantities).

Os resultados dos levantamentos foram tabulados em planilhas eletrônicas para posterior processamento.

Para que os valores obtidos fossem compatíveis com os normatizados, foram avaliadas as condições de aplicabilidade segundo as Tabelas 1, 2, 3 e 4 (NBR 15220:2005).

Aberturas para ventilação	Sombreamento das aberturas
Médias	Sombrear aberturas

Tabela 1: Aberturas para ventilação e sombreamento das aberturas (ABNT NBR 15220, 2005).

Vedações externas
Parede: Pesada
Cobertura: leve isolada

Tabela 2: Tipos de vedações externas (ABNT NBR 15220, 2005).

Estação	Estratégias de condicionamento térmico passivo
Verão	H) Resfriamento evaporativo e Massa térmica para resfriamento J) Ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa)
Inverno	B) Aquecimento solar da edificação C) Vedações internas pesadas (inércia térmica)

Tabela 3: Estratégias de condicionamento térmico passivo (ABNT NBR 15220, 2005).

ESTRATÉGIAS					
VERÃO	INVERNO	ABERTURAS PARA VENTILAÇÃO (EM % DA ÁREA DO PISO "A")	SOMBREAMENTO DAS ABERTURAS	U ³	Atraso térmico (φ)
Resfriamento evaporativo e inércia térmica para resfriamento / ventilação seletiva nos períodos quentes, em que a temperatura interna seja superior à externa.	Aquecimento solar da edificação / vedações internas pesadas (inércia térmica).	Médias 15% < A < 25%	Sombrear aberturas	≤ 2,2 (parede pesada)	φ ≥ 6,5

Tabela 4: Recomendações das Estratégias Bioclimáticas para a Zona 04 (Modificado a partir de ABNT NBR 15220, 2005).

³ Valor referente a transmitância térmica.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O conforto ambiental deve ser pensado desde a primeira concepção projetual arquitetônica ou urbana, sendo um dos elementos principais e fundamentais para a vitalidade do espaço construído. Essa temática possui diversas vertentes de estudo, e todo o conhecimento adquirido pelas diversas pesquisas que são realizadas devem ser postos em prática para que haja um espaço confortável em diversos aspectos (FREITAS; AZERÊDO, 2013).

Para Sampaio e Chagas (2010) o conforto ambiental é percebido dependendo da circunstância em que o ser humano se encontra e pode ser dividido entre acústico, lumínico e térmico. A vertente abordada nesta pesquisa foi a térmica que, segundo Lamberts et al. (2016) está ligada às sensações e satisfações referentes ao estado mental do ser humano com o ambiente que o circunda. Sensações de desconforto pelos usuários do espaço acontecem quando o balanço térmico entre o homem e o ambiente não é estável, desta forma, denotam que o calor produzido pelo corpo é diferente do calor que está sendo perdido para o ambiente.

Uma pessoa está confortável com relação a um acontecimento ou fenômeno quando pode observá-lo ou senti-lo sem preocupação ou incômodo. Então, diz-se que uma pessoa está em um ambiente físico confortável quando se sente em neutralidade com relação a ele (CORBELLA; YANNAS, 2003, p. 32.).

Devido aos fatores e às diferenças biológicas, não é possível que um ambiente seja termicamente agradável a todos os ocupantes, porém devem ser projetados visando o conforto da maioria que usufruirá do espaço (LAMBERTS et al., 2011). A bioclimatologia adaptou a edificação às necessidades humanas avaliando o efeito dos elementos climáticos na mesma.

O Brasil é dividido em oito zonas bioclimáticas para a formulação das diretrizes construtivas e foram definidos quatro parâmetros de avaliação, sendo eles o tamanho das aberturas para ventilação, a proteção das aberturas, os tipos de vedações externas (tipo de parede e de cobertura) e estratégias de condicionamento térmico passivo (ABNT NBR 15220:2005).

A cidade de Bauru não consta no elenco das cidades das zonas bioclimáticas oferecida pela norma NBR 15220:2005, portanto, baseando-se pelas altimetrias das cidades vizinhas, Jaú, que é classificada como zona bioclimática 04, será a cidade-parâmetro para as avaliações em questão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa obteve um conjunto de 53 amostras resultantes das mensurações nos laboratórios de projetos J103, J107, J109 e J111.

No que concerne a materialidade dos edifícios, o edifício é em estrutura de concreto aparente. A vedação externa é em bloco de concreto e reboco. O acabamento é intercalado em pintura na cor branca e pastilhas cerâmicas 10x10 na cor azul escura.

Considerando para bloco de concreto, de 14cm, o valor máximo de transmitância para que ele seja considerado um bom isolante é, segundo a norma (tabela 4) de 2,2 UM (unidade de medida). Entretanto, a média encontrada para esse tipo de material é de 2,69 UM quando revestido por argamassa (cimento, areia e água) é de 2,5cm.

Os resultados obtidos em duas salas, com incidência solar leste (medições entre 17h10min. e 17h41min.) apresentaram temperatura média interna de 24,73°C e temperatura média externa de 27,15°C, e, transmitância térmica de 2,42°C (tabelas 5 e 6).

J103			
	Descrição	Temperatura	Horário
01	Temperatura média do chão	24,5°C	17:11
02	Temperatura média das mesas	25,3°C	17:10
03	Temperatura média do teto	24,8°C	17:19
04	Temperatura da parede interna (ponto 01)	25,5°C	17:14
05	Temperatura da parede interna (ponto 02)	25,3°C	17:14
06	Temperatura da parede interna (ponto 03)	25,4°C	17:14
07	Temperatura da parede interna (ponto 04)	24,9°C	17:15
08	Temperatura da parede interna (ponto 05)	25,7°C	17:18
09	Temperatura da parede interna (ponto 06)	25,2°C	17:18
10	Temperatura da parede externa (estacionamento)	27,1°C	17:25
11	Temperatura da parede externa (corredor interno)	26,1°C	17:23

Tabela 5: Medição térmica do laboratório J103.

J107			
	Descrição	Temperatura	Horário
01	Temperatura média do chão	23,8°C	17:36
02	Temperatura média das mesas	24,3°C	17:35
03	Temperatura média do teto	24,0°C	17:36
04	Temperatura da parede interna (ponto 01)	24,7°C	17:35
05	Temperatura da parede interna (ponto 02)	24,5°C	17:36
06	Temperatura da parede interna (ponto 03)	23,9°C	17:37
07	Temperatura da parede interna (ponto 04)	24,8°C	17:34
08	Temperatura da parede interna (ponto 05)	24,8°C	17:34
09	Temperatura da parede interna (ponto 06)	23,9°C	17:37
10	Temperatura da parede externa (estacionamento)	27,2°C	17:41
11	Temperatura da parede externa (corredor interno)	25,8°C	17:38

Tabela 6: Medição térmica do laboratório J107.

Contudo, a situação é contrária nas salas com incidência solar oeste (medições entre 17h45min. e 18h05min.), as quais apresentaram temperatura média interna de 23,60°C e temperatura média externa de 31,25°C, e, transmitância térmica de 7,65°C (tabelas 7 e 8).

J109			
	Descrição	Temperatura	Horário
01	Temperatura média do chão (ponto 01)	23,7°C	17:49
02	Temperatura média das mesas da frente	23,7°C	17:47
03	Temperatura das mesas do meio	23,9°C	17:48
04	Temperatura das mesas do fundo	24,2°C	17:49
05	Temperatura da parede interna (ponto 01)	25,3°C	17:45
06	Temperatura da parede interna (ponto 02)	25,4°C	17:45
07	Temperatura da parede interna (ponto 03)	26,3°C	17:45
08	Temperatura da parede interna (ponto 04)	23,2°C	18:05
09	Temperatura da parede interna (ponto 05)	23,5°C	18:02
10	Temperatura da parede interna (ponto 06)	23,2°C	18:02
11	Temperatura da parede interna (ponto 06)	23,2°C	18:02
12	Temperatura da parede interna (ponto 07)	23,3°C	18:03
13	Temperatura da parede externa (estacionamento)	31,8°C	17:55
14	Temperatura da parede externa (corredor interno)	25,5°C	17:53
15	Temperatura média do chão (ponto 02)	24,0°C	17:49
16	Temperatura média do teto	23,8°C	17:51

Tabela 7: Medição térmica do laboratório J109.

J111			
	Descrição	Temperatura	Horário
01	Temperatura média do chão (ponto 01)	23,3°C	18:04
02	Temperatura média do chão (ponto 02)	22,9°C	18:04
03	Temperatura média do chão (ponto 03)	23,0°C	18:05
04	Temperatura das mesas da frente	23,7°C	17:59
05	Temperatura das mesas do meio	22,9°C	17:59
06	Temperatura das mesas do fundo	23,5°C	18:00
07	Temperatura média do teto	22,9°C	18:05
08	Temperatura da parede interna (ponto 01)	24,2°C	18:06
09	Temperatura da parede interna (ponto 02)	24,6°C	18:06
10	Temperatura da parede interna (ponto 03)	22,3°C	18:06
11	Temperatura da parede interna (ponto 04)	22,3°C	18:06
12	Temperatura da parede interna (ponto 05)	22,7°C	18:06
13	Temperatura da parede interna (ponto 06)	22,9°C	18:07
14	Temperatura da parede externa (estacionamento)	30,7°C	18:09
15	Temperatura da parede externa (corredor interno)	25,3°C	18:07

Tabela 8: Medição térmica do laboratório J111.

Consequentemente, no horário em que esses espaços serão utilizados, que é a partir das 19 horas, quando as aulas começam, o calor que será dissipado da parede externa para a interna será menor, não causando desconforto para os que estejam dentro dos ambientes nas

salas com orientação leste, entretanto, a dissipação do calor irá ocorrer durante o período em que esses espaços estarão sendo utilizados pelos estudantes nas salas de orientação oeste.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O entendimento da importância da aplicação dos conceitos voltados ao conforto térmico em ambientes é fundamental para que os projetos arquitetônicos ofereçam qualidade aos usuários e vitalidade aos espaços. O conforto, seja ele térmico, acústico ou lumínico, leva ao bom desempenho e maior produção daqueles que utilizam o local ao desenvolverem suas atividades rotineiras ou não.

A pesquisa se debruçou em um profundo estudo exploratório para entender e ampliar o conhecimento sobre o tema. Os resultados obtidos foram de acordo com o esperado, principalmente, levando em consideração o período em que as mensurações foram realizadas. A divergência entre a temperatura das quatro salas-laboratórios serviu para o entendimento de conceitos como “transmitância térmica” e “equilíbrio térmico”, e como eles atuam em edificações construídas de diferentes orientações solares.

Por fim, conclui-se que, em decorrência da materialidade das edificações, o desempenho térmico depende, além da orientação solar, do tipo vedação externa (leve ou pesada) que levará ao valor de transmitância térmica e ao atraso térmico. Para se obter uma maior precisão, recomenda-se uma análise computacional do conjunto da edificação com todos os elementos: espessura, tipo de revestimento, reboco, cor das paredes externas e internas, pé direito, espessura de laje e todas as características das esquadrias: tamanho, sombreamento e ventilação.

AGRADECIMENTOS

Dentre muitos, gostaria de agradecer à professora Fabiana Padilha Montanheiro pela orientação no desenvolvimento desta pesquisa, ao CNPq por ter financiado este trabalho e ao UNISAGRADO pela permissão e empréstimo dos instrumentos necessários para a realização das medições das temperaturas nos laboratórios de projeto.

REFERÊNCIAS

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15220 - **Desempenho térmico de edificações- Parte 1: Definições, símbolos e unidades**. Rio de Janeiro, 2003.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em busca de uma Arquitetura Sustentável para os trópicos: Conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Revan, 2003. 288 p.

FREITAS, Ruskin M. de; AZERÊDO, Jaucele de FA de. **A Disciplina Conforto Ambiental: Uma Ferramenta Prática na Concepção de Projetos de Arquitetura, de Urbanismo e de Paisagismo**. Caderno ProArq, n. 20, p. 94-113, 2013.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. **Eficiência energética na arquitetura**. Pro-Livros, 2014.

_____, Roberto et al. **Conforto e stress térmico**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.

_____, Roberto et al. **Desempenho térmico de edificações**. Disciplina: ECV 5161. Apostila. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

OLIVEIRA, Ana Luiza Alves de. **AValiação DAS CONdições DE DESEMPENHO ACústICO, LUMínICO E TéRMICO EM EDIFICAções DE PORTE MONUMENTAL: Um estudo de caso da biblioteca central e do restaurante universitário da universidade de Brasília**. 2016. 148 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/23055/1/2016_AnaLuizaAlvesdeOliveira.pdf>. Acesso em: 07 out. 2020.

PIZARRO, Paula Roberta. **Estudo das variáveis do conforto térmico e luminoso em ambientes escolares**. 2005. 179 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Desenho Industrial, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2005. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/89712>>. Acesso em: 11 dez. 2019.

SAMPAIO, Ana Virgínia Carvalhaes de Faria; CHAGAS, Suzana Sousa. **Avaliação de conforto e qualidade de ambientes hospitalares**. Gestão & Tecnologia de Projetos, Londrina, v. 5, n. 2, p.156-179, 11 nov. 2010. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50990/55063>>. Acesso em: 09 dez. 2019.

SANTOS, Paulo Henrique dos. **Análise do conforto acústico e lumínico de salas de aula do campus Santa Mônica- UFU**: Estudo de caso. 2015. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/24317/10/An%C3%A1liseConfortoAc%C3%Bastico.pdf>>. Acesso em: 11 dez. 2019.