

RECOMENDAÇÕES PARA MELHORIA DO CONFORTO TÉRMICO E LUMÍNICO EM QUARTOS

Fabrícia Delfino Rembiski, MSc⁽¹⁾

(1) Professora, Coordenadora do Curso de Arquitetura e Urbanismo, Centro Universitário do Espírito Santo (UNESC), frembiski@gmail.com

Resumo

O projeto e a construção de edificações alicerçados em princípios da sustentabilidade são desafios para a formação de profissionais na área de Engenharia. A análise da percepção desses futuros profissionais sobre o conforto do ambiente construído constitui uma ferramenta para o desenvolvimento de estratégias projetuais mais sustentáveis. Esse artigo objetiva elaborar recomendações de projeto referentes à melhoria do conforto ambiental em edificações residenciais da Região Central do Estado do Espírito Santo, a partir do levantamento do clima local, da caracterização das tipologias edílicas e da análise da percepção de usuários. A metodologia utilizada compreendeu revisão de literatura, pesquisa de levantamento junto a 57 estudantes de Engenharia Civil, pesquisa de campo e análise dos resultados. A análise da percepção dos usuários revelou características da edificação influentes no conforto ambiental (térmico e luminoso). Devido às características do clima quente e seco, com temperaturas elevadas na maior parte do ano, para a maioria dos usuários é indispensável o uso de ventilação mecânica no quarto de dormir. Os resultados indicam a necessidade de adoção de estratégias para elaboração de projetos residenciais e readequação de parte das edificações situadas na região em estudo.

Palavras-chave: Conforto térmico, Ambiente construído, Análise da percepção, Recomendações.

Abstract

Design and construction of buildings grounded in the principles of sustainability are challenges for the training of professionals in the field of engineering. The analysis of these future professionals' perception about the comfort of the built environment is a tool for the development of more sustainable design strategies. This article aims to draw up design recommendations to improve environmental comfort in residential buildings in the central region of the State of Espírito Santo, from studying the local climate, the characterization of idyllic typologies and the analysis of the users' perception. The methodology included review of the literature, survey with 57 students of Civil Engineering, field survey and analysis of the results. Analysis of the perception of users revealed building characteristics that has influence in environmental comfort (thermal and luminous). Due to the characteristics of the hot and dry climate, with high temperatures most of the year, for most users it is essential the use of mechanical ventilation in the room. The results indicate the need to adopt strategies for develop residential projects and readjustment of buildings situated in the region under consideration.

Keywords: Thermal comfort, Built environment, Perception analysis, Guidelines.

1. INTRODUÇÃO

O conforto ambiental é uma sensação subjetiva que pode ser analisada pela percepção individual dos usuários de um ambiente. A partir da análise da percepção dos usuários, Djongyang, Tchinda (2010) e Baird, Field (2012) verificaram que grande parte das edificações convencionais (antigas ou contemporâneas) não apresenta condições adequadas de conforto ambiental. Por isso, torna-se imprescindível à adequação do projeto arquitetônico às condições climáticas locais (BATISTA, LAMBERTS, 2006; BOGO, 1997). De acordo com Baird, Field (2012), edifícios com princípios sustentáveis possuem melhor conforto térmico, que edifícios convencionais, quando analisados em estações extremas (inverno-verão).

Na literatura, estudos sobre a avaliação do conforto térmico em ambientes correlacionaram dados de avaliações subjetivas dos usuários e medições *in loco* das variáveis ambientais (temperatura, umidade do ar, velocidade do vento, qualidade do ar, entre outros). Investigações precedentes, também, analisaram o conforto ambiental em zonas climáticas diferentes: em 11 países (BAIRD, FIELD, 2012); no deserto do Saara (DJONGYANG, TCHINDA, 2010); na China (HAN *et al.* 2007) e no Brasil (GHISI, MASSIGNANI, 2007).

Nesse contexto, devido aos recursos disponíveis para a pesquisa, optou-se pela realização de um estudo que abrangesse somente um ambiente multifuncional da casa – o quarto de dormir, no qual os usuários (estudantes de Engenharia Civil) costumam realizar diversas atividades (estudar, dormir, trabalhar, exercitarse, entre outras) durante o dia. O município selecionado foi Colatina (ES), por abranger a Instituição de Ensino Superior dos usuários.

A Região Central do Estado do Espírito Santo é formada 16 municípios, dentre os quais se destaca o município de Colatina. Conforme IBGE (2011), Colatina situada a 40 m acima do nível do mar, possui uma extensão territorial de 1.423,277 km² e população de 111.788 habitantes. Segundo Teixeira (1975), Colatina possui um relevo de topografia accidentada com diversas colinas, cuja altura varia entre 80 e 100 m. Esse relevo influencia em seu regime de chuvas e na caracterização do seu clima tropical semiúmido (4 a 5 meses secos), visto que possui duas estações definidas: verão chuvoso e inverno seco. Os meses mais quentes são de dezembro a fevereiro, enquanto que os mais frios, de junho a agosto (TEIXEIRA, 1975).

Diante disso, esse artigo objetiva elaborar recomendações de projeto mais sustentáveis referentes à melhoria do conforto térmico e lumínico para quartos de dormir de edificações residenciais da Região Central do Estado do Espírito Santo, a partir do levantamento do clima local, da caracterização das tipologias edílicas e da análise da percepção dos usuários.

2. ABORDAGEM METODOLÓGICA

A pesquisa de levantamento contemplou: (a) avaliação qualitativa do conforto ambiental do quarto dos usuários (diagnóstico); (b) aplicação do questionário e (c) proposição de readequação do quarto pelos usuários, a partir dos resultados obtidos. A pesquisa de campo foi desenvolvida entre fevereiro e maio de 2012, período entre estações (verão – outono).

O questionário possuía 28 questões em quatro agrupamentos (quadro 01). As variáveis selecionadas embasaram-se em variáveis levantadas em investigações anteriores (DJONGYANG, TCHINDA, 2010; HAN *et al.*, 2007). A análise dos resultados quantitativos do questionário usou a estatística descritiva, em conjunto com a relevância das evidências qualitativas do diagnóstico, constituíram a estrutura analítica dessa pesquisa. Essa análise é similar à desenvolvida por Rembiski (2011). O percentual obtido nos resultados foi calculado, a partir do número de respondentes. Na maioria das questões os respondentes poderiam assinalar uma ou mais alternativas, por isso o somatório dos percentuais não equivale a 100%.

Quadro 1 – Breve caracterização do questionário de pesquisa

Agrupamento	Questões	Temas abordados
(1) Usuário	9	Sexo; idade; peso; altura; tempo de residência; atividades realizadas; tempo de permanência no quarto; vestuários; número de usuários.
(2) Edificação	4	Município; tipo de zona; número de pavimentos e afastamento lateral.
(3) Quarto de dormir	6	Sistemas de vedação e revestimento de teto; tipo de cobertura; área; dimensões das aberturas; orientação solar.
(4) Conforto térmico	9	Meses com temperaturas extremas; períodos diários de conforto e desconforto pelo calor; atitudes dos usuários; efeitos do desconforto; grau de desconforto em relação ao calor e estratégias de projeto.

3. RESULTADOS

3.1. Avaliação qualitativa sobre o conforto ambiental do quarto

A avaliação qualitativa (diagnóstico) foi respondida por uma amostra de 51 alunos. Nessa avaliação, os usuários expressaram subjetivamente as principais características referentes à iluminação, temperatura, ventilação, sons e ruídos do quarto (tabela 1).

Tabela 1 – Percepções dos usuários sobre o conforto ambiental do quarto de dormir

Percepções relatadas	Quantidade	Percentual (%)
Referentes à iluminação		
Iluminação natural e artificial atendem as atividades desenvolvidas	46	90,2
Iluminação natural atende parcialmente as atividades desenvolvidas	9	17,6
Iluminação artificial atende parcialmente as atividades desenvolvidas	5	9,8
Iluminação natural incidente em excesso	4	7,8
Referentes à temperatura		
Elevada devido à incidência do sol da tarde	28	54,9
Elevada devido ao clima local / estação do ano	17	33,3
Agradável na maior parte do ano	13	25,5
Agradável em função da ventilação cruzada existente	10	19,6
Referentes à ventilação		
Adequada na maior parte do ano	23	45,1
Adequada devido à dimensão das aberturas	9	17,6
Adequada devido ao pavimento da residência	5	9,8
Insuficiente na maior parte do ano	20	39,2
Uso indispensável do ventilador	17	33,3
Uso indispensável do ar condicionado	9	17,6
Referentes aos sons e ruídos		
Suportáveis	22	43,1
Amenizados devido à distância do quarto das vias de circulação	5	9,8
Provenientes da via de maior fluxo de veículos e pessoas	21	41,2
Provenientes de moradores de outros apartamentos ou casas	6	11,8
Provenientes de edificações específicas (escola, boate, indústria)	5	9,8

Para a maioria dos estudantes (90,2%), a **iluminação** (natural e artificial) atende as atividades desenvolvidas no quarto. Como em alguns quartos a iluminação natural (17,6%) ou artificial (9,8%) não atendem às expectativas dos usuários, faz-se necessário readequar o projeto lumínico, bem como as dimensões e a localização das aberturas. Nesses casos, o uso controlado da luz natural poderia reduzir o consumo energético das edificações e, também, suprir as deficiências da iluminação artificial no período diurno.

A sensação de **temperatura** dos quartos pode ser alterada em função da incidência solar (54,9%) e devido à estação do ano (33,3%). Ainda assim, a referida temperatura para 25,5% dos estudantes é agradável na maior parte do ano e, também, devido à ventilação cruzada (19,6%). Esses resultados podem ser atribuídos ao período no qual os estudantes permanecem no quarto: início da manhã e fim da noite, quando a temperatura está mais amena.

Por sua vez, a **ventilação** não apresentou um consenso entre os estudantes, visto que para 45,1% é adequada e para 39,2% insuficiente, na maior parte do ano. Tais diferenças ressaltam o uso indispensável de ventilador (33,3%) ou condicionador de ar (17,6%). A adequabilidade da ventilação nos quartos, também, foi associada à dimensão das aberturas (17,6%) e ao pavimento onde está situada a residência (9,8%). Dessa forma, verificou-se que vários fatores podem interferir na ventilação dos ambientes.

Por fim, constatou-se que os **sons** e os **ruídos** incidentes nos quartos são provenientes de diferentes fontes emissoras, como fluxos de veículos/pessoas (43,1%); vizinhos (41,2%) ou edificações específicas (9,8%). Esse resultado está correlacionado ao fato que os afastamentos laterais das edificações eram inexistentes (21,4%) ou inferiores a 1,5 m (24,6%). Ainda que se trate de municípios situados no interior do Estado, os sons e os ruídos que incomodam os estudantes estão relacionados às vias de circulação e aos vizinhos.

3.2. Questionário

Os resultados obtidos no **agrupamento 1** possibilitaram a caracterização dos usuários, 57 estudantes de Engenharia Civil, sendo 61,4% do sexo masculino e 38,6% do sexo feminino. A média de idade desses estudantes era de 24,86 anos. Em relação ao peso e a altura dos estudantes, obteve-se em média, respectivamente, 69 kg e 168,43 cm. Verificou-se que os respondentes residiam 13,21 anos, em média, no quarto analisado. Destes, 35,1% moravam entre 20 e 35 anos na mesma edificação. Esses resultados indicam a familiaridade e conhecimento das características do ambiente analisado pelos estudantes.

Os estudantes permaneciam em média 8,86 horas por dia no quarto de dormir. Nesse período realizavam diversas atividades: dormir (89,5%), usar o computador (42,1%) e assistir televisão (21,1%). A resistência térmica das vestimentas usadas no quarto variava entre 0,03 e 0,83 clo, com média de 0,27 clo. Em 57,9 % dos quartos residia apenas uma pessoa.

No **agrupamento 2** foram analisadas as características da edificação necessárias para compreensão das questões relacionadas ao conforto térmico. Em relação ao município de residência, 61,4% dos respondentes indicou Colatina e 8,8% Baixo Guandu. Cerca de 94,7% dos respondentes vivem em zonas urbanas, principalmente, em casas térreas (38,6%) e edifícios residenciais com múltiplos pavimentos (31,2%). Nas referidas edificações, a dimensão do afastamento lateral apresentou grande variação. Em 21,1% dos casos era inexistente, em 24,6% possuía até 1,5 m, em 36,8% possuía entre 1,5 e 3,0 m.

Por sua vez, o **agrupamento 3** caracterizou o quarto de dormir analisado. Em relação aos sistemas construtivos, todas as casas eram construídas com bloco cerâmico rebocado e em 71,8% dos casos possuíam laje de concreto. Os tipos de telhados relatados foram laje entre pisos (54,4%), telhado cerâmico (33,3%) e telhado de fibrocimento (7,0%). Nesses quartos a área média da janela e do quarto eram, respectivamente, 2,22 m² e 13,45 m². Diante disso, verificou-se que o tamanho da janela correspondia a 1/6 da área do quarto e a área superior a 9 m², ambos em conformidade com o Código de Obras de Colatina (COLATINA, 1996). Quanto à orientação solar da parede do quarto com maior insolação, obteve-se o seguinte resultado: leste (35,1%); oeste (24,6%), norte (15,8%) e sul (15,8%).

No **agrupamento 4** levantaram-se as características referentes ao conforto térmico do quarto. Para os respondentes, os meses mais quentes do ano eram janeiro (100%), fevereiro (100%), dezembro (94,7%) e novembro (59,6%). Em contrapartida, os meses considerados mais frios foram junho (98,2%), julho (98,2%), agosto (91,2%) e maio (86%). Os resultados dessa questão corroboram com os dados do município descritos por Teixeira (1975).

Em geral, o período do dia com maior conforto térmico segundo 66,7% dos usuários, situava-se entre 18:01 e 5:00 horas. Por outro lado, durante a maior parte do ano, o período com maior desconforto pelo calor situava-se entre 12:01 e 18:00 horas. Nesses períodos de desconforto térmico, os respondentes realizavam várias ações para minimizar os efeitos do calor, como uso de ventilação mecânica (89,5%), abertura de portas e janelas (49,1%) e ingestão de líquido (21%). Todavia, essas ações eram de caráter paliativo visto as consequências causadas pelo desconforto térmico: dificuldade para dormir (73,7%), irritação (33,3%), dificuldade para estudar (22,8%) e falta de concentração (22,8%).

Para os respondentes, caso não existisse nenhum tipo de ventilação mecânica em seus quartos, os mesmos seriam classificados na maior parte do ano, como neutro - temperatura de conforto (40,3%), ligeiramente quente (26,3%) ou quente (19,3%). Para reverter essa situação, os respondentes acreditam que seriam necessárias ações para melhoria do conforto térmico, como previsão do uso de aparelhos condicionadores de ar (56,1%); uso de elementos de proteção solar (24,6%); revestimento externo das paredes com cores claras (22,8%); orientação solar adequada ao clima local (21,1%); aumento do vão das aberturas (21,1%); uso de vidro duplo ou com película protetora (19,3%), entre outros. Nessa pergunta, apenas 10,5% dos respondentes indicou que não faria nenhuma mudança no quarto.

Realizou-se, ainda, a caracterização do grau de desconforto pelo calor no quarto, através da escala visual analógica (EVA) por meio de uma régua sem graduação, onde o valor zero representava muito confortável e o valor 10 representava muito desconfortável. Obteve-se como resultado uma média de 4,00. Apesar disso, para 33,3% esse desconforto variava entre 5,1 e 8,9, enquanto que para 66,6%, entre 0,2 e 4,9.

3.3. Síntese dos resultados

Os resultados quantitativos do questionário passíveis de análise pela estatística descritiva foram sintetizados para a caracterização da amostra (tabela 2). Nesse caso, optou-se pelo uso do coeficiente de correlação de Pearson para verificar a relação entre a EVA de desconforto pelo calor no quarto e as outras variáveis. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$. Apesar dessa análise, não foram encontradas relações entre a EVA de desconforto com calor e as outras variáveis.

O índice das variáveis (humanas, temporais, espaciais) apresentou grande diferença entre as mesmas. Nas variáveis humanas, o peso, a altura e a idade apresentaram diferenças. Tais variáveis podem influenciar a sensação de neutralidade térmica dos estudantes no quarto.

As variáveis temporais indicaram que a maioria dos estudantes possui um bom conhecimento do ambiente construído. Isso favoreceu a análise do quarto mais próximo da realidade e obtenção de dados fidedignos.

As variáveis espaciais apontaram que muitos quartos não apresentam as dimensões mínimas, referentes às áreas e aberturas dos quartos, preconizadas pelo Código de Obra. Espaços construídos fora dos padrões mínimos de habitabilidade podem prejudicar o conforto ambiental dos usuários, relacionados às variáveis térmicas e lumínicas.

Tabela 2 – Síntese das questões quantitativas do questionário

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Humanas				
Régua do desconforto	0,1	8,9	4,00	2,52
Idade (anos)	19	55	24,86	8,49
Peso (kg)	44	112	69,0	16,65
Altura (cm)	154	186	168,43	22,82
Resistência térmica da roupa	0,03	0,83	0,27	0,1
Temporais				
Tempo de permanência no quarto	6	15	8,86	2,67
Tempo de residência no local	0,3	35	13,21	9,2
Número de usuários no quarto	1	3	1,43	0,56
Espaciais				
Área das janelas	1,2	4,4	2,22	0,78
Área do quarto	6	45	13,45	6,93

O conforto acústico das edificações integra outra parte do presente estudo, que se encontra em fase de desenvolvimento. Por isso, nesse artigo não foram apresentados os resultados e recomendações referentes ao conforto acústico dos quartos de dormir.

3.4. Recomendações para o projeto arquitetônico

Diante da análise dos usuários sobre os atuais elementos de projeto que contribuem para o desconforto pelo calor, das características da região e das edificações, sugerem-se as seguintes alterações durante a concepção do projeto arquitetônico na região em estudo:

- uso de cores claras no revestimento externo das paredes com maior incidência solar;
- mudança no tipo de revestimento externo das paredes (chapisco → reboco e pintura);
- inclusão de elementos de proteção solar externos (brise, toldo, varanda, marquise, beiral);
- uso de elementos de proteção solar interna (persiana, cortina, veda luz);
- mudança na orientação solar do quarto, buscando priorizar a sombra;
- uso da ventilação cruzada, reduzindo a necessidade de ventilação mecânica;
- adequação dos elementos de proteção solar para não prejudicar a iluminação natural, e
- disponibilização de condicionadores de ar e de ventiladores nos quartos, permitindo flexibilidade de uso para o morador, conforme a estação do ano.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação qualitativa, realizada no início do estudo, subsidiou o diagnóstico da percepção sobre o conforto ambiental dos quartos, bem como possibilitou a construção de um questionário embasado nas características das residências dos alunos. Em relação às variáveis que influenciam o conforto ambiental dos quartos, a partir dos resultados obtidos no estudo, verificou-se que a variável térmica foi a mais perceptível pelos estudantes.

Constatou-se que os usuários associaram a sensação de conforto térmico à existência de ventilação e a incidência de sol à tarde no quarto de dormir. Todavia, parte dos usuários acredita que o uso de ventilação mecânica deve ocorrer com moderação, apenas, nos períodos mais quentes do dia e do ano, visto que 40,3% dos usuários classificam o quarto como neutro.

Dessa forma, pode-se concluir que a análise da percepção dos usuários fornece informações relevantes para a elaboração do projeto arquitetônico e a reforma de edificações, ambas adequadas às condições climáticas da região e das preferências térmicas dos usuários. Para prosseguimento da pesquisa são necessários estudos das variáveis do conforto térmico, a partir de medições realizadas nos quartos dos estudantes em diferentes estações do ano.

Por fim, esse trabalho buscou contribuir para o desenvolvimento do senso crítico dos estudantes de engenharia civil, quanto ao padrão de conforto ambiental observado nas edificações existentes na região em estudo. Soma-se a isso o fornecimento de subsídios para o desenvolvimento de futuros projetos com características mais sustentáveis.

REFERÊNCIAS

- BAIRD G. FIELD, C. Thermal comfort conditions in sustainable buildings - Results of a worldwide survey of users' perceptions, **Renewable Energy** (2012). *In Press*.
- BATISTA, J.O; LAMBERTS, R. A arquitetura e o usuário no contexto do sertão alagoano. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11, 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 2004.
- BOGO, A. J. Análise climático-arquitetônica de edificações verticais em Blumenau (SC). In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4, 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: ANTAC, 1997.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados do Censo 2011 sobre Colatina**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em 31 maio 2012.
- COLATINA. **Lei nº 4.226 de 12 de fevereiro de 1996**. Dispõe sobre o código de obras do município de Colatina-Estado do Espírito Santo. Disponível em: <http://www.colatina.es.gov.br/legislacao/Codigo_obra.pdf>. Acesso em 31 maio 2012.
- DJONGYANG, N.; TCHINDA, R. An investigation into thermal comfort and residential thermal environment in an intertropical sub-Saharan Africa region: Field study report during the Harmattan season in Cameroon. **Energy Conversion and Management**, v.51, n.7, p.1391–1397, jul. 2010.
- GHISI, E. MASSIGNANI, R.F. Thermal performance of bedrooms in a multi-storey residential building in southern Brazil. **Building and Environment**, v.42, n.2, p.730–742, fev.2007.
- HAN, J.; ZHANG, G.; ZHANG, Q.; ZHANG, J.; LIU, J.; TIAN, L.; ZHENG, C.; HAO, J.; LIN, J.; LIU, Y.; MOSCHANDREAS, D. J. Field study on occupants' thermal comfort and residential thermal environment in a hot-humid climate of China. **Building and Environment**, v. 42, n.12, p.4043–4050, dez. 2007.
- REMBISKI, F.D. **Análise multimétodo de percepções de agentes intervenientes na pesquisa e no gerenciamento de agregados reciclados de resíduos da construção civil**. 2011. 256 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.
- TEIXEIRA, F. **Colatina ontem e hoje**. Colatina: Prefeitura Municipal de Colatina; Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, 1975. 184 p.

AGRADECIMENTOS

Aos alunos de Engenharia Civil, matriculados na disciplina Conforto Térmico e Acústico em Edificações (2012/1), que colaboraram para realização dessa pesquisa e ao Profº MSc Luiz Duarte de Ulhôa Rocha Júnior, que colaborou com a análise estatística dos resultados.