



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE CONFORTO TÉRMICO EM UMA ESCOLA ESTADUAL DA CIDADE DE ESPERANÇA – PB

Jonhatan Magno Norte da SILVA¹, Jacyelli Cardoso Marinho dos SANTOS², Gustavo Medeiros de PAULA³, Cleyton Marques de SOUTO⁴

¹ Unidade Acadêmica de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande-PB. E-mail: jonhatanmagno@hotmail.com. Telefone: (83) 9987 2758.

² Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande-PB. E-mail: Jacyelli@hotmail.com. Telefone: (83) 9654 4373.

³ Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande-PB. E-mail: gustafpaula@hotmail.com. Telefone: (83) 8719 2617.

⁴ Unidade Acadêmica de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande-PB. E-mail: cleytonmsouto@hotmail.com. Telefone: (83) 9683 9774.

RESUMO

O desconforto por aquecimento é um problema comum em edificações, sejam elas, empresas, escolas e casas. Além de causar problemas de saúde o aquecimento provoca perda de produção e rendimento para o ser humano. Diante do exposto, o presente trabalho objetivou-se a analisar o conforto térmico, em uma escola de ensino fundamental e médio, situada no município de Esperança, PB, que apresenta altos índices de temperatura. Metodologicamente se fez uso de um questionário, que foi aplicado aos alunos e professores, em todos os locais da instituição de ensino. Além da aplicação do questionário se fez a análises nos recintos da escola. Os resultados mostram ausência de conforto térmico na escola, e como sugestão para alcançar tal conforto fica o reposicionamento das janelas, além da substituição do teto defeituoso e de material não isolante térmico, por outro de material isolante, além da colocação de uma camada de poliestireno expandido sob o teto, para impedir trocas térmicas deste com o ambiente.

PALAVRAS CHAVE: *Conforto térmico, Idealização de Conforto Térmico, Melhora no aprendizado.*

1. INTRODUÇÃO

Trabalhos realizados por renomados cientistas apontam para um ganho de produtividade por parte do ser humano quando estes são expostos a um ambiente de trabalho termicamente confortável. Quando as trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente ocorrem sem maior esforço, a sensação do indivíduo é de conforto térmico e sua capacidade de trabalho, desse ponto de vista, é máxima (FROTA e SCHIFFER, 2003). Tendo em vista que o conforto térmico representa um aumento na produtividade humana, este é de grande importância em indústrias, casas e principalmente escolas, pois o rendimento tanto do educador como dos alunos chegaria ao seu máximo, melhorando desta forma a educação. Segundo ETERNIT (1981) e SEVEGNANI et al. (1994), o forro é uma variável que influi no conforto térmico. O forro constitui uma barreira que obstrui o fluxo térmico originado pela insolação da cobertura e, deste modo, protege um indivíduo no interior da



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

instalação. O forro tende a uniformizar as condições de conforto térmico nos ambientes, independentemente de qual tipo de telha se tenha utilizado.

Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar as condições de conforto térmico em escola estadual do município de Esperança, Paraíba, além de propor sugestões técnicas com a finalidade de alcançar tal conforto. Desse modo serão beneficiados tanto os alunos quanto os professores e os demais funcionários da escola. Através da aplicação de questionário tanto com os professores como com alguns alunos e funcionários, e das análises nos recintos da escola, ao final do estudo constatou-se a ausência de conforto térmico.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Homeotérmicos

O homem também é um animal, sendo assim pertence a classes no qual se encontram inúmeras espécies. Dentre as classes que o homem pertence uma se destaca no nosso estudo, a dos animais Homeotérmicos, ou seja, aqueles que mantêm a temperatura interna constante graças a uma série de mecanismos fisiológicos. A temperatura normal do homem é de 37°C, sendo de 32°C e 42°C os limites para que este homem possa sobreviver. Porém ao desempenhar suas funções em lugares termicamente inadequados o homem pode fazer com que a temperatura interna ultrapasse os limites causando desconforto e perda de produção (USP, 2011).

2.2 Pele Humana, Estresse Térmico e Conforto térmico

Principal órgão regulador de temperatura, a pele realiza trocas de calor a todo o momento. Quando expostos ao calor, se inicia um processo de transpiração ativa, que tem por objetivo esfriar a pele, porém com esse processo perdem-se sais minerais e fadigam-se as glândulas sudoríparas (USP, 2011).

Quando nas trocas de calor entre o homem e meio em que este está inserido existe prejuízo e/ou desconforto, causando ao homem inquietação e/ou perda de concentração pode-se dizer que o indivíduo apresenta Estresse Térmico. Esse problema pode causar uma série de doenças complexas físicas e psicológicas (USP, 2011).

Embora que um pouco subjetivo visto que cada indivíduo troca temperaturas com o ambiente de forma única, definiu-se conforto térmico como sendo condições que permitam a manutenção da temperatura interna sem a necessidade de serem acionados mecanismos termo reguladores (USP, 2011).



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

2.3 Legislações em Vigor

Segundo a Lei nº6514 da CLT, no artigo 176 afirma que, “os locais de trabalho deverão ter ventilação natural, compatível com o serviço realizado”. Segundo a mesma Lei da CLT o artigo 177 afirma que, “se as condições de ambiente se tornarem desconfortáveis, em virtude de instalações geradoras de frio ou de calor, será obrigatório o uso de vestimenta adequada para o trabalho em tais condições ou de capelas, anteparos, paredes duplas, isolamento térmico e recursos similares, de forma que os empregados fiquem protegidos contra as radiações térmicas” (BRASIL, 1977).

2.4 Sistemas de Ventilação, Refrigeração ou Redução de Calor

São inúmeros os sistemas de ventilação e refrigeração existentes, e cada um tem a sua utilidade, onde um será melhor do que o outro de acordo com ambiente no qual tal sistema será inserido.

Sendo assim, dentro do que se foi pesquisados, cinco sistemas se destacam, e são eles: Sistemas de Ventilação e Exaustão; Sistemas de insuflamento; Revestimento de telhado; Sistema de resfriamento evaporativo por névoa; e Sistema de resfriamento evaporativo.

2.4.1 Sistemas de Ventilação e Exaustão

Sistema caracterizado por possuir ventiladores que fazem a circulação do ar ambiente, o que por si só melhora a sensação térmica. São vários os tipos de ventiladores, porém o ventilador escolhido deve realizar 20 trocas de ar por hora, logo a especificação técnica do mesmo deve ser escolhida de acordo com o ambiente estudado.

2.4.2 Sistemas de insuflamento

Sistema de ventilação por dutos, que fazem a ventilação diretamente sobre o local desejado. Realiza ventilação por pressão positiva através de um conjunto de insufladores axiais de parede, captando ar fresco e limpo a serem insuflados através de sistemas motorizados com dutos e difusores de ar, promovendo renovações do ar, com ventilação sensitiva, ou seja, o ar passa pela pele causando sensação confortável.

2.4.3 Revestimento de telhado

Sistema que tem por objetivo evitar o aquecimento do ar interno, impedindo que a ação dos raios solares sobre o telhado transfira o calor para dentro do



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

ambiente. Esse revestimento é feito na maioria dos casos com resina, cerâmica e polipropileno.

2.4.4. Sistema de resfriamento evaporativo por névoa

É um sistema novo, que possibilita controle da temperatura e umidade do ar através da evaporação da água. São utilizados bicos micro-aspersores que produzem uma névoa de rápida evaporação que não precipita e não molha, promovendo a troca de calor entre o ar e a água, abaixando a temperatura ambiente.

2.4.4 Sistema de resfriamento evaporativo

O resfriamento do ar é feito de maneira simples e natural, sem utilizar os complexos componentes de refrigeração mecânica, que são grandes consumidores de energia, substituindo os aparelhos de ar condicionado.

2.5 Isolante Térmico

Chama-se isolante térmico um material ou estrutura que dificulta a dissipação de calor, usado na construção e caracterizado por sua alta resistência térmica. Estabelece uma barreira à passagem do calor entre dois meios que naturalmente tenderiam rapidamente a igualarem suas temperaturas. O melhor isolante térmico é o vácuo, mas devido à grande dificuldade para obter-se e manter condições de vácuo, é empregado em muito poucas ocasiões, limitadas em escala. Na prática se utiliza ar, que graças a sua baixa condutividade térmica e um baixo coeficiente de absorção da radiação, constitui um elemento muito resistente à passagem de calor. Entretanto, o fenômeno de convecção que se origina nas câmaras de ar aumenta sensivelmente sua capacidade de transferência térmica. Além disso, o ar deve estar seco, sem umidade, o que é difícil de conseguir nas câmaras de ar.

Por estas razões são utilizados como isolamento térmico materiais porosos ou fibrosos, capazes de imobilizar o ar seco e confiná-lo no interior de células mais ou menos estanques. Ainda que na maioria dos casos o gás enclausurado seja ar comum, em isolantes de células fechadas (formados por bolhas não comunicantes entre si, como no caso do poliuretano projetado), o gás utilizado como agente espumante é o que fica finalmente enclausurado. Também é possível utilizar outras combinações de gases distintas, mas seu emprego é muito pouco extenso. Há vários tipos de materiais sólidos que podem ser bons isolantes, isso depende da utilidade dada, a temperatura de trabalho, ao local de instalação entre outros.



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

Baseados em informações preliminares, pode-se dizer que o material do qual é feito o telhado é algo relevante, visto que dependendo do tipo que tal material é feito tem-se mais ou menos calor passado para dentro do interior do recinto.

3. METODOLOGIA

O estudo é uma pesquisa exploratória e descritiva, de modo que inicialmente ocorreu um levantamento bibliográfico, seguido da descrição de fenômeno e visitas *in loco*. A forma de abordagem é qualitativa, onde os entrevistados, respondiam questões sobre as condições de conforto térmico. Para isso se fez uso de um questionário, no qual os entrevistados respondiam questões sobre: suas opiniões com relação ao sistema de ventilação do local, as condições climáticas do seu local de trabalho, e que melhorias poderiam ser colocadas em prática para melhorar as condições de conforto e torná-las ideais. Foram entrevistados dez funcionários, sessenta alunos, e dez professores. As visitas foram feitas em dias não chuvosos.

Dentre as respostas possíveis, os entrevistados podiam concordar, discordar, ou se abster das questões levantadas. Além de achar péssimo, ruim, regular, bom, ou ótimo as situações e/ou condições climáticas dos locais. Foram perguntados também sobre a questão da incidência de iluminação natural no local através das janelas, de modo que estes podiam responder se achavam que aumentavam o calor, ou que não influenciava tanto, ao achar que a luz incidente não era muita. Devido à possível ausência de conhecimento prévio dos entrevistados sobre o tema foram expostas algumas soluções para os problemas encontrados, como por exemplo, a colocação de mais ventiladores, a substituição do teto por outro de material isolante térmico mais colocação de isopor (poliestireno expandido) sob o teto, reposicionamento das janelas, isolamento das paredes para evitar trocas térmicas, e pintura do teto com cores claras (branco). Para todas as questões levantadas também existia a opção “outras”, onde os entrevistados podiam dar opiniões e/ou soluções próprias que não estavam presentes no questionário para os problemas de desconforto térmico.

4. RESULTADOS E DISCURSÃO

4.1 Condições Encontradas

Como esperado a escola não foi planejada adequadamente para que a ventilação natural possa atuar nas trocas térmicas, inflando ar frio e retirando o ar quente do local. Esse problema se dá principalmente pela má disposição das janelas principalmente nas salas de aula, de modo que estas não são colocadas nos locais de circulação de ar, e sim nos locais de maior incidência de luz. Devido à forte incidência de luz nessa região da Paraíba e a má posição das janelas os raios



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

solares são lançados dentro das salas e não tem por onde sair, formando uma espécie de estufa, aumentando consideravelmente a temperatura do local.

Figura 1 – Janelas abertas voltadas para os raios solares, e aberturas nas paredes na direção do Sol, que aumentam grandemente a temperatura interna



Fonte: própria (2012).

Em alguns casos as janelas são fechadas para evitar a forte incidência de luz natural, porém não evitam a passagem de calor por condução e convecção entre as paredes e o ambiente.

Figura 2 – Janelas fechadas para evitar a entrada de luz natural



Fonte: própria (2012).

Deficiências na estrutura física e equipamentos também agravam o problema de ausência de conforto térmico, como por exemplo, furos no teto que facilitam a entrada de calor oriundo da luz solar, e ventiladores quebrados.



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

Figura 3 – Aberturas no teto e ventiladores quebrados agravam os problemas de temperatura ambiente



Fonte: própria (2012).

4.2 Resultados do Questionário

Os quadros de 1 a 4 mostram os resultados obtidos pelo questionário aplicado com alunos, professores e funcionários da escola em análise.

O quadro 1 a seguir resume as respostas dos entrevistados sobre a necessidade de melhorias para a obtenção de conforto térmico.

Quadro 1 – Resumo sobre a necessidade ou não de melhorias para obter conforto térmico

Vínculo com a escola	Quantidade de respondentes	Opinião
Professores	7	Concordam que são necessárias melhorias
	3	Se absterão
Alunos	60	Concordam que são necessárias melhorias
Funcionários	10	Concordam que são necessárias melhorias

Fonte: própria (2012).

O quadro 2 a seguir resume as respostas dos entrevistados sobre as condições do sistema de ventilação dos locais.



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

Quadro 2 - Resumo sobre as condições do sistema de ventilação

Vínculo com a escola	Quantidade de respondentes	Opinião
Professores	7	Péssimas
	3	Ruins
Alunos	42	Péssimas
	10	Ruins
	8	Regular
	2	Boas
Funcionários	8	Péssimas
	2	Ruins

Fonte: própria (2012).

O quadro 3 a seguir resume as respostas dos entrevistados sobre o aumento ou não da temperatura do ambiente devido à incidência de luz natural nos locais.

Quadro 3 – Respostas quando a influencia da luz incidente no calor percebido

Vínculo com a escola	Quantidade de respondentes	Opinião
Professores	10	Aumenta
Alunos	60	Aumenta
Funcionários	10	Aumenta

Fonte: própria (2012).

O quadro 4 a seguir resume as respostas dos entrevistados sobre as soluções para resolver o problema de ausência de conforto térmico.



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

Quadro 4 – Resumo das soluções propostas pelos entrevistados

Vínculo com a escola	Quantidade de respondentes	Opinião
Professores	1	Colocação de mais ventiladores e manutenção dos atuais que se encontram quebrados
	5	Substituição do teto por outro de material isolante térmico, mais colocação de isopor para evitar trocas térmicas entre o teto e o ambiente
	5	Reposicionamento das janelas, além da manutenção do teto que se encontra com furos
Alunos	12	Colocação de mais ventiladores e manutenção dos atuais que se encontram quebrados
	28	Substituição do teto por outro de material isolante térmico, mais colocação de isopor para evitar trocas térmicas entre o teto e o ambiente
	30	Reposicionamento das janelas, além da manutenção do teto que se encontra com furos
Funcionários	6	Substituição do teto por outro de material isolante térmico, mais colocação de isopor para evitar trocas térmicas entre o teto e o ambiente
	4	Colocação de mais ventiladores e manutenção dos atuais que se encontram quebrados

Fonte: própria (2012).

Analisando os quadros e respostas dadas pelos entrevistados, pode-se afirmar que o conforto térmico encontra-se ausente. Ainda observando os quadros e as respostas dos entrevistados, nota-se que o conforto inexistente por falhas no sistema de ventilação utilizado na escola, pois vários ventiladores encontram-se quebrados. As janelas e teto também contribuem para o desconforto dos alunos e funcionários, uma vez que o teto como mesmo dito pelos entrevistados encontra-se esburacado e as janelas em uma posição ruim.

6. CONCLUSÃO

Foi constatada a ausência de conforto térmico, decorrente principalmente do mau posicionamento das janelas, furos no teto, e ventiladores quebrados. A grande maioria dos entrevistados concorda que são necessárias mudanças para melhorar o conforto térmico. A grande maioria considerou como péssima ou ruim as condições de ventilação existentes na instituição de ensino. Com relação à incidência de luz



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

solar pelas janelas e furos nos tetos unanimemente ficou constatado que tais incidências acarretam em um aumento na temperatura ambiente.

Dentre as soluções apresentadas, grande parte dos entrevistados escolheu uma solução do questionário acrescida de outra solução própria que não foi proposta no questionário. Os entrevistados indicaram com sendo três as principais soluções para os problemas que geram o aumento da temperatura do ambiente. A primeira solução é a colocação de mais ventiladores (solução do questionário) e manutenção dos atuais que se encontram quebrados (solução dos entrevistados). A segunda solução propostas é a substituição do teto por outro de material isolante térmico (solução do questionário), mais colocação de isopor sob o teto para evitar trocas térmicas entre o teto e o ambiente (solução dos entrevistados). E a última delas é o reposicionamento das janelas (solução do questionário), além da manutenção do teto que se encontra com furos (solução dos entrevistados). Para o autor desse trabalho, e para os co-autores do mesmo, as três soluções devem ser colocadas em prática de forma conjunta, e não apenas uma das soluções propostas pelos entrevistados. Se apenas uma das soluções for colocado em prática o problema do calor será resolvido apenas de forma parcial e não de forma total. As soluções são relevantes, pois proporcionam aumento na qualidade de vida no trabalho para professores e funcionários, além de ganhos relativos à facilitação da concentração nos assuntos dados em sala e aprendizado por parte dos alunos.

Ficou claro que tais soluções são relevantes e que estas devem ser colocadas em prática o quanto antes para resolver os problemas de temperatura elevadas na escola, e para garantir conforto aos funcionários, alunos e professores.

REFERÊNCIA

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S.R. **Manual de conforto térmico: arquitetura, urbanismo**. 7° ed.- São Paulo: Studio Nobel: 2003.

ETERNIT. **Conforto térmico**. São Paulo: ETERNIT. 1981. 12p. (Boletim, 110);

SEVEGNANI, K.B.; GHELFI FILHO, H.; DA SILVA, I.J.O. **Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico**. Departamento de Engenharia Rural - ESALQ/USP, C.P. 9 - CEP: 13418-900 - Piracicaba, São Paulo, 1994.

USP. Universidade de São Paulo. **Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas**, acesso em 18/02/2012, disponível em <http://www.master.iag.usp.br/conforto/index.html>.

BRASIL. Consolidação das Leis do Trabalho. **Decreto-lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943**, acesso em 22/02/2012, disponível em <http://www81.dataprev.gov.br/sislex/paginas/42/1977/6514.htm>.