

Eixo Temático ET-11-023 – Outros

## **AVALIAÇÃO E PROPOSTAS DE MELHORIA DO CONFORTO TÉRMICO DO CENTRO DE CONVIVÊNCIA DA UFERSA – CAMPUS CARAÚBAS**

Carla Mabel Medeiros de Albuquerque e Silva<sup>1</sup>, Adna Lúcia Rodrigues de Menezes<sup>1</sup>,  
Narawilka Cardoso<sup>1</sup>, Maria Aparecida Bezerra Oliveira<sup>2</sup>, Elisângela Pereira da Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Engenheira Civil pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA); <sup>2</sup>Pós-Graduanda pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG); <sup>3</sup>Docente na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

### **RESUMO**

O atendimento às exigências de conforto térmico tem sido uns dos requisitos pelos usuários ao se adquirir um imóvel. O conforto térmico é influenciado por vários parâmetros e podem ser percebido de forma distinta por todos os indivíduos. Expressa a satisfação do ser humano com o ambiente térmico que o circunda. O desempenho térmico de uma edificação pode ser entendido como sendo a resposta, em termos de conforto. O zoneamento bioclimático é fundamental para otimizar o desempenho térmico de edificações. Através destas zonas, o Brasil formulou um conjunto de recomendações técnico-construtivas, visando proporcionar um desempenho térmico para as edificações através de sua melhor adequação climática. Este trabalho possui como objetivo analisar o conforto térmico do centro de convivência da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – Campus Caraúbas, verificar se o ambiente está satisfazendo aos usuários quanto à sensação térmica e exibir soluções e materiais que proporcionem um ambiente mais confortável termicamente para os usuários, baseando-se no estudo das zonas bioclimáticas. O trabalho constituiu-se de aplicação de questionário às pessoas que se encontravam no centro de convivência da universidade, utilização do confortímetro sensu para leitura das variáveis ambientais e propostas de melhorias quanto ao conforto térmico com base na zona bioclimática do local. De acordo com o estudo de campo à cerca do conforto térmico, foi possível observar o grau de satisfação dos usuários do local, estando estes insatisfeitos no período da tarde, e analisar as variáveis que nele interferem. Considerando os índices do PMV, confirmou-se a opinião dos usuários quanto à sensação térmica do local, sendo o centro de convivência considerado muito quente no turno da tarde. A partir das variáveis ambientais fornecidas pelo confortímetro, notou-se que o ambiente analisado no turno vespertino possui temperaturas bastante elevadas, o que causou o desconforto térmico nos usuários. Foram propostos elementos que trazem melhoria ao conforto térmico como, por exemplo, o uso de sistemas de resfriamento evaporativo direto, telhado metálico com desempenho termoacústico e ventiladores umidificadores.

**Palavras-chave:** Confortímetro; Sensação térmica; Temperatura; Desempenho Térmico.

### **INTRODUÇÃO**

Atualmente o atendimento às exigências de conforto térmico tem sido uns dos requisitos pelos usuários ao se adquirir um imóvel. No Brasil esse fator possui uma

relevância significativa por ser caracterizado como um país de clima tropical, com temperaturas bastante elevadas em grande parte do país.

De acordo com a ISO 7730-2005, conforto térmico é um conceito que é influenciado por parâmetros e que podem ser percebido de forma distinta por todos os indivíduos. Expressa a satisfação do ser humano com o ambiente térmico que o circunda. A insatisfação pode ser causada pela sensação de desconforto pelo calor ou pelo frio, ou seja, quando o balanço térmico não é estável.

De acordo com Harlan et al. (2006), o conforto térmico é influenciado por uma série de critérios e fatores subjetivos. Os critérios ambientais são a temperatura do ar, temperatura das superfícies, movimento do ar, umidade relativa do ar e taxa de troca da ventilação natural. O conforto térmico também é influenciado pela atividade exercida e as roupas utilizadas pelo usuário, além da idade, estado de saúde, sexo e adaptação ao ambiente local e clima. Ambientes aglomerados e subocupação, também podem interferir nos aspectos de conforto interno.

A partir daí surge a preocupação de promover a qualidade e o conforto dos ambientes, buscando a satisfazer os usuários quanto ao bom desempenho térmico das edificações.

Segundo Andreasi e Silva (2003), desempenho térmico de uma edificação pode ser entendido como sendo a resposta, em termos de conforto, que o ambiente construído oferece às condições de clima existentes na localidade. Este desempenho depende de fatores como inércia térmica do envelope (paredes e teto), orientação das paredes e janelas, área de aberturas (ventilação) e cor externa das paredes e do telhado.

O zoneamento bioclimático é fundamental para otimizar o desempenho térmico. No Brasil foi proposta a divisão do território em oito zonas relativamente homogêneas quanto ao clima e para cada uma dessas zonas formulou-se um conjunto de recomendações técnico-construtivas visando proporcionar um desempenho térmico para as edificações através de sua melhor adequação climática.

O método utilizado para determinar o tipo de zona bioclimática correspondente a um ambiente foi desenvolvido por Givoni, o qual adotou uma carta contendo as oito zonas.

## **OBJETIVOS**

Desta forma, esse trabalho possui como objetivo analisar o conforto térmico do centro de convivência da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, verificar se o ambiente está satisfazendo aos usuários quanto à sensação térmica e exibir soluções e materiais que proporcionem um ambiente mais confortável termicamente para os usuários, baseando-se no estudo das zonas bioclimáticas.

## **METODOLOGIA**

O referente trabalho foi realizado no Centro de Convivência da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (Campus Caraúbas), localizada na cidade de Caraúbas – RN. O tipo de abordagem utilizado para analisar o conforto térmico foi o modelo adaptativo, em que considera o homem como um agente ativo, que interage com o ambiente em resposta às suas sensações e preferências térmicas.

A análise do conforto térmico realizou-se em duas etapas, aplicação de questionário às pessoas que se encontravam no centro de convivência da universidade para avaliação das variáveis humanas e utilização do confortímetro sensu para leitura

das variáveis ambientais, tais como temperatura do ar, temperatura média radiante, umidade relativa do ar e velocidade do ar.

O questionário foi aplicado no momento em que o confortímetro estava fazendo a leitura dos dados, durante o turno da tarde, onde aplicou-se 30 questionários para obter uma amostra mais significativa. O confortímetro foi instalado em um local fixo para evitar erros e durante 2 horas consecutivas. Para que o aparelho gerasse uma leitura baseado nas variáveis humanas, foi necessário fornecer alguns dados como o tipo de vestimenta mais utilizado pelas pessoas no local, que nesse caso foi considerado que o maior número de pessoas estavam vestindo calça comprida, camisa manga curta e sapatos leves, gerando um coeficiente de 0,42 CLO e com relação à atividade exercida no momento foi considerado que a maioria estavam sentados, gerando um coeficiente de 58 W/m<sup>2</sup>.

Já a proposta de melhorias quanto ao conforto térmico foi realizada com base na zona bioclimática do local, indicando a abertura e sombreamento das aberturas de ventilação e o tipo de vedações externas para serem utilizadas, e dessa forma proporcionar um melhor conforto térmico para esse ambiente.

Como o município do ambiente analisado não possui na literatura zona bioclimática definida, utilizou-se como parâmetro a zona bioclimática do município de Apodi (distante 38 km de Caraúbas), o qual está inserido na oitava zona.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Caracterização do centro de convivência

O centro de convivência da UFERSA - Caraúbas (Figuras 1 e 2), trata-se de um local em sua maior totalidade aberto, dotado de grandes vãos, possuindo apenas paredes laterais de tijolos cerâmicos. Além disso, é um local com pé direito alto, e com cobertura composta por estruturas metálicas. Nota-se ainda a inexistência de qualquer tipo de ventilação forçada.



Figura 53 – Prédio do centro de convivência da UFERSA – Caraúbas.

Fonte: Autoria Própria



**Figura 54: Centro da convivência da UFERSA - Caraúbas.**  
Fonte: Autoria Própria.

### **Análise do conforto térmico**

Os resultados da análise do conforto térmico serão apresentados em duas etapas: os resultados dos questionários e os resultados do confortímetro. Na análise dos questionários serão apresentados os resultados referentes as variáveis subjetivas como sexo, idade, peso e altura, sendo cada um relacionado com o conforto térmico, assim como os resultados das variáveis ambientais fornecidos pelo confortímetro.

A Tabela 1 apresenta os resultados referentes à quantidade de entrevistados de cada sexo, conforme o turno.

**Tabela 1 - Relação da quantidade de homens e mulheres entrevistados no turno da tarde.**

<b>Tarde</b>	
<b>Sexo</b>	<b>Quantidade</b>
Feminino	17
Masculino	13

Em geral, as mulheres sentem mais frio do que os homens, isso se dá por possuírem uma taxa metabólica um pouco mais baixa que a dos homens. No entanto, no questionário apresentado, as respostas das mulheres em sua maioria foram relatando estarem com calor.

O metabolismo basal de uma pessoa vai diminuindo conforme a idade vai avançando. De acordo com os questionários aplicados no turno da tarde, a média da idade dos entrevistados foi de 22 anos.

Como a maioria são jovens, eles apresentam uma boa troca de calor através do metabolismo com o meio, sendo assim, a maioria dos entrevistados opinaram que o ambiente térmico no turno da tarde estava quente.

Questionou-se ainda sobre o peso e altura dos entrevistados. A Tabela 2 apresenta as médias desses dados.

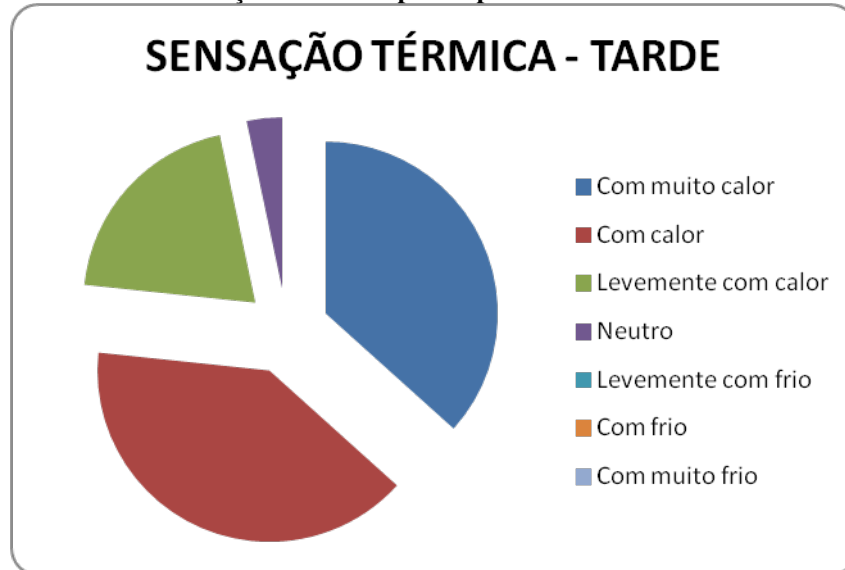
**Tabela 2 – Média do peso e altura dos entrevistados no turno da tarde.**

<b>Tarde</b>	
<b>Média de peso (kg)</b>	69
<b>Média de altura (m)</b>	1,69

A relação entre o peso e a altura de um indivíduo influencia nas condições do conforto térmico. Pessoas com massa corporal maior tendem a sentir mais calor e preferir locais mais frios quando estão desenvolvendo algum tipo de atividade.

Outro aspecto analisado no questionário foi a sensação térmica, onde os entrevistados puderam expressá-la numa escala sétima de sensações conforme a ISO 7730 (2005). Essa escala é utilizada para o cálculo do PMV (voto médio predito) e está dividida entre muito quente, quente, levemente quente, neutro, levemente frio, frio e muito frio. Os resultados médios das sensações térmicas apresentadas nos questionários estão representados no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Sensação térmica expressa pelos usuários no turno da tarde.



No turno da tarde, a sensação térmica que mais se destacou foi com muito calor e com calor, seguido por levemente com calor. Essa sensação térmica era esperada, pois o período da tarde é o mais quente na nossa região, e como o ambiente em análise não é climatizado, as pessoas ficam expostas as temperaturas do ambiente externo, que é em torno de 32 °C.

O grau de satisfação também foi abordado no questionário, onde através dele pode-se ter ideia do conforto térmico oferecido para os usuários do lugar. De acordo com a opinião dos entrevistados, 20 pessoas responderam estarem insatisfeitas com a sensação térmica e 10 pessoas afirmaram estarem satisfeitas.

O confortímetro sensu gerou o índice de PMV (voto médio estimado) para se realizar a análise do conforto térmico. É importante destacar que para a avaliação do PMV foi utilizada a escala de sensação térmica de sete pontos, conforme a ISO 7730 (2005).

- Muito quente +3
- Quente +2
- Levemente quente +1
- Neutro 0
- Levemente frio -1

- Frio -2
- Muito frio -3

Observando que para a aproximação de valores foi utilizado o seguinte critério de arredondamento: os valores entre -0,51 e +0,50 foram considerados como neutro, valores entre +0,51 e +1,50 foram considerados levemente quentes e assim sucessivamente.

**Tabela 3 – Média de valores do PMV no turno da tarde.**

Horário	Tarde	
	PMV	Sensação térmica
13:46 h à 15:46 h	3,87	Muito quente

De acordo com a Tabela 3, a análise começou a ser contabilizada pelo equipamento a partir de 13:46 h às 15:46 h, onde no decorrer desse tempo a sensação térmica foi classificada como muito quente, com a média de valor do PMV igual a 3,87.

Os resultados das médias das variáveis ambientais como a temperatura do ar, velocidade do ar, temperatura radiante e umidade relativa, fornecidos pelo confortímetro, estão apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4 – Variáveis ambientais referentes ao turno da tarde.**

Turno	Temp. Ar	Veloc. Ar	Temp. Radiante	Umidade relativa
Tarde	35,55932	0,401694915	37,25194915	32,84652542

Como é possível observar, a temperatura do ar e temperatura radiante estavam bastante elevadas, em torno de 35,6 °C e 37,3 °C respectivamente, o que justifica o fato dos usuários do ambiente estarem sentindo uma sensação térmica muito quente. A velocidade do ar neste turno obteve um valor baixo, o que causou insatisfação das pessoas no local, considerando que a medida que ocorre o deslocamento do ar, vai evaporando as gotas de suor, provocando sensação de alívio térmico, o que ocorreu com baixa intensidade no caso em estudo. Em relação à umidade relativa, observou-se um valor reduzido, comparado à outros estudos no mesmo local em turnos diferentes.

#### **Recomendações indicadas pelo Projeto 02:135.07-001/3 de desempenho térmico de edificações para melhoria no desempenho térmico do centro de convivência**

Baseando-se nas informações do ambiente analisado e considerando a zona bioclimática a qual este pertence, são indicadas algumas medidas para proporcionar um melhor conforto térmico.

Considerando a zona bioclimática 8, a projeto 02:135.07-001/3 estabelece as seguintes recomendações para serem incorporadas ao local:

- Aberturas para ventilação grandes;
- Sombreamento das aberturas;
- Parede externa leve e refletora;
- Cobertura leve e refletora.

Porém, por se tratar de um local aberto, este já dispõe de grandes aberturas e sombreamento das mesmas. Em relação às paredes externas, foi constatada a inexistência destas, possuindo apenas pilares de sustentação. Já a cobertura utilizada segue os padrões estabelecidos pela norma de desempenho, já que é uma estrutura do tipo metálica que propicia leveza e reflexão.

A norma também indica estratégias de condicionamento térmico para cada tipo de zona. Para a zona em estudo, zona 8, as estratégias recomendadas são:

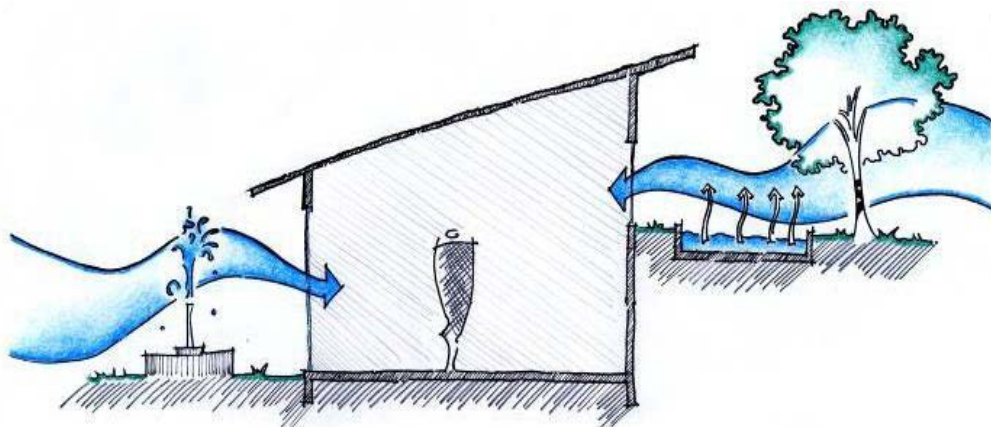
- Circulação do ar no ambiente;
- Ventilação cruzada;
- Aplicação de resfriamento artificial;

A primeira estratégia já é percebida neste ambiente, pois como é um local dotado de grandes vãos, há constantemente a renovação do ar interno pelo ar externo, proporcionando a desumidificação deste ambiente. Com relação à ventilação cruzada, está recomendação não se aplica para o Centro de Convivência, pois o mesmo não conta com portas e janelas. Sobre o resfriamento artificial, só seria possível a aplicação deste caso o ambiente fosse completamente vedado.

### **Propostas de melhoria do conforto térmico do ambiente**

A partir do que foi visto em sala de aula e de pesquisas sobre o assunto é possível apresentar outras soluções, além das contidas na norma.

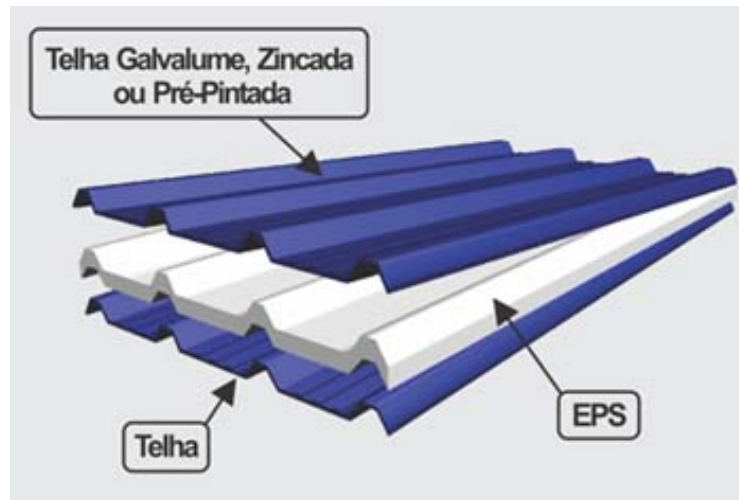
A implantação de um sistema de resfriamento evaporativo direto é uma boa alternativa, visto que ao utilizar uma fonte de água próxima à edificação, o ar circulado no ambiente ficará mais úmido possibilitando uma sensação térmica mais agradável. A Figura 3 demonstra este sistema.



**Figura 3: Sistema de resfriamento evaporativo direto.**

Fonte: <http://150.162.76.139/estrategia/re/>

Outra ideia é a utilização de telhados metálicos com desempenho termoacústico, onde são usadas chapas de aço galvanizado ou de alumínio recheadas com poliuretano, fazendo com que haja redução de calor e ruído para o ambiente. A Figura 4 exhibe esse tipo de telhado.



**Figura 4: Telhado metálico com desempenho termoacústico.**

Fonte: [www.metalica.com.br/telhas](http://www.metalica.com.br/telhas)

Outra solução para propiciar melhoria na sensação térmica é a instalação de ventiladores umidificadores. Estes dispositivos lançam partículas de água para manter os usuários do determinado ambiente com ar fresco e renovado. O dispositivo é exibido na Figura 5.



**Figura 5: Ventiladores umidificadores.**

Fonte: [www.milclassificados.com](http://www.milclassificados.com)

## CONCLUSÃO

De acordo com o estudo de campo à cerca do conforto térmico baseado na aplicação de questionários e monitoramento das condições térmicas com o confortímetro, foi possível observar o grau de satisfação dos usuários do local, onde a maioria afirmou estarem insatisfeita, e analisar as variáveis que nele interferem.

Considerando os índices do PMV, confirmou-se a opinião dos usuários quanto à sensação térmica do local, sendo o centro de convivência considerado muito quente no turno da tarde.



A partir das variáveis ambientais fornecidas pelo confortímetro, notou-se que o ambiente no período vespertino possui temperaturas bastante elevadas, o que causa o desconforto térmico nos usuários.

Constatou-se que o município de Caraúbas-RN está inserido na zona bioclimática 8 e baseado nas exigências da norma de Desempenho Térmico para esta zona pode-se observar que a edificação já contava com algumas delas e outras não se aplicavam para o ambiente. Porém, foram estabelecidas soluções buscando propiciar um local cada vez mais confortável termicamente para seus usuários, sendo elas: a implantação de um sistema de resfriamento evaporativo direto, a utilização de telhados metálicos com desempenho termoacústico e a instalação de ventiladores umidificadores.

Com base no exposto pode-se dizer que vários fatores possuem influencia direta sobre o desempenho térmico de uma edificação, tendo em vista que este é influenciado pelas características dos materiais que integram seus elementos e isto refletirá no conforto térmico de seus usuários. Portanto, torna-se necessário um estudo prévio antes de projetar qualquer edificação, afim de que esta proporcione conforto a seus usuários.

### **Referências**

ANDREASI, W. A.; SILVA, J. N. Estudo das variáveis climáticas internas que influenciam no conforto térmico e na eficiência energética das edificações. 2003.

HARLAN, S. L. BRAZEL, A.J. PRASHAD, L. STEFANOV, W.L. LARSEN, L. Neighborhood microclimates and vulnerability to heat stress. **Social Science & Medicine**, n. 63. p. 2847-2863, 2006.

ISO 7730. Moderate Thermal Environments – Determination of the PMV and PPD Indices and Specification of the Conditions of thermal comfort. International Organization for Standardization, Geneva, 1994, 2005.

Projeto 02:135.07-001/3: Desempenho térmico de edificações, Parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes contrutivas para habitações unifamiliares de interesse social. ABNT, Rio de Janeiro, 2003.