

APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO NO INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ – CAMPUS QUIXADÁ

Pollyana Maria Pimentel Monte (1) Gilson de Oliveira Claudino (2) João André Ximenes Mota (3)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – campus Quixadá
pollyanapimentelmonte@gmail.com

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – campus Quixadá
gilson.claudino@gmail.com

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – campus Quixadá
jandre.xm@gmail.com

Resumo: A ocorrência de mudanças no meio ambiente, como a retirada de cobertura vegetal, a impermeabilização do solo e a construção de prédios, alteram a termodinâmica e a hidrologia da superfície, provocando o aumento da temperatura e a diminuição da umidade, havendo assim a alteração do conforto térmico ambiental de determinada região. Diante disto, objetivou-se verificar as condições ambientais, através da determinação do Índice de Conforto Térmico (ICT) encontrado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, campus Quixadá, no interior do estado do Ceará. Para isso, foram escolhidos pontos aleatórios na referida instituição de ensino, utilizando equipamentos utilizados para a medição de temperaturas média, máxima e mínima, a umidade relativa do ar e a velocidade do vento. Alguns destes dados foram utilizados no cálculo do ICT. As nuvens presentes no momento da coleta de dados eram as do tipo Stratocumulus, encontradas em ambientes com umidade moderada. A temperatura média nos pontos foi de 29,39 °C e a umidade relativa variou abaixo de 55%. Os resultados obtidos do ICT enquadram-se na classe 8, na faixa de 24,0 a 26,9 °C, classificando-se como Limite superior da Zona de Conforto. A realização do estudo permitiu aprimorar o conhecimento tanto em relação ao manuseio dos equipamentos, quanto em metodologias de aplicação do índice de conforto térmico na cidade de Quixadá, localizada no semiárido nordestino, a qual apresenta temperaturas elevadas durante todo o ano e onde o estudo acerca desse índice são escassos.

Palavras-chave: Urbanização; Conforto Térmico; Bem-estar.

Introdução

A ocorrência de mudanças no meio ambiente, como a retirada de cobertura vegetal, a impermeabilização do solo e a construção de prédios, além da ausência de políticas públicas que garantem a manutenção de áreas verdes (FRANÇA *et al.*, 2015) alteram a termodinâmica e a hidrologia da superfície, provocando o aumento da temperatura e a diminuição da umidade, havendo assim a alteração do conforto térmico ambiental de determinada região (MENDES, 2018).

Entende-se por conforto térmico, a satisfação obtida pelo corpo humano em relação as condições térmicas do ambiente (PEREIRA; ALEIXO; SILVA NETO, 2016). A definição de conforto térmico pode ser atribuída do lado pessoal, o qual aborda o metabolismo e o vestuário; e o lado ambiental, relacionado a fatores como a temperatura e umidade relativa. Do ponto de vista ambiental, deve-se existir condições de harmonia entre o homem e o meio ambiente, ou seja, avaliar a necessidade do organismo em ativar, minimamente, mecanismos

(83) 3322.3222

contato@conadis.com.br

www.conadis.com.br

termorreguladores para estabelecer sua temperatura corporal de uma maneira estável (NÓBREGA; LEMOS, 2011).

Barbiere *et al.* (2017) afirma que o conforto térmico influencia no desempenho de atividades humanas, as pessoas apresentam um melhor rendimento quando as atividades são realizadas em um ambiente com conforto térmico. Para Silva *et al.* (2018) o desconforto gerado pelas variações climáticas pode prejudicar a saúde humana, podendo causar diminuição produtiva por parte dos seres humanos, assim como desmotivações, cansaço físico e mental.

Algumas variáveis ambientais relacionam-se ao conforto térmico, como a temperatura, a umidade, a velocidade do ar, a radiação solar incidente, as condições do solo e da água, características essas que podem ser alteradas pela presença humana (VIANA, 2013; WALKER *et al.*, 2017).

A presença da vegetação favorece o controle da temperatura do ambiente, através do sombreamento e do consumo da energia para a evapotranspiração na superfície da folha, portanto, torna-se importante a manutenção de áreas verdes, principalmente nos centros urbanos, com o intuito de mitigar o desconforto térmico em espaços livres (BARBIERE *et al.*, 2017).

Há uma grande quantidade de faixas de conforto térmico nos últimos anos, em algumas há até a avaliação da percepção média das pessoas com base nas condições de tempo atmosférico. Através do conhecimento acerca destas questões, é possível planejar medidas que minimizem o desconforto térmico, como na correta configuração de espaços urbanos e uso de materiais para construção em ambiente externos (GOBO *et al.*, 2018).

Diante do exposto, verificar o conforto térmico em uma região pode apresentar respostas sobre o bem-estar da população e promover a discussão de medidas mitigadoras para a manutenção das melhores condições de vida à população. Com base nisso, objetivou-se verificar as condições ambientais, através da determinação do Índice de Conforto Térmico (ICT) encontrado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, campus Quixadá, com o intuito de estabelecer as condições atuais de conforto da instituição, para a presença constante de alunos, professores, servidores, além de visitantes, no desempenho de suas atividades. Para realizar o estudo, foram determinados pontos nas dependências da Instituição e verificados alguns dados meteorológicos, como medição de temperatura e umidade relativa do ar, de forma a compor o cálculo do ICT e classificar a faixa de conforto.

Metodologia

A análise do Índice de Conforto Térmico (ICT) foi realizada nas dependências do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), localizado no município de Quixadá, cidade situada no sertão central do estado do Ceará, com clima tropical quente semiárido, pluviosidade média de 838,1 mm, sendo os meses de fevereiro a abril que concentram as chuvas na região. A temperatura média registrada no município é de 26 a 28°C (IPECE, 2017). A localização da cidade no estado está apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Localização de Quixadá-Ce.



Fonte: Raphael Lorenzeto de Abreu, 2006.

A instituição de ensino está situada numa área distante do centro da cidade, com a presença de áreas verdes, localiza-se próximo ao Açude Cedro, importante ponto turístico da cidade, abrangendo uma área de Unidade de Conservação de Proteção Integral.

Os dados foram coletados no mês de maio, durante quatro semanas, todas as medições foram realizadas no período da manhã, a partir de 9:00 horas. Para compor a metodologia, determinou-se cinco pontos aleatórios nas dependências da instituição. Todos os pontos, representados na Figura 2, localizam-se em áreas ao ar livre, apresentando, em alguns deles, proximidade aos blocos de ensino.

Figura 2 – Localização do ponto de estudo do ICT.



Fonte: Google Earth Pro, 2018.

Para a determinação dos dados meteorológicos e a aplicação destes no cálculo do índice, realizou-se a medição da temperatura máxima, mínima e média, a umidade relativa e a velocidade do vento, foi possível ainda verificar a presença e o tipo de nuvens no momento das medições.

Para obter dados em relação ao vento (m/s), utilizou-se o anemômetro digital, já o psicrômetro apresentou a umidade relativa do ar e as temperaturas, e utilizou-se o GPS, para demarcar os pontos analisados e apresenta-los na figura acima.

Ao obter os dados, aplicou-se a fórmula estabelecida por Funari (2006), na qual pode-se determinar o índice de temperatura e umidade. O resultado obtido a partir deste cálculo, torna possível a classificação do conforto térmico através de classes de temperatura, como mostra o Quadro 1, apresentado pelo mesmo autor, em que há características atribuídas a cada uma das classes representadas.

$$THI = Ts - (0,55 - 0,0055 \times UR) \times (Ts - 14,5)$$

Em que:

THI = Índice de Temperatura e Umidade

Ts = Temperatura do ar (°C)

UR = Umidade Relativa (%)

Quadro 1 - Índice de Conforto Térmico

Classes	ICT (°C)	Característica
1	< ou = 5,9	Resfriamento muito elevado
2	6,0 – 8,9	Resfriamento elevado
3	9,0 – 11,9	Frio
4	12,0 – 14,9	Desconforto pelo frio
5	15,0 – 17,9	Leve desconforto pelo frio
6	18,0 – 20,9	Limite inferior da zona de conforto
7	21,0 – 23,9	Centro da zona de conforto
8	24,0 – 26,9	Limite superior da zona de conforto
9	27,0 – 29,9	Leve desconforto pelo calor
10	30,0 – 32,9	Desconforto pelo calor
11	> ou = 33,0	Aquecimento elevado

Fonte: Funari (2006)

Resultados e Discussão

A partir dos dados coletados, foi feita a média das quatro semanas e os dados estão compilados na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados Meteorológicos.

Coordenadas	Temperatura			Vento (m/s)	Umidade Relativa (%)	ICT
	T (°C)	Tmáx	Tmin			
P1	31,1	32,5	29,7	2,13	50,1	26,54
P2	29,3	30,1	28,5	1,4	48,1	25,07
P3	29	30,1	27,9	4,75	54	25,33
P4	28,8	29,9	27,7	2,4	53,5	25,14
P5	28,15	29,2	27,1	5,36	51,1	24,47

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

No período da coleta de dados não houve registro de precipitação na área analisada. As nuvens observadas foram as do tipo Stratocumulus, encontradas em ambientes cuja umidade é moderada.

A temperatura média registrada na cidade de Quixadá varia entre 26°C a 28°C (IPECE, 2017). Pode-se observar que as temperaturas registradas em todos os pontos foi superior a temperatura média, sendo o Ponto 1 (31,1°C), a maior diferença com a média registrada.

A umidade relativa variou de 48 a 54%, sendo considerada inferior ao que recomenda a Organização Mundial de Saúde (OMS), que estabelece que índices inferiores a 60% não são adequados para a saúde humana. Alguns efeitos podem ser causados em razão deste baixo valor, como complicações alérgicas e respiratórias, ressecamento da pele, irritação dos olhos e aumento do potencial de incêndios em pastagens e florestas (CGE, 2018).

De acordo com a classificação de Funari (2006), os pontos analisados encontram-se na classe 8, com ICT entre 24,0 e 26,9 °C (Quadro 1), caracterizado como limite superior a zona de conforto, ficando acima apenas uma classe do recomendado, classe 7, caracterizada como centro da zona de conforto, com temperatura entre 21 – 23,9 °C. No entanto, mesmo acima, de acordo com Silva Júnior (2012), temperaturas abaixo de 27°C não apresentam problemas de saúde, diferentemente de temperaturas superiores a 27°C, que podem causar fadiga, caso haja a realização de atividades por prolongados períodos em ambientes ao ar livre e em temperaturas superiores, há possibilidade de câimbras e de esgotamento físico. Temperaturas em torno de 54°C apresentam o risco de acidente vascular cerebral (AVC).

A alteração dos ambientes aumenta o índice de insolação diminuindo o albedo e a sensação de conforto térmico pela população. O clima tem a capacidade de alterar a saúde, a energia e o conforto dos seres humanos mais do que qualquer outro componente do meio ambiente (NÓBREGA; LEMOS, 2011). As maiores temperaturas e menores umidade relativas do ar foram encontradas nos locais de alto trânsito de veículos, com maior concentração de comércios e alta densidade de área construída (FRANCO; NOGUEIRA, 2012).

Segundo Martini *et al.* (2013), espaços arborizados apresentam melhores condições de conforto térmico, principalmente devido a estratégias de resfriamento evaporativo, umidificação, melhoramento do microclima e o seu entorno, isso resultará em um ambiente externo mais confortável e adequado ao uso (RIBEIRO *et al.*, 2018).

As afirmações acima corroboram com os dados obtidos por Barros *et al.* (2017), o qual realizou uma pesquisa na cidade de Belém (PA) sobre a melhoria do conforto térmico atribuída a presença de praças em dois bairros da cidade. Através da realização de entrevistas com moradores, 62% dos entrevistados afirmaram a melhoria da qualidade de vida, determinada pelo conforto térmico, em razão da presença de áreas arborizadas em praças.

Minella e Krüger (2017) desenvolveram um índice que indica a cobertura vegetal necessária para haver reduções na temperatura do ar (em 1°C), mantendo-se a área construída inalterada, ao considerar o período diurno e a situação de verão em Curitiba/PR. As temperaturas no decorrer do teste variaram de 27 – 38°C, e o resultado obtido foi a necessidade de ampliação de 72% de cobertura vegetal para a redução de 1°C na temperatura do ar, reafirmando a contribuição de áreas verdes à redução da temperatura.

Associado a presença de áreas verdes, Martelli e Santos Júnior (2015) afirmam a necessidade de manutenção dessas áreas, através de práticas de a educação ambiental, para a melhoria da região, intensificando-se a demanda por atividades que estimulem o

desenvolvimento de uma consciência ambiental na população, além da gestão adequada da arborização, o plantio de espécies adequadas para cada local e a redução dos pedidos de supressão.

Tratando-se de medidas para manter o conforto térmico, torna-se importante o seu estabelecimento no interior de uma edificação, principalmente no caso de áreas que abriguem uma maior quantidade de pessoas, como as instituições de ensino. Há matérias cuja introdução possibilita a criação de uma barreira ao fluxo de calor para o interior da edificação, como observado por Queiroz e Melo (2019), esse é o caso do quartzito, cujo material, ao receber a radiação solar, possui baixa propagação das ondas de calor, provocando menor transmitância e maior capacidade térmica, sendo estas propriedades interessantes para a inserção em ambientes com regiões de clima tropical, cujo interesse é reduzir as temperaturas nos ambientes internos.

Conclusões

A aplicação do índice de conforto térmico no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, campus Quixadá apresentou classificação 8, sendo esta superior ao limite de conforto térmico almejado.

Como forma de mitigar os efeitos causados pelo desconforto térmico, podem ser tomadas medidas como a manutenção de área arborizadas, principalmente nos espaços urbanos, com a função de sombreamento, assim como a aplicação de alguns materiais que evitem a propagação de calor no interior de edificações.

A área de estudo retratada neste artigo, conta com a presença de espaços arborizados, tanto no interior desta quanto em seus arredores e mesmo assim apresenta conforto térmico acima do indicado, o que chama atenção para o centro urbano da cidade de Quixadá, que além de localizar-se num ambiente onde as temperaturas são elevadas e as chuvas escassas, conta ainda com práticas modificadoras da paisagem ocasionadas pelo homem.

Referências

BARBIERI, Lucas Ribeiro *et al.* Influência da vegetação no conforto térmico da UTFPR Campus - Campo Mourão – PR. **Revista GEOMAE**, v.8 n. Especial, p. 40 – 49, 2017.

BARROS, Alexandre Patrício Silva *et al.* Planejamento urbano, áreas verdes e qualidade de vida: uma análise comparativa entre os bairros Terra Firme e Cidade Velha – Belém/PA. **Revista Eletrônica Georaguaia**, v. 7, n. 2, p. 68 - 85. 2017

CGE. **Umidade reativa do ar**. Disponível em: < <https://www.cgesp.org/v3/umidade-relativa-do-ar.jsp>>. Acesso em 13 set. 2018.

FRANÇA, Mauro Sérgio de. Estimativa de índices de conforto térmico na cidade de Cuiabá/MT. **Caminhos de Geografia**, v. 16, n. 55, 2015.

FRANCO, Fernanda Miguel; NOGEIRA, Marta Cristina de Jesus Albuquerque. Análise Microclimática em função do uso e ocupação do solo em Cuiabá-MT. **Revista Mercator**, v. 11, n. 26, p. 157-170, 2012.

FUNARI, Frederico Luiz. **O Índice de Sensação Térmica Humana em função dos tipos de tempo na Região Metropolitana de São Paulo**. 2006. 108p. Tese (Doutorado) Curso de Geografia. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 2006.

GOBO, João Paulo Assis. Calibração das Faixas de Conforto Térmico Humano para Espaços Abertos em Clima Subtropical. **Revista do Departamento de Geografia**, Volume Especial, 2018.

IPECE. **Perfil Básico Municipal de Quixadá**, 2017. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/perfil_basico_municipal/2017/Quixada.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2018.

MARTELLI, Anderson; SANTOS JÚNIOR Arnaldo Rodrigues. Arborização Urbana do município de Itapira – SP: perspectivas para educação ambiental e sua influência no conforto térmico. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 1018-1031. 2015.

MARTINI, Angeline et al. A periodicidade diária do índice de conforto térmico na arborização de ruas de Curitiba/PR. **Scientia Plena**, v. 9, n. 5, p. 1-9, 2013.

MENDES, Tamires Gabryele de Lima *et al.* Avaliação de índices de conforto térmico ambiental nos bairros de Recife - Pernambuco (Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 4, n. 1, p. 136-147, 2018.

MINELLA, Flavia Cristina Osaku; KRÜGER, Eduardo Leite. Proposição do índice "fração vegetada" e sua relação com alterações na temperatura do ar e no conforto térmico no período diurno e em situação de verão para Curitiba. **Revista Ambiente construído**, v.17, n.1. 2017.

NÓBREGA, Ranyére Silva; LEMOS, Thiago Verçosa da Silva Lemos. O microclima e o (des)conforto térmico em ambientes abertos na cidade do Recife. **Revista de Geografia (UFPE)** v. 28, n. 1, 2011.

PEREIRA, Antônio Risomar Figueiredo; ALEIXO, Natacha Cíntia Regina; SILVA NETO, João Cândido André da. Abordagem introdutória sobre o conforto térmico em moradias da cidade de Tefé-AM. XII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Variabilidade e Suscetibilidade Climática: Implicações Ecosistêmicas e Sociais. **Anais**. Goiânia, 2016.

QUEIROZ, Clarissa de Andrade; MELO, Aluísio Braz. Caracterização das propriedades térmicas da pedra reconstituída com resíduos da extração de quartzito para aplicação em revestimento de fachadas de edifícios. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 15, n. 1, p. 136 – 150. 2019.

RIBEIRO, Karyn Ferreira Antunes *et al.* Estudo da influência do sombreamento arbóreo nos índices de conforto térmico na cidade de Cuiabá – MT. **Revista Ambiente Guarapuava**, v.14 n.2 p. 300 – 314. 2018.

SILVA, Nara Kethilin França. Conforto Térmico em Habitações de Interesse Social: um Estudo Aplicado a uma Unidade de Saúde da Família. **Revista Uniciências**, v. 22, n. 1, p. 2-7, 2018.

SILVA JÚNIOR, João de Athaydes. Análise da Distribuição Espacial do Conforto Térmico na Cidade de Belém, PA no Período Menos Chuvoso. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 2, p. 218-232, 2012.

VIANA, Simone Scatolon Menotti. **Conforto Térmico nas Escolas Estaduais de Presidente Prudente/SP**. 2013. 218p. Teses de doutorado em Geografia. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Presidente Prudente-SP, 2013.

WALKER, Nadine Roberta *et al.* Níveis de temperatura e umidade relacionados ao bem-estar de bovinos confinados em eventos agropecuários. **Revista Ciências Agroveterinárias e Alimentos**, n. 2, 2017.