XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído
JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE CONFORTO TÉRMICO EM EDIFICAÇÕES POPULARES EM CATALÃO – GO

Sayonara Lanna A. de Jesus (1); Suelen Aparecida Silva de Oliveira (2); Natan da Silva (3); Juarez Francisco Freire Junior (4); Ed Carlo R. Paiva (5)
(1) Graduanda, Engenharia Civil, sayonaralanna1996@hotmail.com
(2) Graduanda, Engenharia Civil, suelenoliveira021@hotmail.com
(3) Graduando, Engenharia Civil, natan_rv_@hotmail.com
(4) Graduando, Engenharia Civil, juarezffj@hotmail.com
(5) Doutor, Professor do Departamento de Engenharia Civil, edcarlopaiva@yahoo.com.br
Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, Faculdade de Engenharia. Av. Dr. Lamartine Pinto de Avelar, 1120, Setor universitário, Catalão – GO, CEP:75712-735, tel.: (64) 3441-5325

RESUMO
Este trabalho visa a análise das condições de conforto térmico de um condomínio popular do programa habitacional Minha Casa Minha Vida, na cidade de Catalão – Goiás. Assim, procurar-se-á entender as relações entre conforto térmico e aspectos construtivos visando propor melhorias em construções futuras em regiões que possuem as mesmas características climáticas, e tentar atenuar os efeitos de desconforto do condomínio estudado, com propostas e projetos que aliam economia e sustentabilidade. O conforto térmico foi avaliado de acordo com a ISO 7730/2005 através dos índices PMV e PPD, o estresse térmico foi analisado pelo valor máximo do IBUTG através da NR 15/78. Foram efetuadas medições e determinados os parâmetros de interesse utilizando os programas Grapsi v. 5.1 e CBE Thermal Comfort Tool. As medições foram feitas em três dias de cada estação do ano, sendo que já foram efetuadas as aferições da primavera e verão. De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que, nas medições realizadas na primavera (dezembro 2018), dois, dos três dias analisados apresentaram cerca de 36% das horas em situação de conforto, enquanto no verão (março 2019), não foram obtidos resultados satisfatórios, quanto a esse quesito. Os resultados indicam a existência de desconforto térmico nos apartamentos analisados e sugerem que as edificações não foram adequadamente concebidas, quanto a esse aspecto construtivo. Os estudos de iniciação científica continuarão considerando as estações subsequentes.
Palavras-chave: conforto térmico, medições, condomínio.

ABSTRACT
This work aims at analyzing the thermal comfort conditions of a popular condominium of the housing program Minha Casa Minha Vida, in the city of Catalão - Goiás. Thus, we will try to understand the relationship between thermal comfort and constructive aspects in order to propose improvements in constructions in regions with the same climatic characteristics, and try to mitigate the discomfort effects of the condominium studied, with proposals and projects that combine economy and sustainability. The thermal comfort was evaluated according to ISO 7730/2005 through the PMV and PPD indices; the thermal stress was analyzed by the maximum value of the IBUTG through NR 15/78. Measurements were made and the parameters of interest were determined using Grapsi v. 5.1 and CBE Thermal Comfort Tool. The measurements were taken in three days of each season of the year, and the measurements of the spring and summer were already made. According to the results obtained, two of the three days analyzed showed approximately 36% of the hours in comfort during the spring (December 2018), while in summer (March 2019), satisfactory results were not obtained in this respect. The results indicate the existence of thermal discomfort in the apartments analyzed and suggest that the buildings were not adequately conceived in this constructive aspect. Scientific initiation studies will continue to consider subsequent seasons.
Keywords: thermal comfort, measurements, condominium.

1. INTRODUÇÃO

O ser humano tem buscado, constantemente, ambientes confortáveis e adequados para as suas atividades. Por isso é importante que a arquitetura e os materiais empregados em uma edificação estejam aliados para atender ao conforto dos seus usuários. Estudos afirmam que o homem possui mais qualidade de vida e de saúde quando seu organismo não está submetido a fadiga ou estresse, inclusive térmico. Segundo Frota e Schiffer (2001) o homem tem melhores condições vida e de saúde quando seu organismo pode funcionar sem ser submetido à fadiga ou estresse, inclusive térmico. Além disso, as autoras consideram que a arquitetura tem como uma de suas funções, proporcionar condições térmicas compatíveis ao conforto térmico humano no interior dos edifícios, sejam quais forem as condições climáticas externas.

A negligência dada à fase de concepção de projeto, que define o sistema estrutural, escolha de material, posicionamento e tamanho de aberturas, espessura e revestimento de parede, cor da tinta e direcionamento da fachada, tem gerado edificações inadequadas, e com baixa eficiência energética e conforto para seus usuários (ROTTA, 2009). Conforme Oliveira *et al*. (2014) a necessidade de se produzir residências em larga escala tem feito com que a construção de habitações de interesse social seja padronizada em todo o território nacional. Esse fato acaba conduzido a projeto e construção de edificações-padrão, desconsiderando as características climáticas de cada região.

O conforto térmico é definido por ASHRAE (2004), como a condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico. A insatisfação pode ser acarretada pela sensação de desconforto devido a calor ou frio, presentes em situações de maior variabilidade térmica (LAMBERTS *et al*., 2016).

O conforto térmico pode ser dividido em variáveis ambientais e humanas. Sendo que as variáveis ambientais são: temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade do ar, e umidade relativa do ar. Já as variáveis humanas são subjetivas de cada indivíduo como: metabolismo gerado pela atividade física e resistência térmica oferecida pelas vestimentas, que são dependentes de parâmetros como sexo, idade, peso, altura, entre outros (LAMBERTS *et al*., 2016).

Fundamentada em pesquisas no âmbito do conforto térmico, realizado por Fanger em 1970, foi elaborada a primeira edição da norma internacional ISO 7730 – Ambientes térmicos moderados no ano de 1984, que se tornou uma referência mundial em relação a análise do conforto térmico em edificações. Em seu trabalho, Fanger determina dois índices de conforto térmico, que são: o voto médio previsto (PMV – *Predicted Mean Vote*) e o Percentual estimado de insatisfeitos (PPD – *Predicted Percentage of Dissatisfied*) (GOUVÊA, 2004; LAMBERTS e XAVIER, 2002).

Diante do exposto, pretende-se avaliar o conforto térmico de um condomínio popular do programa minha casa minha vida (PMCMV), situado na cidade de Catalão – Goiás. O foco deste estudo é avaliar as condições de conforto térmico dessas edificações, a fim de propor melhorias arquitetônicas, de forma que melhore o conforto térmico e a eficiência energética das moradias, a fim de ser aplicadas em construções futuras do PMCMV, em regiões com as mesmas características. Além disso, pretende-se conforme o resultado da análise, propor soluções para o condomínio avaliado.

2. OBJETIVO

Levantar e analisar parâmetros de conforto térmico como temperatura, umidade e velocidade do ar em um apartamento do Condomínio Ipanema, na cidade de Catalão – Goiás, e a partir desses parâmetros determinar os índices de conforto PMV e PPD.

3. MÉTODO

O procedimento de análise das condições térmicas averiguou os índices de conforto térmico para os usuários de um Condomínio residencial de dois pavimentos naturalmente ventilada na cidade de Catalão. Os índices de conforto térmico foram verificados de acordo com a teoria estática, conforme ISO 7730 (2005) e Fanger e Toftum (2002) já que ainda não há uma norma de índices de conforto térmico para o Brasil.

Para determinação dos índices de conforto, foram feitas medições *in loco* dos parâmetros ambientais em um dos apartamentos do pavilhão B do Condomínio Ipanema, com obtenção dos índices de PMV e PPD através do software online e gratuito CBE Thermal Comfort Tool.

3.1. Caracterização do Condômino

O Condomínio foi construído dentro do programa Minha Casa Minha Vida e situa-se, na Rua Vereador Wilson Naves Nº 300, Bairro Ipanema, na cidade de Catalão, região sudeste do estado de Goiás. A sua localização definida no Google Earth, encontra-se à latitude 18º 8' 56'' Sul e à longitude 47º 55' 47'' Oeste.

O condomínio possui oito blocos iguais de dois pavimentos, garagem, sala de reunião e guarita. Cada Pavilhão possui oito apartamentos com a mesma disposição de cômodos, sendo quatro apartamentos no térreo e quatro no pavimento superior. A área de ocupação de um apartamento é equivalente a 41 m², sendo dividida em: cozinha, sala, banheiro e dois quartos.

O sistema construtivo utilizado na edificação é o de alvenaria estrutural. Além disso, a edificação possui contrapiso sobre solo aterrado, forro de gesso e cobertura composta por madeira e telhas cerâmica. As paredes internas são de cor branca, e a externa varia de coloração conforme o pavilhão. As janelas da edificação são de vidro temperado, sendo o tipo de abertura de correr, e espessura de 8,0 milímetros. Quando estão totalmente abertas, o vão para passagem de corrente de ar corresponde a 50% da sua área total. E todas as portas do apartamento são de madeiras com altura de 2,10 metros, largura de 80 centímetros.

De acordo com as informações fornecidas pelos moradores, por motivos de segurança e privacidade, a porta da sala e as janelas encontram-se abertas somente no período diurno, entre 11:00 e 18:00 horas.

3.2. Escolha do apartamento

Por se tratar de um condomínio já habitado foi necessário realizar uma reunião convocando todos os moradores do condomínio, onde foi exposto o projeto de pesquisa e explicados os objetivos.

A análise foi realizada em apenas um dos apartamentos do conjunto habitacional, o de número 104 do bloco B, devido à indisponibilidade dos demais moradores.

As medições referentes às estações primavera e verão já foram realizadas, tendo sido efetuadas das 8 horas às 18 horas, com intervalos de uma hora. Optou-se pela realização de três dias de medição para cada uma das estações. As estações de outono e inverno ainda serão mensuradas, utilizando-se esses mesmos critérios de medição.

3.3. Ocupação, taxa metabólica e vestimentas

Cada um dos apartamentos acomoda de uma a quatro pessoas. No presente estudo, por tratar-se de uma residência, a atividade selecionada para os usuários foi sedentária em casa/escritório, por entender ser condizente com um apartamento residencial. Tal padrão é utilizado por parte da ASHARAE Standard 55 (2013) e da NBR 16401-2 (ABNT, 2008), e apresenta uma taxa metabólica estimada em 1,2 met.

Conforme a NBR 16401-2 (ABNT, 2008), com relação as roupas que os usuários se vestem, foram selecionados os seguintes trajes para o verão: Cueca, camisa com manga curta, calça fina, meia fina e sapatos. Essa combinação resulta em um valor de 0,50 clo. Já para roupas típicas de inverno, o conjunto resultou em um total de 0,9 clo. Conforme a ISO 7730 (2005), para pessoas sentadas, a cadeira pode contribuir com um aumento adicional de isolamento de 0 a 0,4 clo. Considerando um acréscimo de 0,1 clo para o isolamento, os valores para a Primavera e Verão foram de 0,6 clo e para Outono Inverno de 1,0 clo.

3.4. Avaliação do conforto

Para a avaliação do conforto térmico no apartamento foi utilizada a teoria estática, proposta por Fanger (1970), onde os indicadores de avaliação são: PMV (voto médio previsto) e o PPD (porcentagem prevista de insatisfeito). Por tratar-se de um edifício com ventilação natural, levou-se em consideração o a metodologia mais adequada seria a adaptativa, porém foi feito um ajuste como proposto por Fanger e Toftum (2002), conhecido como fator de expectativa "e", exposto na Tabela 1. Esse fator deve ser multiplicado ao PMV, fazendo com que as variáveis psicológicas possam ser consideradas, promovendo uma integração entre a teoria analítica e a teoria adaptativa. Esse método é conhecido como modelo PMV estendido, que combina os pontos fortes das duas abordagens.

Tabela 1– Fator de expectativa (e).

Expectativa	Classificação dos edifícios sem ar condicionado		Fator de expectativa (e)
	Localização	Períodos quentes	
Alta	Em regiões onde os edifícios com ar condicionados	Ocorrendo brevemente durante a	0,9 - 1,0
Média	Em regiões com alguns edifícios com ar	Temporada de verão	0,7 - 0,9
Baixa	Em regiões com poucos edifícios com ar	Todas as temporadas	0,5 - 0,7

Fonte: Adaptado de Fanger e Toftum (2002).

A norma ISO 7730 (2005) - Ergonomia do Ambiente Térmico - Determinação e Interpretação Analítica de Conforto Térmico usando o Cálculo dos Índices de PMV e PPD e os Critérios de Conforto Térmico Local, especifica as condições de aceitabilidade térmica de um ambiente para que se obtenha conforto dos usuários, apresentando critérios e limites para se alcançar tal objetivo.

O índice PMV apresenta uma variação conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Escala de classificação do ambiente pelo índice PMV

-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
Muito frio	Frio	Leve sensação	Neutralidade térmica	Leve sensação	Calor	Muito calor

Embora o PMV possua uma variação de -3 a +3, conforme Tabela 2, a sua utilização é recomendada quando o seu valor se encontra entre os limites +2 e -2, que correspondem a ambientes morno ou fresco, respectivamente. A referida norma ressalta que além desse intervalo as seguintes condições devem ser atendidas:

- Atividade desempenhada pelo indivíduo (*M*) = 46 a 232 W/m² (0,8 a 4 met);
- Isolamento térmico das roupas utilizadas (I_{cl}) = 0 a 0,310 m².ºC/W (0 a 2 clo);
- Temperatura do ar (T_{ar}) = 10 a 30 ºC;
- Temperatura radiante média (T_{RM}) = 10 a 40 ºC;
- Velocidade do ar (V_{ar}) = 0 a 1 m/s;
- Pressão parcial do vapor de água no ar ambiente (P_a) = 0 Pa a 2700 Pa.

A norma ISO 7730 (2005) ainda recomenda para os ambientes de ocupação moderados um PPD menor que 10%, que corresponde a uma faixa de PMV entre -0,5 a 0,5.

3.5. Instrumentação

Para a realização do estudo foi utilizado o medidor de estresse térmico, que tem a finalidade de medir o calor radiante existente no ambiente. Este equipamento é composto por três tipos de termômetros, que medem a temperatura de globo, temperatura de bulbo seco e temperatura de bulbo úmido. O equipamento utilizado para a caracterização dessas propriedades foi o TGD-200 da Instrutherm de precisão: ± 0,5 ºC e resolução de 0,1 ºC.

Também foi utilizado um termo-higroanemômetro digital compacto modelo Testo 425 com sonda fixa, para averiguar a movimentação de ar no mesmo local onde ocorreram as aferições de temperatura.

A umidade Relativa por sua vez, foi obtida pelo programa Grapsi 5.1 (MELO e LOPES, 2003), que calcula as propriedades psicrométricas do ar mediante o conhecimento da temperatura de bulbo úmido e temperatura de bulbo seco e da pressão atmosférica. Considerou-se que o Condomínio Ipanema está a uma altitude aproximada de 907 m, sendo a pressão atmosférica de 91,3 KPa.

Os cálculos para a obtenção do PMV e PPD foram realizados pelo Software CBE Thermal Comfort Tool, a partir dos dados de entrada que são Temperatura Operativa (ºC), Velocidade do Ar (m/s), Umidade (%), Taxa metabólica (MET) e Índice de resistência térmica para vestimentas (clo). Os valores adotados para os cálculos dos índices foram:

Atividade desempenhada pelo indivíduo = 1,2 met (Atividade sedentária);

Isolamento térmico das roupas utilizadas = 0,6 clo (primavera/verão);

Velocidade do ar = 0, 1 m/s;

Temperatura operativa = É a média entre a temperatura do ar e a Temperatura radiante média (t_{mr}). Por definição, a t_{mr} é a temperatura uniforme das superfícies envolventes de um espaço imaginário, onde a transferência de calor por radiação entre este espaço e um ocupante seja igual à soma das transferências de calor por radiação não uniformes das superfícies envolventes de um espaço real. E pode ser calculada pela Equação 1.

$$t_o = \frac{(t_{mr} + (t_a \cdot \sqrt{10v}))}{1 + \sqrt{10v}} \qquad \text{Equação 1}$$

Onde: t_o = Temperatura operativa [ºC]; t_{mr} = Temperatura radiante média [ºC]; e v = velocidade do ar [m/s].

4. RESULTADOS PRELIMINARES

Os resultados obtidos das medições *in loco* e as análises de conforto no condomínio, no período de primavera de 2018 e verão de 2019, são apresentados na Tabela 3 e 4, respectivamente. Todas as medições

da primavera foram realizadas no horário de verão (UTC – 2) enquanto as medições do verão foram realizadas no horário normal (UTC – 3).

Enfatiza-se que as medições foram planejadas no período das 8:00 às 18:00, esperando-se que as temperaturas máximas ocorressem nesse período. Ahrens (1993) em seus trabalhos justifica que a hora exata da temperatura máxima varia, no entanto, ocorre no período da tarde, geralmente em torno das 15:00 às 17:00 em um dia de verão.

Conforme apresentado na Tabela 3 e de acordo com os índices PMV e PPD calculados para as temperaturas instantâneas registradas na primavera, verificou-se que nos dias 01 e 16 de dezembro de 2018 foram obtidas cerca de 36% das horas de medição com sensação de conforto térmico, sendo que no dia 15 de dezembro nenhuma das horas de medição apresentou sensação de conforto.

Tabela 3 - Índices PMV e PPD calculados para as medições da primavera 2018 e verão 2019.

PRIMAVERA				**VERÃO**			
Medição 01 -12 – 2018				**Medição 12 - 03 - 2019**			
Horário	**PMV**	**PPD (%)**	**Sensação térmica**	**Horário**	**PMV**	**PPD (%)**	**Sensação térmica**
08:00	0,73	16	Levemente quente	08:00	0,66	14	Levemente quente
09:00	0	5	Neutro	09:00	1,15	33	Levemente quente
10:00	0,08	5	Neutro	10:00	1,37	44	Levemente quente
11:00	0,14	5	Neutro	11:00	1,22	36	Levemente quente
12:00	0,37	8	Neutro	12:00	1,1	31	Levemente quente
13:00	-0,64	14	Levemente frio	13:00	1,81	68	Quente
14:00	0,93	23	levemente quente	14:00	0,68	15	Levemente quente
15:00	0,85	20	levemente quente	15:00	1,4	45	Levemente quente
16:00	0,96	25	levemente quente	16:00	1,43	47	Levemente quente
17:00	0,99	26	levemente quente	17:00	1,27	39	Levemente quente
18:00	1,16	34	levemente quente	18:00	0,9	22	Levemente quente
Medição 15 - 12 – 2018				**Medição 16 - 03 -2019**			
Horário	**PMV**	**PPD (%)**	**Sensação térmica**	**Horário**	**PMV**	**PPD (%)**	**Sensação térmica**
08:00	1,06	29	Levemente quente	08:00	0,93	23	Levemente quente
09:00	1,19	35	Levemente quente	09:00	1,14	33	Levemente quente
10:00	1,34	43	Levemente quente	10:00	1,41	46	Levemente quente
11:00	1,66	59	Quente	11:00	1,43	47	Levemente quente
12:00	1,84	69	Quente	12:00	1,1	31	Levemente quente
13:00	1,95	74	Quente	13:00	2,15	85	Quente
14:00	2,03	78	Quente	14:00	1,72	63	Quente
15:00	2,12	82	Quente	15:00	1,46	49	Levemente quente
16:00	2,34	90	Quente	16:00	1,67	60	Quente
17:00	2,33	89	Quente	17:00	1,48	50	Levemente quente
18:00	2,2	85	Quente	18:00	1,21	36	Levemente quente
Medição 16 - 12 – 2018				**Medição 17 - 03 - 2019**			
Horário	**PMV**	**PPD (%)**	**Sensação térmica**	**Horário**	**PMV**	**PPD (%)**	**Sensação térmica**
08:15	0,48	10	Neutro	08:15	0,97	25	Levemente quente
09:00	0,04	5	Neutro	09:00	0,99	26	Levemente quente
10:00	0,01	5	Neutro	10:00	0,82	19	Levemente quente
11:00	0,32	7	Neutro	11:00	0,93	23	Levemente quente
12:00	0,59	13	Levemente quente	12:00	0,79	18	Levemente quente
13:00	1,21	36	Levemente quente	13:00	1,73	63	Quente
14:00	0,88	22	Levemente quente	14:00	0,54	11	Levemente quente
15:00	0,78	18	Levemente quente	15:00	1,4	45	Levemente quente
16:00	1,04	28	Levemente quente	16:00	1,03	27	Levemente quente
17:00	1,15	33	Levemente quente	17:00	1,18	34	Levemente quente
18:00	1,05	28	Levemente quente	18:00	0,88	21	Levemente quente

Fonte: Próprios Autores (2019).

De acordo com os índices PMV e PPD calculados para as temperaturas instantâneas registradas no verão, verificou-se conforme exposto na Tabela 3, que em todos os dias e horários analisados não se conseguiu atingir um só dia e, ou horário com sensação de conforto térmico. Tal observação vai ao encontro do relatado por Ahrens (1993).

Conforme resultados apresentados na Tabelas 3 o período mais crítico, em termos de desconforto térmico foi o mesmo para as duas estações do ano analisadas, ou seja, o período da tarde. Entretanto, a hora mais crítica variou na primavera, enquanto para o verão ela se manteve constante, ou seja, às 13 horas.

Embora no período de verão não tenha sido encontrada nenhuma hora em que houvesse uma sensação de conforto térmico, a maior insatisfação térmica deu na Primavera, atingindo um PPD 72%. Acredita-se que tal fato pode estar relacionado a amplitude térmica ocorrida nessa estação.

5. CONSIDERAÇÕES E ETAPAS FUTURAS

Para as estações já aferidas os resultados obtidos sugerem que não há conformidade dos apartamentos em relação aos índices de conforto e sensação térmica. Portanto, há a necessidade de melhorias a fim de se amenizar a sensação de desconforto dos usuários. Acredita-se que, dentre as soluções possíveis para o condomínio estudado, a implantação de um projeto de arborização, o qual pode contribuir para redução da incidência de direta da luz solar sobre as paredes das edificações. Além disso, pode-se pensar em pinturas de fachadas nas cores branca e a colocação de brises.

Além disso, para atender as propostas do trabalho, prosseguirão as medições de temperatura no apartamento, para obtenção dos resultados de Outono e Inverno, de acordo com a disponibilidade do proprietário do apartamento estudado. Conforme os resultados obtidos ao final da pesquisa serão feitos trabalhos futuros de modelagem computacional utilizando softwares a fim de melhorar as concepções de residências de interesse social.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-1: Edificações habitacionais – Desempenho – parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16401-2: Instalações de ar-condicionado – sistemas centrais e unitários - parte 2: parâmetros de conforto térmico. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

AHRENS, A. D. Essentials of Meteorology: an invitation to the atmosphere. New York: West Publishing Company, 1993.

ASHRAE - AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE). Standard 55-2013. Thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta, 2013.

FANGER, O. Thermal Comfort - Analysis and Application in Environmental Engineering. Copenhagen, 1970. 244p.

FANGER, P. O.; TOFTUM, J. Extension of the PMV model to non-air-conditioned buildings in warm climates. Energy and buildings, v. 34, n. 6, p. 533-536, 2002.

FROTA, A. B.; Schiffer, S. R.; Manual de conforto térmico: arquitetura. 5ª Edição. São Paulo, 2001.

GOUVÊA, T. C. Avaliação do conforto térmico: uma experiência na indústria da confecção. 2004. 163 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 7730: Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Geneva, 2005.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L. PEREIRA. Eficiência Energética na Arquitetura. 3ª Edição. Eletrobras Procel. Rio de Janeiro, 2014.

LAMBERTS, R.; GHIS, E.; ABREU, A. P.; CARLO, J. C.; BATISTA, J. O. B; MARINOSKI, D. L.; NARANJO, A.; DUARTE, V. C. P. Desempenho térmico de edificações. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

LAMBERTS, R.; XAVIER, A. A. P. Conforto térmico e estresse térmico. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

MELO, E. C.; LOPES, D. C. Grapsi. Versão 5.1. CCA – Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal de Viçosa, 2003.

NOGUEIRA, M. C. J. A.; DUARTE, L. C.; DE SOUZA NOGUEIRA, J. Conforto térmico na escola pública em Cuiabá-MT: estudo de caso. REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v. 14, 2012.

OLIVEIRA, R. D.; VILELA, C. T. de S.; SOUZA, R. V. G.; SILVA, R. M. Análise do desempenho térmico de envoltórias em concreto no Brasil. XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC), p.1655-1664, novembro 2014. Maceió, 2014. Disponível em: < http://www.infohab.org.br/entac2014/artigos/paper_74.pdf>. Acesso em: 05 out. 2018.

ROTTA, R. Desempenho térmico de edificações multifamiliares de interesse social em conjuntos habitacionais na cidade de Santa Maria - RS. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.