

AVALIAÇÃO DA COBERTURA PARA O CONFORTO TÉRMICO DE UM AMBIENTE ESCOLAR EM CUIABÁ-MT

Laís Braga Caneppele⁽¹⁾; Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira⁽²⁾; Luciane Cleonice Durante⁽²⁾; Ivan Júlio Apolônio Callejas⁽²⁾

(1) Universidade Federal de Mato Grosso, e-mail: laiscaneppele@gmail.com

(2) Universidade Federal de Mato Grosso

Resumo

As estruturas físicas escolares devem ser confortáveis e permitir que os indivíduos desenvolvam o ensino e a aprendizagem com conforto e salubridade. O objetivo geral é avaliar o desempenho da cobertura instalada para um ambiente escolar a partir do uso de softwares de simulação e propor a substituição do componente construtivo para melhor atender as necessidades do projeto. Foi analisada uma sala de aula da Escola Estadual Ulisses Cuiabano, que segue um modelo construtivo estabelecido pelo governo do estado, localizado no Bairro Jardim Cuiabá. A sala estudada possui 48m² num bloco de quatro salas. Para realizar as simulações do ambiente foi utilizado o software Google SketchUp para a modelagem da edificação e o software EnergyPlus (E+) que faz simulações térmicas. Após realizada as análises do ambiente escolar em questão e estudados outros materiais de cobertura melhores indicados para o clima de Cuiabá, sem que houvesse tanta alteração no sistema construtivo, por se tratar de uma construção existente, propôs-se a substituição da telha de fibrocimento pela telha "sanduíche" de alumino e poliestireno. E, para verificar a utilização do material proposto, realizaram-se novas simulações do ambiente com o a cobertura substituída. Concluir-se, que muitas vezes os modelos de equipamentos urbanos não se encontram adaptados ao local. Mas a substituição do material de cobertura já é possível amenizar a temperatura interna dos ambientes.

Palavras-chave: ambiente escolar; EnergyPlus; simulação térmica .

Abstract

The school physical structures should be comfortable and allow individuals has teaching and learning with comfort and health. The objective is to evaluate the performance of the hood attached to a school environment from the use of simulation software and propose replacing the constructive component to better meet the needs of the project. For this, a classroom of State School Cuiabano Ulysses, which follows a constructive model established by the state government, located in Jardim Cuiabá was analyzed. The study class has 48m² in a block of four classes. the software Google SketchUp was used to perform the simulation environment and the software EnergyPlus (E) was used to model the building, it makes thermal simulation. Other roofing materials best suited to the climate of Cuiabá, with no much change in the construction system, because it is an existing building, proposed to replace the cement fiber tiles by "sandwich" tile of aluminum and polystyrene.. To verify the use of the proposed material, there were new simulation of the environment with the the cover replaced. It was concluded that often models urban equipment are not adapted to the site. But with a simple replacement of material in the roofing it is possible to minimize the internal temperature environments.

Keywords: school environment; EnergyPlus; thermal simulation.

1. INTRODUÇÃO

Na educação básica do Brasil, são encontradas diversas barreiras tanto sociais como

econômicas para que se tenha um ensino de qualidade. Desta forma, é de grande valia propor soluções para a adequação da estrutura física que abriga os envolvidos para que estes se sintam menos desconfortáveis ao realizarem esta atividade, principalmente em lugares que tenham climas com temperaturas tão altas como as da cidade de Cuiabá. Afinal GRANDJEAN (1998) afirma que, “o calor excessivo em ambientes de trabalho proporciona cansaço e sonolência, que reduzem a prontidão de resposta e aumenta a tendência a falhas”.

Além disso é possível economizar recursos financeiros com a diminuição de energia elétrica consumida para manter a iluminação e o resfriamento artificial interno dos ambientes escolares.

Ao considerar a necessidade e facilidade em propor soluções que amenizem as temperaturas internas dos espaços evitando reformas para adequação na construção já edificada, tem-se como o objetivo, avaliar o desempenho da cobertura instalada para um ambiente escolar com o uso de softwares de simulação e propor a substituição do componente construtivo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Norma da ABNT – Desempenho térmico de edificações, de acordo com as características climáticas da cidade de Cuiabá, classifica-a pertencente a Zona Bioclimática 7. Para esta zona, determina-se como diretrizes para a construções de edificações de habitação de interesse social a utilização de pequenas aberturas sombreadas, paredes e coberturas pesadas.

A norma considera que as coberturas pesadas devem ter baixos índices de transmitância térmica e altos índices de atraso térmico.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido com a análise de uma sala de aula da Escola Estadual Ulisses Cuiabano, no Bairro Jardim Cuiabá, que segue um modelo construtivo estabelecido pelo governo do estado e que se repete em mais escolas estaduais implantadas na capital.

A sala possui 48m² e se localiza no centro de um bloco de cinco salas laterais. Os materiais construtivos da sala são: granilite no piso; paredes de alvenaria, forro de laje, cobertura de telha de fibrocimento, janelas com vidro transparente e porta de aço.

A simulação do modelo foi realizada com a utilização do software Google SketchUp para a modelagem da edificação em três dimensões e com o software EnergyPlus (E+) que faz simulações térmicas e de eficiência energética.

Para realizar as simulações no *software EnergyPlus (E+)* foi utilizado os dados climáticos locais de um arquivo climático em formato *.epw* dos dados da estação meteorológica do Aeroporto Marechal Rondon correspondentes ao ano típico (*TMY*). Além de informar a rotação de 23° da edificação em relação ao Norte geográfico (Figura 1).

Para as análises climáticas da cidade de Cuiabá, consideram-se dois períodos de relevância: quente-seco e quente-úmido. Considerou-se o mês de julho e o mês de outubro para a representação destes períodos, pois foram realizadas medições das temperaturas e umidades do ar interno da sala, para o caso de se identificar extrapolações em relação ao simulado. Determinou-se três dias com representatividade para cada mês: 24, 26 e 27 e 3, 7 e 10.

Para a modelagem no *software Google SketchUp* com *plugin OpenStudio*, a partir de uma primeira zona básica, fez-se as alterações baseadas nas dimensões levantadas no local (Figura 1 e 2).

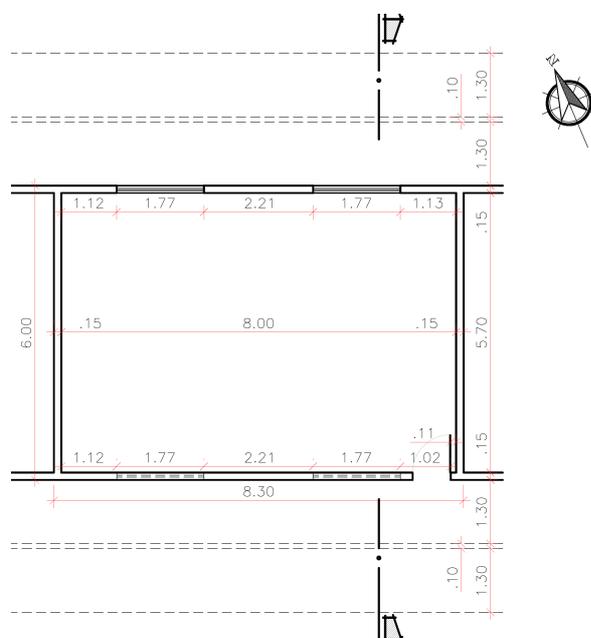


Figura 1 – Planta baixa da sala escolhida

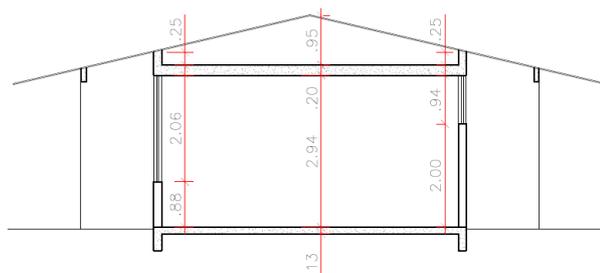


Figura 2 – Corte da sala escolhida

Já com os elementos da construção identificados e com as características dos materiais do Quadro 1 inseridos no programa., foi possível realizar uma primeira simulação da zona principal sem que ocorressem erros.

Materiais	Rugosidade	Espessura (m)	Conduktiv. (W/m.K)	Densidade (kg/m ³)	Calor esp. (J/kg.K)	Resistência Térmica
Reboco	Muito rugoso	0,025	1,15	2000	1000	0,022
Tijolo 6 furos	Rugoso	0,1	0,9	1232	920	0,033
Radier de concreto	Rugoso	01	1,75	2400	1000	0,057
Piso Granilite	Liso	0,03	1,75	2400	1000	0,011
Laje de concreto	Rugoso	0,2	1,75	2200	1000	0,114
Chapa de Aço	Liso	0,008	45,28	7824	500	0,0001
Vidro	Liso	0,003	0,9	-	-	-
Telha de Fibrocimento	Liso	0,008	0,95	2200	840	0,007
Lâmina de Alumínio	Liso	0,002	230	2700	880	0,0001
Poliestireno expandido	Rugoso	0,01	0,04	16	1420	0,05

Quadro 1 – Características dos materiais utilizados

Na simulação considerou-se o componente de telhado de fibrocimento. Ao considerar as recomendações da norma na utilização de coberturas com menor transmitância térmica, propôs a substituição por poliestireno expandido que apresenta menor condutividade térmica.

Componentes construtivos	Materiais	Espessura (m)	Transmitância térmica (W/m ² K)	Absortância térmica
Parede	Reboco; tijolo 6 furos; reboco	0,15	3,286	0,4
Piso	Radier de concreto; piso granilite	0,13	3,150	-
Forro	Laje de concreto	0,20	3,303	-
Porta	Chapa de aço	0,008	5660,000	0,7
Janela	Vidro	0,003	5,894	-
Telhado de Fibrocimento	Telha de fibrocimento	0,008	5,080	0,7
Telhado “Sanduíche”	Alumínio; poliestireno; alumínio	0,014	2,281	0,15

Quadro 2 – Características dos componentes construtivos utilizados

Então, fez-se uma nova simulação com telhas “sanduíche”. Os demais componentes são os mesmo para as duas simulações. Considerou-se o ambiente da sala fechado: sem ventilação natural, assim como o ático No Quadro 2 está apresentado os componentes utilizados nas simulações.

4. RESULTADOS

As diferenças de temperaturas do ar interno sofreram grandes alterações com a utilização do telhado “sanduíche”. Estas variações chegaram a ser de 7,2°C nos três dias do período quente-seco e de até 9,7°C do período quente-úmido às 13h. Desta forma o ambiente com a solução proposta para alteração apresentou temperaturas de até 5°C mais baixa que a temperatura externa às 14h, favorecendo para o conforto térmico do usuário (Figura 3 e 4).

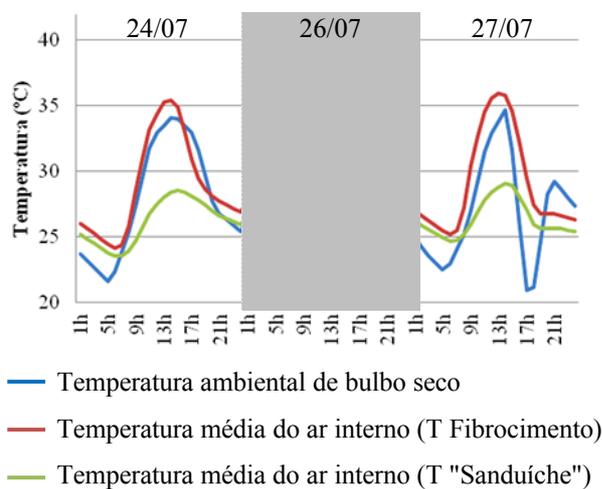


Figura 3 – Gráfico de temperatura do ar para três dias do período quente-seco

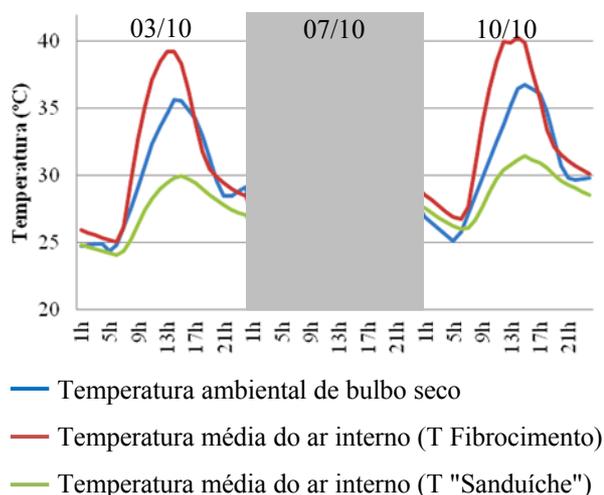


Figura 4 – Gráfico de temperatura do ar para três dias do período quente-úmido

Quanto as temperaturas superficiais dos telhados também verifica-se uma grande diferença. O telhado existente de fibrocimento apresenta temperaturas superficiais de até 37°C a mais que as temperaturas do telhado “sanduíche” nos dias do período quente-úmido.

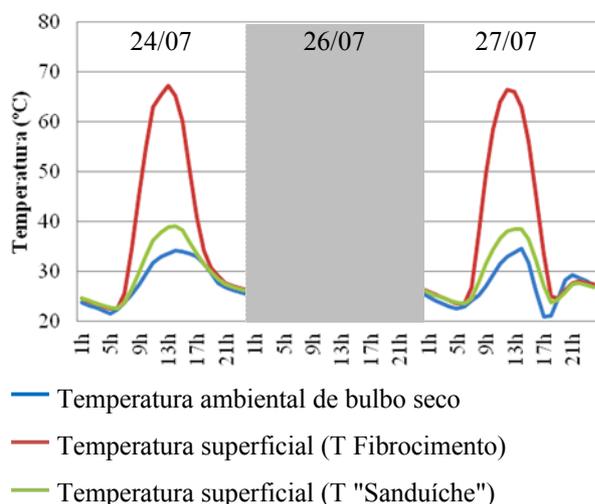


Figura 5 – Gráfico de temperatura superficial para três dias do período quente-seco

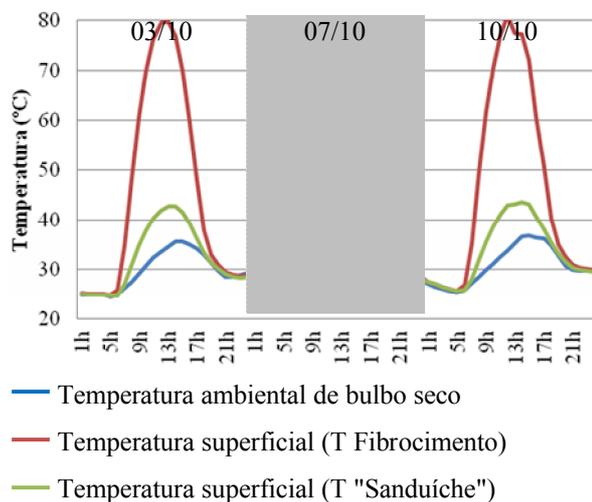
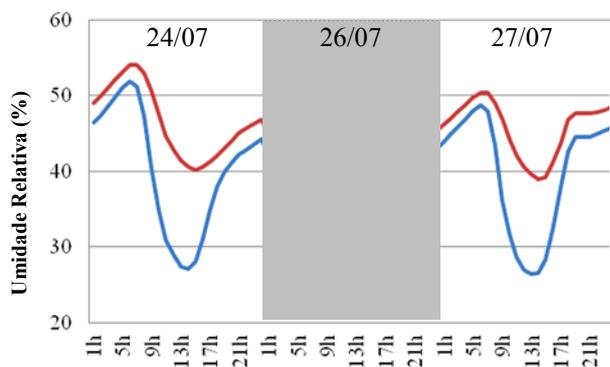


Figura 6 – Gráfico de temperatura superficial para três dias do período quente-úmido

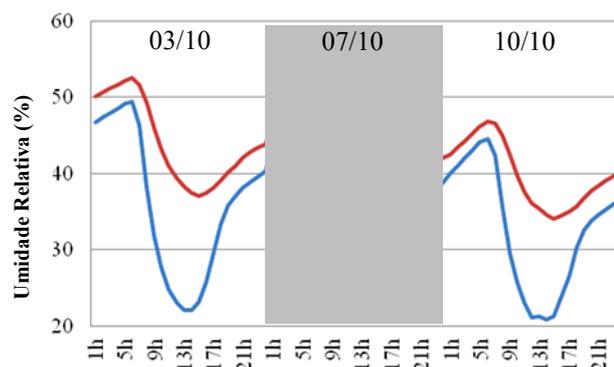
A temperatura elevada pode estar contribuído para aumentar a temperatura do ar interno (Figura 5 e 6). As diferenças de temperaturas entre os dois tipos de telhado são consequência das características dos materiais utilizados para os componentes. O telhado “sanduíche” possui transmitância térmica 55% menor que o telhado existente, assim como apresenta absorvância térmica 48% inferior. Isso contribui para amenizar as temperaturas internas e superficiais da sala.

O ambiente com telhado “sanduíche” possui valores de umidade maiores e com menor variação, o que também contribui para o conforto dos usuários. Isso pode estar ocorrendo por causa das temperaturas do ar interno (Figura 7 e 8).



— Umidade Relativa do ar interno (T Fibrocimento)
— Umidade Relativa do ar interno (T "Sanduíche")

Figura 7 – Gráfico de umidade relativa do ar para três dias do período quente-seco



— Umidade Relativa do ar interno (T Fibrocimento)
— Umidade Relativa do ar interno (T "Sanduíche")

Figura 8 – Gráfico de umidade relativa do ar para três dias do período quente-úmido

5. CONCLUSÕES

Com base nas diferenças de temperaturas entre os dois tipos de cobertura, conclui-se que o telhado “sanduíche” apresentou melhores condições para o conforto térmico.

A umidade relativa do ar no ambiente com telhado fibrocimento foi menor que o telhado “sanduíche”.

O software foi favorável para realizar a simulação dos ambientes com telhados de características diferentes.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220-3/2005 - Desempenho Térmico de Edificações**. 2005, Rio de Janeiro.

FROTA, A.B.; SCHIFFER, S.R. **Manual de Conforto Térmico**. 7. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2003.

GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia – adaptando o trabalho ao homem**. 4a ed. Porto Alegre: Bookman, 1998.