

## CRITÉRIOS DE PROJETO PARA CONFORTO AMBIENTAL ESTUDO DE CASO - SALAS 17 E 18 DO BLOCO XXIA DA UNESC

Luana Dela Giustina (1), Luiz César de Castro(2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
(1) [luanadelag@hotmail.com](mailto:luanadelag@hotmail.com), (2) [luz@unesc.net](mailto:luz@unesc.net)

### RESUMO

O conforto ambiental é um fator importante e necessário nos ambientes escolares, pois o bem-estar dos usuários reflete diretamente na qualidade do aprendizado. Este trabalho procurou sugerir propostas de projeto para melhora do conforto térmico, acústico e lumínico em salas de aula. O desconforto gerado por calor ou frio excessivo, ruídos e iluminação deficitária, são fatores que interferem no desempenho dos alunos, podendo gerar moléstias, como: irritação, sonolência, desconcentração e dispersão durante as aulas. Diante disso, pretende-se com este trabalho, propor algumas adaptações nas salas especificando materiais isolantes térmicos e acústicos, além da sugestão de modificações referentes à iluminação natural e artificial, com intuito de melhorar a qualidade do ambiente de estudo. Placas acústicas compostas de lã de vidro foram adicionadas na parte interna e externa das salas a fim de minimizar ruídos gerados nos corredores e salas vizinhas. Uma camada de lã de rocha foi incorporada à parede externa para melhora do conforto térmico do ambiente, sendo apresentados cálculos referentes à capacidade, resistência, transmitância e atraso térmico para comprovação de sua eficácia. Foi proposto o redimensionamento dos brises com o objetivo de favorecer a ventilação e a entrada da luz natural. Dois modelos de luminárias e quatro tipos de lâmpadas foram avaliados, visando melhora na eficiência energética e qualidade na iluminação artificial, constatando-se que o modelo de luminária tem grande influência quanto ao aproveitamento da luz emitida pelas lâmpadas. O presente trabalho também tem como objetivo mostrar a importância de o projetista considerar esses fatores de conforto ainda na fase de projeto, pois adaptações posteriores podem ser mais onerosas e gerar transtornos desnecessários. Com os resultados deste trabalho, espera-se contribuir na concepção de novos projetos com desempenho e eficácia mais satisfatórios que os sistemas construtivos convencionais.

*Palavras-Chave: Conforto ambiental. Salas de aula. Critérios de projeto.*

### 1. INTRODUÇÃO

A principal função da edificação é propiciar a seus usuários proteção e conforto para o desenvolvimento de suas atividades. Considerando que há uma grande diversidade de usos, e com isso diferentes modelos de projeto, deve-se estudar cada caso em particular, analisando o clima, fontes de ruído e trajetória solar. De tal



modo, o projetista pode definir a melhor solução para cada obra, adotando critérios baseados nas características e finalidade de uso do ambiente.

Ambientes escolares exigem uma atenção especial se tratando de conforto ambiental. A sala de aula deve ser um local que proporcione condições favoráveis ao bom desempenho dos alunos. Para isso, é importante que eles estejam confortáveis no ambiente escolar e que sua atenção não seja desviada por problemas como ruídos, calor, falta de ventilação, falta ou excesso de iluminação, entre outros. Segundo BERNARDI (2001), as principais falhas de projeto observadas dizem respeito às condições de conforto térmico, acústico e a funcionalidade. A avaliação do conforto ambiental no espaço escolar é de extrema importância, pois as condições de temperatura, ventilação, umidade e iluminação, interferem no processo de aprendizado e podem causar distúrbios de saúde.

O papel dos engenheiros e projetistas na qualidade das cidades e dos edifícios é imprescindível. Estes devem considerar que a edificação escolar, onde a inteligibilidade da fala é fundamental, necessita de tratamento acústico. Em relação à acústica numa sala de aula, o tempo de reverberação e o ruído externo e/ou interno em excesso interferem na comunicação prejudicando o entendimento do que é falado e, portanto, comprometendo a aprendizagem.

Segundo a NBR 15575/2013, os requisitos de iluminância natural podem ser atendidos mediante adequada disposição dos cômodos, correta orientação geográfica da edificação, dimensionamento e posição das aberturas, tipos de janelas e de envidraçamentos, rugosidade e cores das paredes, tetos e pisos, inserção de poços de ventilação e iluminação, etc.

A iluminação artificial inadequada à função do espaço pode prejudicar diretamente o rendimento dos usuários. Devem-se utilizar lâmpadas e luminárias que atendam o nível de luminância recomendado para cada ambiente, de maneira econômica e eficiente, que proporcionem conforto visual para a realização das tarefas. Se tratando de salas de aula, a NBR 5413 aponta valores entre 250 e 500 lux como valor satisfatório.

Sobre o desempenho térmico entende-se como o ambiente construído que oferece condições de satisfação com o ambiente que envolve uma pessoa. A determinação do conforto térmico de uma edificação é a interação de um conjunto de variáveis,



que são: inércia térmica do envelope (paredes e teto), orientação das paredes e janelas, área de aberturas (ventilação), cor das paredes e teto, condições de exposição solar às quais está submetido e a implantação do edifício no terreno.

É sob este aspecto que a proposta desta pesquisa se concentra, procura qualificar e propor critérios de projeto que indiquem níveis de conforto ambiental para usuários de edificações escolares. Este projeto proposto é um estudo de caso que considera salas de aula localizadas no bloco XXI da Unesc, situada em Criciúma, SC. Devido a dificuldade de se realizar medições em todas as salas de aula nos blocos, foram selecionadas duas salas, por amostragem, para representar as edificações. A área de estudo fica limitada a parâmetros de conforto ambiental, especificamente: conforto térmico, acústico e lumínico.

Espera-se que os resultados obtidos pelo presente trabalho possam contribuir na elaboração de novos projetos e dimensionamentos de prédios de salas de aula mais adequadas e eficientes, no campus da Unesc e em outras instituições de ensino.

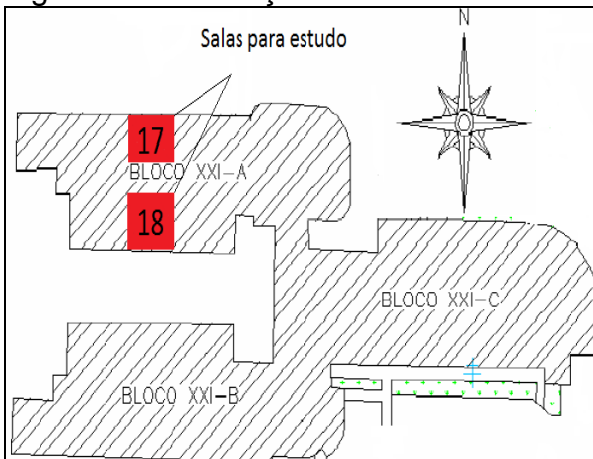
## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O método utilizado consiste em propor diferentes materiais construtivos em um edifício escolar, com o intuito de aprofundar e compreender melhor como o projeto deve responder às necessidades de conforto ambiental e quais problemas devem ser evitados. O presente trabalho relata um estudo de caso em duas salas de aula localizadas em um estabelecimento de ensino. Os dados da edificação foram extraídos do projeto arquitetônico fornecido pelo setor de projetos da universidade, por medições realizadas *in loco* e também de outro trabalho de conclusão de curso realizado em 2005, pelo então acadêmico Fernando Sumariva Dorcínio. Em sua pesquisa, Dorcínio realizou uma APO (Avaliação Pós-Ocupação) dos blocos XXI da Unesc, obtendo dados relevantes utilizados neste trabalho. Ficou constatado um nível de insatisfação por parte dos usuários nos quesitos: isolamento de ruído externo, ruídos internos e vozes, alta temperatura e falta de ventilação no verão.

Este estudo irá propor algumas alternativas para melhorar o conforto ambiental das salas, apontando métodos construtivos no que se refere à iluminação, conforto térmico e acústico.

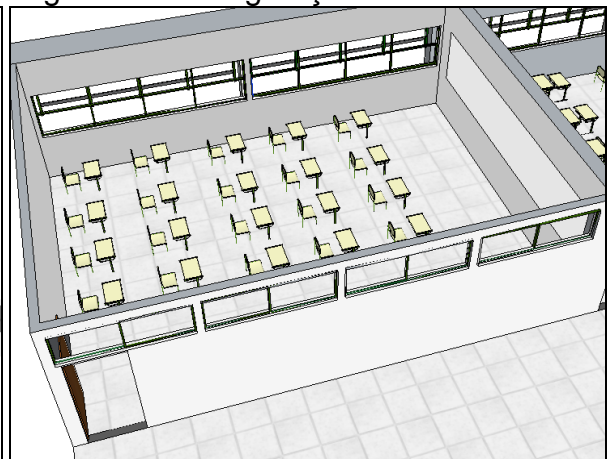
Foram selecionadas duas salas como objeto de estudo, sendo a sala de número 17 com sua fachada voltada ao norte e a sala número 18, com fachada voltada ao sul, ambas localizadas no bloco XXIA. As duas salas possuem 66,27m<sup>2</sup> cada, com dimensões de 9,40m x 7,05m x 3,15m, possuem piso cerâmico e laje nervurada. As vedações são de alvenaria com tijolos de seis furos, sendo que nas paredes internas foram assentados de pé e nas externas na posição deitado, ambos com faces rebocadas.

Figura 01: Orientação cardinal



Fonte: Setor de Obras e Projetos

Figura 02: Configuração atual das salas



Fonte: Dados do autor

## 2.1. CONFORTO ACÚSTICO

O tempo de reverberação é um dos parâmetros mais importantes para a determinação do condicionamento acústico em um ambiente fechado. Dorcínio (2005) realizou cálculos referentes a uma sala de aula padrão do Bloco XXI e encontrou um RT= 2.5, valor acima do recomendado. Segundo a NBR 12179, para uma frequência de 500 Hz, o valor ideal para salas de aula é de 0,6s, com tolerância de 10%. Como proposta de amenizar esse desconforto serão propostos painéis acústicos absorventes da marca *Isover Prisma Decor*, compostos de 15 mm de lã de vidro. O tempo de reverberação depende do volume físico e dos materiais, neste estudo utilizaremos a equação de Sabine:

$$RT = \frac{0,161 \times V}{\sum S \times \alpha}$$

Onde:

RT é o tempo de reverberação (seg);

V é o volume da sala ( $m^3$ );

S é a área da superfície ( $m^2$ );

$\alpha$  é o coeficiente de absorção dos materiais.

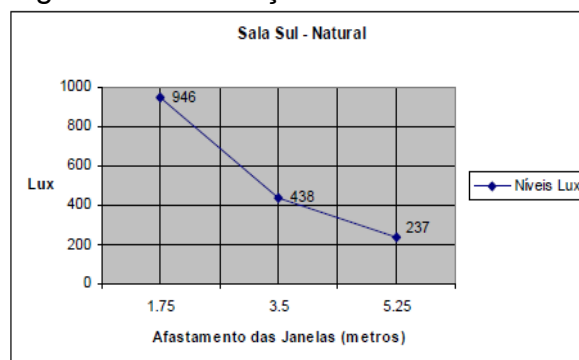
## 2.2. ILUMINAÇÃO

### 2.2.1. ILUMINAÇÃO NATURAL

Como podemos observar nas medições realizadas por Dorcínio (2005), nos valores de luz natural para fachada sul (figura 03), os níveis de iluminância atuais atendem o recomendado pela norma. Nesta orientação a janela não possui brises, pois conforme as cartas solares há insolação na fachada sul apenas nos meses de outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, e somente nas primeiras horas da manhã e final da tarde. Estes são meses com menos atividades na universidade, sendo este o motivo da não utilização de brises, podendo ser explorado o benefício da luz natural.

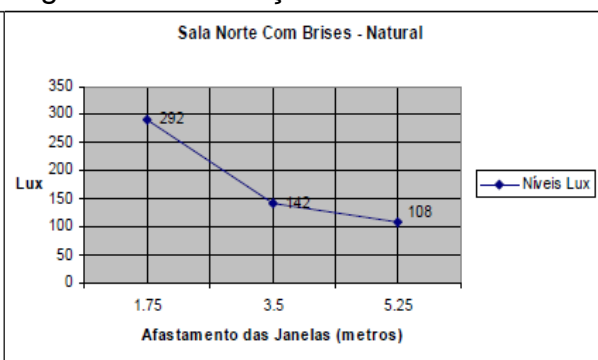
Na fachada norte (figura 04), onde há a instalação de *brises*, nota-se que à medida que se afasta das janelas, os valores de iluminância diminuem. Percebe-se que os valores apresentados nesta medição encontram-se abaixo do recomendado pela NBR 5413, sendo necessária a utilização da luz artificial durante todo o dia.

Figura 03: Iluminação sala Sul



Fonte: Dorcínio 2005

Figura 04: Iluminação sala Norte

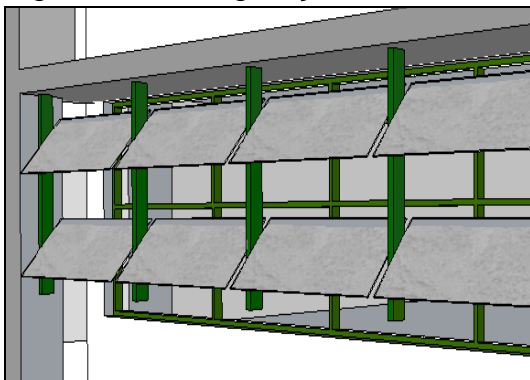


Fonte: Dorcínio 2005

Diante disso, será apresentado um redimensionamento dos *brises*, considerando carta solar para região de Criciúma. O brise instalado atualmente está posicionado a

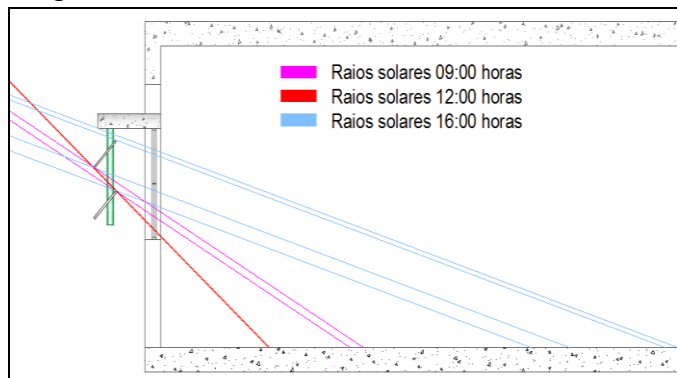
45 graus, composto de duas chapas de fibrocimento de 40cm, soldado à perfis metálicos tipo cantoneira e fixado na marquise acima das janelas. Analisando cálculos realizados neste trabalho, com carta solar latitude 28°S e considerando solstício de inverno, observamos que mesmo demonstra-se ineficiente em algumas horas do dia, além de obstruir grande parte da luz natural, também bloqueia a integração visual com o ambiente externo e dificulta a ventilação. Conforme figura 06, observa-se a incidência dos raios solares dentro da sala de aula, principalmente as 16:00 horas. A proposta é a adaptação do brise adotando um ângulo mais suave com maior abertura entre as aletas.

Figura 05: Configuração *brise* atual



Fonte: Dados do autor

Figura 06: Raios solares incidentes



Fonte: Dados do autor

## 2.2.2. ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

As medições realizadas por Dorcínio (2005) mostraram que os níveis de iluminação artificial alcançaram o recomendado pela NBR 5413, porém será proposto outro modelo de luminária com menor número de lâmpadas, visando economia, melhora na eficiência energética e qualidade da iluminação artificial. Apesar de serem similares, os vários tipos de luminárias existentes no mercado distribuem de maneira diferente a luminosidade.

Atualmente estão instaladas em cada sala oito luminárias de alumínio pintado com quatro lâmpadas de 32W cada. Os níveis de iluminância atendem o recomendado, porém serão apresentadas novas sugestões para fins de comparação de eficiência e economia. Neste experimento, testes serão realizados com dois tipos de luminária

que direcionam o fluxo da luz de formas distintas, medições pontuais serão realizadas em protótipos instalados *in loco*, sendo as seguintes opções avaliadas:

**Luminária nº 1** - de sobrepor com duas lâmpadas, suspensa a 50 cm, com fundo superior composto de uma placa de vidro transparente, permitindo assim que o fluxo luminoso ascenda e reflita no teto e parte superior das paredes.

**Luminária nº 2** - de sobrepor com duas lâmpadas, com fundo superior composto de calha reflexiva, material este, que possui grande capacidade de reflexão.

Figura 07: Luminária com vidro transparente no fundo superior



Fonte: Dados do autor

Figura 08: Luminária com calha reflexiva no fundo superior



Fonte: Dados do autor

Nas medições serão utilizados quatro tipos de lâmpadas, sendo: (1ª) lâmpada fluorescente convencional T10 40W; (2ª) lâmpada fluorescente convencional T8 32W; (3ª) lâmpada fluorescente T5 28W; (4ª) lâmpada LED T8 18W.

Para o cálculo da iluminação em ambientes internos utilizaremos o Método dos Lumens. Este método considera características próprias de cada luminária e lâmpada elétrica, baseado no fluxo médio.

$$\Phi = \frac{S \times E}{u \times d}$$

$$n = \frac{\Phi}{\varphi}$$

$\Phi$  = fluxo luminoso total, (lumens);

S= área do recinto, (m<sup>2</sup>);

E= iluminância desejada, (300 lux);

u = fator de utilização, (tabelado);

d = fator de manutenção, (tabelado);

n = número de luminárias;

$\varphi$  = fluxo por luminária, (catalogo fabricante).

### 2.3. CONFORTO TÉRMICO

O conforto térmico da edificação será verificado adotando métodos da NBR 15220/2003, com o cálculo da resistência térmica da parede (*a*), a transmitância (*b*), a capacidade térmica da parede externa (*c*), o atraso térmico (*d*) e o fator solar (*e*). Será proposta uma camada de lâ de rocha e acabamento com placas de gesso.

(a) A **resistência térmica** é o somatório do conjunto de resistências térmicas correspondentes às camadas de um elemento. É expressa pelas equações:

$$R_n = \sum_{i=1}^n \frac{e}{\lambda}$$

$$R_t = \frac{Aa + Ab + Ac + An}{\frac{Aa}{Ra} + \frac{Ab}{Rb} + \frac{Ac}{Rc} + \frac{An}{Rn}}$$

$$RT = R_{si} + R_t + R_{se}$$

Onde:

$R_n$  é a resistência térmica de superfície à superfície de cada camada ( $m^2.k/w$ );

$R_t$  é a resistência térmica de superfície a superfície da parede ( $m^2.k/w$ );

$RT$  é a resistência total da parede ( $m^2.k/w$ );

$A$  é a área de cada camada ( $m^2$ );

$e$  é a espessura da camada ( $m$ );

$\lambda$  é a condutividade térmica do material ( $W/m.k$ );

$R_{se}$  e  $R_{si}$  são as resistências superficiais, externa e interna ( $m^2.k/w$ ).

(b) A **transmitância térmica** ( $U_t$ ) é a transmissão de calor em unidade de tempo através da área unitária de um elemento, ela é o inverso da resistência térmica total, conforme a equação:

$$U_t = \frac{1}{RT}$$

(c) A **capacidade térmica** pode ser definida como a quantidade de calor que um corpo deve trocar para que sua temperatura sofra uma variação unitária, pode ser determinada pela seguinte equação:

$$C_t = \sum_{i=1}^n e \cdot c \cdot \rho$$

$$CT = \frac{Aa + Ab + Ac + An}{\frac{Aa}{C_{ta}} + \frac{Ab}{C_{tb}} + \frac{Ac}{C_{tc}} + \frac{An}{C_{tn}}}$$



$C_t$  é a capacidade térmica de cada camada (KJ/m<sup>2</sup>.k);

$CT$  é a capacidade térmica (KJ/m<sup>2</sup>.k);

$e$  é a espessura da camada (m);

$c$  é o calor específico do material da camada (kJ/kg.k);

$\rho$  é a densidade de massa do material (kg/m<sup>3</sup>).

(d) **Atraso térmico ( $\varphi$ )** é o tempo que transcorre entre os momentos de temperatura máxima do ar no exterior e no interior da edificação, quando se verifica um fluxo de calor através de um componente construtivo submetido a uma variação da temperatura. O atraso térmico depende da capacidade térmica do componente construtivo e da ordem em que as camadas estão dispostas. Um elemento heterogêneo pode ser calculado da seguinte forma:

$$\varphi = 1,382 \cdot R_t \sqrt{B1 + B2} \qquad B1 = 0,226 \cdot \frac{B0}{R_t} \qquad B0 = CT - CT_{ext}$$

$$B2 = 0,205 \left( \frac{\lambda \cdot \rho \cdot c_{ext}}{R_t} \right) \cdot \left( R_{ext} - \frac{R_t - R_{ext}}{10} \right)$$

(e) O **fator solar** é o quociente da taxa de radiação solar transmitida através de um componente, segundo a NBR 15220-2 (ABNT, 2005) o fator solar de elementos opacos pode ser calculado através da Equação:

$$FS_0 = R_{se} \cdot U \cdot \alpha$$

$FS_0$  é o fator solar de elementos opacos, [J/m<sup>2</sup>K];

$U$  é a transmitância térmica do componente, [W/(m.K)];

$\alpha$  é a absorvância à radiação solar em função da cor;

$R_{se}$  é a resistência superficial externa, [(m.K)/W].

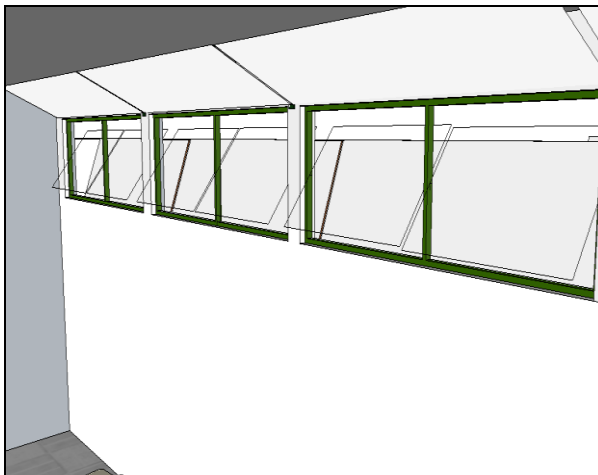
### 3.0. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1. CONFORTO ACÚSTICO

Dorcínio (2005), concluiu na APO realizada nos blocos XXI, que os ruídos que mais geravam incômodos eram aqueles vindos dos corredores e salas vizinhas. Para

tanto, são sugeridas placas acústicas da marca *Isover Prisma Decor 15 mm*, que possuem coeficiente de absorção  $\alpha = 0,66$  e são compostas de lã de vidro. As placas são fixadas em um chapa de madeira compensada de 12 mm e soldadas à perfis metálicos tipo cantoneira. Quatro painéis de 2,30 x 0,70m foram adotados na parte interna, acima das janelas, na parede divisória com o corredor. Um painel de 7,00 x 1,40m foi fixado na parede dos fundos da sala, rente ao teto. Outros quatro painéis de 2,30 x 0,70m foram fixados do lado de fora das salas, abaixo das janelas, a fim de absorver o ruído gerado nos corredores.

Figura 09: Painéis na parte interna



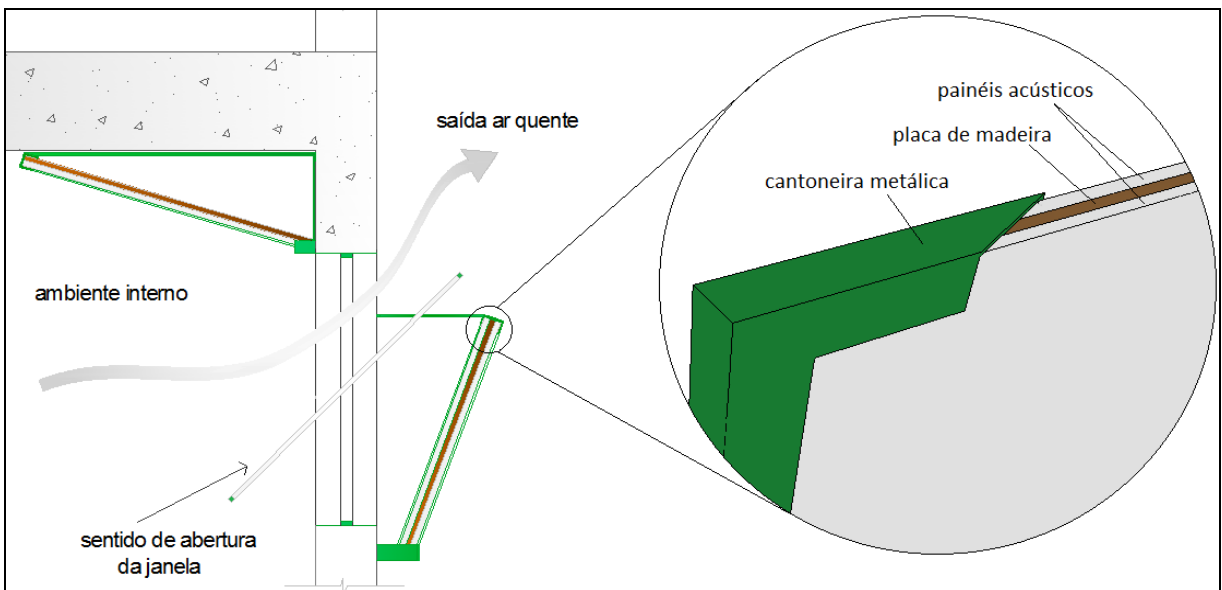
Fonte: Dados do autor

Figura 10: Painéis internos e externos



Fonte: Dados do autor

Figura 11: Detalhe em corte dos painéis internos e externos



Fonte: Dados do autor

As placas acústicas foram posicionadas de maneira que não prejudicassem a ventilação cruzada. Considerando que o ar quente tende a subir, o ângulo de abertura das janelas também foi modificado, de modo que a parte superior do vidro abra para fora, facilitando a saída e renovação do ar no ambiente.

Adotando os painéis acústicos fixados na parte interna e considerando a sala ocupada, chegamos a um tempo de reverberação de 0,67 segundos.

Tabela 01: Cálculo tempo de reverberação

ELEMENTO	MATERIAL DE SUPERFÍCIE	UNIDADE	AREA	COEF. ABSORÇÃO SONORA ( $\alpha$ )	S . ( $\alpha$ )
Paredes	Rebocadas	m <sup>2</sup>	85,00	0,06	5,10
Teto	Rebocado	m <sup>2</sup>	66,27	0,06	3,98
<b>Painel acústico</b>	<b>Lã de vidro</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>16,24</b>	<b>0,66</b>	<b>10,72</b>
Piso	Cerâmica	m <sup>2</sup>	66,27	0,03	1,99
Porta	Madeira	m <sup>2</sup>	2,20	0,06	0,13
Janelas	Vidro simples	m <sup>2</sup>	16,83	0,03	0,45
Cortinas	Cortina sintética	m <sup>2</sup>	15,00	0,20	3,00
Quadro	Vidro simples	m <sup>2</sup>	5,50	0,03	0,17
Público	Pessoa	unid	40,00	0,40	16,00
Mobília	Cadeira estofada	unid	40,00	0,20	8,00
					<b><math>\Sigma</math> 49,53</b>

Fonte: Dados do autor

Equação de Sabine:

$$R_t = \frac{0,161 * V}{\Sigma S * \alpha} \qquad R_t = \frac{0,161 * 208,75}{49,53} = 0,67 \text{ segundos}$$

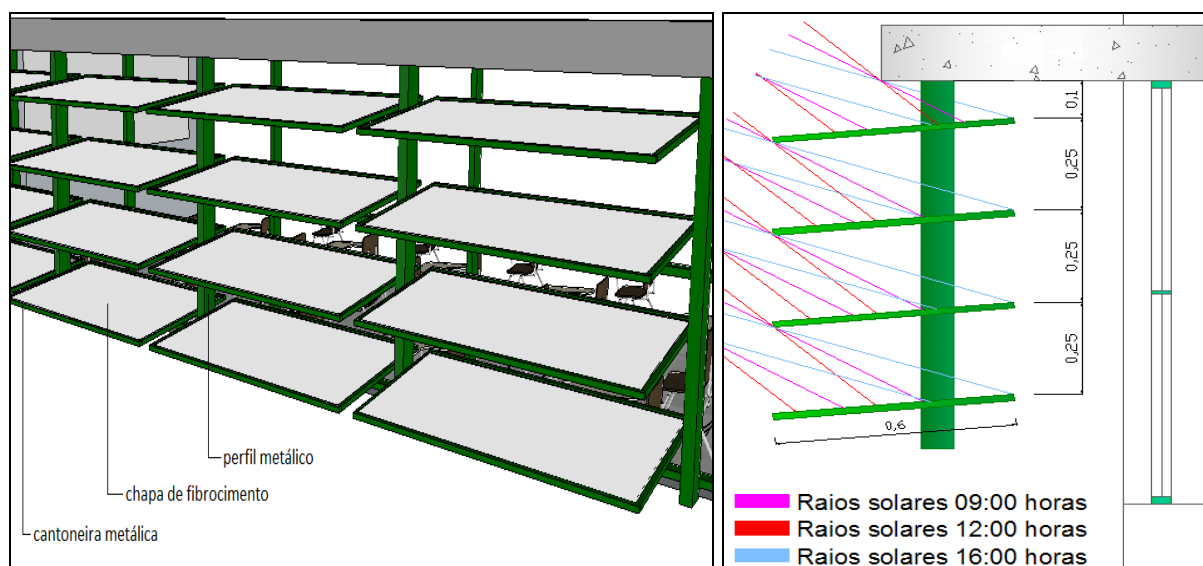
## 3.2. ILUMINAÇÃO

### 3.2.1 ILUMINAÇÃO NATURAL

As modificações referentes à iluminação natural direcionaram-se apenas à fachada norte, onde o posicionamento dos brises prejudicava a entrada de luz no ambiente. Nos cálculos realizados utilizou-se carta solar com latitude 28° S, onde se localiza a cidade de Criciúma. Analisaram-se os ângulos dos raios solares incidentes considerando o solstício de inverno (21 jun), período mais crítico para fachada norte.

Utilizou-se camadas com quatro aletas de 60 cm, compostas de fibrocimento e soldadas à perfis metálicos, posicionadas a um ângulo de 5 graus. Por se tratar de uma inclinação mais suave e por haver maior espaçamento entre elas, há a diminuição na obstrução da passagem da luz natural, favorecendo ainda a ventilação e a visibilidade ao ambiente externo. Sugere-se ainda que as aletas sejam pintadas de cor clara, de modo que os raios solares reflitam umas nas outras e transmitam a luz ao ambiente interno de forma difusa.

Figura 12: Brise com aletas de 60 cm posicionadas a 5°



Fonte: Dados do autor

### 3.2.2. ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

Para medição da iluminância usou-se um luxímetro marca *Instrutherm* e modelo LDR-380, posicionado a 0,75m do piso (altura da carteira), de acordo com a NBR 5413 que trata de iluminância de interiores, onde se obteve os seguintes valores:

Tabela 02: Medições com luminária de fundo transparente

Lâmpada	T8 32W	T10 40W	T5 28W	LED T8 25W
Iluminância	200 lux	197 lux	193 lux	393 lux

Fonte: Dados do autor

Os resultados apontaram valores semelhantes em relação às lâmpadas fluorescentes T8 32W, T10 40W e T5 28W. A maior eficiência apresentada foi a da lâmpada LED T8 25W, no entanto, durante a pesquisa, percebeu-se que o alto custo e a disponibilidade no mercado local da lâmpada LED, ainda não são acessíveis a todos os públicos. Diante disso, neste estudo adotamos a lâmpada fluorescente de 32W, as mesmas utilizadas atualmente nas salas do Bloco XXI.

Figura 13: Medições com lâmpada T5 28W e luminária com fundo transparente



Fonte: Dados do autor

Tendo como referência a lâmpada fluorescente de 32W, comparou-se a eficiência dos modelos de luminária. Utilizando a calha reflexiva, observou-se aumento de 70% nos níveis de iluminância em relação àquela com fundo transparente.

Ao contrário do que se esperava o teto e as paredes brancas não se comportaram como bons refletores. Constatou-se que ao incidir para o teto através do vidro, grande parte da luz é absorvida, não retornando ao plano de trabalho na sua totalidade.

Tabela 03: Comparação de eficiência entre luminárias utilizando a mesma lâmpada

<b>Modelo de Luminária</b>	<b>Calha superior reflexiva</b>	<b>Fundo superior transparente</b>	<b>Alumínio pintado usada atualmente</b>
Iluminância obtida lâmpada T8 32W	340 lux	200 lux	131 lux

Fonte: Dados do autor

Analisando os resultados, percebe-se que o modelo da luminária tem grande influência em relação à eficiência de uma boa iluminação. As luminárias usadas atualmente nas salas de aula, compostas de alumínio pintado, mostraram valores muito inferiores aos outros modelos. Incluindo apenas a calha reflexiva, utilizando a mesma lâmpada, obtemos níveis de iluminância 160% maior.

Método de Lumens:

$$\Phi = \frac{S \times E}{u \times d} = \frac{(9,40 \times 7,05) \text{ m} \times 300 \text{ lux}}{0,70 \times 0,75} = 37.868,57 \text{ lumens}$$

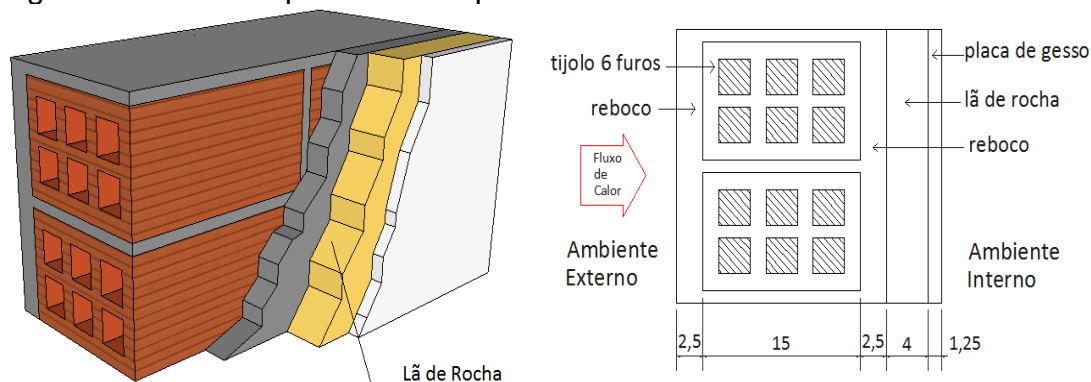
$$n = \frac{\Phi}{\varphi} = \frac{37.868,57}{2 \times 2700} = 7,013 \cong 8 \text{ luminárias}$$

Pelo Método de Lumens, nota-se que ao adicionarmos calha reflexiva, mantemos o mesmo número de luminárias, porém com metade do número de lâmpadas (32W), gerando considerável economia no consumo de energia elétrica.

### 3.3. CONFORTO TÉRMICO

Com intuito de amenizar o desconforto gerado pelo calor excessivo nos períodos mais quentes do ano, uma manta térmica foi incorporada à alvenaria existente. O material adotado foi a lã de rocha, que possui grande capacidade isolante. Para acabamento estético, placas de gesso foram utilizadas devido a sua praticidade de fixação. Os resultados obtidos apresentaram grande melhora em todos os quesitos analisados, na maioria deles dobrando a capacidade isolante da parede.

Figura 14: Corte esquemático da parede externa



Fonte: Dados do autor

Tabela 04: Cálculo da parede externa

Parede externa	RT (m <sup>2</sup> .K/W)	U (W/m <sup>2</sup> .K)	CT (KJ/m <sup>2</sup> .K)	φ (horas)	FS0 (%)
Alvenaria atual	0,473	2,114	239,604	4,979	1,691
Alvenaria com tratamento térmico	1,467	0,6818	245,444	10,459	0,545

Fonte: Dados do autor

Ao analisar os resultados obtidos, percebe-se um valor três vezes menor no índice da transmitância térmica, fator que representa uma baixa transmissão de calor para o interior das salas. Com o acréscimo da camada absorviva, nota-se que o tempo de atraso térmico mais que dobrou. Tais valores indicam grande melhora na sensação térmica, principalmente no verão, período que obtinha o maior número de reclamações dos usuários quanto ao calor.

#### 4.0. CONCLUSÃO

A partir do diagnóstico feito na APO do acadêmico Fernando Sumariva Dorcínio em 2005, este trabalho procurou estabelecer critérios e propor soluções de projeto para adequação das salas de aula 17 e 18 do Bloco XXIA na instituição UNESC. Dorcínio constatou deficiência nos quesitos referentes à acústica, conforto térmico e iluminação, sendo que a proposta do presente trabalho foi sugerir modificações para amenizar tais problemas.

Adotando placas acústicas compostas de lã de vidro, conseguiu-se diminuir o tempo de reverberação de 2,5 para 0,67 segundos, tornando o ambiente mais confortável acusticamente. Inserindo uma camada de lã de rocha à parede externa, percebeu-se uma boa melhora quanto à capacidade de isolamento térmico, resultando em satisfação ao usuário. A luz natural foi explorada de modo que não causasse desconforto e ofuscamento no ambiente de trabalho, levando em conta a orientação solar e os ventos predominantes para definição dos elementos da fachada. Como observado neste estudo, o brise tem por objetivo bloquear a entrada dos raios solares, porém, deve ser dimensionado de forma que não obstrua totalmente a passagem da luz solar, nem tampouco dificulte a ventilação natural no ambiente.



Quanto à iluminação artificial, constatou-se que o modelo de luminária tem influência direta no aproveitamento da luz emitida pelas lâmpadas, podendo gerar uma substancial economia de energia. Os resultados obtidos com a luminária de fundo superior transparente não apresentaram o desempenho esperado, neste modelo a luz dispersou-se, não podendo assim, ser explorada em sua totalidade. No entanto, a luminária com calha reflexiva apresentou eficiência bem superior quanto ao aproveitamento da luz, demonstrando que o número total de lâmpadas por sala poderia ser reduzido pela metade.

O ambiente escolar deve ser um local que proporcione condições favoráveis à concentração e bem estar dos alunos, fator que reflete diretamente no processo ensino-aprendizagem.

## 5.0 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10152**. Nível de Ruído para Conforto Acústico. 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575**. Edificações habitacionais – Desempenho. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5413**. Iluminância de Interiores: ABNT, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12179**. Tratamento acústico em recintos fechados: ABNT, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15220-2**. Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

BERNARDI, Nubia.;KOWALTOWSKI, D.C.C.K. **Avaliação da interferência comportamental do usuário para melhoria do conforto ambiental em espaços escolares**: estudo de caso em Campinas – SP. VI Encontro nacional e III Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído, 2001.

DORCÍNIO, Fernando Sumariva. **Avaliação de Pós-Ocupação (APO) nos Blocos XXI da UNESC**: Um Estudo de Caso. Criciúma, 2005. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia Civil. Universidade do Extremo Sul Catarinense.

FROTA, Anésia Barros & SCHIFFER, Sueli Ramos - **Manual De Conforto Térmico**. 7ª Ed.São Paulo: Editora Nobel. 2006.





LORO, C. L. P. **Avaliação acústica de salas de aula** – do estado do Paraná – estudo de caso. Curitiba, 2003. Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, 2003.

LOSSO, Marco Aurélio Faria. **Qualidade Acústica de Escolas Estaduais em Santa Catarina: Avaliação e Elaboração de Diretrizes para Implantação**. Dissertação de Mestrado - PPGEC/UFSC, Florianópolis, 2003.

PINHEIRO, Rafael Luis Ochoa. **Inspeção Predial dos Blocos XXI da UNESC: Um Estudo de Caso**. Criciúma, 2010. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia Civil. Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2010.

PIZARRO, Paula Roberta. **Estudo das variáveis do conforto térmico e luminoso no ambiente escolar**. Dissertação de Mestrado em Desenho Industrial. 2005. UNESP - Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2005.

SILVA, Pérides: **Acústica Arquitetônica**. 5ª Ed. Belo Horizonte, UFMG, 2005.

VIANNA, Nelson Solano; GONÇALVES, Joana Carla S. **Iluminação e arquitetura**. 3.ed. SÃO PAULO, 2007.