

# CONSCIENTIZAÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL CONSIDERANDO O CONFORTO AMBIENTAL E O USO DE TECNOLOGIAS BIM EM ESCOLA PÚBLICA (CAJAZEIRAS – PB)

David dos Santos Dias<sup>1</sup>

Francisco Edmilson dos Passos Junior<sup>2</sup>

Daniel Cosmo Oliveira<sup>3</sup>

José Thiago Silva Maciel<sup>4</sup>

José Lucas Pessoa Oliveira<sup>5</sup>

Lucas Tavares de Freitas<sup>6</sup>

Thauan Ribeiro Sarmiento<sup>7</sup>

**Resumo:** As escolas são ambientes de extrema importância na formação moral e intelectual do ser humano. Portanto, é indispensável que as salas de aula apresentem o mínimo de conforto necessário para um bom aprendizado. Dessa forma, o presente trabalho de extensão teve o intuito de retratar as condições de bem-estar de alunos e professores das escolas públicas de Cajazeiras-PB e para isso foram analisados três parâmetros: térmico, acústico e lumínico. O térmico é levado em conta devido ao clima semiárido em que se localiza a região do município, sendo responsável por temperaturas elevadas em boa parte do ano; o acústico devido ao fato de isso interferir na comunicação entre aluno e professor; e no contexto de iluminação do ambiente foi avaliadas condições lumínicas, em função de que os alunos necessitam de uma boa percepção visual do que está escrito

no quadro, bem como para a realização de anotações. Para essa análise, foram coletados dados de uma escola da rede pública através de medições utilizando equipamentos apropriados e posteriormente os resultados foram comparados com os parâmetros estabelecidos nas Normas Brasileiras (NBRs). Além disso, foi realizada algumas atividades, dinâmicas e debates com os gestores e alunos da escola, a fim de instigar a interação do ambiente escolar básico com a universidade, e levar informações sobre a importância de se avaliar o conforto ambiental dos alunos durante as aulas. Com isso, foi possível notar um interesse dos alunos em ideias sustentáveis para melhorar o ambiente de sala de aula, bem como em aprender mais sobre os softwares utilizados para o desenvolvimento de projetos arquitetônicos voltados ao conforto ambiental sustentável.

**Palavras-chave:** Conforto Ambiental. Escolas públicas. BIM. Cajazeiras.

---

<sup>1</sup> Instituto Federal da Paraíba (IFPB). Técnico em enfermagem (2017); graduando em Engenharia Civil – IFPB - davidasantosfor@gmail.com

<sup>2</sup> IFPB. Graduando em Engenharia Civil - edmilsonjunior140@gmail.com

<sup>3</sup> IFPB. Graduando em Engenharia Civil - danielcosmo35@gmail.com

<sup>4</sup> IFPB. Graduando em Engenharia Civil - thiago.maciel@academico.ifpb.edu.br

<sup>5</sup> Engenheiro Civil – lucaspessoa.engcivil@gmail.com

<sup>6</sup> IFPB. Graduando em Engenharia Civil - ltavares135@gmail.com

<sup>7</sup> IFPB. Graduando em Engenharia Civil - thauanribeiro231@gmail.com

# AWARENESS FOR ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY CONSIDERING ENVIRONMENTAL COMFORT AND THE USE OF BIM TECHNOLOGIES IN PUBLIC SCHOOLS (CAJAZEIRAS – PB)

**Abstract:** Schools are extremely important environments in the moral and intellectual formation of human beings. Therefore, it is essential that classrooms have the minimum comfort necessary for good learning. Thus, the present extension work was intended to portray the conditions of well-being of students and teachers in the public schools of Cajazeiras-PB and for this purpose three criteria were analyzed: thermal, acoustic and lighting. The heat is taken into account due to the semi-arid climate in which it is located in the region of the municipality, being responsible for high temperatures in much of the year; the acoustic one due to the fact of interfering in the communication between student and teacher; the lighting context of the environment was assessed under lighting conditions, in which functions the students heard a good visual perception of

what is written on the board, as well as for taking notes. For this analysis, data were collected from a public school through measurements using appropriate equipment and later the results were compared with the parameters specified in the Brazilian Standards (NBRs). In addition, some activities, dynamics and debates were held with school managers and students, to initiate an interaction with the university's basic school environment, and to obtain information on the importance of assessing the environmental comfort of students during classes. With this, it was possible to notice an interest of students in sustainable ideas to improve the classroom environment, as well as in learning more about the software used for the development of architectural projects aimed at sustainable environmental comfort.

**Keywords:** Environmental comfort; Schools; BIM; Cajazeiras.

Data de submissão: 3/3/2021

Data de avaliação: 30/11/2021

Fomento: Instituto Federal da Paraíba. ECI-PB Professor Crispim Coelho

## 1 Introdução

Saber identificar problemas sociais e ambientais, buscar soluções e contribuir com o aprendizado de crianças, jovens e adolescentes são desafios que se encaixam no eixo da engenharia e arquitetura, por estarem diretamente relacionados com o bem-estar pessoal e do grupo. O presente trabalho propõe-se em analisar escolas públicas da cidade de Cajazeiras-PB acerca do conforto ambiental e realizar trabalhos sociais como apresentação de palestras e oficinas para os alunos da escola avaliada mostrando-os os fatores determinantes para a obtenção do conforto ambiental bem como apresentar o software Revit com tecnologia BIM

para melhor visualização dos parâmetros. O conforto ambiental será caracterizado nas escolas através de medições in-loco no ambiente da sala de aula analisando acústica, a temperatura ambiente e a luminosidade, que se configuram como fatores imprescindíveis em uma sala de aula, uma vez que, os alunos precisam ouvir o professor de forma clara, ter uma boa percepção visual do que está sendo exposto, e estarem em uma temperatura agradável.

Algumas das ações de conscientização para alunos e professores foram realizadas com o auxílio de ferramentas de Modelagem de Informação da Construção (BIM), contri-

buindo para o engajamento da comunidade com o espaço público, o meio ambiente e as novas tecnologias empregadas na construção civil.

A escola é um lugar onde se desenvolve grande parte das capacidades físico-mentais de um indivíduo. É importante que, para se ter um bom desenvolvimento no aprendizado, o ambiente escolar possua o máximo conforto possível para aqueles que irão fazer uso dele durante períodos prolongados, seja aluno ou professor. Estudos mostram que o bem-estar humano, a produtividade laboral e o resultado em testes de desempenho estão atrelados à qualidade efetiva do ambiente interno (BURKE & KEELER, 2010 p. 105).

A sensação de conforto térmico de um ambiente está condicionada, segundo (CORBELLA & YANNAS, 2010), às variáveis: temperatura, umidade relativa do ar, radiação infravermelha, velocidade e direção do vento, radiação solar, bem como à vestimenta utilizada e a intensidade da atividade praticada no local. Burke & Keller (2010) ressaltam ainda, a influência de fatores como humor e níveis de motivação das pessoas, entre outros comportamentos.

Existe uma relação entre algumas dessas variáveis, já que, dependendo da umidade relativa do ar, da velocidade do vento e da veste utilizada, é possível suportar ambientes com temperaturas relativamente altas ou baixas. A umidade relativa pode aumentar ou inibir as taxas de transpiração, o vento produz um efeito de refrescância pois renova as camadas de ar próximas à pele, enquanto as roupas podem fornecer uma proteção a mais contra a perda de calor (CORBELLA & YANNAS, 2010).

A radiação solar é também um fator importante, já que a exposição direta aos raios solares pode gerar desconforto, principalmente em lugares de clima quente. Esse é o caso da cidade de Cajazeiras, localizada no sertão da Paraíba, que apresenta um clima tropical onde há menos pluviosidade no inverno que no verão, com uma média de temperatura anual de 26,1°C sendo os meses de novembro, dezembro e janeiro os

mais quentes do ano (CLIMA-DATA, 2019).

É importante que seja analisada também a influência que o projeto arquitetônico tem sobre o conforto térmico. Em regiões com o tipo de clima de Cajazeiras, onde a incidência de radiação sobre as coberturas é considerável, o telhado é o mais importante elemento para efeito de “controle térmico” (OLIVEIRA & RIBAS, 1995). Além disso, deve-se notar a presença de dispositivos técnicos como ar-condicionado e ventiladores, aberturas, e a orientação da construção em relação ao sol.

Outra variável de grande importância para um bom desempenho no aprendizado é conforto acústico, sendo esse fundamental para uma boa comunicação entre aluno e professor. Existe um limite para a intensidade de ruído e do tempo de exposição ao mesmo que um ser humano consegue suportar, e isso depende da atividade que ele pretende exercer. Estudos apontam que passar muito tempo exposto a níveis de ruídos na ordem de 75 decibéis ou mais podem causar sérios danos à audição (BURKE & KEELER, 2010).

Para um ambiente de sala de aula, em que se realiza trabalho intelectual, a NBR 10152 (1987) define os valores adequados de ruídos como tendo intensidade entre 40 e 50 dB, pois valores superiores já acarretam prejuízo no rendimento e podem gerar efeitos psicológicos nocivos à saúde humana.

Já o bem-estar visual de um ambiente resulta de um bom aproveitamento da iluminação natural, e de quando se tem um nível de luz adequado e com pouco contraste, sem ofuscamento e nem reflexos que produzam distúrbios visuais (CORBELLA & YANNAS, 2010). A luz natural também é importante já que seu uso, feito de forma correta, pode gerar uma grande redução no gasto de energia elétrica o que, além de gerar mais economia, tem menos impacto ao meio ambiente.

Os níveis de iluminância adequada para se ter um bom aproveitamento em sala de aula, segundo a NBR 5413 (1992) é de 200 a 500 lux para o ambiente e para que se tenha uma boa visão do quadro negro, este deve ter uma taxa de luminescência de 300

a 750 lux.

Apresentar esses fatores a comunidade escolar, bem como aos alunos da rede pública de ensino, é uma forma de inseri-los nas discussões de arquitetura e engenharia sustentável, bem como identificar e aplicar estratégias que melhore significativamente o conforto ambiental fazendo uso de meios naturais para isso.

Assim, este trabalho se propõe a despertar um pensamento mais sustentável nos alunos, para que estes possam pensar e discutirem ideias sustentáveis para melhorar seu ambiente de convívio, seja na escola ou mesmo em suas próprias casas. Para isso, serão realizadas palestras para apresentar aos alunos como o conforto no ambiente de estudos pode ser influenciado por condições de iluminação, temperatura e acústica. Além disso, também serão realizadas medições desses parâmetros na sala de aula para que os próprios alunos pudessem ter uma noção quantitativa do conforto ambiental ao qual eles estavam submetidos. E em um outro momento, os alunos poderão ter contato com a tecnologia BIM, através do software Revit da Autodesk, e então conhecer como são realizados os projetos arquitetônicos nesse programa, para que possam despertar um interesse pela ferramenta, o que pode contribuir para a formação de novos profissionais da área.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 importância da qualidade ambiental nas salas de aula**

A escola é um lugar onde se desenvolve grande parte das capacidades físico-mentais de um indivíduo. É importante que, para se ter um bom desenvolvimento no aprendizado, o ambiente escolar possua o máximo conforto possível para aqueles que irão fazer uso dele durante períodos prolongados, seja aluno ou professor. Estudos mostram que o bem-estar humano, a produtividade laboral e o resultado em testes de desempenho estão atrelados à qualidade efetiva do ambiente interno (BURKE & KEELER,

2010 p. 105).

Isso implica dizer que nossos sentidos de audição, olfato, visão e o emocional, estão ligados com nossa sensação de bem-estar, definindo assim seus principais componentes: a acústica, a iluminação natural, o conforto visual e o conforto térmico (BURKE & KEELER, 2010 p. 95).

Os parâmetros mencionados no parágrafo anterior são imprescindíveis em uma sala de aula já que os alunos precisam ouvir o professor de forma clara, ter uma boa percepção visual do que é exposto no quadro, além de estarem em um ambiente com temperatura agradável. Nesse caso, alunos e professores precisam de condições confortáveis, tanto para facilitar o aprendizado e a produtividade quanto em questão de saúde e bem estar.

Para Effting (2007), dentro da escola deveremos encontrar meios efetivos para que cada aluno compreenda os fenômenos naturais, as ações humanas e sua consequência para consigo, para sua própria espécie, para os outros seres vivos e o ambiente. É fundamental que cada aluno desenvolva as suas potencialidades e adote posturas pessoais e comportamentos sociais construtivos, colaborando para a construção de uma sociedade socialmente justa, em um ambiente saudável.

### **2.2 Economia de energia elétrica**

Segundo Souza (2003), o potencial de economia de energia elétrica gasta em iluminação pelo aproveitamento da luz natural depende, na sua grande parte, de características arquitetônicas da edificação (como o tamanho e a orientação das janelas), o que pode ser mostrado por alguns catálogos comerciais nacionais e internacionais, nos quais a redução no gasto de energia proporcionada pela luz natural quando associada a controles da iluminação artificial está na faixa de 60% a 80%. O que mostra a importância desse projeto, também no aspecto econômico.

De acordo com Bertolotti (2007), a investigação do uso dos dispositivos de contro-

le de iluminação, temperatura e acústica, combinada a melhores condições de pesquisa e acompanhamento de resultados, pode ajudar as escolas brasileiras a funcionar em edifícios mais adaptados ao clima do país, que propiciem melhores condições para elevar o desempenho de estudantes e professores e, ao mesmo tempo, contribuir para eficiência energética do edifício.

Além disso, do total correspondente ao consumo de edificações, grande parte do potencial elétrico é gasto para promover a climatização mecânica necessária para a manutenção de níveis satisfatórios de conforto ambiental de seus ocupantes, além do consumo proveniente de sistemas de iluminação (PAULSE, 2016).

Os estudos sobre ambiência urbana focados no conforto ambiental (térmico) são importantes para subsidiarem o entendimento das mudanças causadas no ambiente pois abrangem as características das construções, microclimáticas e, também, consideram as alterações na escala local - a cidade e suas edificações constituintes, suas fontes consumidoras de energia e suas fontes poluidoras -, necessárias para a sobrevivência dos seres humanos, que buscam viver com maior comodidade possível (VIANA, 2013).

Direcionando o estudo para a região semiárida, o projeto tem como finalidade propor medições e análises que favoreçam a inserção de métodos construtivos adequados para o clima presente, tendo como tópico mais relevante a sustentabilidade e se atentando as características da comunidade afetada e como ela se relaciona com o ambiente escolar. Desta forma, contribuindo diretamente para a formação do ensino, da construção civil e da inclusão digital.

### **2.3 Aplicação de tecnologias como forma de aprendizagem**

Borges (2008) comenta que, com relação à contribuição da tecnologia para o processo de ensino e aprendizagem, destacam-se como mais relevantes as seguintes contribuições do Projeto de Inclusão Digital: o tra-

balho em equipe, propiciado no laboratório, possibilita a socialização do conhecimento e maior interação entre os alunos; além de ajudar na aprendizagem, tornando-a mais prazerosa, tem possibilitado aos alunos, na maioria muito carentes, acesso ao computador e à tecnologia. Ainda segundo esse autor, a democratização de acesso aos recursos, é um marco importante para promoção de uma cultura tecnológica entre alunos, educadores e toda a comunidade escolar, podendo vir a ser referencial importante para subsidiar projetos e ações de inserção das Tecnologias da Informação e Comunicação no sistema educacional da rede pública.

Estudos semelhantes ao proposto que tentam integrar o aluno as novas tecnologias e contribuir para a valorização do ambiente escolar tornando-o mais inclusivo e dinâmico, mostram o desenvolvimento mútuo entre docentes e discentes, diminuindo as desigualdades e promovendo a sustentabilidade como peça-chave na formação social.

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 Escolha da escola pública**

Inicialmente para a aplicação do projeto, foram definidas as escolas beneficiadas, procurando atingi-las de forma mais significativa. Para essa seleção, foram priorizadas as escolas que não possuam climatização; que tenham carência na questão do uso de tecnologias; que sejam de pequeno porte e tenham acesso seguro para coleta de dados. Assim, foi escolhida a escola ECI Prof. Crispim Coelho para ser realizado o estudo nas turmas de segundo e terceiro ano do ensino médio.

### **3.2 Captação de dados**

Foram coletados os índices de conforto ambiental para serem avaliados, sendo utilizados: Luxímetro digital modelo MLM-1011 para medir a intensidade da luz e determinar a iluminância da sala de aula; para medir a temperatura e a intensidade sonora do ambiente, foi utilizado o aparelho THDL-400 for-

necido pela Faculdade Santa Maria (FSM) e que pode funcionar como termômetro, higrometro, decibelímetro e luxímetro, sendo as duas primeiras funções utilizadas para medir o conforto térmico e a função decibelímetro para aferir os níveis sonoros da sala de aula. A coleta desses dados com relação

ao conforto térmico e visual foi realizada no mês de julho, por ser um mês de grandes oscilações durante o dia na temperatura, também se atentando ao horário das medições, sendo eles: início, meio e fim do período de aula.

Para as medições luminosas, foi utilizada a fórmula:

Sendo:

**C** – Comprimento da sala

**L** – Largura da sala

**H** – Distância entre o plano de trabalho e o topo da janela

Para definir o número de pontos a serem aferidos. De acordo com o quadro, foi definido um total de 36 pontos no interior da sala de aula.

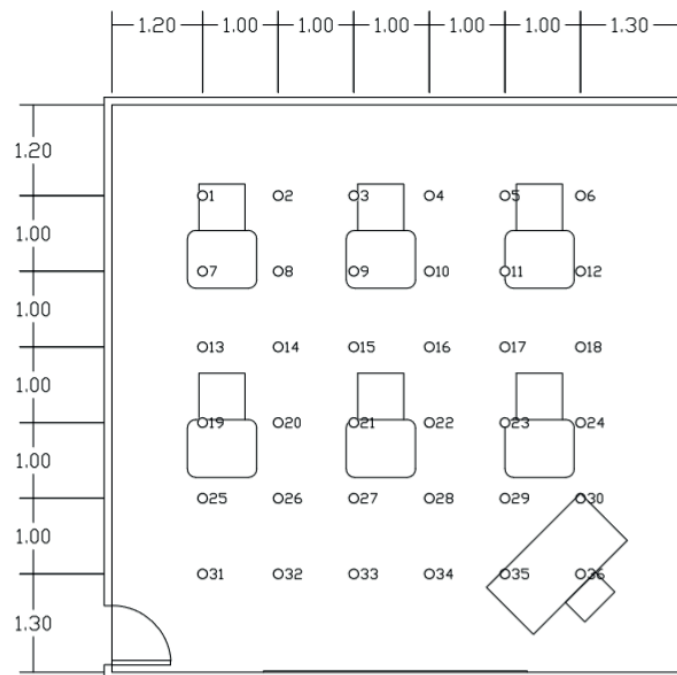
<b>Dimensões do Ambiente</b>	
<b>Comprimento (C) - m</b>	7,5
<b>Largura (L) - m</b>	7,5
<b>Distância entre o plano de trabalho e o topo da janela (H) - m</b>	1,2
<b>Fator K</b>	3,125

**Quadro 1:** Dimensões do Ambiente

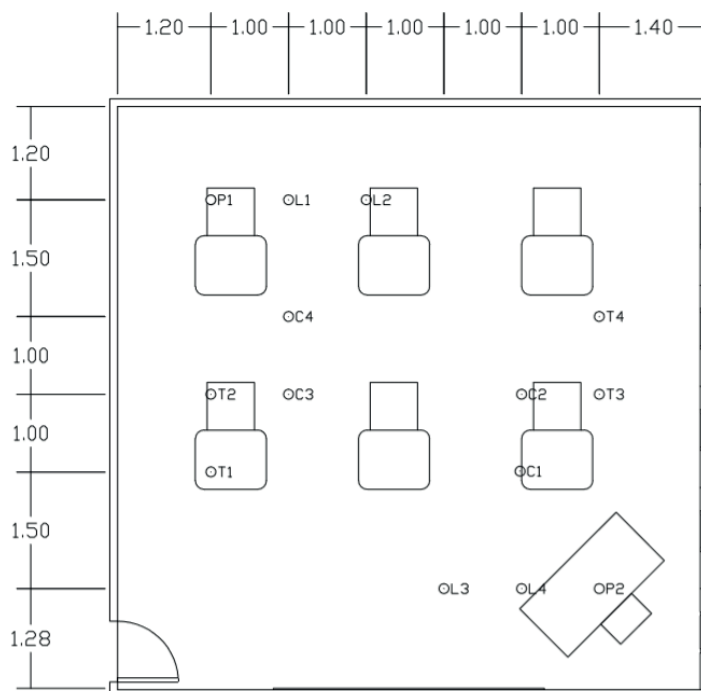
<b>Número de pontos</b>	
<b>Fator K</b>	<b>Nº de pontos</b>
<b><math>K &lt; 1</math></b>	9
<b><math>1 \leq K &lt; 2</math></b>	16
<b><math>2 \leq K &lt; 3</math></b>	25
<b><math>K \geq 3</math></b>	36
<b>Quantidade de pontos a serem analisados</b>	36

**Quadro 2:** Número de pontos

A distância entre os pontos foi de 1 m, e o aparelho foi posicionado em uma altura de 1,20 m do solo, que é a altura das mesas dos estudantes, caracterizando o plano de trabalho. Assim foram definidas as posições dos pontos para as medições:

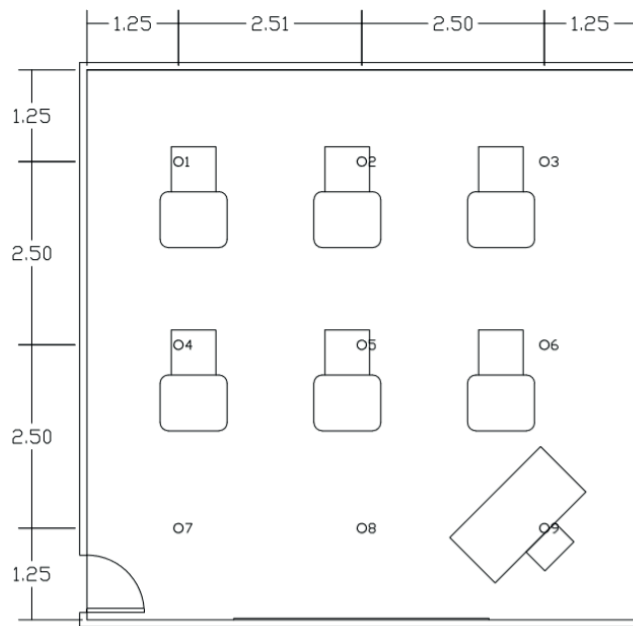


**Croqui 1:** Distribuição dos pontos para medição de iluminação natural e natural-artificial



**Croqui 2:** Distribuição dos pontos para medição de iluminação artificial

Já nas medições acústicas, foram definidos 9 pontos dentro da sala. Em cada ponto, o aparelho ficou estacionado durante 10 minutos, sendo realizada uma leitura a cada 10 s. A distribuição dos pontos para as medições dos níveis sonoros foi:



**Croqui 3:** Distribuição dos pontos para medição acústica

Para avaliação dos dados coletados, foi usada a NBR 10152 (ABNT, 1987) para determinar se a intensidade do som é adequada para o ambiente escolar e a NBR 5413 (ABNT, 1992) para avaliar os dados de intensidade da luz e compará-los aos valores considerados apropriados pela norma.

### 3.3 Apresentação da temática para os alunos da rede pública

Para tratar da sustentabilidade e impor-

tância do ambiente escolar, foram realizadas palestras e dinâmicas educativas e interativas, trazendo aos alunos o conhecimento acerca da relevância do desenvolvimento sustentável e como isso impacta no conforto em sala de aula, mostrando a ferramenta de modelagem Revit e como ela pode nos ajudar a trabalhar as problemáticas ambientais, propondo que os alunos sugerissem modificações nas suas escolas a fim de melhorar conforto e relação da comunidade com ela.



**Figura 01** – Apresentação da temática conforto ambiental para os alunos da escola ECI Prof. Crispim Coelho. Fonte: acervo próprio (2019)



Após as dinâmicas teóricas, os alunos foram levados ao IFPB Cajazeiras, onde puderam conhecer as instalações e cursos ofertados pela instituição e tiveram contato direto com o Revit nos laboratórios de desenho, onde foi desempenhada uma

oficina com atividades práticas mostrando aos alunos a utilidade da ferramenta para o desenvolvimento sustentável.

Propondo a inclusão digital para jovens, prioritariamente, de baixa renda.

**Figura 02-** Alunos da escola ECI Prof. Crispim Coelho conhecendo o laboratório de desenho do IFPB Campus Cajazeiras e tendo contato direto com o Software Revit para entendimento de sua funcionalidade na concepção arquitetônico visando o conforto ambiental natural. **Fonte:** acervo próprio (2019)



Após o contato direto com os alunos, foi realizado um relatório preliminar considerando a avaliação parcial da coleta de dados realizada nas salas de aula e as sugestões dos alunos sobre alternativas sustentáveis para as salas de aula.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

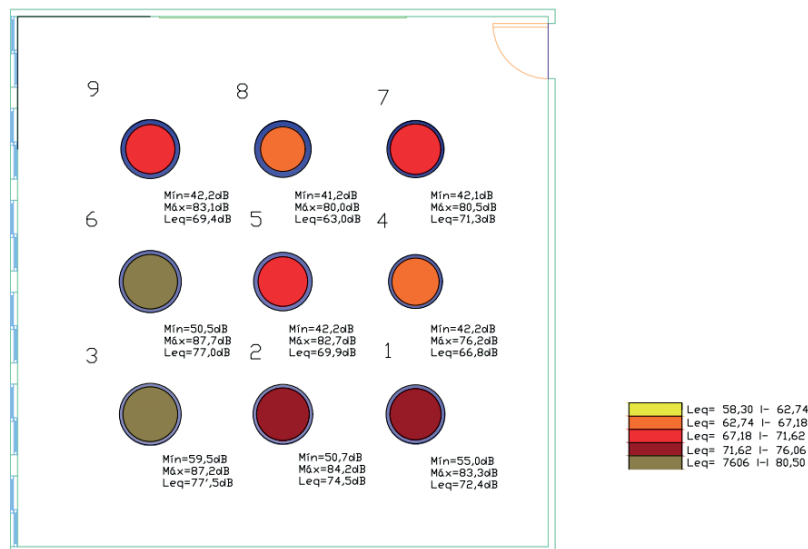
### 4.1 Medições *in-loco*

Os valores encontrados nas salas de terceiro e segundo ano foram semelhantes no que se refere aos três parâmetros analisados.

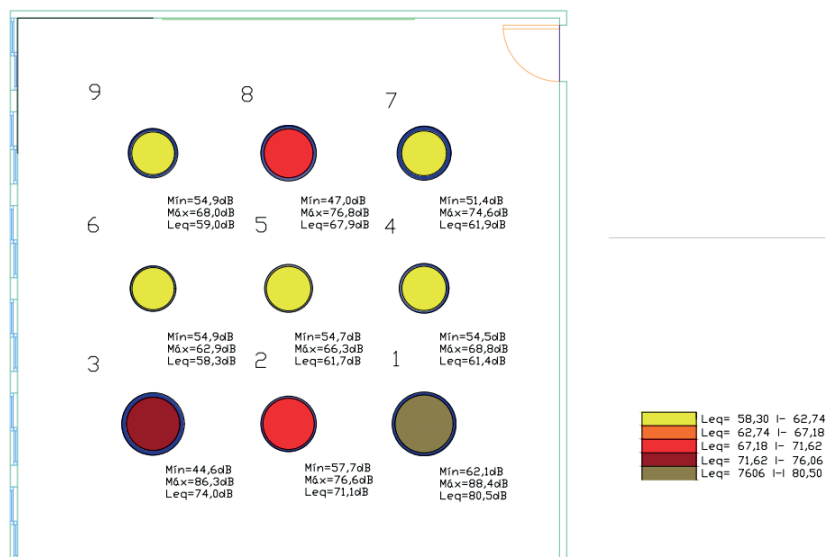
- Resultados sobre o conforto térmico  
Os dados de conforto térmico indicaram

uma temperatura de 30°C a 31°C e uma umidade variando entre 30% e 33% no período em que foram realizadas as medições (30 e 31 de julho), o que gera um certo desconforto nos usuários, principalmente na volta do intervalo.

- Resultados sobre o conforto acústico  
Os gráficos com as medições apresentaram os seguintes valores:



**Gráfico 1:** Valores acústicos para a sala do 3º Ano



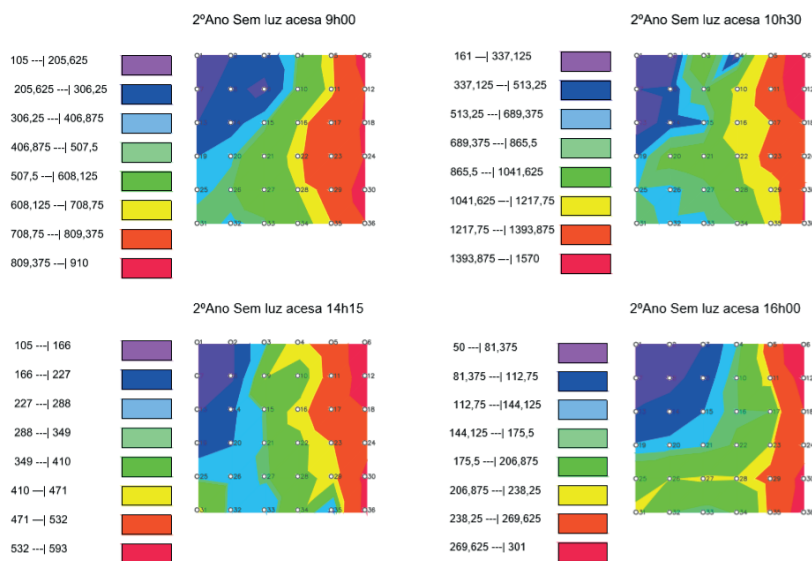
**Gráfico 2:** Valores acústicos para a sala do 2º Ano

Os gráficos mostram que a região com níveis sonoros mais elevados é a região mais ao fundo da sala, onde é mais comum haver conversas paralelas entre alunos.

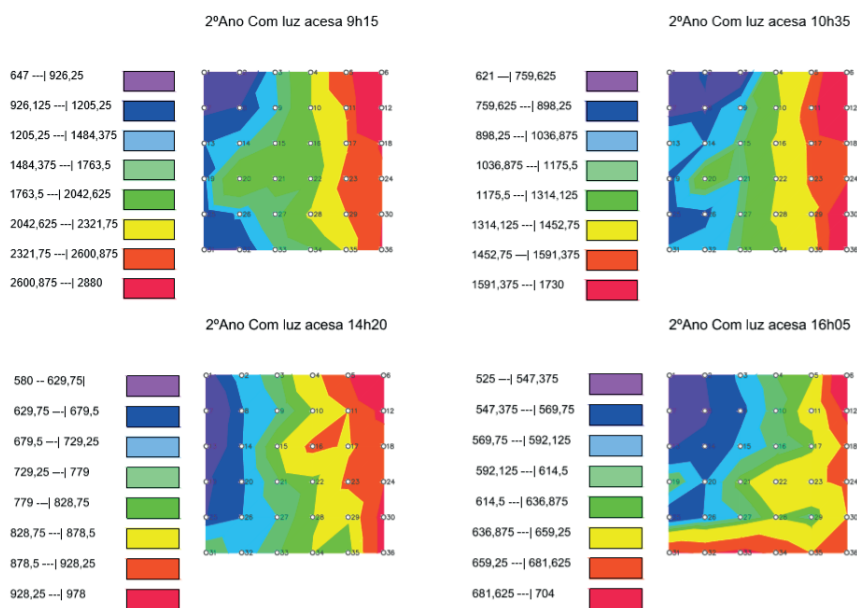
As medições apontaram níveis sonoros frequentemente acima de 65 dB durante o período de aula, sendo que a norma NBR 10152 (ABNT, 1987) recomenda que em uma sala de aula o valor máximo não ultrapasse 40 dB. Isso faz com que, não raro, o professor precise elevar a voz para que os alunos possam entender o que está sendo falado, o que pode acarretar em danos às cordas vocais.

● Resultados sobre o conforto luminoso

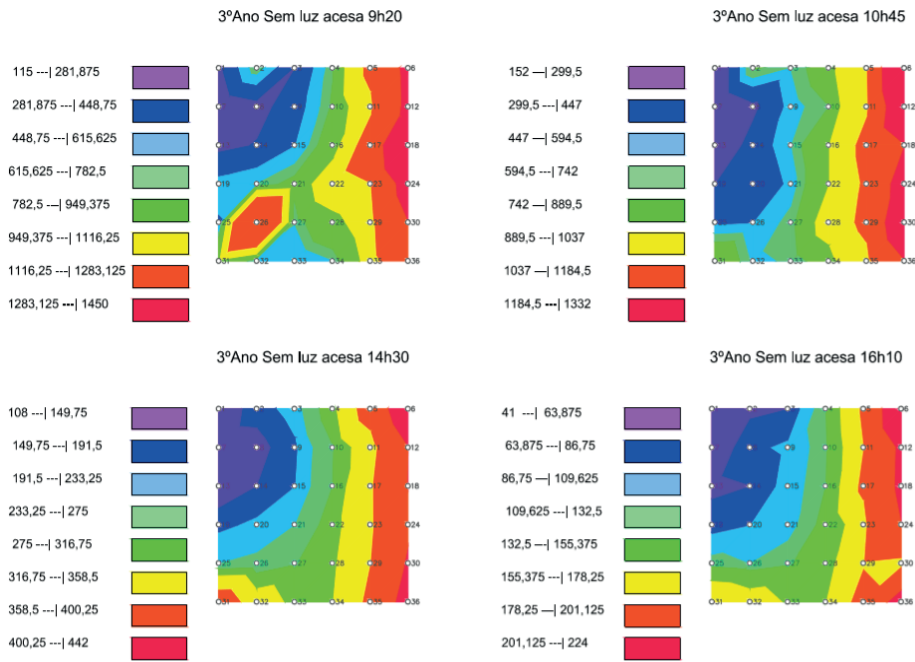
Os dados lumínicos mostraram que quando a luz artificial está em funcionamento, o ambiente é submetido a uma iluminação adequada de acordo com a norma NBR 5413 (ABNT, 1992), que estipula um valor mínimo de 300 lux para um ambiente de sala de aula. Já quando se utiliza apenas a luz natural, existem pontos que não conseguem atingir essa iluminação ideal, mesmo em horários diferentes do dia, devido ao fato da luz solar não conseguir atingir algumas áreas do ambiente de forma eficiente. O resultado das medições foram:



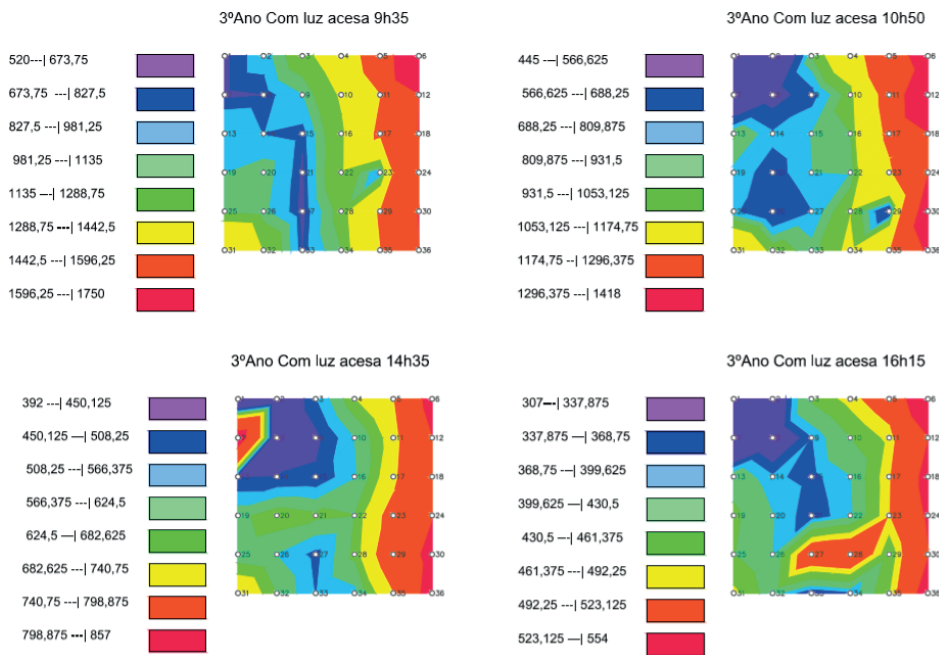
**Gráfico 3:** Valores de iluminância (em lux) na sala do 2º Ano com as luzes apagadas.



**Gráfico 4:** Valores de iluminância (em lux) na sala do 2º Ano com as luzes acesas.



**Gráfico 5:** Valores de iluminância (em lux) na sala do 3º Ano com as luzes apagadas.



**Gráfico 6:** Valores de iluminância (em lux) na sala do 3º Ano com as luzes acesas.

Essas distribuições mostram que na região da sala próxima às janelas, a iluminância é muito superior em relação ao lado oposto da sala onde não há janelas, sendo a porta a única abertura disponível.

Já as medições de iluminação artificial, apontaram os seguintes resultados para a sala do segundo ano:

Pontos	Luminância - lux			
P1	463			
P2	449	P Médio	456,00	
C1	486			
C2	485			
C3	472			
C4	477	C Médio	480,00	
T1	447			
T2	475			
T3	461			
T4	447	T Médio	457,50	
L1	465			
L2	495			
L3	510			
L4	486	L Médio	489,00	

Quadro 3: Iluminação artificial na sala do 2º Ano.

E na sala do terceiro ano:

Pontos	Luminância - lux			
P1	326			
P2	412	P Médio	369,00	
C1	375			
C2	379			
C3	364			
C4	364	C Médio	370,50	
T1	399			
T2	398			
T3	407			
T4	402	T Médio	401,50	
L1	365			
L2	311			
L3	358			
L4	365	L Médio	349,75	

Quadro 4: Iluminação artificial na sala do 3º Ano.

Para o cálculo da luminância média, foi utilizada a fórmula:

Onde:

**n** – Número de luminárias em cada linha (nesse caso foram 3 luminárias)

**m** – Número de linhas de luminárias (foram 3 linhas de luminárias)

**MC** – média dos pontos C

**ML** – média dos pontos L

**MT** – Média dos pontos T

**MP** – Média dos pontos P

Assim, temos que a luminância média encontrada, utilizando apenas a iluminação artificial foi de:

Luminância Média 2º Ano	474,33
Luminância Média 3º Ano	372,61

**Quadro 5:** Luminância média nas salas do segundo e terceiro ano.

O que representa um valor satisfatório de acordo com o estipulado pela NBR 5413 (ABNT, 1992). No tocante às palestras e oficinas realizadas, foi constatado o interesse dos alunos pelo tema, além de ter ocorrido uma forte interação produtiva deles durante a realização dessas atividades.

#### 4.2 Contribuição para o aprendizado dos alunos

Os alunos beneficiados com o projeto puderam ter a oportunidade de conhecer e aprender, de forma mais aprofundada e clara, a importância do conforto ambiental nas escolas, na qual puderam visualizar a importância da concepção de arquitetura e engenharia no âmbito de agregar recursos naturais para as edificações sustentáveis. Também puderam conhecer e ter contato direto com software avançado usado pelos profissionais da arquitetura e engenharia, dessa forma incentivando-os à buscar conhecimento e ingresso na Universidade Pública.

### 5 CONCLUSÃO

Os dados coletados mostraram que o ambiente interno da sala de aula não atende adequadamente aos critérios de conforto térmico e acústico, além de haver um bai-

xo aproveitamento da luz natural aumentando o gasto com luz artificial.

Assim, é pertinente o desenvolvimento de um modelo de projeto de reforma que possa suprir esses parâmetros de conforto de forma eficiente e sustentável, aproveitando o máximo possível dos recursos naturais como ventos e luz natural como forma de reduzir o gasto energético com climatização e iluminação artificial.

No que se refere aos alunos, se pôde notar que eles demonstraram bastante interesse em conhecer e discutir novas ideias sustentáveis para o ambiente escolar, bem como para o ambiente de suas próprias casas. Também foi evidente a empolgação deles em conhecer e utilizar as ferramentas computacionais de modelagem 3D, onde eles puderam aprender de forma prática como são aplicados os conceitos que eles conheceram durante as palestras.

Isso demonstra a importância do incentivo à educação voltada à sustentabilidade, bem como o acesso às novas tecnologias para os jovens da rede pública de ensino, podendo isso ser feito com promoção de atividades diferenciadas, bem como apresentação de ferramentas tecnológicas que despertem interesse em conhecê-las e aprendê-las.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413: Iluminância de interiores**. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151: Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade**. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152: Níveis de ruído para conforto acústico**. Rio de Janeiro, 1987.

BATIZ, E. C.; Goedert, J.; Morsch, J.J.; Kasmirski-Jr, P.; Venske, R. **Avaliação do conforto térmico no aprendizado: estudo de caso sobre influência na atenção e memória**. *Produção*, v. 19, n. 3, p. 477-488, 2009.

BERTOLOTI, Dimas. **Iluminação natural em projetos de escolas: uma proposta de metodologia para melhorar a qualidade da iluminação e conservar energia**. 2007. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, University of São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-19092007-141031/en.php>>. Acesso em 16 de abr. de 2019

BORGES, Márcia de Freitas Vieira. **INSERÇÃO DA INFORMÁTICA NO AMBIENTE ESCOLAR: inclusão digital e laboratórios de informática numa rede municipal de ensino**. 2008, Belém do Pará. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5753/cbie.wie.2008.%25p>> Acesso em 01 de maio de 2019.

BURKE, Bill; KEELER, Marian. **Fundamentos de edificações sustentáveis**. 1ª edição. Porto Alegre 2010.

CERQUEIRA, Eufrosina de Azevêdo. **Análise da intervenção ambiental de baixo custo em escola da rede pública de Feira de Santana**. 2001. 164 f. Tese (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

CLIMATE-DATA.ORG. **Clima Cajazeiras**. Disponível em <<https://pt.climate-data.org/americas-do-sul/brasil/paraiba/cajazeiras-42515/>> Acesso em 04 de abr. de 2019.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental**. 2ª Edição, Rio de Janeiro 2009.

DALVITE, B. et al. **Análise do Conforto Acústico, Térmico e Lumínico em Escolas da Rede Pública de Santa Maria, RS**. Disponível em <<https://www.periodicos.unifra.br/index.php/disciplinarumALC/article/download/712/660>> Acesso em 04 de abr. de 2019.

OLIVEIRA, Tadeu Almeida; RIBAS, Otto Toledo. **Sistemas de Controle das Condições Ambientais de Conforto**. Disponível em <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33852/271855/Sistemas+de+Controle+das+Condi%C3%A7%C3%B5es+Ambientais+de+Conforto/27660907-df0d-41aa-baa1-e09f86116fd8>> Acesso em 04 de abr. de 2019.

PAULSE, Pablo de Caldas. **Análise do desempenho termoenergético de escolas públicas segundo aplicação do RTQ-C para a envoltória**. 2016. 129 f. Tese (Mestrado em Projeto e Cidade) – Faculdade de Artes Visuais, Universidade Federal de Goiás.

SILVA, Graziela. **Conheça soluções que ajudam a amenizar o ruído em edificações.** Disponível em <[https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/conheca-solucoes-que-ajudam-a-amenizar-o-ruído-em-edificacoes\\_10189\\_10\\_0](https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/conheca-solucoes-que-ajudam-a-amenizar-o-ruído-em-edificacoes_10189_10_0)> Acesso em 05 de abr. de 2019.

SOUZA, Marcos Barros de. **Potencialidade de aproveitamento da luz natural através da utilização de sistemas automáticos de controle para economia de energia elétrica.** Florianópolis, 2003. 208p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

VIANA, Simone Scatolon Menotti. **Conforto térmico nas escolas estaduais de Presidente Prudente/ SP.** 2013. 216 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/105092>> Acesso em 01 de maio de 2019.