



ESCOLA POLITÉCNICA

## **Relatório de Introdução à Engenharia Civil**

Brenno Miguel Moral - N°USP: 11807873

Felippe Magliano - N°USP: 11806016

Gustavo André Antunes Celso - N°USP: 11807640

Luísa Oliveira Machado Bueno - N°USP: 11884592

Rubens Pimenta Costabile Sagliocco - N°USP: 11804060

Victor Manuel Dias Saliba - N°USP: 11807702

Turma 1

Grupo 5

Professor/Orientador: Claudio Luiz Marte

São Paulo

2020

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Brenno Miguel Moral

Felipe Magliano

Gustavo André Antunes Celso

Luisa Oliveira Machado Bueno

Rubens Pimenta Costabile Sagliocco

Victor Manuel Dias Saliba

## **Relatório de Introdução à Engenharia Civil**

Relatório apresentado aos ministrantes da matéria de Introdução à Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo como método avaliativo do 1º semestre do curso de Engenharia Civil.

Orientador: Claudio Luiz Marte

São Paulo

2020

## RESUMO

Uma das maneiras de identificar com rapidez as áreas para melhoria em edifícios em uso é a Avaliação Pós Ocupação (APO), que consiste na coleta de dados a respeito do edifício estudado com base nas opiniões de seus usuários. Assim, como primeiro projeto do curso de Introdução à Engenharia Civil, foi proposta a realização de uma APO do Edifício Paula Souza, destinada aos departamentos específicos da Engenharia Civil, com o intuito de familiarizar os alunos ingressantes com práticas comuns no campo de atuação de um profissional da área. O estudo aqui apresentado aborda os ambientes de sala de aula e tem como objetivo final a melhoria desses espaços. O tratamento desses espaços é essencial para o ensino, uma vez que seus resultados podem propiciar um ambiente mais favorável ao aprendizado e ao bom rendimento das aulas. A partir da delimitação do objeto de estudo e do método de análise apresentado pela disciplina, formulou-se um questionário na plataforma Google Forms com perguntas sobre a qualidade dos aspectos das salas de aula considerados mais importantes, sendo estes o conforto, a luminosidade, a acústica, o controle térmico, a visibilidade e a acessibilidade. Os dados obtidos sobre cada aspecto abordado na pesquisa foram cuidadosamente analisados e comparados entre si em prol da definição de um problema de maior urgência, sendo este a precariedade do controle térmico. Em seguida, foi realizado um processo de brainstorm no qual foram sugeridas múltiplas soluções ao problema definido. Nesta primeira etapa do projeto, as soluções apontadas não foram avaliadas. Assim, essa avaliação e os critérios nela utilizados devem ser definidos posteriormente, na segunda etapa do projeto. São apresentadas, também, recomendações para o desenvolvimento das etapas seguintes do projeto.

Palavras-chave: Avaliação Pós Ocupação. Soluções. Edifício Paula Souza.

## ABSTRACT

One of the ways to quickly identify areas for improvement in buildings in use is the Post-Occupancy Assessment (APO), which consists of collecting data about the building studied based on the opinions of its users. Thus, as the first project of the Introduction to Civil Engineering course, it was proposed to carry out an APO of the Paula Souza Building, aimed at specific departments of Civil Engineering in order to familiarize incoming students with common practices in the field of a professional of the area. The study presented here addresses the classroom environments and aims to improve these spaces. The treatment of these spaces is essential for teaching, since their results can provide a more favorable environment for learning and good performance of classes. From the delimitation of the object of study and the method of analysis presented by the discipline, a questionnaire was formulated on the Google Forms platform with questions about the quality of the aspects of the classrooms considered the most important, these being comfort, brightness, acoustics, thermal control, visibility and accessibility. The data obtained on each aspect addressed in the research were carefully analyzed and compared with each other in order to define a problem of greater urgency, this being the precariousness of thermal control. Then, a brainstorm process was carried out in which multiple solutions to the defined problem were suggested. In this first stage of the project, the solutions indicated were not evaluated. Thus, this evaluation and the criteria used in it must be defined later, in the second stage of the project. Recommendations are also presented for the development of the following stages of the project.

Keywords: Post-Occupancy Assessment. Solutions. Paula Souza Building.

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução</b>	<b>5</b>
<b>2. Desenvolvimento das Etapas do Projeto</b>	<b>6</b>
2.1. Levantamento dos dados	6
2.2. Análise dos dados	12
2.3. Definição do problema	14
2.4. Alternativas para a solução do problema	14
<b>3. Conclusões e recomendações</b>	<b>17</b>
<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>18</b>

## 1. Introdução

Com o intuito de familiarizar os alunos de Engenharia Civil ingressantes na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo com as habilidades de um engenheiro, a disciplina de Introdução à Engenharia Civil propôs uma atividade na qual grupos deveriam abordar diferentes espaços do Edifício Paula Souza, destinado às matérias específicas de Engenharia Civil, por meio de uma Análise Pós Ocupação (APO), buscando levantar melhorias a serem feitas no edifício com um foco para soluções sustentáveis. A APO consiste em um método de obtenção de dados que possibilita a identificação de problemas presentes em edifícios e a posterior formulação de soluções para tais. Conforme a divisão proposta no curso, este trabalho apresenta uma avaliação restrita às salas de aula do edifício.

A aplicação da APO em um ambiente de sala de aula é fundamental para a aprendizagem, pois as otimizações do espaço dela decorrentes podem proporcionar melhorias no rendimento dos alunos ao eliminar elementos incômodos.

Para a realização do trabalho, foi tomada como base uma pesquisa elaborada por meio de um formulário digital com o intuito de coletar opiniões gerais a respeito do ambiente analisado. A partir das respostas ao formulário, foi extraído um problema principal ao qual se propuseram múltiplas soluções a serem posteriormente avaliadas.

Devido à atual pandemia do vírus COVID-19, uma parte do trabalho voltada para a coleta presencial de dados como umidade, temperatura e luminosidade no interior das salas não pôde ser realizada. Assim, algumas etapas do trabalho não apresentam bases experimentais e têm como fundamento referências literárias, bem como o raciocínio lógico.

## **2. Desenvolvimento das Etapas do Projeto**

### **2.1. Levantamento dos dados**

A fim de obter dados e informações sobre a situação atual do Prédio da Engenharia Civil, foi realizada uma pesquisa comunitária a fim de ressaltar os principais pontos positivos e os negativos em relação às salas de aulas do Edifício Paula Souza.

A pesquisa foi feita a partir de um formulário, por meio da plataforma Google Forms, no qual havia uma série de questões relacionadas ao ambiente das salas de aula quanto aos seguintes aspectos: luminosidade, conforto, acessibilidade, acústica, controle térmico e visibilidade. Cada aspecto deveria ser analisado com uma nota de 1 a 5 (1-péssima; 2-ruim; 3-neutra; 4-boa; 5-ótima). Para todas as questões elaboradas também foram disponibilizadas espaços para respostas abertas para que, caso o entrevistado se dispusesse a complementar sua opinião, assim poderia proceder e enriquecer a pesquisa, de modo a facilitar a interpretação dos dados pela equipe de análise. Ao final do formulário, foi disposta outra barra de texto específica para sugestões de complicações a serem adicionadas ao formulário ou, ao menos, consideradas na definição do problema principal.

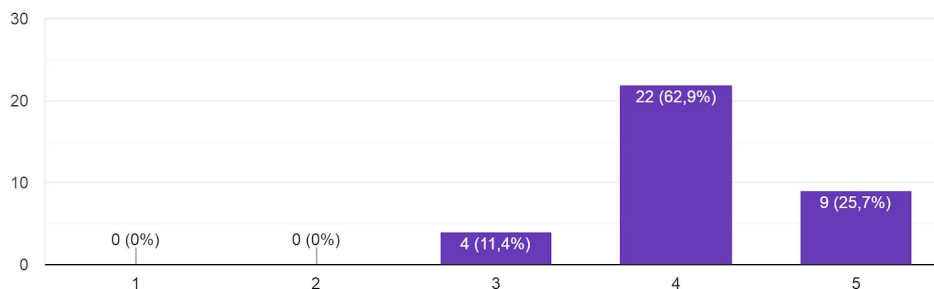
Após uma divulgação do formulário em redes sociais entre alunos da Escola Politécnica, foram obtidas 35 respostas no total, das quais 100% foram consideradas respostas válidas, ou seja, respostas não repetidas e oriundas de alunos que frequentam o Prédio da Engenharia Civil da USP. Pôde-se garantir esse fato porque foi solicitada a identificação do entrevistado e a frequência de suas aulas nesse prédio. Ademais, apesar de grande parte dos alunos serem do primeiro semestre, também houve respostas de estudantes de outros semestres, o que reflete que a amostra coletada é razoável.

Os resultados foram reunidos e convertidos em gráficos para uma melhor visualização e representação das principais necessidades do edifício. As questões do formulário que foram divulgadas estão listadas a seguir juntamente com os resultados quantitativos e qualitativos:

Figura 1 - Gráfico e sugestões dos entrevistados relacionados à questão 1

Como você avalia o conforto das salas?

35 respostas



Caso queira, especifique o que te incomoda:

7 respostas

O uso do espaço de sala de aula se apresenta, por vezes, organizado de maneira não tão proveitosa quanto à disposição do enfileiramento das cadeiras e também da ergonomia em relação à lousa. Assim, a visibilidade e o espaço pertinente a cada aluno acaba sendo afetado.

Em algumas sala a ergonomia das cadeiras é péssima

A sala de PCC é muito boa, no entanto, como o ar condicionado não está funcionando, o ambiente tende a ficar muito quente.

As vezes o ar condicionado está muito frio.

A circulação de ar dentro das salas é muito ruim.

Algumas cadeiras ficam distantes da lousa

Pouco espaço entre as carteiras

Fonte: Google Forms (Acesso em 03/04/2020 em

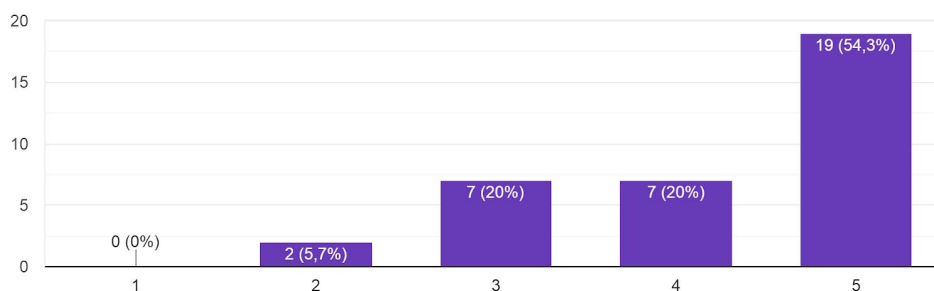
[https://docs.google.com/forms/d/1PmGazx0wBetkzkJc1Z0gw89Ju6\\_wRoj8JUqkEKtmPzI/edit#responses](https://docs.google.com/forms/d/1PmGazx0wBetkzkJc1Z0gw89Ju6_wRoj8JUqkEKtmPzI/edit#responses)



Figura 2 - Gráfico e sugestões dos entrevistados relacionados à questão 2

Como você avalia a Luminosidade nas salas?

35 respostas





Caso queira, especifique o que te incomoda:

3 respostas

- Excesso de luz em certos momentos do dia
- O sol bate nas janelas de algumas salas e reflete demais nas mesas. Além de causar desconforto para a visão, deixa o ambiente mais quente.
- Muita suscetibilidade à luz externa

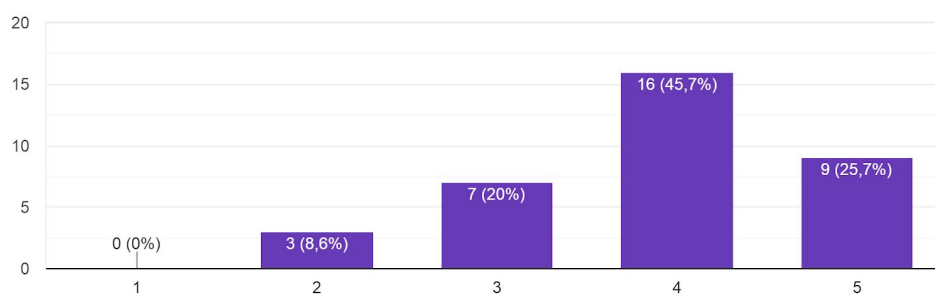
Fonte: Google Forms (Acesso em 03/04/2020 em

[https://docs.google.com/forms/d/1PmGazx0wBetkzkJc1Z0gw89Ju6\\_wRoj8JUqkEKtmPzI/edit#responses](https://docs.google.com/forms/d/1PmGazx0wBetkzkJc1Z0gw89Ju6_wRoj8JUqkEKtmPzI/edit#responses))

Figura 3 - Gráfico e sugestões dos entrevistados relacionados à questão 3

Como você avalia a acústica das salas?

35 respostas



Caso queira, especifique o que te incomoda:

3 respostas

- Salas muito grandes fazem com que o som se espalhe demais e não dá para ouvir com clareza o professor
- Dependendo da altura da voz do professor as aulas podem ser inaudíveis do fundo da sala de PCC
- Corredor

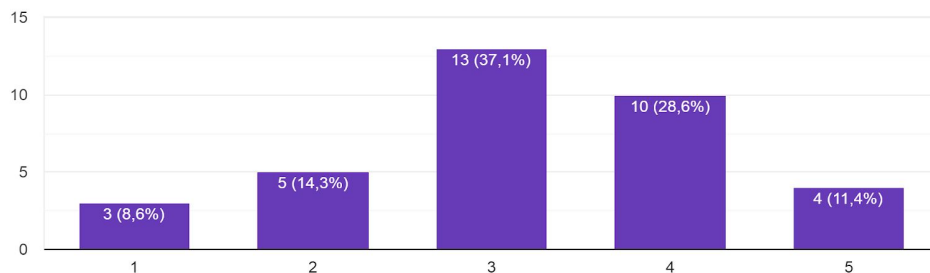
Fonte: Google Forms (Acesso em 03/04/2020 em

[https://docs.google.com/forms/d/1PmGazx0wBetkzkJc1Z0gw89Ju6\\_wRoj8JUqkEKtmPzI/edit#responses](https://docs.google.com/forms/d/1PmGazx0wBetkzkJc1Z0gw89Ju6_wRoj8JUqkEKtmPzI/edit#responses))

Figura 4 - Gráfico e sugestões dos entrevistados relacionados à questão 4

Como você avalia o controle térmico das salas?

35 respostas



Caso queira, especifique o que te incomoda:

10 respostas

Arrumar os ar-condicionados das salas
As salas do prédio, em dias com maior temperatura, ficam abafadas na parte posterior, mais distante da lousa, provavelmente devido à disposição das janelas
O ar condicionado mesmo ligado parece que está desligado
O ar condicionado da sala de PCC está quebrado e por esse motivo o ambiente tende a ficar muito quente
Necessita de mais ventilação natural
Ar condicionado sempre desligado ou não funcionando
muito calor, principalmente com os ar-condicionados que não funcionam
Ar condicionado faz um barulho irritante
Ou muito frio ou muito calor
problemas no ar condicionado

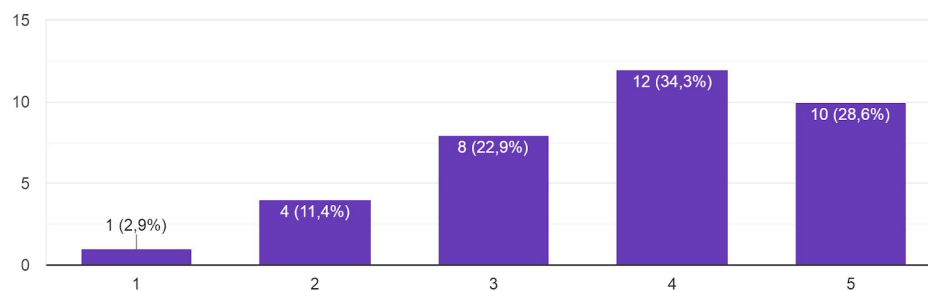
Fonte: Google Forms (Acesso em 03/04/2020 em

[https://docs.google.com/forms/d/1PmGazx0wBetkzkJc1Z0gw89Ju6\\_wRoj8JUqkEKtmPzI/edit#responses](https://docs.google.com/forms/d/1PmGazx0wBetkzkJc1Z0gw89Ju6_wRoj8JUqkEKtmPzI/edit#responses))

Figura 5 - Gráfico e sugestões dos entrevistados relacionados à questão 5

Como você avalia a visibilidade da lousa e da tela de projeções nas salas?

35 respostas



a visibilidade não é boa para quem senta nas laterais da frente

Caso queira, especifique o que te incomoda:

9 respostas

Algumas salas é difícil ver a lousa ou quando tem muita gente na sala as pessoas a frente já dificultam a visibilidade

A conformação plana da lousa às vezes não favorece a visibilidade de discentes que se disponham nos fundos de sala, como nas laterais dessa

No cirquinho se vc fica na primeira fileira nos cantos, vc não enxerga nada

Tem sala que é impossível ver a lousa se vc não sentar na primeira carteira de cada fileira

Se sentar na ponta, em lousas muito longas fica difícil ver a outra ponta

Lousa é ok, projetor é meio fraco

Reflexo

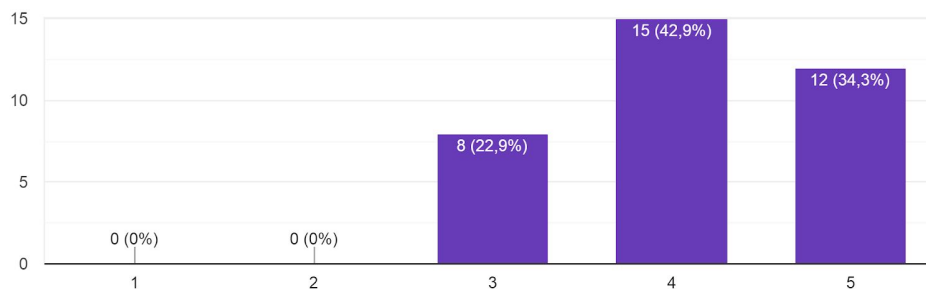
Fonte: Google Forms (Acesso em 03/04/2020 em

[https://docs.google.com/forms/d/1PmGazx0wBetkzkJc1Z0gw89Ju6\\_wRoj8JUqkEKtmPzI/edit#responses](https://docs.google.com/forms/d/1PmGazx0wBetkzkJc1Z0gw89Ju6_wRoj8JUqkEKtmPzI/edit#responses))

Figura 6 - Gráfico e sugestões dos entrevistados relacionados à questão 5

Como você avalia a acessibilidade das salas?

35 respostas



Caso queira, especifique o que te incomoda:

2 respostas

Cadeiras muito próximas umas das outras (esoação)

Carteiras muito próximas umas das outras

Fonte: Google Forms (Acesso em 03/04/2020 em

[https://docs.google.com/forms/d/1PmGazx0wBetkzkJc1Z0gw89Ju6\\_wRoj8JUqkEKtmPzI/edit#responses](https://docs.google.com/forms/d/1PmGazx0wBetkzkJc1Z0gw89Ju6_wRoj8JUqkEKtmPzI/edit#responses))

Figura 7 - Sugestões gerais dos entrevistados

Caso você tenha algum problema em mente que não se encaixa em um dos itens anteriores, favor especifique-o o melhor que puder aqui:

1 resposta

Poderia trocar as lousas de giz por lousas de canetão

Fonte: Google Forms (Acesso em 03/04/2020 em

[https://docs.google.com/forms/d/1PmGazx0wBetkzkJc1Z0gw89Ju6\\_wRoj8JUqkEKtmPzI/edit#responses](https://docs.google.com/forms/d/1PmGazx0wBetkzkJc1Z0gw89Ju6_wRoj8JUqkEKtmPzI/edit#responses))

## 2.2. Análise dos dados

Quanto ao conforto:

Todas as respostas fechadas se dividem entre as avaliações “neutra”, boa” e “ótima” do conforto das salas, o que sugere pouca necessidade de intervenção nesse aspecto. Concomitantemente, as respostas abertas apontam para a seguinte peculiaridade: seis respostas fugiram do quesito perguntado sendo, três respostas abordando o controle térmico, duas referindo à acessibilidade e uma direcionada à visibilidade. Portanto, as sete participações demonstram uma falta de entendimento por parte dos entrevistados a respeito do conceito de conforto. A única resposta que atende aos critérios desejados dirige uma crítica específica à ergonomia das carteiras de algumas salas de aula.

Quanto à luminosidade:

A concentração de 54,3% das respostas fechadas na avaliação “ótima” demonstra alta satisfação geral com a iluminação nos ambientes avaliados. Isso é reforçado pela ocorrência de apenas duas avaliações com nota 2. Já as respostas abertas, apesar de se limitarem a apenas três participações, apontam para uma questão em comum que aparenta ter grande impacto no cotidiano dos alunos, que é a interferência da luminosidade externa no ambiente interno, o que compromete a visibilidade e, até mesmo, a regulação térmica nas salas, objeto de avaliação de outro quesito analisado mais abaixo.

Quanto à acústica das salas:

Com 76,4% das respostas fechadas divididas entre as avaliações “boa” e “ótima”, a acústica das salas agrada a maioria dos entrevistados. Das 35 participações, apenas três descrevem a

acústica das salas como precária. As três respostas abertas diferem entre si a respeito dos problemas sonoros que acometem as salas, o que sugere a inexistência de um problema específico nesse quesito que mereça tanta atenção.

Quanto ao controle térmico:

No gráfico, a distribuição de 60% das respostas entre as avaliações “péssima”, “ruim” e “neutra” representa a maior insatisfação geral obtida no formulário, o que indica o controle térmico como o problema mais urgente. Dentre as dez respostas obtidas (o maior número de participações dissertativas obtidas em um item), sete apontam para mal-funcionamento ou ineficiência do equipamento de ar-condicionado, enquanto quatro reclamam diretamente de temperaturas altas ou ambiente abafado.

Quanto à visibilidade:

O gráfico das respostas apresenta 62,9% das avaliações como positivas, de modo a indicar boa satisfação geral com a visibilidade da lousa e do telão de projeções. Dentre as nove respostas abertas, cinco citam dificuldades de visualização da lousa dependendo da carteira na qual o aluno se encontra. Houve, também, uma resposta direcionada ao “cirquinho”, edifício destinado às aulas do ciclo básico, que foi desconsiderada nesta análise devido a um desvio do objeto de estudo especificado no formulário, que é o Prédio da Engenharia Civil.

Quanto à acessibilidade:

Assim como o observado a respeito do conforto, a acessibilidade das salas apresentou todas as respostas fechadas entre as avaliações “neutra”, “boa” e “ótima”, com maior concentração nas opções “boa” e “ótima” (77%), sugerindo boa satisfação geral nesse quesito. As duas respostas abertas obtidas focam em um mesmo problema: a formação de corredores estreitos devido à disposição das carteiras em sala de aula, dificultando a circulação de pessoas no ambiente.

Quanto às sugestões de aspectos problemáticos não analisados:

A ocorrência de apenas uma sugestão de problema sugere uma boa abordagem do formulário aos principais elementos incômodos das salas de aula analisadas. Ademais, pode-se afirmar

que o conteúdo da sugestão, que remete à troca das lousas de giz por lousas de canetinha, não possui grande representabilidade do grupo estudado.

### 2.3. Definição do problema

A partir da análise dos dados adquiridos, observou-se que um melhor controle térmico se mostrou como a principal necessidade atual das salas. Dentro desse aspecto, a análise permite concluir dois possíveis problemas primordiais que originaram a insatisfação dos estudantes em relação ao controle térmico do espaço: uma falha no isolamento térmico da sala ou uma falha no funcionamento do aparelho ar-condicionado.

Não se descarta, no entanto, o fato de que outros elementos do ambiente estudado também apresentam falhas de impacto significativo no cotidiano dos alunos.

Assim, a formulação de soluções possíveis há de focar no aspecto da aclimação das salas, tendo a solução de outros problemas como efeito secundário e não intencional.

### 2.4. Alternativas para a solução do problema

A partir da definição do problema principal, foram formuladas diversas soluções possíveis sem julgamento prévio, isto é, cujo estudo de viabilidade não foi, em um primeiro momento, realizado. Estas são:

- a) **cortinas:** Apesar de ser sugerido as cortinas do tipo blackout, pano ou persiana, o material em si não foi definido. Sua função seria de bloquear a incidência solar durante o dia e atuar como um dificultador de fluxo térmico, reduzindo a introdução de calor à sala de modo a possibilitar um melhor rendimento do equipamento de ar-condicionado (ver referência 1). Além de ajudar no controle térmico, as cortinas ainda iriam melhorar a visibilidade da sala ao possibilitar um maior controle a entrada de luz externa nos momentos de maior claridade. Uma das principais vantagens dessa solução é a adaptabilidade, visto que as cortinas podem ser retraídas ou estendidas conforme necessário, isto é, garantem maior controle do usuário sobre as características do espaço;

- b) **isolamento térmico das paredes:** Sua função seria de limitar a condutibilidade térmica das paredes, reduzindo permanentemente a capacidade de troca de calor entre as salas e o meio externo. Destarte, métodos de aclimação atualmente existentes no ambiente (como ar-condicionado) apresentariam melhor rendimento;
- c) **troca das portas de vidro:** Com base nos vãos presentes entre as portas de vidro e as paredes, bem como a existência de materiais menos termicamente condutivos, como alguns tipos de madeira (ver referência 2), sugere-se a troca destas por portas maiores e de um material mais isolante para diminuir a troca de calor com o meio externo, impulsionando o controle térmico. O material da nova porta não foi definido. Como benefício secundário, a influência de barulhos externos seria reduzida, dado o precário isolamento acústico fornecido pelas portas atuais;
- d) **redução das janelas:** As janelas das salas de aula do prédio da civil são muito grandes, e ocupam praticamente uma parede inteira; por serem feitas de vidro, a troca de calor com o meio externo é grande, e a entrada de luz solar também. Com a redução das janelas, tanto a troca de calor com o meio externo, quanto a insolação diminuiria, já que o vidro é um isolante térmico pior do que o concreto das paredes do prédio, que substituiriam parte da janela. Melhorando assim o controle térmico da sala;
- e) **insulfilmm nas janelas:** As grandes janelas das salas de aula do prédio da civil fazem com que haja muita incidência solar dentro das salas; o insulfilmm teria a função de diminuir essa luz que atravessa a janela, diminuindo a mudança de temperatura causada pela incidência solar, melhorando parcialmente o controle térmico;
- f) **manutenção do ar-condicionado:** O grande motivo para os problemas de controle térmico nas salas de aula pode ser o mal funcionamento dos ar-condicionados, portanto uma manutenção programada no sistema poderia ser adotada, melhorando, assim, a eficiência dos equipamentos. Nesse âmbito, a distribuição de manuais do equipamento forneceria um maior entendimento sobre o mesmo aos usuários, de modo

a fixar as maneiras corretas de utilização do sistema, minimizando atitudes danosas ao aparelho;

- g) **plantio de árvores caducifólias em frente às janelas:** Com essa medida, cria-se uma barreira natural que atua conforme as necessidades sazonais: durante o verão, a presença de folhas reduzem a incidência solar nas salas, levando a um menor aquecimento do ambiente e reduzindo a entrada de luz externa; ao longo do inverno, a queda natural das folhas desfaz a barreira proposta, permitindo maior aquecimento da sala pela incidência solar, bem como impulsionando a iluminação do ambiente;
- h) **utilização de umidificadores:** A umidade, ao introduzir um fator com alto calor específico, dificulta trocas de calor entre o ambiente e o meio externo. Assim, o uso de umidificadores auxiliaria no controle térmico das salas de aula.



### 3. Conclusões e recomendações

A aplicação do método de APO permitiu a identificação dos principais defeitos das salas de aula do Edifício Paula Souza. Os dados obtidos através da pesquisa realizada proporcionaram um bom entendimento a respeito do impacto de cada defeito identificado no cotidiano dos usuários do espaço estudado, de modo a possibilitar a identificação da precariedade do controle térmico como o problema principal. Além disso, as 35 participações na pesquisa compõem um universo de análise satisfatório, o que aponta para uma boa confiabilidade dos dados coletados. Assim, pode-se concluir que a pesquisa foi bem-sucedida

Por conseguinte, pode-se aferir que a elaboração de soluções também está adequada à realidade do ambiente estudado, visto que se baseia na definição do problema principal. Resta, portanto, a realização de um estudo de viabilidade aprofundado para definir a melhor solução ao quadro observado.

É sugerida uma coleta de dados a respeito de temperatura e umidade nas salas para compôr o estudo de viabilidade. Recomenda-se, também, que a escolha da solução tenha como critérios, além da sustentabilidade, a adaptabilidade às diferentes salas e às diferentes épocas do ano; os custos de aplicação e de manutenção; e a preservação de elementos sustentáveis já existentes.

## Referências Bibliográficas

(1) CAIRRÃO, Giselly Andrade de Alencar. **Conforto térmico no ambiente escolar**: uma análise metacognitiva com aplicação da cortina térmica sustentável. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/34075>>. Acesso em: 8 abr. 2020.

(2) PROTOLAB. **Protolab** - Tabela de Condutividade Térmica de Materiais de Construção. Disponível em: <<http://www.protolab.com.br/Tabela-Condutividade-Material-Construção.htm>>. Acesso em: 8 abr. 2020.

(3) UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP** - Parte I (ABNT). 2016. Universidade de São Paulo, 2016.