

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA



CARLOS EDUARDO CARREIRO TUMA DELBIN
GUILHERME XAVIER DA SILVA GREEN
LAURA NASCIUTTI BARROS
LUANN SILVA CALIXTO
RONALDO MACHADO TAMOCHUMAS FILHO
VITÓRIA PIMENTEL DE ARAÚJO

INFRAESTRUTURA DO CENTRO ACADÊMICO DE ENGENHARIA CIVIL

SÃO PAULO
2020

CARLOS EDUARDO CARREIRO TUMA DELBIN
GUILHERME XAVIER DA SILVA GREEN
LAURA NASCIUTTI BARROS
LUANN SILVA CALIXTO
RONALDO MACHADO TAMOCHUMAS FILHO
VITÓRIA PIMENTEL DE ARAÚJO

INFRAESTRUTURA DO CENTRO ACADÊMICO DA CIVIL (CEC)

Relatório descritivo a respeito das áreas de convivência e descanso da civil, com ênfase na estrutura do centro acadêmico (CEC) para a disciplina 0313101 - Introdução à Engenharia Civil sob orientação do Professor Sérgio Cirelli Angulo.

SÃO PAULO

2020

Agradecemos a Gabriel Vieira, José Neto, Matheus de Medeiros e Thiago Dafico que deram início a esse relatório e o desenvolveram até um ponto específico, tornando possível que realizássemos o que era necessário para desenvolver o tema tratado.

RESUMO EXECUTIVO

Este projeto visa a otimização das áreas de convívio e descanso do Edifício Paula Souza, focando no Centro de Engenharia Civil, que, por mais que pareça livre de problemas à uma primeira vista, apresenta inadequações que causam desconforto em seus usuários. O relatório propõe um ambiente onde os estudantes possam descansar e se recuperar tranquilamente.

Ao mesmo tempo, o projeto procura o desenvolvimento dos estudantes do curso de Engenharia Civil nos quesitos de trabalho em grupo, elaboração de projeto, comunicação e liderança, além de fornecer um contato com a profissão do Engenheiro. Essa razão, trazida pela disciplina de Introdução à Engenharia Civil, que levou, principalmente, à elaboração deste trabalho.

Primeiramente, realizamos uma pesquisa, por meio de um formulário, a respeito da estrutura do local, feita com usuários frequentes do CEC. Realizando a análise dos dados coletados, constatamos que a maior insatisfação dos usuários se encontrava na organização, luminosidade e no sistema elétrico.

Posteriormente, entramos em contato com integrantes da atual gestão do grêmio, que ressaltaram os problemas com rede elétrica e iluminação, convergindo as insatisfações dos usuários e organizadores do local. Diante das condições apresentadas, decidimos focar na problemática com a base de dados mais concreta, gerando um maior potencial a ser atacado. A problemática escolhida fora a iluminação do centro acadêmico da civil.

No que se refere a luz artificial, uma das soluções encontradas, trilhos eletrificados, tinha a função de garantir o bom funcionamento do sistema de iluminação, e se destacava pela sua eficiência, por atribuir uniformidade luminosa ao espaço, conferindo-lhe um excelente conforto visual, além de ser uma tecnologia que consome menos energia elétrica e mais favorável ao meio ambiente.

Outras soluções tinham a função de utilizar a luz do sol a nosso favor. Persianas externas, por exemplo, permitem ao usuário um melhor controle da quantidade de luz natural desejada, se destacando pelo fator sustentabilidade, já as janelas DE areia, possuem um armazenamento de areia que permite que a janela se torne opaca de

acordo com a necessidade, garantindo a privacidade dos usuários e também as “Smart Windows”, que com o simples toque de um interruptor a janela inteligente muda de translúcida para opaca, solução mais sofisticada dentre as demais.

Portanto, analisamos a estrutura do local, propusemos soluções que poderão beneficiar os usuários do centro da civil, cumprindo assim, com os objetivos estabelecidos inicialmente. Recomenda-se a leitura completa deste material, que contém informações importantes a respeito das soluções apresentadas neste resumo.

Resumindo, ao analisar o problema, a solução que mais se destacou foi, depois de usar uma matriz de decisão, a implementação de trilhos eletrificados, que cobririam uma alta região do CEC, aumentariam sua atratividade e são de fácil instalação.

Palavras-chave:

Conforto, Durabilidade, Energético, Otimização, Sustentável.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1. Objetivo.....	8
1.2. Problemática.....	9
2. DESENVOLVIMENTO DAS ETAPAS DO PROJETO	9
2.1. Levantamento dos dados.....	9
2.2. Análise dos dados.....	17
3. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	18
3.1. Objetivo.....	18
3.2. Restrições	18
3.3 Consequência	19
4. ALTERNATIVAS PARA SOLUÇÃO DO PROBLEMA	20
4.1. Sistema elétrico	20
4.2. Lâmpadas LED	20
4.2.1. Diferencial da tecnologia	21
4.2.2. Sustentabilidade.....	22
4.2.3. Temperatura da cor	23
4.2.4. Viabilidade.....	24
4.3. Persianas externas	26
4.3.1. Modelos.....	27
4.4. Smart windows	28
4.5. Cortina de areia	29
4.6. Trilho eletrificado.....	30
4.7 Materiais que favorecem a luminância.....	30
4.7.1. Cores claras	30
4.7.2. Espelhos	31
4.7.3. Superfícies refletoras	32
5. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	33
5.1. Custo	33
5.2. Alteração estrutural.....	33
5.3. Tempo de execução	33
5.4. Durabilidade.....	34

5.5. Eficácia	34
6. MATRIZ DE DECISÃO	34
6.2. Definição dos pesos dos critérios de avaliação	36
6.3. Justificativa da comparação entre critérios	38
6.3.1. <i>Custo X Alteração estrutural</i>	38
6.3.2. Custo X Tempo de execução	38
6.3.3. Custo X Durabilidade	39
6.3.4. Custo X Eficácia	39
6.3.5. Alteração estrutural X Tempo de execução	39
6.3.6. Alteração estrutural X Durabilidade	39
6.3.7. Alteração estrutural X eficácia	39
6.3.8. Tempo de execução X Durabilidade	39
6.3.9. Tempo de execução X Eficácia	40
6.3.10. Durabilidade X Eficácia	40
7. AVALIAÇÃO DAS SOLUÇÕES	40
7.1. Resultado final	45
8. ESPECIFICAÇÃO DA SOLUÇÃO	45
8.1. Modelo	45
8.2. Custo	46
8.3. Implementação	47
10. BIBLIOGRAFIA	48



1. INTRODUÇÃO

1.1. Objetivo

A Escola Politécnica da Universidade de São Paulo oferece uma disciplina pensada especialmente para os estudantes de Engenharia Civil. Nessa disciplina, chamada Introdução à Engenharia Civil, eles são orientados a procurar por elementos que apresentem algum tipo de problema ou desconforto no Edifício Paula Souza, conhecido como o prédio da Engenharia Civil, e verificar qual das inconsistências levantadas é a mais relevante, para prosseguir para a segunda parte da disciplina. Essa foi a razão que motivou a elaboração do trabalho ao qual este relatório é relacionado.



Essa disciplina é de fundamental importância para o desenvolvimento do futuro engenheiro civil, que, em teoria, provavelmente terá um contato muito forte, no exercício de sua profissão, com a necessidade de identificar problemas em uma estrutura já existente e elaborar soluções para tal.

Para um melhor funcionamento da disciplina, esta análise é feita nas áreas de convívio e descanso do edifício, incluindo as duas praças no interior do prédio, os bancos espalhados estrategicamente para descanso e aguardo e o Centro de Engenharia Civil. Este último, conhecido por CEC, é onde é focado o relatório.

Por um lado, é necessária uma análise profunda para uma boa localização dos problemas relacionados ao prédio, mas, por outro, uma recente pandemia impossibilitou o acesso a tal, o que obrigou que vários pontos citados aqui posteriormente a serem feitos à distância. Por mais que o resultado em relação ao problema e às soluções não seja o ideal, o mais importante é, como citado anteriormente, o desenvolvimento do estudante.

Alternativamente, dentro dos problemas tratados, é possível que, além de não ser o principal objetivo, seja achado um problema notável que tenha uma solução possível e de fácil aplicação. Para isso, na segunda etapa da disciplina, os estudantes devem utilizar de formas confiáveis para chegar à solução que mais se aplica ao problema.

1.2. Problemática



A iluminação é praticamente essencial para garantir o conforto e a segurança de um grupo em um determinado local. Sem ela, é possível que **ocorram acidentes por má visualização de objetos espalhados, animais pequenos se escondam facilmente em áreas escuras e estudantes se cansam ao tentar ler um livro.**

Alternativamente, quando se fala em lâmpadas, a cor da luz é medida como a “temperatura” que ela apresenta, também medida em Kelvin, ainda assim, não é relacionada à quantidade de calor que ela emite. Tal temperatura tem influência no humor de quem a utiliza. **Temperaturas mais frias, por exemplo, são mais recomendadas à áreas de trabalho, enquanto temperaturas quentes são relacionadas à áreas de descanso.**



Por causa disso, é importante para o ambiente universitário que seus estudantes estejam sobre a influência da melhor distribuição de luzes quentes e frias, de forma a elevar sua eficiência e manter seu equilíbrio emocional.

2. DESENVOLVIMENTO DAS ETAPAS DO PROJETO

2.1. Levantamento dos dados

Este relatório foi realizado durante a pandemia de COVID-19, portanto fomos impossibilitados de analisar as condições do local pessoalmente, o que nos levou a realizar toda a parte de pesquisa, feita com universitários que frequentam o CEC (Centro de Engenharia Civil), de modo online.

Para tal, o fizemos, principalmente, a partir de um formulário, desenvolvido pela plataforma Google Forms, levando em conta questões como ambientação, acessibilidade, conforto, organização, para aprimorar o espaço comportando confortabilidade para todos os usuários do local.

Nesse contexto, utilizamos, principalmente, perguntas com 6 alternativas, das quais 5 eram sobre a opinião da pessoa sobre determinado quesito, presente, ou não, no CEC. A última era para o caso da pessoa não conhecer ou se lembrar. Além disso,

também foram feitas entrevistas com pessoas que frequentavam o local para aumentar a alíquota da pesquisa. Segue abaixo os dados adquiridos com a pesquisa:

Qual o seu curso ?

24 respostas

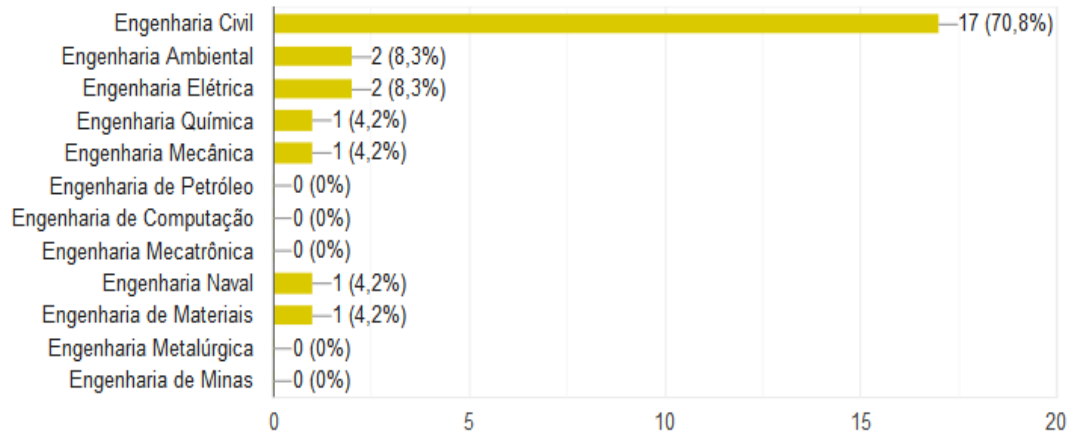


Figura 1 – Curso dos entrevistados (POLI)

Fonte: Aatoria Própria (2020)

Qual ano você está ?

24 respostas

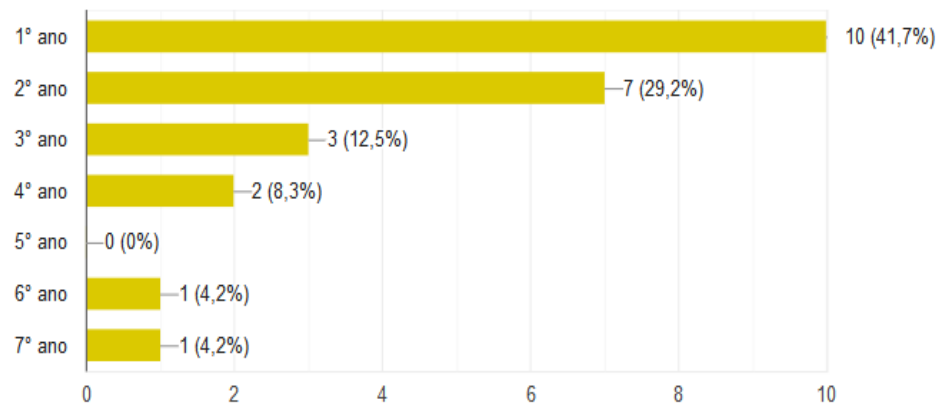


Figura 2 – Ano de graduação

Fonte: Aatoria Própria (2020)

Caso esteja em outra modalidade, preencha o campo a seguir: (Ex: PoliFau, Pós, Mestrado)

2 respostas

Poli FAU

Poli-Fau

Figura 3 – Campo para outros cursos

Fonte: Aatoria Própria (2020)

Você costuma frequentar o C.A da Civil (CEC) ?

24 respostas

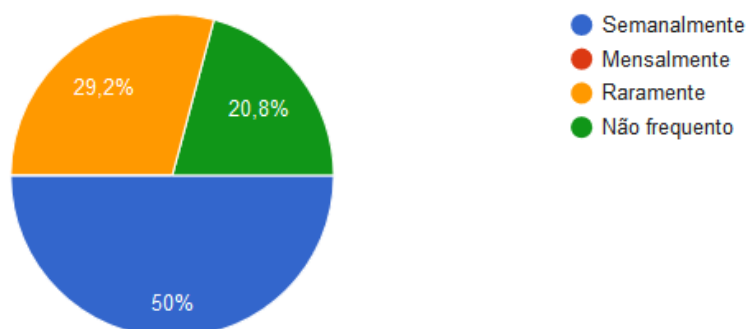


Figura 4 – Frequência de Uso

Fonte: Aatoria Própria (2020)

No que se refere ao SISTEMA ELÉTRICO do local (no geral) :

21 respostas

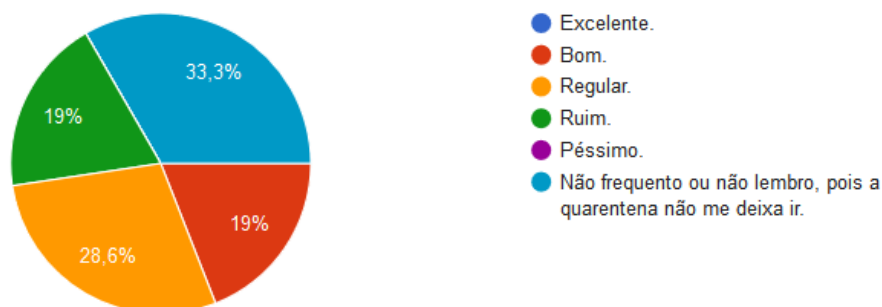


Figura 5 – Avaliação do sistema elétrico

Fonte: Aatoria Própria (2020)

- Número de tomadas

11 respostas

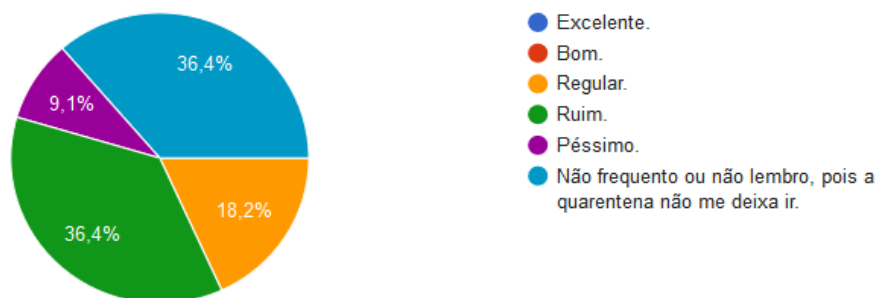


Figura 6 – Avaliação do número de tomadas

Fonte: Aatoria Própria (2020)

- Estabilidade da rede elétrica

11 respostas

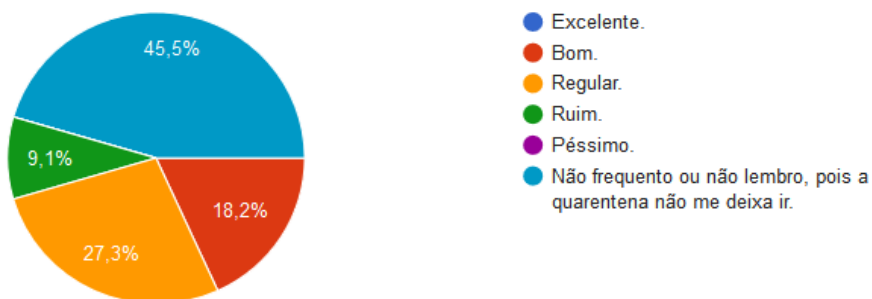


Figura 7 – Avaliação da estabilidade da rede

Fonte: Aatoria Própria (2020)

- Fiação do local

11 respostas

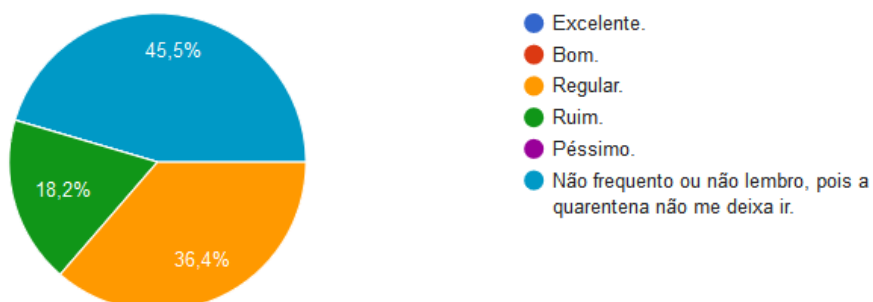


Figura 8 – Avaliação da fiação

Fonte: Aatoria Própria (2020)

CONFORTO TÉRMICO / VENTILAÇÃO (no geral) :

21 respostas

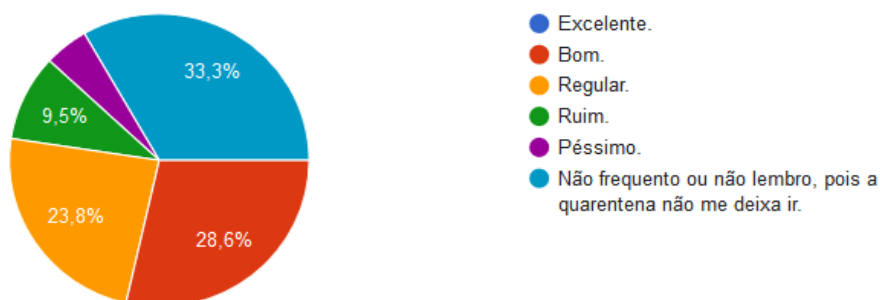


Figura 9 – Avaliação do conforto térmico

Fonte: Aatoria Própria (2020)

- Número de ventiladores

12 respostas

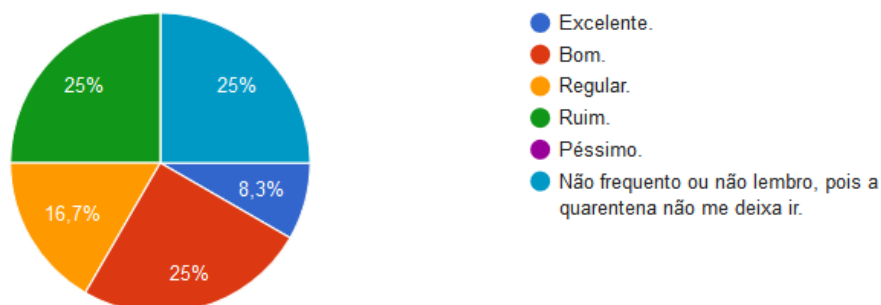


Figura 10 – Avaliação do número de ventiladores

Fonte: Aatoria Própria (2020)

- Temperatura do local

12 respostas

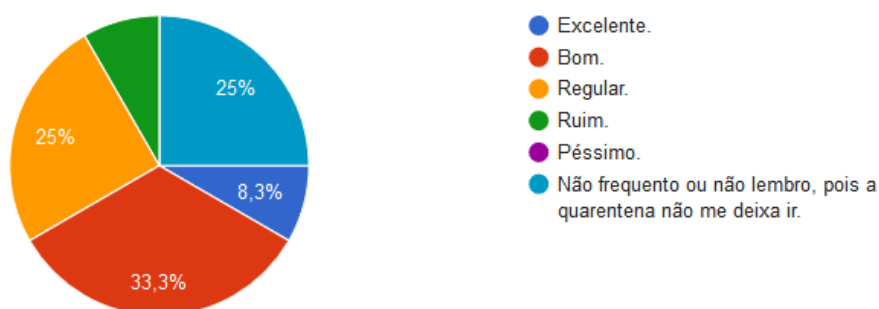


Figura 11 – Avaliação da temperatura do local

Fonte: Aatoria Própria (2020)

CONFORTO LUMÍNICO (no geral) :

20 respostas

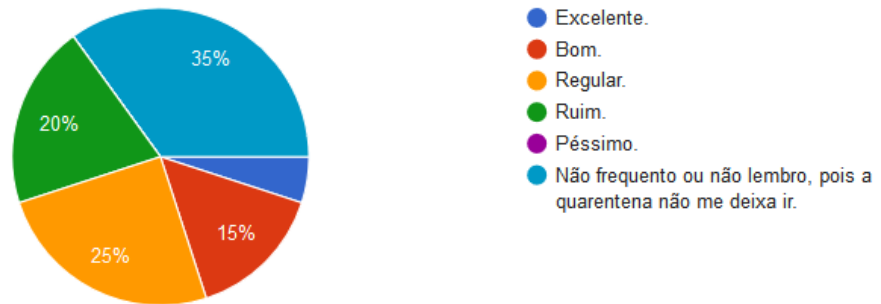


Figura 12 – Avaliação do conforto lumínico

Fonte: Aatoria Própria (2020)

- Exposição solar

11 respostas

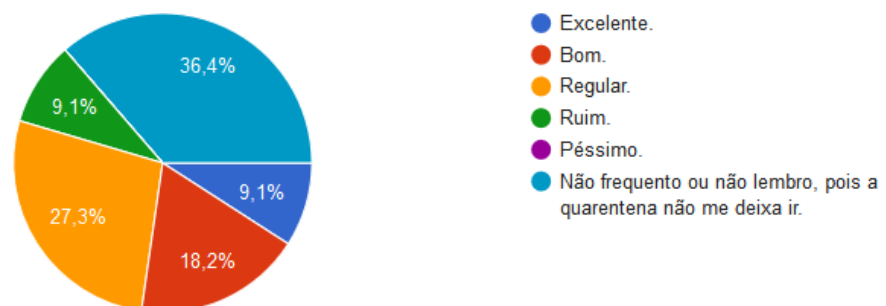


Figura 13 – Avaliação da exposição solar

Fonte: Aatoria Própria (2020)

- Número de lâmpadas

11 respostas

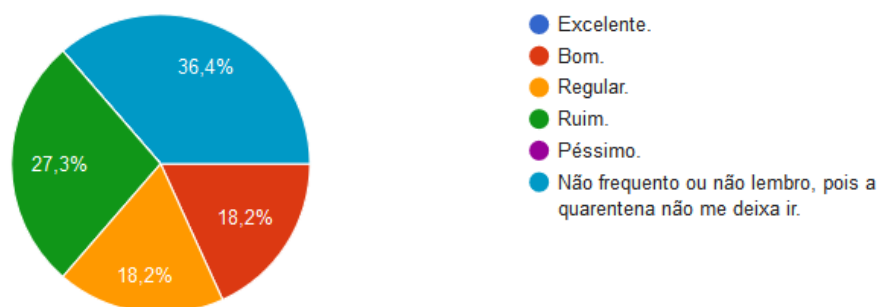


Figura 14 – Avaliação do número de lâmpadas

Fonte: Aatoria Própria (2020)

ACESSIBILIDADE :

20 respostas

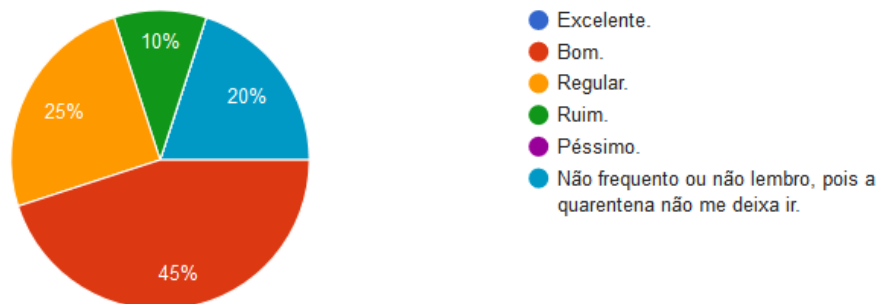


Figura 15 – Avaliação da acessibilidade

Fonte: Aatoria Própria (2020)

LIMPEZA :

19 respostas

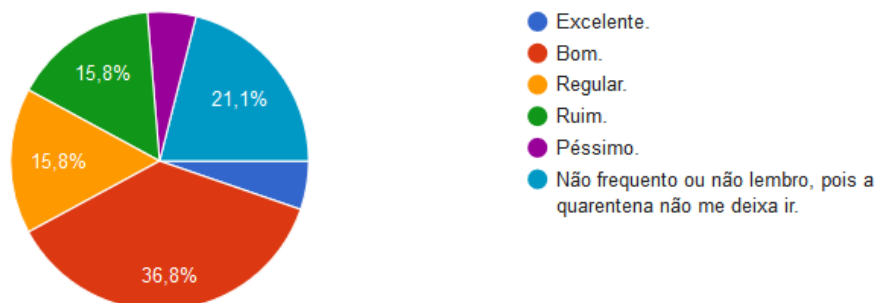


Figura 16 – Avaliação da limpeza

Fonte: Aatoria Própria (2020)

ORGANIZAÇÃO :

20 respostas

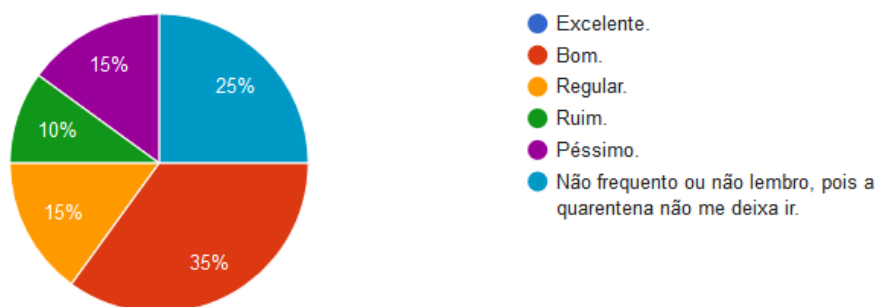


Figura 17 – Avaliação da organização

Fonte: Aatoria Própria (2020)

Entrevista com Pedro Gabriel dos Santos, integrante da equipe do CEC:

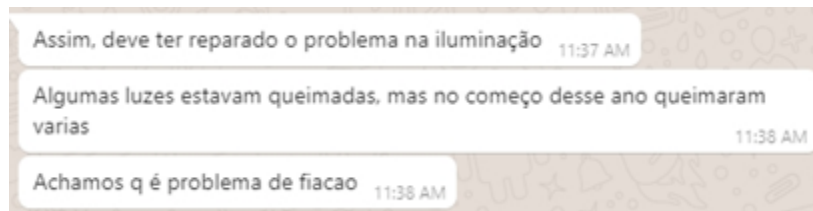


Figura 18 – Entrevista via Whatsapp

Fonte: Aatoria Própria (2020)

Entrevista com Paulo Vítor P. Rodrigues, integrante da equipe do CEC:

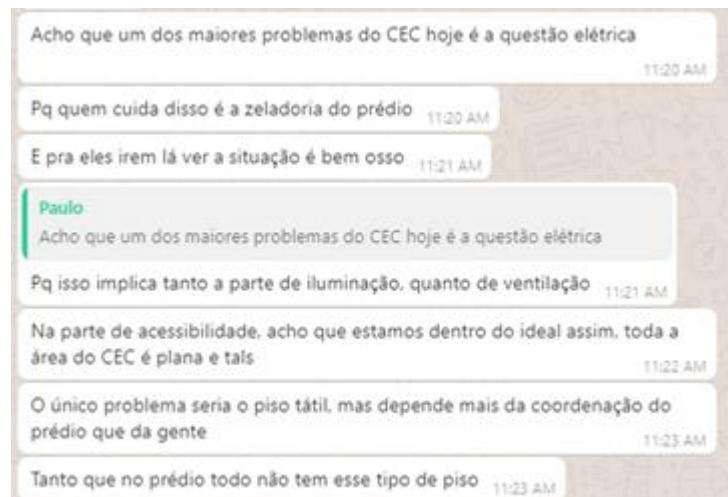


Figura 19 – Entrevista via Whatsapp

Fonte: Aatoria Própria (2020)

2.2. Análise dos dados

No formulário realizado, colocando em evidência as questões que tiveram o maior número relativo de avaliações negativas é possível notar que a maior insatisfação dos usuários se encontra na organização, na luminosidade (fig. 12) e no sistema elétrico (fig. 5), com 33,33%, 30,77% e 28,43% de avaliações negativas provindas dos usuários que frequentam e se lembram da situação do CEC, respectivamente. Levando isso em conta, saem do foco as questões da limpeza (fig.16), do conforto térmico/ventilação (fig.9) e da acessibilidade (fig.15), apesar de serem tópicos de notável importância.

Por outro lado, o quesito da organização (fig.17), apesar de ter sofrido a pior avaliação, perde sua relevância para o projeto por suas causas muito provavelmente decorrentes dos próprios usuários, o que faz com que seja inviável adotá-lo como um problema do local, mas como uma incompatibilidade de preferências. Portanto permanecem em evidência apenas a luminosidade e o sistema elétrico.

Seguindo esse raciocínio, e, primeiramente, aprofundando na questão do sistema elétrico, nota-se que, de acordo com a entrevista com Paulo Vítor P. Rodrigues (fig.19), integrante da equipe do CEC, a questão elétrica é o maior problema do local. A frequência de Paulo e seu contato com o Centro, maior do que a maior parte dos que responderam o formulário, que ainda estão no primeiro ano, faz com que sua voz seja muito relevante para a análise dos dados.

Olhando por outro ângulo, por mais que houve várias reclamações com relação à parte elétrica, é impossível, no atual estado de pandemia, realizar uma análise do sistema elétrico do CEC. É, portanto, inviável encontrar a causa do problema, o que torna também inviável poderem ser elaboradas alternativas para sua solução, tornando a parte elétrica também pouco relevante para o projeto.

3. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

3.1. Objetivo

O Centro da Civil, como qualquer projeto de engenharia apresenta problemas, percebidos somente após a ocupação e utilização do local. Alguns desse decorrem de questões não pensadas durante a elaboração do projeto e outros decorrem do desgaste da obra ao longo do uso diário. Nesse sentido, pensando, principalmente, no conforto do usuário e nas questões de sustentabilidade e de funcionalidade do ambiente, o problema que mais se destacou está relacionado com o sistema elétrico do local, especialmente no que se refere à **qualidade da iluminação e da ventilação do local (com base em pesquisa com frequentadores e membros do CEC).**

Essa questão, também, está relacionada fortemente com a segurança do local já que um sistema elétrico ineficiente gera uma série de defeitos de funcionamento, que juntos, podem causar incêndios / explosões, devido a curtos-circuitos no sistema, comprometendo a vida dos usuários do local.

O objetivo, portanto, dessa avaliação pós ocupação (APO), é de trazer um **conforto lumínico e de ventilação ao local, associado com uma funcionalidade mais eficiente e com menores gastos visando sempre o desenvolvimento das atividades de forma sustentável.** A missão sempre foi otimizar ao máximo a experiência dos usuários do centro acadêmico, portanto, o principal critério utilizado para a escolha da problemática foi o conforto das pessoas, já que a proposta é de um ambiente onde as pessoas possam descansar tranquilamente.

Por isso, cabe à essa avaliação pontuar aspectos arcaicos do ambiente que poderão ser substituídos por novas tecnologias ou até mesmo por novas formas de se agir perante o local.

3.2. Restrições

Como a estrutura do local já está bem definida e consolidada e faz parte de um complexo maior (o prédio da engenharia civil), não cabe à esta avaliação propor buscar remodelações estruturais, mas sim pequenos ajustes que possam fazer a diferença apesar de sua simplicidade. Nesse sentido, por se tratar de um problema elétrico, projetos grandes como a reestruturação da rede elétrica poderiam ser realizados, mas se tornam obsoletos diante dos objetivos, uma vez que soluções mais

simples já teriam o impacto desejado. (20% das causas -> 80% dos problemas – Princípio de Pareto).

Além disso, como já mencionado anteriormente, este relatório foi realizado durante a pandemia COVID-19, portanto fomos impossibilitados de analisar as condições do local pessoalmente. Por esse motivo decidimos direcionar nossos esforços para a problemática que tínhamos uma base de dados mais concreta.

3.3 Consequência

Olhando para o formulário de iluminação (fig.16), 42,92% dos que conheciam suficientemente o local fizeram reclamações sobre o número de lâmpadas, dito isso, durante a entrevista com os integrantes da gestão atual do CEC (2020), um dos entrevistados nos enviou uma fotografia do local (fig.20), analisando-a percebemos que realmente **havia diversas lâmpadas queimadas**, convergindo assim a opinião dos usuários e a de Pedro Gabriel dos Santos (fig.18).

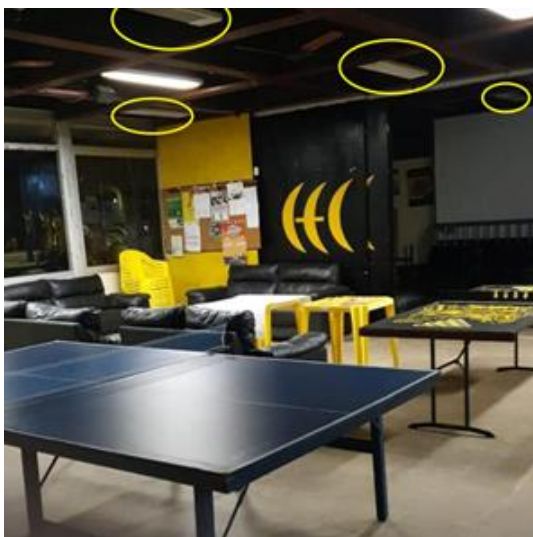


Figura 20 – Interior do centro acadêmico da civil

Fonte: CEC (2019)

Complementando, as principais possíveis razões para a falha no funcionamento das **lâmpadas são a instalação de lâmpadas de baixa qualidade**, longo período de uso, uso **inadequado ou falhas no sistema** elétrico, este último só possível de determinar por uma análise presencial do CEC. Diante das condições que foram apresentadas, a melhor escolha para o foco da análise, então, é a iluminação do Centro da Engenharia Civil.

4. ALTERNATIVAS PARA SOLUÇÃO DO PROBLEMA

Tendo em vista solucionar o aspecto lumínico e de ventilação do CEC, associado ao sistema elétrico do local, **mudanças sutis, mas efetivas devem empregadas**. Englobando agora, ao máximo, a questão sustentável, temos uma possível solução que pode ser tomada a partir do aproveitamento natural de luz e ventilação.

No que refere às considerações iniciais, é recomendável que durante o dia, **abrir as janelas (em um dia ameno), descarta a necessidade de utilização de ventilação artificial** e de lâmpadas, um potencial que o CEC possui em grande quantidade visto sua localização, em um espaço mais aberto e arborizado, mesmo em dias mais quentes talvez seja necessário somente a utilização de sistemas de ventilação, somente para vencer o calor. A luz natural também é mais agradável, confortável (cores da luz).

4.1. Sistema elétrico

Realizar uma varredura para verificar se todas as conexões estão estáveis, e se o sistema está seguro, com materiais bem cuidados, sem cabeamento exposto ou enferrujado, medida de segurança para iniciarmos o projeto se forma tranquila, além checar o funcionamento das luzes e ventiladores.

4.2. Lâmpadas LED

A **primeira alternativa encontrada foram as lâmpadas de LED, conhecidas por serem uma das tecnologias de iluminação mais** recentes lançadas no mercado.

São compostas por circuitos eletrônicos compostos de LEDs (Light Emitting Diode), componentes eletrônicos que, quando polarizados diretamente, emitem luz, princípio fundamental dessa tecnologia.

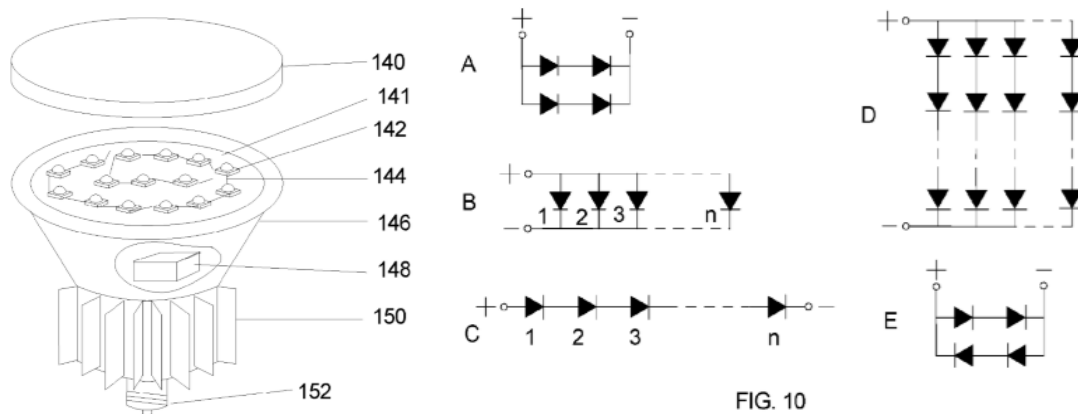


Figura 21 – Esquema físico e circuito eletrônico de uma lâmpada de LED de alto rendimento

Fonte: <<https://bit.ly/3cffYzE>>

4.2.1. Diferencial da tecnologia

O diferencial da tecnologia LED é o seu consumo energético e vida útil, “utilizadas corretamente, elas duram quatro vezes mais e consomem até 85% menos energia” (INMETRO, 2016), se destacando então, por ser mais eficiente que a tecnologia das lâmpadas convencionais, seja incandescente (inclusive estão sendo banidas no mercado) ou fluorescentes, (utilizadas no CEC e na maioria dos locais atualmente).

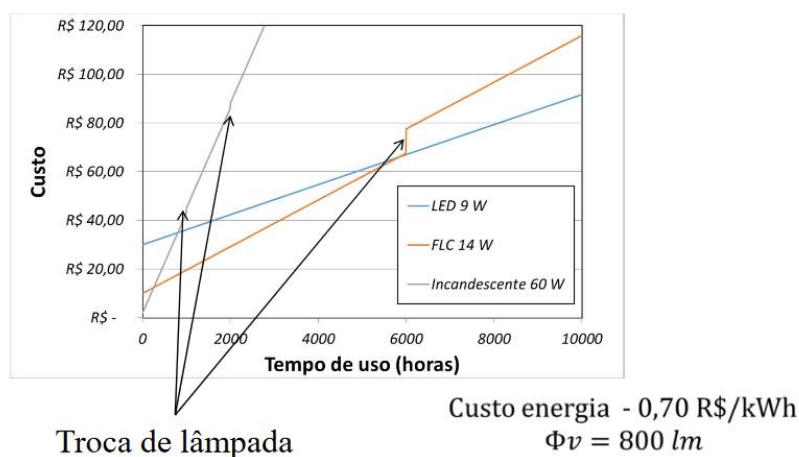


Figura 22 – Custo versus tecnologia

Fonte: <<https://bit.ly/2XwOm58>>

Como podemos observar no gráfico (fig.23), a lâmpada de LED se mantém constante sobre todo o período de uso, sem precisar de trocas, diferentemente das lâmpadas FLC e incandescentes, além disso, consumindo menos energia seu custo energético também é menor que as outras opções do mercado.

4.2.2. Sustentabilidade

Outrossim, por consumir menos energia e durar um maior período de tempo, contribui diretamente o meio ambiente, se destacando também pelo fator sustentabilidade. “Increasing the efficiency of general lighting is one of the main ways to reduce global power consumption” (TISCHLER, 2016, p. 1), portanto, essa tecnologia poderia ter grande influência sobre o consumo energético global se fosse utilizada em grande escala.



Figura 23 – Lâmpada incandescente

Fonte: <<https://bit.ly/2XuHB3D>>



Figura 24 – Lâmpada fluorescente

Fonte: <<https://bit.ly/3ca0EV6>>



Figura 25 – Lâmpada LED

Fonte: <<https://bit.ly/3eiVesC>>

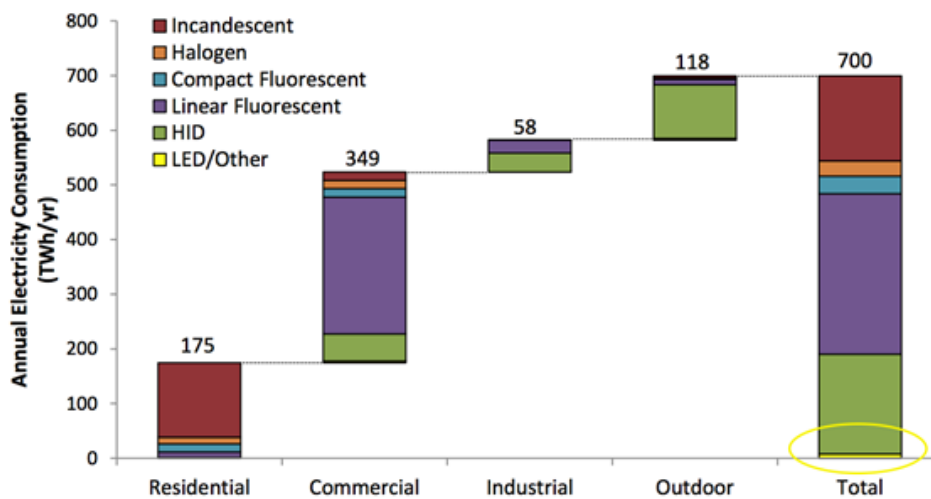


Figura 26 – U.S. Lighting Electricity Consumption by Sector and Lamp Type in 2010

Fonte: <<https://www.eia.gov/>>

Como podemos observar no gráfico, em amarelo, o consumo de energia elétrica referente a lâmpadas LEDs é uma fração mínima do consumo total, demonstrando que infelizmente essa tecnologia ainda não está sendo utilizada pela maior parte do público dos EUA, o que não difere muito do Brasil.

4.2.3. Temperatura da cor

Outro fator que influencia em um sistema luminoso é a temperatura da cor utilizada no ambiente, “as lâmpadas LED costumam ter tonalidades de cores que podem ser identificadas nas embalagens como “temperaturas de cor”, expressas em Kelvin (K)” (INMETRO, 2016).

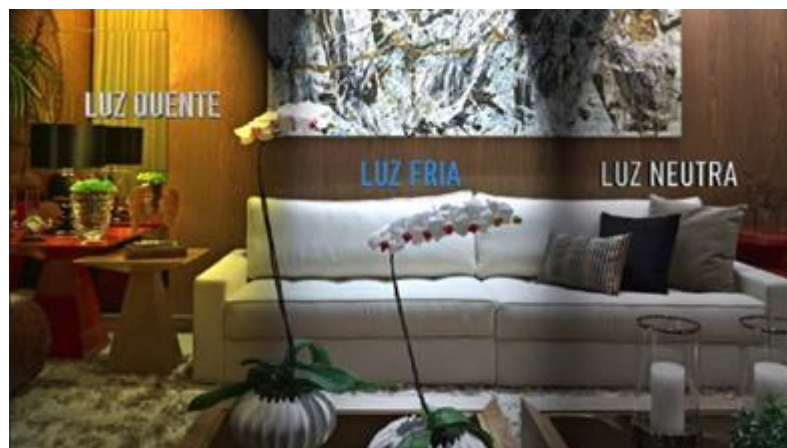


Figura 27– Tipos de luz

Fonte: <<https://bit.ly/3c6xt5g>>

De acordo com a temperatura da cor do local, temos mudanças na percepção do lugar, afetando diretamente o usuário do espaço, “a temperatura da cor é fator determinante em nossa atenção e no modo de visualizar os objetos e interpretar as cores em diferentes horários. Com estas informações, podemos concluir que quanto mais alta a temperatura da cor, maior a irritabilidade e maior nosso índice de atenção. Isso serve também para áreas onde precisamos de uma maior atividade e atenção, enquanto que mais baixa a temperatura da cor sugere ambientes de maior conforto e descanso” (FRACCHETTA, 2020), portanto, alterando a temperatura da cor do local podemos melhorar o sistema lumínico vigente, favorecendo a receptibilidade do local, já que o lugar se torna mais agradável aos usuários.

4.2.4. Viabilidade

O preço de mercado das lâmpadas de LED mais acessíveis (fig.30), se encontram perto do valor das lâmpadas fluorescentes (fig.29), se diferenciando por não mais que R\$10 (dez reais), logo, pelos benefícios oferecidos por essa tecnologia, o investimento é viável, sustentável e interessante financeiramente ao CEC.

Lâmpada Fluorescente Tubular Luz Branca 20W Osram
 ★★★★★ 3.8 (4) Cód. 89443606

Descrição
 A lâmpada Fluorescente economiza até 80% de energia elétrica quando comparada às lâmpadas incandescentes. O uso da luz branca é recomendado para cozinhas e escritórios, pois auxilia na concentração.

R\$ 13,79/cada
 vendido e entregue por Leroy Merlin

Estoque e Localização na Loja

Comprar
 Entregamos para você

Comprar
 Você retira na Loja

Figura 28 – Valor de uma lâmpada fluorescente tubular

Fonte: <<https://bit.ly/2RtlmHC>>

Lâmpada LED Tubular Luz Branca 20W Elgin Bivolt
 ★★★★★ 3.8 (8) Cód. 89718202

Descrição
 A lâmpada LED economiza até 90% de energia elétrica quando comparada às lâmpadas incandescentes. É um produto sustentável que pode ser reciclado, pois não possui mercúrio. O uso da luz branca é recomendado para cozinhas e escritórios, pois auxilia na concentração.

R\$ 26,90/cada
 vendido e entregue por Leroy Merlin

Estoque e Localização na Loja

Comprar
 Entregamos para você

Comprar
 Você retira na Loja

Figura 29 – Valor de uma lâmpada de LED tubular

Fonte: <<https://bit.ly/3bfOTw8>>

Com base na análise de custo dos diferentes tipos de lâmpadas, infere-se que a substituição da iluminação do CEC torna-se viável e vantajoso, não só referente ao conforto, mas também ao custo. Por possuir uma grande economia no gasto de kWh e uma alta durabilidade, as lâmpadas tipo LED apresentam um valor muito reduzido no gasto mensal de energia, fazendo com que o investimento inicial tenha retorno rapidamente.

Quantas horas por dia você utiliza as lâmpadas?	12h/dia, 7 dias/semana		
Quantas lâmpadas você utiliza?	10 lâmpadas		
Quer fazer a comparação calculando por quantos anos?	1 ano		
Incandescente 60W vs LED 5W			
	LED 5W	Incandescente 60W	Economia
Energia	5 Watts	60 Watts	55 Watts
Reator	Não requer Reator	Não requer Reator	
Consumo de energia em 1 ano	219 kWh	2,628 kWh	2,409 kWh
Custo da Energia para 1 ano , baseado em R\$ 0,23 kWh Exemplo com valores da Concessionária Eletropaulo - São Paulo - SP - Classe de Consumo: Residencial Tabela da Aneel	R\$ 50,38	R\$ 604,44	R\$ 554,07
TOTAL DE ECONOMIA 1 ano			R\$ 609,47

Preços e valores baseados na Tabela da Aneel, esses podem sofrer alteração. Essa tabela tem com finalidade simular um comparativo entre LED e incandescente. Esse valores podem sofrer alteração de acordo com a cidade e fase econômica.

Figura 30 – Tabela excel - Lâmpada Incandescente vs LED

Fonte: <<https://bit.ly/2yb4006>>

4.3. Persianas externas

Uma alternativa para as cortinas tradicionais, não necessariamente resolvem a questão da iluminação mas permitem ao usuário um melhor controle da quantidade de luz natural desejada (sustentabilidade ao diminuir o uso de iluminação artificial) – permitindo privacidade aos projetos do CEC se assim desejado, além de ocuparem menos espaço e serem mais resistentes (estragam menos pois o usuário não têm contato direto com elas, além de não estarem tão expostas a sujeiras e avarias) – proporcionando maior conforto ao ambiente.



Figura 31 – Persiana Externa Customizada

Fonte: <<https://bit.ly/3ehRBDC>>

4.3.1. Modelos



4.3.1.1 Horizontais

Podem ser feitas de materiais como alumínio , PVC e tecido e garantem o controle da luminosidade e da ventilação, além de garantir a privacidade do local.

Modelo: 0,60 x 0,80 m

Espessura da lâmina : 25 mm

R\$ 59, 00 por unidade.

Instalação: própria.

Manutenção: retirar a poeira e limpar com produtos não abrasivos.



Figura 32 - *Persiana horizontal*

Fonte: <<https://www.leroymerlin.com.br/persiana-horizontal>>

4.3.1.2 Rolo



O produto utilizado é a tela solar, a qual é translúcida e protege contra os raios UV.

Persiana de Rolo Tela Solar 5%:

Modelo 1,50 m2.

R\$98,00 por unidade.

Manutenção: lavagem especializada a cada um ou dois anos.



Figura 33- *Persiana de rolo*

Fonte: <<https://produto.mercadolivre.com.br/>>

4.4. Smart windows

De longe a solução mais sofisticada aqui listada, mas muito cara para a funcionalidade não exatamente única e inovadora. Funciona com base em um em cristais sensíveis a corrente elétrica ou mudanças de temperatura que são capazes de alterar sua opacidade. Com o simples toque de um interruptor a janela inteligente muda de translúcida para opaca, a desvantagem é que continua a consumir energia elétrica desnecessariamente e não possui gradações diferente de aproveitamento da luz natural, somente funcionando para garantir a privacidade do usuário.

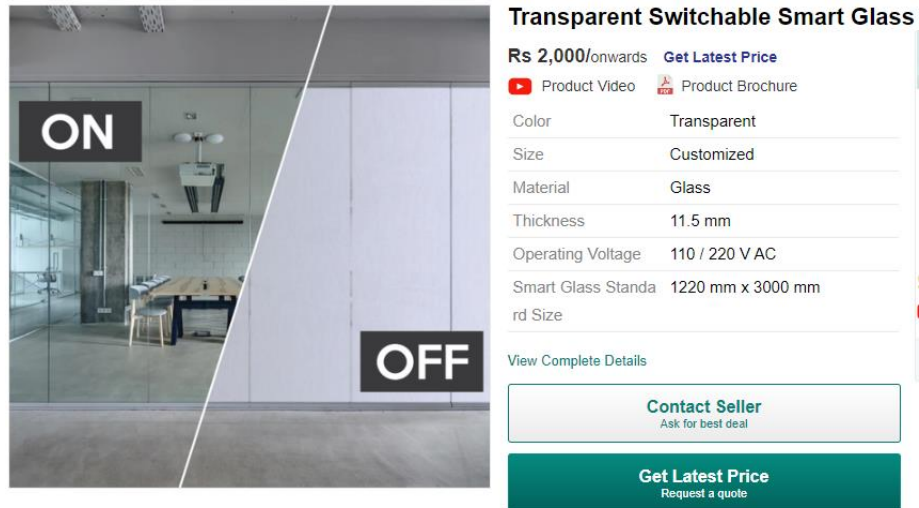


Figura 34– Smart Windows

Fonte: <<https://bit.ly/3a7rSdA>>

4.5. Cortina de areia

Trata-se de uma janela comum com a simples diferença de que dentro dela há um armazenamento de areia de que permite que a janela se torne opaca de acordo com a necessidade do usuário, ao simples girar da janela para que a areia escorra e bloqueie a entrada de luz. Diferentemente da Smart Window, não necessita de corrente elétrica para o seu funcionamento, totalmente livre de emissões extras, ganhando em sustentabilidade e no custo.



Figura 35 - Cortina de areia

Fonte: <<https://bit.ly/2wDVP7u>>

4.6. Trilho eletrificado

O trilho eletrificado é uma peça vendida a pronta entrega ou sob medida que consiste em uma haste metálica com fiações escondidas, e spots ou plafons encaixados que detêm de um certo grau de liberdade em suas posições, aberturas ou ângulos.

Ele é um equipamento bastante flexível, prático e barato. Além de distribuir a luz pelo ambiente, não necessita de vários pontos elétricos. Com apenas um é possível ligar todo o trilho, evitando com que necessite de maiores reformas ou mudanças em seu ambiente, como uma instalação de gesso, mantendo, assim, a altura do seu pé direito, trazendo maiores benefícios financeiros.



Figura 36 - Trilho eletrificado

Fonte: <<https://www.starlux.com.br/produtos/>>

4.7 Materiais que favorecem a luminância

Muitas vezes o orçamento disponível não permite a contratação de um projeto de iluminação. Mas é possível deixar os espaços mais iluminados com mudanças simples que vão da troca da cor dos pisos, objetos e paredes à adição de materiais refletores.... Sob tal ótica, os itens a seguir mostram extrema relevância:

4.7.1. Cores claras

Uma sala muito escura pode abafar o potencial de uma lâmpada, o fluxo luminoso pode parecer menos eficiente do que realmente é.

O ideal é utilizar cores claras em todo o ambiente, e isso vale para a cor das paredes, teto, piso e móveis. As cores que tendem ao branco, ou seja, claras, têm a propriedade de refletir a luz e permitir que o ambiente retenha mais a luz que incide sobre elas.



Figura 37 - Cores claras

Fonte: <<https://bit.ly/3c6xt5g>>

4.7.2. Espelhos

Pendurar espelhos nas paredes ajuda a dobrar a quantidade de luz e deixa o ambiente mais iluminado. Basta colocar um espelho largo em frente ou perpendicular à janela. Além de refletirem luz, espelhos também ajudam a fazer com que um ambiente pareça maior.



Figura 38 - Espelhos

Fonte: <https://bit.ly/3c6xt5g>

4.7.3. Superfícies refletoras

Vidros, azulejos e acrílico são algumas sugestões de revestimento para iluminar o seu ambiente. Móveis e peças de acrílico também são ótimos para propagação da luz no ambiente.



Figura 39 - Superfície refletora

Fonte: <<https://bit.ly/3c6xt5g>>

5. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

5.1. Custo

$$C = (m^2 \times D) / R$$

C = consumo de galões

m^2 = altura x largura da área a ser pintada. (Por volta de 150m²)

D = número de demãos. (2)

R = rendimento m²/galão.

Para determinar quantos galões de tintas são necessários para pintar com duas demãos a parte interna da obra que possui 150 m², sabendo-se que o rendimento de tinta é de 30m²/galão:

$$C = (150 \times 2) / 30$$

$C = 10$ galões


Cada galão custa em média 150 reais, logo, o custo total da pintura ficaria por volta de R\$ 1 500,00 reais.

Com a compra de espelhos e eventuais móveis mais claros, o custo total da obra estaria em torno de R\$ 3 000,00 reais.

5.2. Alteração estrutural

O objetivo deste trabalho é propor soluções que não afetem a estrutura original do edifício Paula Souza, neste caso, a planta não seria alterada. Haveria apenas alterações na pintura e/ou na mobília. Portanto, a alteração estrutural é considerada baixa.

5.3. Tempo de execução

Existem fatores para levar em consideração, como condições das paredes, as condições climáticas, mão-de-obra necessária, quantidade e qualidade dos materiais a serem utilizados e tipo de acabamento. 

O tempo da pintura vai depender da qualidade de tinta que for utilizada e quantidade de demãos. O tempo de secagem também varia. Em dias ensolarados, a tinta seca mais rápida. Em dias chuvosos, demoram mais.

Caso precise apenas de 2 demãos, o tempo de pintura por metro quadrado poderá ser de até 10 minutos.

Paredes pintadas com cores escuras e que serão repintadas com cores claras, precisarão de mais 1 ou 2 demãos de tinta branca ou similar.

Superfícies Rugosas ou Ásperas devem ser pintadas com rolos de lã com pelos mais altos como o Profi, Premium, Master Plus, Master ou Hobby.

Portanto, o tempo total pode variar de 2 a 4 dias (relativamente baixo).

5.4. Durabilidade

O critério durabilidade possui certa relatividade, pois há alguns fatores a serem levados em conta, como: qualidade das tintas e dos materiais, nível de preservação do ambiente e a limpeza do mesmo. Portanto, caso esses fatores sejam considerados bons, a durabilidade pode ser de anos.

5.5. Eficácia

Essa solução visa a reflexão e aproveitamento da luz que o ambiente possui, logo, depende muito de fatores externos como: disposição das lâmpadas, luz natural e qualidade da luz artificial. Desse modo, torna-se um método com eficácia muito baixa.

6. MATRIZ DE DECISÃO

Uma forma relativamente simples de implementar uma análise para as soluções abordadas até aqui, baseada nos aspectos mais relevantes é o que se chama de Matriz de Decisão. Consiste em selecionar a melhor alternativa pela determinação da maior média ponderada das notas. Assim, são colocadas em uma tabela, de um lado, as soluções propostas, por exemplo ao longo da primeira linha. Na primeira coluna são listados os critérios de avaliação. Pode-se reservar a segunda coluna para atribuir os pesos atribuídos aos critérios. Os demais espaços da tabela são utilizados para a atribuição de notas a cada uma das alternativas segundo os critérios adotados.

Embora se trate de um procedimento aparentemente simples e objetivo, deve-se atentar para o fato que atribuir uma lista de pesos para os critérios envolvidos em um projeto de engenharia não é uma tarefa fácil e implica, via de regra uma avaliação

subjetiva. Caberia, nestas circunstâncias, saber do cliente o que é mais importante para ele. Os pesos assumidos para os critérios deveriam refletir esta posição e não simplesmente a opinião do engenheiro.

Por outro lado, a atribuição de notas às soluções para cada critério exige um conhecimento relativamente preciso do problema que normalmente só é possível para um especialista.

De qualquer forma, considerando as limitações expostas, a matriz de decisão pode ser empregada para ter uma primeira avaliação das soluções.

6.1. Definição dos critérios utilizados

Para o desenvolvimento efetivo da matriz de decisão é necessário escolher critérios, os quais devem ser independentes entre si. Dessa forma foram listados os seguintes critérios:

6.1.1. Custo:

O custo é essencial para qualquer projeto de engenharia, uma vez que é capaz de barrar um projeto caso seja expressivo e não tenha um elevado custo benefício. Nesse critério já estão embutidos os custos de compra, de instalação, com ou sem mão de obra especializada, e de manutenção do equipamento.

6.1.2. Alteração estrutural

O edifício Paula Souza onde serão feitas a implementação já existe há mais de 100 anos, desse modo não é aconselhável que haja grandes mudanças estruturais no sistema elétrico ou na estrutura pré-estabelecida, desse modo esse critério visa a análise de quanto o projeto vai precisar alterar o espaço e a garantia que não sejam feitas mudanças em vão.

6.1.3 - Tempo de implantação

O local onde será implantado as medidas é uma parte fundamental da universidade politécnica, principalmente para os estudantes de engenharia civil, uma vez que o CEC é uma área de lazer e descanso, atividades essenciais para a manutenção da saúde psicológica dos alunos que é essencial para o desempenho acadêmico. Dessa forma, o tempo de implementação deve ser respeitado para não atrapalhar a rotina dos alunos. Além disso deve ser visto a melhor época do ano para a instalação das estruturas evitando grandes transtornos.

6.1.4. Durabilidade

Reformas não são comuns, uma vez que demanda dinheiro e tempo, por essa ótica é essencial que a solução escolhida tenha longa vida útil e caso precisem de

manutenção estas sejam rápidas, acessíveis e não periódicas. Nesse aspecto será valorizado aspectos como qualidade e vida útil do material, além do período entre as manutenções.

6.1.5. Eficiência

Esse critério irá analisar como as soluções são capazes de resolver o problema proposto nesse relatório. Isso irá garantir a análise do custo-benéfico e a melhorias que podem ser geradas após a instalação da solução escolhida, através de métricas como conforto-óptico, opinião dos alunos e a maximização da luz natural, que visa a economia de energia e contribui para a preservação ambiental e também com o orçamento da escola politécnica, o que melhoraria a alocação de capital.

6.2. Definição dos pesos dos critérios de avaliação

Para realizar a comparação dos critérios, será utilizado uma escala de relevância para comparação dos critérios, vale ressaltar que a escala é um método subjetivo, podendo variar dependendo do engenheiro.

A escala utilizada será de 1 a 5, pois tal escala é mais objetiva do que uma escala de 1 a 10, evitando um grande desvio do peso dos critérios. Além disso, uma escala 1 a 3 seria muito restrita, deixando pobre a avaliação. Desse modo, foi definida a tabela a seguir.

Preferência relativa	Nota relativa
extremamente mais importante	5
muito mais importante	4
mais importante	3
moderadamente mais importante	2
igualmente importante	1

Tabela 1 - Comparação critérios

Fonte: Aatoria Própria (2020)

A partir desta primeira tabela constrói-se uma outra em que são listados todos os critérios e onde a comparação é feita entre todos eles, dois a dois. Esse passo é essencial para garantir que a solução escolhida seja a melhor alternativa para o espaço ao ponderar todas as necessidades do espaço de maneira analítica. Para isso o grupo também estabeleceu que a comparação dos critérios seria feita individualmente por cada participante e, posteriormente, seria feita a matriz de comparação dos critérios oficial, a partir da média entre as matrizes pré-estabelecidas com o objetivo de evitar a subjetividade.

Crítérios	Custo	Alteração Estrutural	Tempo de Execução	Durabilidade	Eficácia
Custo	1,00	2,00	4,00	0,33	0,33
Alteração Estrutural	0,50	1,00	3,00	2,00	2,00
Tempo de Execução	0,25	0,33	1,00	0,33	0,20
Durabilidade	3,00	0,50	3,00	1,00	0,33
Eficácia	3,00	0,50	5,00	3,00	1,00
Soma	7,75	4,33	16,00	6,67	3,87

Tabela 2 - *Matriz de comparação dos critérios*

Fonte: Aatoria Própria (2020)

Após a definição da matriz de comparação dos critérios, deve-se normalizar os valores. Assim, para normalizar a matriz divide-se cada elemento pelo total de sua respectiva coluna obtendo-se a Tabela 3, com os pesos finais.

Crêterios	Custo	Alteração Estrutural	Tempo de Execução	Durabilidade	Eficácia	Pesos
Custo	0,13	0,46	0,25	0,05	0,09	0,20
Alteração Estrutural	0,06	0,23	0,19	0,30	0,52	0,26
Tempo de Execução	0,03	0,08	0,06	0,05	0,05	0,05
Durabilidade	0,39	0,12	0,19	0,15	0,09	0,19
Eficácia	0,39	0,12	0,31	0,45	0,26	0,30
Soma	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabela 3 - Normalização dos pesos dos cr terios

Fonte: Aurtoria Pr pria (2020)

Analisando os dados obtidos na Tabela 3, percebe-se que o cr terio mais importante   a efic cia (peso 0,3) e o cr terio menos relevante   o tempo de execu o (peso 0,05).

6.3. Justificativa da compara o entre cr terios

6.3.1. Custo X Altera o estrutural

O custo foi considerado moderadamente mais importante pois o or amento dispon vel n o   alto, assim, altera es m nimas na estrutura original podem ser compensadas pela diminui o no custo, mesmo que n o alterar a estrutura original seja um dos objetivos finais.

6.3.2. Custo X Tempo de execu o

O custo foi considerado muito mais importante pois o tempo de execu o   flex vel e o custo   restrito, considerando que h  um per odo de 30 a 40 dias entre os semestres e, portanto, o tempo n o possui tanta influ ncia.

6.3.3. Custo X Durabilidade

A durabilidade foi considerada fundamental pelo grupo pelo caráter não periódico das reformas e, conseqüentemente, considerado mais importante do que o custo. Visto que levará mais tempo para ser renovada e é necessário que haja menos riscos de eventuais renovações por eventuais problemas.

6.3.4. Custo X Eficácia

A eficácia foi considerada mais importante pois o projeto deve ser de alta qualidade e conseguir resolver o problema analisado pelo grupo. Dessa forma, considerou-se que o melhor seria ajustar o orçamento para uma solução completa do que entregar uma solução que não resolveria o problema como um todo.

6.3.5. Alteração estrutural X Tempo de execução

A alteração estrutural é considerada mais importante pois é preferível para a universidade manter a estrutura próxima do original do que levar mais tempo em uma obra, já que a possibilidade de alocar a obra pelo calendário da universidade é uma saída.

6.3.6. Alteração estrutural X Durabilidade

A alteração estrutural é considerada moderadamente mais importante pois é preferível que a universidade mantenha sua genuína.

6.3.7. Alteração estrutural X eficácia



A alteração estrutural é considerada moderadamente mais importante pois um dos objetivos da solução final é a menor alteração possível na estrutura da universidade, mesmo que a eficácia seja um pouco reduzida no processo.

6.3.8. Tempo de execução X Durabilidade

A durabilidade foi considerada mais importante pelo fato desta ser fundamental para garantir que no futuro não haverá grandes reformas ou manutenção, logo é preferível gastar mais tempo na instalação do projeto, do que repetir o processo periodicamente.

6.3.9. Tempo de execução X Eficácia

A eficácia foi considerada extremamente mais importante, porque o projeto visa garantir a satisfação dos alunos com o projeto. Assim entende-se que o tempo de execução não seria tão relevante pois o projeto pode ser executado em momentos nos quais os alunos não estão no local frequentemente enquanto a eficiência seria constatada todos os dias quando o projeto estiver pronto.

6.3.10. Durabilidade X Eficácia

A eficiência será a questão central do projeto, para garantir nosso compromisso com a solução do problema de iluminação das áreas de descanso, mas especificamente do CEC. Desse modo, a eficiência foi consideravelmente mais importante do que a durabilidade.

7. AVALIAÇÃO DAS SOLUÇÕES

Agora é o momento de avaliar as soluções dentro de cada critério escolhido, para isso, é necessário o uso de mais uma escala, indicada na tabela 4.

Qualidade da preferência	Nota
Muito superior	5
superior	4
Considerável	3
Acentuada	2
Proporcional	1

Tabela 4 - Escala de comparação entre soluções
Fonte: Aatoria Própria (2020)

Depois de definida a escala, a aplicação é feita dentro de cada critério. (Tabelas 5 a 9).

Custo	LED	Persianas	Trilhos	Materiais
LED	1,00	0,50	2,00	4,00
Persianas	2,00	1,00	3,00	4,00
Trilhos	0,50	0,33	1,00	3,00
Materiais	0,25	0,25	0,33	1,00
Soma	3,75	2,08	6,33	12,00

Tabela 5 - Comparação entre soluções - Custo

Fonte: Aatoria Própria (2020)

Alteração Estrutural	LED	Persianas	Trilhos	Materiais
LED	1,00	2,00	3,00	5,00
Persianas	0,50	1,00	2,00	5,00
Trilhos	0,33	0,50	1,00	5,00
Materiais	0,20	0,20	0,50	1,00
Soma	2,03	3,70	6,50	16,00

Tabela 6 - Comparação entre soluções - Alteração estrutural

Fonte: Aatoria Própria (2020)

Tempo de Execução	LED	Persianas	Trilhos	Materiais
LED	1,00	1,00	1,00	5,00
Persianas	1,00	1,00	1,00	5,00
Trilhos	1,00	1,00	1,00	5,00
Materiais	0,20	0,20	0,20	1,00
Soma	3,20	3,20	3,20	16,00

Tabela 7 - Comparação entre soluções - Tempo de execução

Fonte: Aatoria Própria (2020)

Durabilidade	LED	Persianas	Trilhos	Materiais
LED	1,00	0,33	1,00	0,20
Persianas	3,00	1,00	2,00	0,20
Trilhos	1,00	0,50	1,00	0,25
Materiais	5,00	5,00	4,00	1,00
Soma	10,00	6,83	8,00	1,65

Tabela 8 - Comparação entre soluções - **Durabilidade**
Fonte: Autoria Própria (2020)

Eficácia	LED	Persianas	Trilhos	Materiais
LED	1,00	3,00	0,25	3,00
Persianas	0,33	1,00	0,20	0,50
Trilhos	4,00	5,00	1,00	5,00
Materiais	0,33	2,00	0,20	1,00
Soma	5,67	11,00	1,65	9,50

Tabela 9 - Comparação entre soluções - **Eficácia**
Fonte: Autoria Própria (2020)

Após as soluções terem sido comparadas em cada critério, seus valores foram normalizados obtendo-se as seguintes tabelas (Tabelas 10 a 14):

Custo	LED	Persianas	Trilhos	Materiais	Nota
LED	0,27	0,24	0,32	0,33	0,29
Persianas	0,53	0,48	0,47	0,33	0,46
Trilhos	0,13	0,16	0,16	0,25	0,18
Materiais	0,07	0,12	0,05	0,08	0,08
Soma	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabela 10 - Comparação entre soluções - **Custo** - Normalizada

Fonte: Autoria Própria (2020)

Alteração estrutural	LED	Persianas	Trilhos	Materiais	Nota
LED	0,49	0,54	0,46	0,31	0,45
Persianas	0,25	0,27	0,31	0,31	0,28
Trilhos	0,16	0,14	0,15	0,31	0,19
Materiais	0,10	0,05	0,08	0,06	0,07
Soma	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabela 11 - Comparação entre soluções - **Alteração estrutural** - Normalizada

Fonte: Autoria Própria (2020)

Tempo de execução	LED	Persianas	Trilhos	Materiais	Nota
LED	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Persianas	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Trilhos	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Materiais	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Soma	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabela 12 - Comparação entre soluções - **Tempo de execução** - Normalizada

Fonte: Autoria Própria (2020).

Durabilidade	LED	Persianas	Trilhos	Materiais	Nota
LED	0,10	0,05	0,13	0,12	0,10
Persianas	0,30	0,15	0,25	0,12	0,20
Trilhos	0,10	0,07	0,13	0,15	0,11
Materiais	0,50	0,73	0,50	0,61	0,58
Soma	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabela 13 - Comparação entre soluções - **Durabilidade - Normalizada**

Fonte: Autoria Própria (2020)

Eficácia	LED	Persianas	Trilhos	Materiais	Nota
LED	0,18	0,27	0,15	0,32	0,23
Persianas	0,06	0,09	0,12	0,05	0,08
Trilhos	0,71	0,45	0,61	0,53	0,57
Materiais	0,06	0,18	0,12	0,11	0,12
Soma	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabela 14 - Comparação entre soluções - **Durabilidade - Normalizada**

Fonte: Autoria Própria (2020)

OBS.: A justificativa da ponderação apresentada foi feita com os dados apresentados na descrição e detalhamento de cada uma das soluções.

7.1. Resultado final

Pela multiplicação dos pesos de cada critério obtidos, pela nota de cada solução em cada critério, é obtida a matriz mostrada na Tabela 15. Como resultado final, a solução “Trilhos” teve maior rendimento, com um peso de 30%. Vale ressaltar que os resultados foram bem próximos, mostrando que o resultado pode ser alterado facilmente caso a matriz seja aplicada por outro grupo de avaliadores.

Resultado	Custo	Alteração estrutural	Tempo de execução	Durabilidade	Eficácia	Resultado Final					
LED	0,29	0,20	0,45	0,26	0,31	0,05	0,10	0,19	0,23	0,30	0,28
Persianas	0,46	0,20	0,28	0,26	0,31	0,05	0,20	0,19	0,08	0,30	0,24
Trilhos	0,18	0,20	0,19	0,26	0,31	0,05	0,11	0,19	0,57	0,30	0,30
Materiais	0,08	0,20	0,07	0,26	0,06	0,05	0,58	0,19	0,12	0,30	0,18

Tabela 15 - Matriz de decisão

Fonte: Aatoria Própria (2020)

8. ESPECIFICAÇÃO DA SOLUÇÃO

Conforme já mencionado, a nossa escolha de solução foi por utilizarmos trilhos eletrificados, também conhecidos como eletrocalhas. Certamente, a sua maior vantagem é devido a sua praticidade. Essa luminária possui uma fácil instalação, por necessitar de apenas um ponto elétrico no teto, para atender um trilho com diversos spots e possuir uma versatilidade com suas lâmpadas.

8.1. Modelo

O modelo de luminária escolhida foi pensada no design moderno que essa peça contém, e no custo benefício que ela apresenta. Optamos por utilizarmos trilhos de um metro e spots, comprados separadamente. Sendo a barra de alumínio, que o torna extremamente resistente a qualquer intempérie natural, e os spots de Led de iluminação branco quente, ambos com pinturas da cor preta.



Figura 40: Spot Led



Figura 41: Trilho eletrificado

8.2. Custo

Conforme dimensionamento da iluminação seguindo o recomendado, foi determinado, para um melhor custo benefício ao cliente, a compra da luminária em peças separadas devido a quantidade previamente estabelecida. Tendo assim, uma necessidade de 33 trilhos e 38 spots. Totalizando um mil, setecentos e sessenta e sete reais e noventa centavos de investimento, tendo como fonte as Lojas Americanas.

	Quantidades	Preços	Total
Trilhos	33	R\$24,90	R\$821,70
Spots	38	R\$24,90	R\$946,20
Total			R\$1767,90

Tabela 16 -Tabela de custo

favoritar | compartilhar

Trilho Eletrificado 1 Metro Bivolt - Preto
 ★★★★★ (Cód. 40882460)

* Trilho Eletrificado 1 Metro *Este Trilho é muito versátil para todas as decorações ele pode ser usado em ambientes internos, tetos, paredes a até mesmo em pisos. Fornece uma luz direcionada permitindo iluminar e destacar pontos espec...

[mais informações](#)
[conheça nossa política de troca](#)

R\$ 24,90
 no cartão de crédito com Ame e recebe R\$ 0,50 (2% de volta)
[mais formas de pagamento](#)

calcular frete e prazo
 digite o CEP

Este produto é vendido por Star Lumen e entregue por Americanas, que garante a sua

Figura 42: Valor do trilho eletrificado



Figura 43: Valor do spot Led

8.3. Implementação

Por tratar-se de um equipamento com muitas facilidades, a implementação da solução determinada dá-se por meio da instalação dos trilhos, tendo apenas por conectar a fiação e parafusá-los no teto para ,em seguida, apenas encaixar os spots sem maiores alterações no ambiente, e até mesmo não necessitar de mão-de-obra especializada.



9. CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou identificar e analisar problemas, além de propor soluções exequíveis com vistas a implementar melhorias na infraestrutura do Centro Acadêmico de Engenharia Civil (CEC). Para tanto, foram realizadas entrevistas com diversas pessoas que habitualmente frequentam o local, chegando-se a conclusão de que a questão mais relevante é a deficiência da iluminação.

A partir disso, reuniu-se várias alternativas para solução, tendo se destacado: lâmpadas LED, persianas externas, trilhos eletrificados e materiais que favorecem a luminância. Assim, foram determinados como critérios de avaliação: eficácia, alteração estrutural, durabilidade, custo e tempo de execução, bem como seus respectivos pesos para, com a matriz de decisão, chegar à melhor alternativa.

Com a execução da matriz de decisão, concluiu-se que a opção pela implementação dos trilhos se revelou a alternativa mais adequada. Isso se deu principalmente por conta da preponderância dos trilhos no quesito da eficácia, o qual é o mais relevante, e da regularidade nos demais.

Depreende-se, portanto, que a implantação das eletrocalhas proporcionará uma distribuição mais uniforme da luz pelo ambiente, fazendo com que melhore o conforto visual. Desse modo, acredita-se que as adversidades relatadas sejam solucionadas, tornando o espaço mais agradável aos usuários.

10. BIBLIOGRAFIA

TISCHLER, Michael A. “High efficiency leds and led lamps”.2016. Disponível em: <https://patents.google.com/patent/US20160218144A1/en?q=LED+eficiency&oq=LED+eficie ncy+> , Acesso em : 07/04/2020

INMETRO. “Semana do Consumidor: Inmetro lança guia sobre uso das lâmpadas LED”. 2016. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/imprensa/releases/lampadas-led.pdf>, Acesso em: 09/04/2020

FRACCHETTA, Alexandre. “Efeitos da iluminação no corpo humano”. 2014. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=3&Cod=723> , Acesso em: 09/04/2020

INMETRO. “Lâmpadas LED”. 2016. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/cartilhas/lampada-led/lampadaled.pdf>, Acesso em: 09/04/2020

CHAPPELOW, Jim. “Pareto Principle”. 29 de agosto de 2019. Disponível em: <https://www.investopedia.com/terms/p/paretoprinciple.asp>, Acesso em: 11/04/2020.

WIKIPEDIA. “Pareto principle”. 2020. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Pareto_principle, Acesso em: 11/04/2020.

BONSOR, Kevin. “How Smart Windows Work”. 29 de março de 2001. Disponível em: <https://home.howstuffworks.com/home-improvement/construction/green/smart-window.htm>, Acesso em: 11/04/2020

COON, Tracy. “The Difference Comfortable Light Can Make”. 16 de julho de 2019. Disponível em: <https://www.signify.com/en-us/blog/archive/led/the-difference-comfortable-light-can-make>, Acesso em: 11/04/2020

<https://www.trybo.com.br/blog?single=Trilho>
Acesso em:17/05/2020

