****

**Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**

**Departamento de Engenharia Civil e Ambiental**

**RELATÓRIO DE INTEGRAÇÃO**

**Introdução à Engenharia Civil (0313101)**

**Turma 03 – Grupo 03**

**Andre Assumpção Ribeiro Lima (11805609)**

**Felipe Santos Rossi Baumeister (11807744)**

**João Paulo Moreira Leite (11859120)**

**Matheus Félix Cavalcante dos Reis (11806997)**

**Victor Calegari Nunes (11917816)**

**São Paulo**

**Maio de 2020**

**Andre Assumpção Ribeiro Lima (11805609)**

**Felipe Santos Rossi Baumeister (11807744)**

**João Paulo Moreira Leite (11859120)**

**Matheus Félix Cavalcante dos Reis (11806997)**

**Victor Calegari Nunes (11917816)**

**RELATÓRIO DE INTEGRAÇÃO**

**Professor Sergio Cirelli Ângulo**

São Paulo

2020

**SUMÁRIO**

[1. INTRODUÇÃO 7](#_Toc41408781)

[2. METODOLOGIA 8](#_Toc41408782)

[2.1. Formulários 8](#_Toc41408783)

[2.2. Orçamento 8](#_Toc41408784)

[2.3. AHP 8](#_Toc41408785)

[3. DESENVOLVIMENTO DAS ETAPAS DO PROJETO 9](#_Toc41408786)

[3.1. Análise dos dados 9](#_Toc41408787)

[3.2. Definição do problema 13](#_Toc41408788)

[4. ALTERNATIVAS PARA A SOLUÇÃO DOS PROBLEMAS 14](#_Toc41408789)

[4.1. SOLUÇÕES CEC 15](#_Toc41408790)

[4.1.2. Aspectos gerais do projeto A 22](#_Toc41408792)

[4.1.3. Aspectos gerais do projeto B 24](#_Toc41408793)

[4.1.4. Aspectos gerais do projeto C 24](#_Toc41408794)

[5. ESCOLHA DAS SOLUÇÕES 26](#_Toc41408795)

[5.1. Método AHP aplicado ao CEC 29](#_Toc41408796)

[5.2. Método AHP aplicado aos bancos 31](#_Toc41408797)

[6. DETALHAMENTO DOS BANCOS 34](#_Toc41408798)

[7. CONCLUSÃO 36](#_Toc41408799)

[8. BIBLIOGRAFIA 37](#_Toc41408800)

**Lista de siglas:**

|  |  |
| --- | --- |
| CEC - | Centro Acadêmico de Engenharia Civil |
| PTUG - | Ponto de tomada de uso geral |
| PTUE - | Ponto de tomada de uso específico |
|  |  |

**Lista de figuras:**

[Figura 1 – Nível de satisfação com os ambientes de convivência 5](#_Toc41155493)

[Figura 2 – Locais mais frequentados pelos usuários 5](#_Toc41155494)

[Figura 3 – Principais problemas do CEC 6](#_Toc41155495)

[Figura 4 – Foto dos bancos de descanso próximos a rampa vermelha no prédio da civil 8](#_Toc41155496)

[Figura 5 – Principais problemas nos bancos apontados pelos usuários 8](#_Toc41155497)

[Figura 6 – Organograma principais problemas das áreas de convívio 9](#_Toc41155498)

[Figura 7 – Preferência dos usuários pelos projetos 24](#_Toc41155499)

**Lista de tabelas**

[Tabela 1 – Iluminação e ventilação 6](#_Toc41155500)

[Tabela 2 – Propostas iniciais de solução 10](#_Toc41155501)

[Tabela 3 – Definição dos Projetos referentes ao CEC 11](#_Toc41155502)

[Tabela 4 – Quantidade de lâmpadas necessária 12](#_Toc41155503)

[Tabela 5 – Dimensionamento de novos circuitos elétricos 13](#_Toc41155504)

[Tabela 6 – Orçamento do projeto elétrico 16](#_Toc41155505)

[Tabela 7 – Orçamento do Projeto A 19](#_Toc41155506)

[Tabela 8 – Custos fixos do Projeto A 20](#_Toc41155507)

[Tabela 9 – Custo inicial do projeto B 21](#_Toc41155508)

[Tabela 10 – Custos fixos projeto B 21](#_Toc41155509)

[Tabela 11 – Custo inicial do projeto C 21](#_Toc41155510)

[Tabela 12 – Custos fixos projeto C 22](#_Toc41155511)

[Tabela 13 – Escala de preferências e prioridades 23](#_Toc41155512)

[Tabela 14 – Ponderação dos critérios 23](#_Toc41155513)

[Tabela 15 – Ajuste da ponderação dos critérios 24](#_Toc41155514)

[Tabela 16 – Critérios e seus respectivos fatores 24](#_Toc41155515)

[Tabela 17 – Resumo da relação entre os projetos do CEC e os critérios 25](#_Toc41155516)

[Tabela 18 – Resumo da relação entre as soluções dos bancos e os critérios 25](#_Toc41155517)

[Tabela 19 - Ponderação CEC em 26](#_Toc41155518)

[Tabela 20 – Normalização do custo inicial do CEC 26](#_Toc41155519)

[Tabela 21 – Ponderação CEC em ralação ao custo fixo anual 26](#_Toc41155520)

[Tabela 22 – Normalização do custo fixo anual do CEC 26](#_Toc41155521)

[Tabela 23- Ponderação CEC em relação ao tempo de implantação 26](#_Toc41155522)

[Tabela 24 – Normalização do tempo de implantação do CEC 26](#_Toc41155523)

[Tabela 25 – Ponderação CEC em relação ao impacto ambiental 27](#_Toc41155524)

[Tabela 26 – Normalização do impacto ambiental do CEC 27](#_Toc41155525)

[Tabela 27 – Ponderação CEC em 27](#_Toc41155526)

[Tabela 28 – Normalização da estética do CEC 27](#_Toc41155527)

[Tabela 29 – Ponderação CEC em relação a eficiência 27](#_Toc41155528)

[Tabela 30 – Normalização da eficiência do CEC 27](#_Toc41155529)

[Tabela 31 – Resumo das médias dos projetos do CEC com relação aos critérios 27](#_Toc41155530)

[Tabela 32 – Resultado do AHP para os projetos do CEC 28](#_Toc41155531)

[Tabela 33 – Resumo das soluções para os bancos 28](#_Toc41155532)

[Tabela 34 – Ponderação do custo inicial para as soluções dos bancos 29](#_Toc41155533)

[Tabela 35 – Normalização do custo inicial para as soluções dos bancos 29](#_Toc41155534)

[Tabela 36 – Ponderação dos custos fixos anuais para as soluções dos bancos 29](#_Toc41155535)

[Tabela 37 – Normalização dos custos fixos anuais para as soluções dos bancos 29](#_Toc41155536)

[Tabela 38 - Ponderação do tempo de implantação para as soluções dos bancos 29](#_Toc41155537)

[Tabela 39 - Normalização do tempo de implantação para as soluções dos bancos 29](#_Toc41155538)

[Tabela 40 – Ponderação do impacto ambiental para as soluções dos bancos 30](#_Toc41155539)

[Tabela 41 – Normalização do impacto ambiental para as soluções dos bancos 30](#_Toc41155540)

[Tabela 42 – Ponderação da estética para as soluções dos bancos 30](#_Toc41155541)

[Tabela 43 – Normalização da estética para as soluções dos bancos 30](#_Toc41155542)

[Tabela 44 – Ponderação da eficiência para as soluções dos bancos 30](#_Toc41155543)

[Tabela 45 – Normalização da eficiência para as soluções dos bancos 30](#_Toc41155544)

[Tabela 46 – Resumo das médias das soluções dos bancos em relação aos critérios 30](#_Toc41155545)

[Tabela 47 – Resultado do AHP para as soluções dos bancos 31](#_Toc41155546)

**Palavras-chave:** Avaliação pós-ocupacional, convivência, iluminação, ventilação, soluções

**Resumo:** *No presente trabalho buscou-se a identificação dos problemas das áreas de convívio do Edifício Paula Souza, que são de suma importância para o desenvolvimento psíquico do aluno levando em consideração as interações sociais e um local apropriado para descanso. A partir da ferramenta de formulários do Google fez-se uma avaliação pós ocupacional e descobriu-se que os principais problemas do centro acadêmico (CEC) eram a iluminação e ventilação e os bancos de descanso apresentavam desconforto ergonômico. Foram elencadas soluções para os problemas, no CEC as soluções foram agrupadas em 3 projetos diferentes que contavam com a instalação de aparelhos para melhorar a iluminação e a ventilação além da reforma do sistema elétrico que apresenta problemas. Por meio dos critérios: custo inicial, custos fixos anuais, tempo de implementação, impacto ambiental, estética e eficiência. Escolheu-se pelo método AHP para o CEC o projeto C e para os bancos a instalação de estofamento como principais soluções aos problemas.*

# INTRODUÇÃO

Segundo Muñoz [1], para além de sua definição etimológica de conjunto de experiências vividas, *convivência* significa um conjunto de relações favoráveis dos indivíduos de um determinado grupo social, podendo ocorrer em diversas condições (estudos, lazer, trabalho, etc.) sendo considerada sempre positiva para as relações interpessoais já que expressa uma oposição clara a individualidade.

Dessa maneira é possível pensar na acuidade de reservar espaços físicos específicos para este tipo de interação social, e apesar de ser ainda uma ciência embrionária, a psicologia ambiental revela que a percepção do usuário sobre o ambiente construído permite a discussão das potencialidades do próprio ambiente como propício ou inibidor a emissão de comportamentos como afirma Elali [2].

Paralelamente é relevante ressaltar que fazer intervalos regulares nas tarefas mentais pode contribuir para o descanso do cérebro de modo a dinamizar a produtividade e a criatividade na elaboração de novas ideias além de diminuir a quantidade de erros cometidos segundo Randolph [3].

Os ambientes de convivência presentes no edifício Paula Souza (prédio das engenharias civil e ambiental da escola politécnica da Universidade de São Paulo), são de suma importância para a criação e manutenção de laços sociais e para o descanso físico e psicológico dos alunos nos períodos entre aulas. Por esta razão faz-se necessário que os locais apresentem o conforto necessário.

O edifício em questão dispõe de basicamente duas áreas de convívio, o Centro Acadêmico de Engenharia Civil (CEC) e o bancos localizados no piso superior, próximos as rampas “vermelha” e “amarela”. No entanto, estes ambientes dispõem de alguns problemas, o presente trabalho tem como objetivo elencá-los, discutir o principal, encontrar soluções para ele e por último escolher a melhor solução.

# METODOLOGIA

## Formulários

A obtenção de dados foi feita via ferramenta de formulários da Google. Foram realizados 3 formulários, o primeiro tinha como objetivo a análise preliminar das necessidades dos frequentadores dos locais em questão, foram desenvolvidas 3 questões a fim de conhecer o público alvo. O segundo formulário teve como base o primeiro, tinha como meta a identificação dos problemas dos ambientes de uma forma mais objetiva a fim de obter com maior precisão as informações necessárias. A partir dos dados desses dois formulários foram identificados e escolhidos os principais problemas dos ambientes. O terceiro formulário contava com apenas 1 questão e era referente a preferência do público alvo as soluções propostas para o CEC.

# Orçamento

Tendo determinado as soluções, utilizou-se as tabelas do SINAPI, disponibilizadas pela Caixa Econômica Federal em parceria com o IBGE para fazer um orçamento médio dos projetos.

## AHP

Estabeleceu-se uma escala de 1 a 5 onde 1 é igualmente preferível e 5 é extremamente preferível, com base nos critérios custo inicial; custos fixos anuais; tempo de implementação; impacto ambiental; estética e eficiência, foi feito o método AHP para escolher a melhor solução para cada ambiente.

# DESENVOLVIMENTO DAS ETAPAS DO PROJETO

É possível indagar se a análise da opinião pessoal dos usuários se afasta muito do caráter técnico de uma avaliação pós ocupação, visto que o contato direto e cotidiano não transforma este indivíduo em um crítico severo daquele produto. No entanto, Elali [2] explica que a avaliação do objeto pelo usuário é de fundamental importância para a avaliação técnica do objeto em questão. Supõe-se que muitas pessoas no meio cotidiano pouco conhecem sobre a fabricação de brinquedos, porém, após algum uso de uma criança, os pais são perfeitamente capazes de julgar a periculosidade ou potencial de uso daquele determinado brinquedo. De forma análoga é possível pensar que os usuários dos locais em questão tiram conclusões pessoais a partir da observação dos demais usuários e de sua própria utilização e estas percepções podem vir a ser úteis na procura de possíveis problemas.

Nesse contexto, a Figura 1 ilustra a satisfação dos usuários dos ambientes com notas que variam de zero a dez, já a Figura 2 mostra os locais de convivência preferidos dos usuários com um espaço amostral de 25 respostas.

## Análise dos dados

*Figura 1 – Nível de satisfação com os ambientes de convivência*



*Figura 2 – Locais mais frequentados pelos usuários*



Analisando os resultados obtidos observa-se que a maioria dos entrevistados atribuiu nota 7 aos ambientes de convívio, e há uma preferência pelo CEC, acredita-se que a fuga nos bancos do piso superior se deve ao baixo conforto que eles oferecem. A partir de agora a análise destes ambientes se dará de forma separada, primeiro será abordado o CEC e em sequência os bancos de descanso.

**CEC**

O CEC é um ambiente criado pelos alunos e para os alunos, um local onde aqueles que desejarem podem conversar, descansar, ou se dedicar a alguma atividade extracurricular, e justamente devido a esta pluralidade funcional é difícil adaptar o design de uma maneira única que atenda a todas as necessidades. A Figura 3 exibe os principais problemas do CEC levantados pelos usuários do local.

*Figura 3 – Principais problemas do CEC*



Com base nos dados levantados por meio dos formulários e entrevistas, conclui-se que os principais problemas a serem solucionados ou amenizados no centro acadêmico, seriam a má iluminação e a má ventilação.

Cabe ainda ressaltar que um local de descanso não necessita da melhor iluminação, todavia, a multifuncionalidade do CEC requer que seja possível alterar a quantidade de luz disponível, dependendo da atividade a ser exercida em cada circunstância. A Tabela 1 exibe os dados de iluminação e ventilação natural de cada ambiente do CEC.

Tabela 1 – Iluminação e ventilação

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ambientes** | | **Esquadrias** | **Dimensões** | | **Iluminação** | | **Ventilação** | |
| **Nome** | **Área** | **Horizontal** | **Vertical** | **Exigido** | **Projeto** | **Exigido** | **Projeto** |
| Saguão | 94,66 m² | Janela fixa | 13,00 m | 2,50 m | 16,39 m² | 32,50 m² | 8,74 m² | 0,00 m² |
| Cozinha | 14,59 m² |
| Depósito 1 | 06,00 m² | ND | ND | ND | 0,60 m² | 0,00 m² | 0,48 m² | 0,00 m² |
| Depósito 2 | 05,29 m² | Janela fixa | 2,30 m | 2,10 m | 0,53 m² | 4,83 m² | 0,42 m² | 0,00m² |
| Diretoria | 19,63 m² | Janela fixa | 1,43 m | 1,90 m | 2,94 m² | 2,72 m² | 1,57 m² | 0,00 m² |
| Administração | 07,60 m² | Janela fixa | 1,68 m | 1,90 m | 1,14 m² | 3,19 m² | 0,61 m² | 0,00 m² |
| Descanso | 16,69 m² | ND | ND | ND | 2,50 m² | 0,00 m² | 1,34 m² | 0,00 m² |

A NBR 15575 [12] determina como aceitável para edificações que a área de abertura para iluminação seja de 15% da área total do ambiente, para ventilação a determinação é de 8% da área total do ambiente. No entanto, como é possível observar, a diretoria e ambos os depósitos não cumprem os requisitos mínimos exigidos para iluminação, e todos os ambientes não cumprem os requisitos de ventilação, isso se deve ao fato de as janelas do saguão não apresentarem abertura. Nesse sentido, é plausível admitir a confiabilidade da pesquisa de opinião dos usuários do CEC.

Segundo Zhang [7] o design dos ambientes desempenha um papel significativo na composição do campus universitário como ambiente que influencia nos relacionamentos. Devido a informatização que se vive nos tempos contemporâneos é de extrema importância que os alunos disponham de um ambiente de convívio agradável onde também possam descansar. Vang [6] acrescenta que a rotina de estudos dos estudantes muitas vezes não dispõe de tempo suficiente para descanso considerando os trabalhos escolares, trabalhos regulares, transporte, entre outros fatores. Assim sendo, é desejável que estes disponham de um ambiente no campus onde possam descansar por alguns momentos, o que pode até aumentar a dedicação nos estudos.

De acordo com Geib [8] o ciclo circadiano (ritmo da distribuição das atividades biológicas clínicas de aproximadamente 24 horas) é controlado pelo sistema nervoso central e o sono, a ele associado, sofre influências do meio como luminosidade e temperatura.

Costa *et al apud* Fanger [9][10] explicam que o ambiente térmico é definido por seis variáveis, sendo que quatro delas (temperatura do ar, temperatura radiante (das superfícies), humidade relativa, velocidade do ar) são fatores ambientais e as outras duas (metabolismo e vestuário) são fatores pessoais. Dessa maneira, faz-se necessário buscar por soluções que levem em consideração os fatores ambientais para que estes problemas sejam solucionados no CEC.

Entrando em contato com a gestão do centro acadêmico, verificou-se que os problemas com iluminação e ventilação estavam também associados a uma falha no sistema elétrico, portanto, qualquer solução já deve levar em consideração a reparação parcial ou total da rede elétrica do CEC.

**Bancos de descanso**

A Figura 4 é uma foto dos bancos de descanso próximos a rampa vermelha. Os bancos são feitos de concreto e não tem qualquer estofamento. Já a Figura 5 ilustra os principais problemas dos mesmos apontados pelos usuários.

Figura 4 – Foto dos bancos de descanso próximos a rampa vermelha no prédio da civil



*Figura 5 – Principais problemas nos bancos apontados pelos usuários*



Como é possível observar, o conforto ergonômico desponta como principal problema deste ambiente de convívio.

Segundo Braga *et al* [4], quando um indivíduo está sentado, cerca de 75% do peso de seu corpo está aplicado em apenas 26 cm² das tuberosidades dos ísquios, gerando diversos esforços de compressão que são aplicados na área inferior as nádegas e podem gerar fadiga e desconforto. A permanência prolongada nesta postura sem alívio de tal compressão pode causar isquemia (suspensão da irrigação sanguínea em uma parte do corpo) o que gera formigamento e dores na região. Nessa linha de pensamento, um estofamento adequado poderia resolver a questão enquanto o assento permitisse uma mudança de postura eventualmente.

Consoante a isso, Baú [5] explica que a ergonomia como ciência, considera o ser humano como um operador que adapta seu comportamento às variações tanto de seu estado interno (fadiga) quanto dos elementos da situação (relações de trabalho, variações de produção, disfunções). Assim, para favorecer a produtividade do ambiente de convivência, é necessário diminuir ao máximo os fatores que contribuam para as variações do estado interno dos indivíduos.

## Definição do problema

Verificada a confiabilidade das pesquisas, pode-se definir os principais problemas de cada área de convívio, que são apresentados na Figura 6.

Figura 6 – Organograma principais problemas das áreas de convívio



## ALTERNATIVAS PARA A SOLUÇÃO DOS PROBLEMAS

Inicialmente a fim de corrigir os problemas foram elencadas algumas soluções que são exibidas em ordem de relevância na Tabela 2.

Tabela 2 – Propostas iniciais de solução

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Iluminação** | **Ventilação** | **Conforto Ergonômico** |
| Reparo do sistema elétrico | Exaustor | Implantação de estofamento |
| Instalação de lâmpadas LED | Ar condicionado | Disponibilização de almofadas |
| Ventiladores com lâmpadas | | Troca dos Bancos |
| Troca do piso por outro que tenha maior reflexão de luz | Troca dos vitrais por janelas com abertura |  |
| Instalação de persianas | Criação de tubulação para utilização do sistema de ar condicionado central do prédio |
| Instalação de um espelho |  |
| Pintura das paredes por cores que tenham maior reflexão de luz |
| Troca por lâmpadas de cores quentes |
| Implantação de sanca de PVC com LED |
| Implantação de Arandelas |

## SOLUÇÕES CEC

No entanto, no formato proposto na Tabela 2 concluiu-se que se tornaria difícil escolher uma única solução que resolvesse ambos os problemas do CEC, logo decidiu-se criar 3 projetos que envolvessem soluções de iluminação e ventilação. Os projetos foram estabelecidos da seguinte forma: O Projeto A é básico e com o menor orçamento inicial possível buscando aproveitar ao máximo as coisas já disponíveis no local. O Projeto B é de orçamento inicial médio procurando fazer algumas mudanças essenciais com a melhor eficiência possível. E, por último, o Projeto C conta com um alto orçamento inicial com liberdade para adaptar o local as normas e resolver totalmente os problemas. Como a maior parte das soluções prevê a utilização de eletricidade todos os projetos contarão com a reforma do sistema elétrico que será tratado no item 4.1.1.

Estabelecidas estas bases, dividiram-se as soluções iniciais da Tabela 2 nos três projetos que são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Definição dos Projetos referentes ao CEC

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Projeto A | Projeto B | Projeto C |  |
| Reparo dos circuitos elétricos | Reparo dos circuitos elétricos | Reparo dos circuitos elétricos |  |
| Instalação de lâmpadas de LED (comum 10W) | Instalação de lâmpadas de LED (comum 10W) | Instalação de lâmpadas de LED (comum 10W) |  |
| Instalação de mais ventiladores | Instalação de aparelho de ar condicionado (mínimo 80.000 BTU) | Troca dos vitrais por janelas com abertura |  |
|  | Troca por piso que tenham maior reflexão de luz | Instalação de persianas |  |
|  | Pintura por cores que tenham maior reflexão de luz | Instalação de exaustor |  |

Alguns itens propostos na Tabela 2 foram descartados devido à baixa relevância de sua implementação, por exemplo as arandelas, as sancas de PVC com LED e o espelho (que tem seu desempenho voltado a parte estética); e a criação de tubulação para aproveitamento do sistema central de ar condicionado do prédio que exigiria uma grande reforma extrapolando os limites do CEC envolvendo demais setores, sendo assim, considerada inviável.

* + 1. **Proposta de projeto elétrico**

Considerando a NBR 5410 que propõe a iluminância de interiores adequada para cada tipo de atividade, e pensando na implantação de lâmpadas LED comuns (800 lumens e W), foi estabelecida a Tabela 4 que mostra a quantidade de lâmpadas necessárias para cada ambiente do CEC.

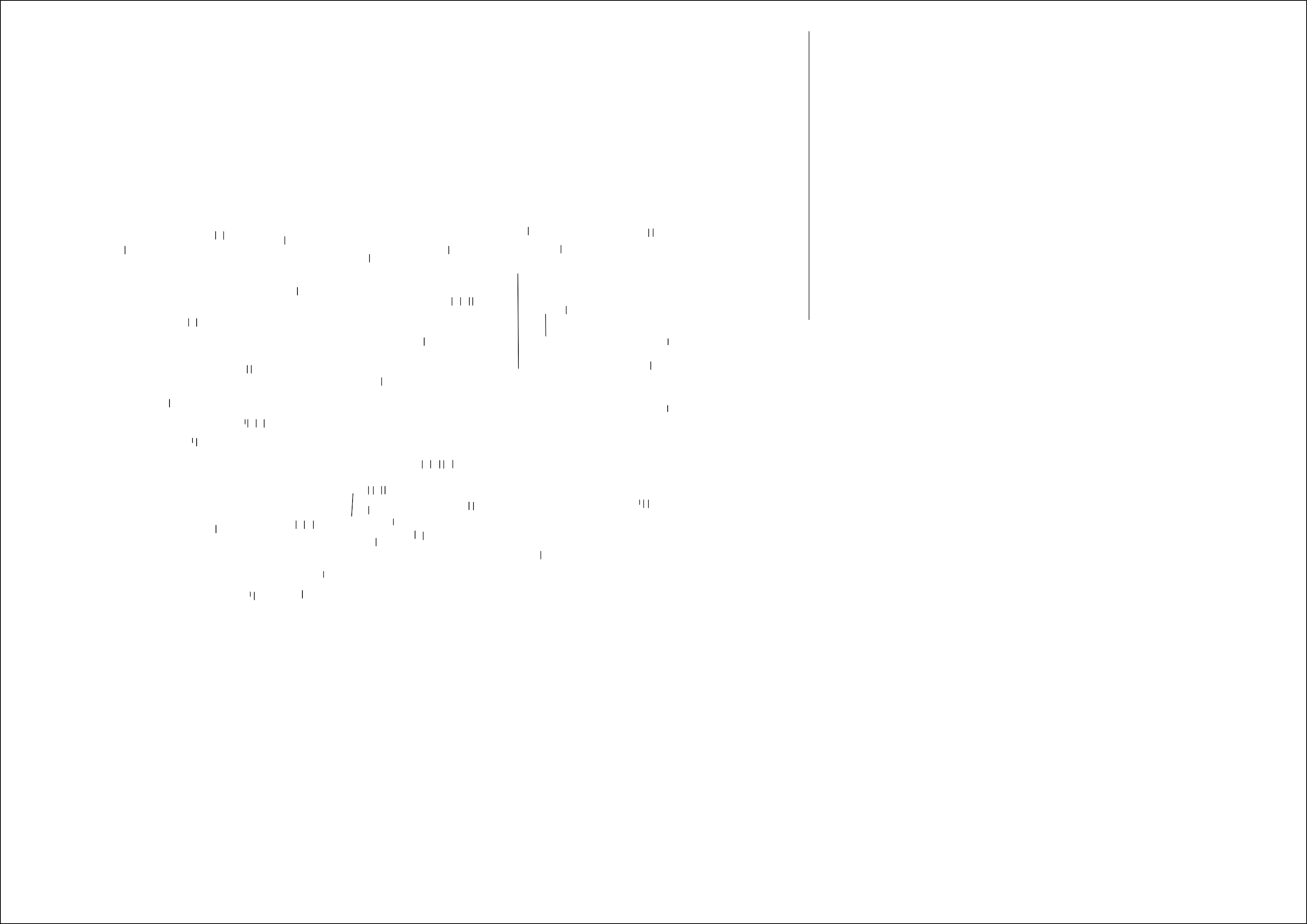
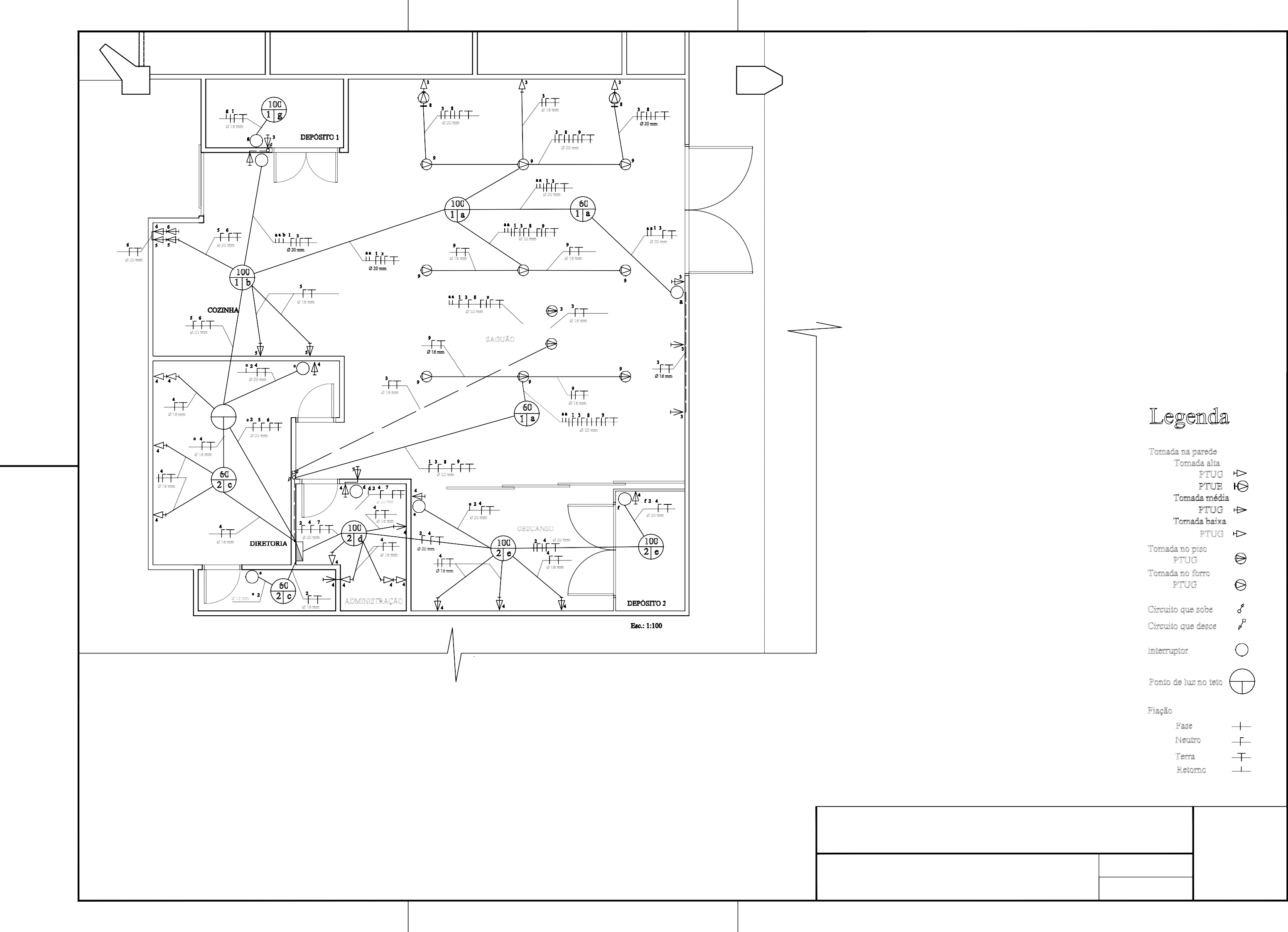
Tabela 4 – Quantidade de lâmpadas necessária

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ambientes** | | **Exigido** | **Fluxo luminoso** | **Quantidade de lâmpadas** |
| **Nome** | **Área** |
| Saguão | 94,66 m² | 200 lux | 800 lm | 24 |
| 1800 lm | 11 |
| Cozinha | 14,59 m² | 500 lux | 800 lm | 9 |
| 1800 lm | 4 |
| Depósito 1 | 06,00 m² | 100 lux | 800 lm | 1 |
| 1800 lm | 1 |
| Depósito 2 | 05,29 m² | 100 lux | 800 lm | 1 |
| 1800 lm | 1 |
| Diretoria | 19,63 m² | 500 lux | 800 lm | 12 |
| 1800 lm | 5 |
| Administração | 07,60 m² | 500 lux | 800 lm | 5 |
| 1800 lm | 2 |
| Descanso | 16,69 m² | 200 lux | 800 lm | 4 |
| 1800 lm | 2 |

Nesses termos é proposta a Tabela 5 que define o dimensionamento de novos circuitos elétricos para o CEC e a planta do projeto elétrico é exibida na página 14

Tabela 5 – Dimensionamento de novos circuitos elétricos

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Circuito | | Tensão | Local | Potência | | | Corrente | Secção dos condutores |
| Nº | Tipo | Qte. | Potência Individual | Total |
| 1 | Iluminação | 127 V | Saguão | 1 | 220 W | 395 W | 3,11 A | 1,5 mm |
| Cozinha | 1 | 100 W |
| Depósito 1 | 1 | 100 W |
| 2 | Iluminação | 127 V | Diretoria | 1 | 220 W | 486 W | 3,83 A | 1,5 mm |
| Administração | 1 | 100 W |
| Descanso | 1 | 100 W |
| Depósito 2 | 1 | 100 W |
| 3 | PTUG | 127 | Saguão | 10 | 100 W | 1100 | 8,66 A | 2,5 mm |
| Depósito 1 | 1 | 100 W |
| 4 | PTUG | 127 | Descanso | 4 | 100 W | 1500 | 11,81 A | 2,5 mm |
| Diretoria | 5 | 100 W |
| Administração | 5 | 100 W |
| Depósito 2 | 1 | 100 W |
| 5 | PTUG | 127 | Cozinha | 2 | 600 W | 1200 | 9,45 A | 2,5 mm |
| 6 | PTUG | 127 | 4 | 600 W | 2400 | 18,90 A | 4,0 mm |
| 7 | PTUG | 220 | Saguão | 1 | 1200 W | 1200 | 5,45 A | 2,5 mm |
| 8 | PTUE | 220 | Ar condicionado / sistema de ventilação forçada | 1 | 1800 W | 1800 | 8,18 A | 2,5 mm |
| 9 | PTUE | 127 V | Ventiladores de teto | 9 | 200 W | 1800 W | 14,17 A | 2,5 mm |
| Distribuição | | 220 | Quadro de distribuição | 6492 W | | | 29,51 A | 4,0 mm |



PRODUZIDO POR UMA VERSÃO DO AUTODESK PARA ESTUDANTES

PRODUZIDO POR UMA VERSÃO DO AUTODESK PARA ESTUDANTES

CÓDIGO

**Figure 1 Proposta de projeto elétrico para o CEC**

Dessa forma, foi possível calcular um orçamento para o projeto elétrico baseando-se nas tabelas dos SINAPI (04/2020) disponibilizadas pela Caixa Econômica Federal em parceria com o IBGE. O orçamento previsto é demonstrado na Tabela 6.

Tabela 6 – Orçamento do projeto elétrico

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nome | Descrição | Qte. | Preço unitário | Unidade | Total |
| Remoção de tomadas e interruptores antigos de forma manual e sem reaproveitamento | Eletricista com encargos complementares | 0,38 | R$ 26,11 | h | R$ 9,92 |
| Auxiliar de eletricista com encargos complementares | 0,748 | R$ 20,05 | h | R$ 15,00 |
| Remoção de fiação antiga de forma manual e sem reaproveitamento | Eletricista com encargos complementares | 3,84 | R$ 26,11 | m | R$ 100,26 |
| Auxiliar de eletricista com encargos complementares | 7,52 | R$ 20,05 | m | R$ 150,78 |
| Instalação do fio de 1,5mm | Eletricista +Auxiliar de eletricista com encargos complementares (inclui fechamento do rasgo na alvenaria + insumos necessários) | 3,4125 | R$ 46,00 | h | R$ 156,98 |
| Instalação do fio de 2,5mm | Eletricista +Auxiliar de eletricista com encargos complementares (inclui fechamento do rasgo na alvenaria + insumos necessários) | 12,1275 | R$ 46,00 | h | R$ 557,87 |
| Instalação do fio de 4,0mm | Eletricista +Auxiliar de eletricista com encargos complementares (inclui fechamento do rasgo na alvenaria + insumos necessários) | 0,6825 | R$ 46,00 | h | R$ 31,40 |
| Instalação do corrugado 16mm | Eletricista +Auxiliar de eletricista com encargos complementares | 5,472 | R$ 46,00 | h | R$ 251,71 |
| Instalação do corrugado 20mm | Eletricista +Auxiliar de eletricista com encargos complementares | 4,536 | R$ 46,00 | h | R$ 208,66 |
| Instalação do corrugado 25mm | Eletricista +Auxiliar de eletricista com encargos complementares | 1,224 | R$ 46,00 | h | R$ 56,30 |
| Instalação do corrugado 32mm | Eletricista +Auxiliar de eletricista com encargos complementares | 1,584 | R$ 46,00 | h | R$ 72,86 |
| Instalação de tomada com interruptor paralelo 110V | Eletricista +Auxiliar de eletricista com encargos complementares | 0,308 | R$ 46,00 | h | R$ 14,17 |
| Instalação de Tomada com interruptor paralelo e interruptor simples 110V | Eletricista +Auxiliar de eletricista com encargos complementares | 0,472 | R$ 46,00 | h | R$ 21,71 |
| Instalação de interruptor simples | Eletricista +Auxiliar de eletricista com encargos complementares | 0,225 | R$ 46,00 | h | R$ 10,35 |
| Instalação de caixa de passagem | Eletricista +Auxiliar de eletricista com encargos complementares | 12 | R$ 46,00 | h | R$ 552,00 |
| Quebra em alvenaria para instalação de caixa de passagem | Quebra em alvenaria para instalação de caixa de passagem (4 x 2) | 50 | R$ 0,13 | UN | R$ 6,50 |
| Quebra em alvenaria para instalação de corrugado com diâmetro menor que 40mm | Rasgo em alvenaria para eletrodutos com diâmetros menores ou iguais a 40mm. | 52 | R$ 6,30 | m | R$ 327,60 |
| Caixa Octogonal pontos de iluminação | Caixa octogonal fundo móvel, em PVC, de 3’’ x 3’’ para eletroduto flexível corrugado | 11 | R$ 3,42 | UN | R$ 37,62 |
| Instalação de tomadas altas | Eletricista +Auxiliar de eletricista com encargos complementares | 5,456 | R$ 46,00 | h | R$ 250,98 |
| Instalação de tomadas médias | Eletricista +Auxiliar de eletricista com encargos complementares | 3,388 | R$ 46,00 | h | R$ 155,85 |
| Instalação de tomadas baixas | Eletricista +Auxiliar de eletricista com encargos complementares | 4,7 | R$ 46,00 | h | R$ 216,20 |
| Fio 1,5mm | Cabo de cobre, flexível, classe 4 ou 5, isolação em PVC/A, antichama BWF-B, 1 condutor, 0,6/1 KV, seção nominal 1,5mm² | 195 | R$ 1,01 | m | R$ 196,95 |
| Fio 2,5 mm | Cabo de cobre, flexível, classe 4 ou 5, isolação em PVC/A, antichama BWF-B, 1 condutor, 0,6/1 KV, seção nominal 2,5mm² | 693 | R$ 1,41 | m | R$ 977,13 |
| Fio 4,0mm | Cabo de cobre, flexível, classe 4 ou 5, isolação em PVC/A, antichama BWF-B, 1 condutor, 0,6/1 KV, seção nominal 4 mm² | 39 | R$ 2,02 | m | R$ 78,78 |
| Fita isolante | Fita isolante adesiva antichama, uso até 750V em rolo de 19mm x 5m | 10 | R$ 2,63 | UN | R$ 26,30 |
| Corrugado 16mm | Eletroduto PVC flexível corrugado, cor amarela, de 16mm | 76 | R$ 0,82 | m | R$ 62,32 |
| Corrugado 20mm | Eletroduto PVC flexível corrugado, cor amarela, de 20mm | 63 | R$ 0,98 | m | R$ 61,74 |
| Corrugado 25mm | Eletroduto PVC flexível corrugado, cor amarela, de 25mm | 17 | R$ 1,06 | m | R$ 18,02 |
| Corrugado 32mm | Eletroduto PVC flexível corrugado, cor amarela, de 32mm | 22 | R$ 1,82 | m | R$ 40,04 |
| Arame para fixação dos condutores | Arame recozido 16BWG, D=1,50mm (0,016kg/m) | 0,2848 | R$ 10,24 | kg | R$ 2,92 |
| Tomada com interruptor 110V | Interruptor simples + tomada 2P + T 10A, 150V, conjunto montado para embutir 4’’ x 2’’ (placa + suporte + módulos) | 4 | R$ 14,91 | UN | R$ 59,64 |
| Tomada com Interruptor paralelo 110V | Interruptor paralelo + tomada 2P + T 10A, 250V, conjunto montado para embutir 4’’ x 2’’ (placa + suporte + módulos) | 1 | R$ 16,07 | UN | R$ 16,07 |
| Tomada com interruptor paralelo e interruptor simples 110V | Interruptor simples + interruptor paralelo + tomada 2P + T 10A, 250V, conjunto montado para embutir 4’’ x 2’’ (placa + suporte + módulos) | 1 | R$ 27,90 | UN | R$ 27,90 |
| Tomada dupla 110V | Tomadas (2 módulos) 2P + T 10A, 250V conjunto montado para embutir 4’’ x 2’’(placa + suporte + módulos) | 4 | R$ 17,40 | UN | R$ 69,60 |
| Tomada simples 10A 110V | Tomadas 2P + T 10A, 250V conjunto montado para embutir 4’’ x 2’’(placa + suporte + módulos) | 25 | R$ 8,96 | UN | R$ 224,00 |
| Tomada simples 20A 110V | Tomadas 2P + T 20A, 250V conjunto montado para embutir 4’’ x 2’’(placa + suporte + módulos) | 2 | R$ 15,52 | UN | R$ 31,04 |
| Tomada para ar condicionado | Kit proteção ARSTOP para ar condicionado, tomada padrão 2P + T 20A, com disjuntor unipolar DIN 20A | 2 | R$ 22,06 | UN | R$ 44,12 |
| Interruptor Simples 110 | Interruptor bipolar 10A, 250V, conjunto montado para embutir 4’’ x 2’’ média, PVC para eletroduto flexível corrugado | 1 | R$ 19,41 | UN | R$ 19,41 |
| Caixa 4 x 2 | Caixa de passagem retangular 4’’ x 2’’ média, PVC, para eletroduto flexível corrugado | 50 | R$ 1,91 | UN | R$ 95,50 |
| Argamassa para instalação das caixas de passagem | Argamassa traço 1:3 (em volume de cimento e areia média úmida), preparo manual | 0,045 | R$ 406,66 | m³ | R$ 18,30 |
| Total | | | | | R$ 5.274,48 |

## Aspectos gerais do projeto A

O projeto A tem por finalidade ser simples e de investimento inicial reduzido em relação aos demais. Nele será executado o projeto elétrico, a instalação de lâmpadas LED e ainda a compra e instalação de ventiladores de teto e ventiladores de coluna, de modo a tentar atenuar os problemas. A fim de encontrar um valor médio dos ventiladores, escolheu-se 5 produtos de diferentes fabricantes que apresentassem características semelhantes (130W para ventiladores de teto e 150W para ventiladores de coluna). A Tabela 7 demonstra os custos iniciais, e a Tabela 8 mostra os custos fixos do projeto A. Todos os custos fixos referem-se ao custo energético consumido pelos aparelhos instalados considerando a tarifa de R$ 0,25588 /kWh cobrada pela empresa Enel (referente a Maio de 2020).

Tabela 7 – Orçamento do Projeto A

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nome | Descrição | Qte. | Preço unitário | | Unidade | Total |
| Opções | Média |  |
| Elétrica | ND | ND | ND | 5274,479 | ND | R$ 5.274,48 |
| Lâmpadas LED 10W | Lâmpada LED 10W bivolt branca, formato tradicional (base E27) | 81 |  | R$ 32,13 | UN | R$ 2.602,53 |
| Ventiladores de teto | Ventilador Fênix Branco 3 Pás Dupla Face Inj/Bran Prêmium Ventisol 127V (130W) | 9 | R$ 137,90 | R$ 247,65 | UN | R$ 2.228,89 |
| Ventilador de Teto Philco Cancun com Controle Remoto 127V (126 W) | R$ 234,90 |
| Ventilador De Teto Cancun Britânia 127V (130W) | R$ 460,73 |
| Ventilador de Teto com Lustre Ibiza 110v (130W) | R$ 131,00 |
| Ventilador de Teto Ventisol Sunny Premium com Controle Remoto 110V (130W) | R$ 273,74 |
| Ventiladores de coluna | Ventilador de Coluna Premium Mondial 110V (140W) | 4 | R$ 239,99 | R$ 221,01 | UN | R$ 884,02 |
| Ventilador Ultra Wind Control Polishop 127V (140W) | R$ 284,90 |
| Ventilador Coluna Turbo Premium Silencioso Ventisol 110v (135 W) | R$ 156,91 |
| Ventilador Coluna Turbo Philco 110V (155W) | R$ 234,33 |
| Ventilador Coluna Turbo Britânia 127V (155W) | R$ 188,90 |
| Total | | | | | | R$ 10.989,92 |

Tabela 8 – Custos fixos anuais do Projeto A

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nome | Consumo | | Unidade | Utilização | Custo Anual |
| Opções | Média |
| Consumo de energia dos ventiladores de teto | 0,13 | 0,16796 | KWh | 16 h/dia | R$ 2.258,90 |
| 0,126 |
| 0,13 |
| 0,13 |
| 0,13 |
| Consumo de energia dos ventiladores de coluna | 0,14 | 0,1885 | KWh | R$ 1.126,73 |
| 0,14 |
| 0,135 |
| 0,155 |
| 0,155 |
| Total | | | | | R$ 3.385,63 |

## Aspectos gerais do projeto B

No projeto B, busca-se a maior eficiência tentando controlar da melhor forma possível os gastos iniciais. Dessa forma, a instalação de um aparelho de ar condicionado, junto a troca de piso favorece tanto a iluminação quanto a manutenção de temperaturas agradáveis no ambiente. A Tabela 9 exibe o custo inicial e a Tabela 10, os custos fixos do projeto B.

Tabela 9 – Custo inicial do projeto B

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nome | Descrição | Qte | Preço unitário | Unidade | Total |
| Elétrica |  | 1 | R$ 5.274,48 |  | R$ 5.274,48 |
| Lâmpadas LED 10W | Lâmpada LED 10W bivolt branca, formato tradicional (base E27) | 81 | R$ 32,13 | UN | R$ 2.602,53 |
| Ar condicionado | Ar condicionado split piso teto Carrier 80000 BTU, 7200W, 220v | 1 | R$ 8.549,00 | UN | R$ 8.549,00 |
| Piso | Piso em cerâmica esmaltada comercial (padrão popular), PEI maior ou igual a 3, formato menor ou igual a 2025 cm² | 164,49 | R$ 20,65 | m² | R$ 3.396,72 |
| Pintura | Tinta látex PVA premium, cor branca | 2,3 | R$ 49,89 | GL | R$ 114,75 |
| Total | | | | | R$ 19.937,47 |

Tabela 10 – Custos fixos anuais projeto B

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nome | Consumo | | Unidade | Utilização | Custo Anual |
| Opções | Média |
| Consumo do ar condicionado | 7,2 | 7,2 | KWh | 16 h/dia | R$ 10.759,24 |
|  |
|  |
|  |
|  |
| Total | | | | | R$ 10.759,24 |  |

## Aspectos gerais do projeto C

O projeto C tem por intenção a melhoria do ambiente sem se preocupar com limites de custos iniciais. O projeto foi elaborado pensando na resolução do problema de ventilação natural. Portanto, conta com a troca de janelas e com a instalação de um exaustor para facilitar a troca de ar do ambiente. Assim, a Tabela 11 mostra os custos iniciais e a Tabela 12 os custos fixos do projeto C.

Tabela 11 – Custo inicial do projeto C

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nome | Descrição | Qte | Preço unitário | Unidade | Total | |
| Elétrica | ND | ND | R$ 5.274,48 | ND | R$ 5.274,48 | |
| Lâmpadas LED 10W | Lâmpada LED 10W bivolt branca, formato tradicional (base E27) | 81 | R$ 32,13 | UN | R$ 2.602,53 | |
| Janelas com abertura | Janela de aço tipo basculante para vidros, com batente, ferragens e pintura anticorrosiva fornecimento e instalação | 32,5 | R$ 617,24 | m² | R$ 20.060,30 | |
| Vidro das janelas | Vidro liso comum transparente, espessura de 5mm fornecimento e instalação | 32,5 | R$ 164,43 | m² | R$ 5.343,98 | |
| Remoção das janelas | Remoção das janelas de forma manual sem reaproveitamento | 32,5 | R$ 26,35 | m² | R$ 856,38 | |
| Exaustor | Motor ventilador Exaustor Vix 400mm 220/380V | 1 | R$ 424,46 | UN | R$ 424,46 | |
| Total | | | | | | R$ 34.562,12 |

Tabela 12 – Custos fixos projeto C

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nome | Consumo | | Unidade | Utilização | Custo Anual |
| Opções | Média |
| Consumo do exaustor | 0,25 | 0,25 | KWh | 16 h/dia | R$373,58 |
|
|
|
|
| Total | | | | | R$ 373,58 |

# ESCOLHA DAS SOLUÇÕES

A escolha das soluções se baseou no método AHP. Definiu-se os seguintes critérios para ponderar na escolha da melhor solução:

1 – Custo inicial

2 – Custo fixo anual

3 – Tempo de implantação

4 – Impacto ambiental

5 – Estética

6 – Eficiência

A escala utilizada para ponderar as opções e os critérios é apresentada na Tabela 13, a ponderação dos critérios com seu respectivo ajuste é exibido na Tabela 14 e na Tabela 15, respectivamente. Por fim, a Tabela 16 evidência os critérios com seus pesos já calculados.

Tabela 13 – Escala de preferências e prioridades

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Escolha opções | Ponderação critérios |
| 1 | Igualmente preferível | Igualmente prioritário |
| 2 | Moderadamente preferível | Moderadamente prioritário |
| 3 | Fortemente preferível | Fortemente prioritário |
| 4 | Muito fortemente preferível | Muito fortemente prioritário |
| 5 | Extremamente preferível | Extremamente prioritário |

Tabela 14 – Ponderação dos critérios

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Critérios | Custo  inicial | Custo fixo Anual | Tempo de implantação | Impacto ambiental | Estética | Eficiência |
| Custo inicial | 1 | 1/3 | 4 | 2 | 4 | 1/3 |
| Custo fixo Anual | 3 | 1 | 4 | 1 | 5 | 1 |
| Tempo de implantação | 1/4 | 1/4 | 1 | 1/3 | 3 | 1/4 |
| Impacto  ambiental | 1/2 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1/2 |
| Estética | 1/4 | 1/5 | 1/3 | 1/3 | 1 | 1/4 |
| Eficiência | 3 | 1 | 4 | 2 | 4 | 1 |
| Soma | 8,00 | 3,78 | 16,33 | 6,67 | 20,00 | 3,33 |

Tabela 15 – Ajuste da ponderação dos critérios

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Critérios** | Custo inicial | Custo fixo Anual | Tempo de implantação | Impacto ambiental | Estética | Eficiência | Média |
| Custo inicial | 0,13 | 0,09 | 0,24 | 0,30 | 0,20 | 0,10 | 17,63% |
| Custo fixo Anual | 0,38 | 0,26 | 0,24 | 0,15 | 0,25 | 0,30 | 26,40% |
| Tempo de implantação | 0,03 | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,15 | 0,08 | 7,23% |
| Impacto  ambiental | 0,06 | 0,26 | 0,18 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 16,01% |
| Estética | 0,03 | 0,05 | 0,02 | 0,05 | 0,05 | 0,08 | 4,66% |
| Eficiência | 0,38 | 0,26 | 0,24 | 0,30 | 0,20 | 0,30 | 28,07% |

Tabela 16 – Critérios e seus respectivos fatores

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ponderação critérios | | |
| Custo Inicial | 17,63% |
| Custo fixo anual | 26,40% |
| Tempo de  implantação | 7,23% |
| Impacto  ambiental | 16,01% |
| Estética | 4,66% |
| Eficiência | 28,07% |

A fim de averiguar qual a preferência dos usuários em relação aos projetos, foi feito uma nova pesquisa, cujos resultados são apresentados na Figura 7.

Figura 7 – Preferência dos usuários pelos projetos



Em um espaço amostral com 83 respostas, o Projeto B aparece como preferido do público, no entanto como a diferença entre o projeto B e o projeto C é de menor que 5% considera-se que o valores obtidos não tem diferença significativa entre si. Assim, foram elaboradas a Tabela 17 e a Tabela 18 que exibem um resumo dos projetos do CEC e um resumo das soluções dos bancos em função dos critérios já definidos, respectivamente.

Tabela 17 – Resumo da relação entre os projetos do CEC e os critérios

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Custo inicial | Custo fixo Anual | Tempo de implantação | Impacto ambiental | Estética | Eficiência |
| Projeto A | R$ 10.989,92 | R$ 3.385,63 | Baixo | Baixo | Baixo | Baixa |
| Projeto B | R$ 19.937,47 | R$ 10.759,24 | Médio | Alto | Alto | Alta |
| Projeto C | R$ 34.562,12 | R$ 373,58 | Médio | Médio | Baixo | Alta |

Tabela 18 – Resumo da relação entre as soluções dos bancos e os critérios

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Custo inicial | Custo fixo Anual | Tempo de implantação | Impacto ambiental | Estética | Eficiência |
| Disponibilização de almofadas | Baixo | Médio | Baixo | Baixo | Baixo | Média |
| Implantação de estofamento | Médio | Baixo | Médio | Baixo | médio | Alta |
| Troca dos bancos | Alto | Baixo | Alto | Alto | médio | Alta |

## Método AHP aplicado ao CEC

O método foi realizado em todos os critérios assim, da Tabela 19 a Tabela 31 são exibidas as matrizes de decisão com as comparações e suas respectivas normalizações.

|  |  |
| --- | --- |
| Tabela 19 - Ponderação CEC em  relação ao custo inicial | *Tabela 20 – Normalização do custo inicial do CEC* |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Custo**  **inicial** | Projeto A | Projeto B | Projeto C | | Projeto A | 1 | 3 | 5 | | Projeto B | 1/3 | 1 | 3 | | Projeto C | 1/5 | 1/3 | 1 | | Somas | 1,5333 | 4,3333 | 9 | | |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Custo**  **inicial** | Projeto A | Projeto B | Projeto C | Média | | Projeto A | 0,6522 | 0,6923 | 0,5556 | 63,33% | | Projeto B | 0,2174 | 0,2308 | 0,3333 | 26,05% | | Projeto C | 0,1304 | 0,0769 | 0,1111 | 10,62% | |

|  |  |
| --- | --- |
| *Tabela 21 – Ponderação CEC em ralação ao custo fixo anual* | *Tabela 22 – Normalização do custo fixo anual do CEC* |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Custo**  **fixo Anual** | Projeto A | Projeto B | Projeto C | | Projeto A | 1 | 3 | 1/4 | | Projeto B | 1/3 | 1 | 1/5 | | Projeto C | 4 | 5 | 1 | | Somas | 5,3333 | 9 | 1,45 | | |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Custo fixo Anual** | Projeto A | Projeto B | Projeto C | Média | | Projeto A | 0,1875 | 0,3333 | 0,1724 | 23,11% | | Projeto B | 0,0625 | 0,1111 | 0,1379 | 10,38% | | Projeto C | 0,7500 | 0,5556 | 0,6897 | 66,51% | |

|  |  |
| --- | --- |
| Tabela 23- Ponderação CEC em relação ao tempo de implantação | Tabela 24 – Normalização do tempo de implantação do CEC |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Tempo de implantação** | Projeto A | Projeto B | Projeto C | | Projeto A | 1 | 3 | 3 | | Projeto B | 1/3 | 1 | 1 | | Projeto C | 0,3333 | 1 | 1 | | Somas | 1,66667 | 5 | 5 | | |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Tempo de implantação** | Projeto A | Projeto B | Projeto C | Média | | Projeto A | 0,6000 | 0,6000 | 0,6000 | 60,00% | | Projeto B | 0,2000 | 0,2000 | 0,2000 | 20,00% | | Projeto C | 0,2000 | 0,2000 | 0,2000 | 20,00% | |

|  |  |
| --- | --- |
| Tabela 25 – Ponderação CEC em relação ao impacto ambiental | *Tabela 26 – Normalização do impacto ambiental do CEC* |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Impacto ambiental** | Projeto A | Projeto B | Projeto c | | Projeto A | 1 | 5 | 3 | | Projeto B | 1/5 | 1 | 1/2 | | Projeto C | 0,3333 | 2 | 1 | | Somas | 1,5333 | 8 | 4,5 | | |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Impacto ambiental** | Projeto A | Projeto B | Projeto C | Média | | Projeto A | 0,6522 | 0,6250 | 0,6667 | 64,79% | | Projeto B | 0,1304 | 0,1250 | 0,1111 | 12,22% | | Projeto C | 0,2174 | 0,2500 | 0,2222 | 22,99% | |

|  |  |
| --- | --- |
| *Tabela 27 – Ponderação CEC em*  *relação a estética* | *Tabela 28 – Normalização da estética do CEC* |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Estética** | Projeto A | Projeto B | Projeto C | | Projeto A | 1 | 0,2 | 1 | | Projeto B | 5 | 1 | 5 | | Projeto C | 1 | 0,2 | 1 | | Somas | 7 | 1,4 | 7 | | |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Estética** | Projeto A | Projeto B | Projeto C | Média | | Projeto A | 0,1429 | 0,1429 | 0,1429 | 14,29% | | Projeto B | 0,7143 | 0,7143 | 0,7143 | 71,43% | | Projeto C | 0,1429 | 0,1429 | 0,1429 | 14,29% | |

|  |  |
| --- | --- |
| Tabela 29 – Ponderação CEC em relação a eficiência | *Tabela 30 – Normalização da eficiência do CEC* |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Eficiência** | Projeto A | Projeto B | Projeto C | | Projeto A | 1 | 0,2 | 1/5 | | Projeto B | 5 | 1 | 1 | | Projeto C | 5 | 1 | 1 | | Somas | 11 | 2,2 | 2,2 | | |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Eficiência** | Projeto A | Projeto B | Projeto C | Média | | Projeto A | 0,0909 | 0,0909 | 0,0909 | 9,09% | | Projeto B | 0,4545 | 0,4545 | 0,4545 | 45,45% | | Projeto C | 0,4545 | 0,4545 | 0,4545 | 45,45% | |

Tabela 31 – Resumo das médias dos projetos do CEC com relação aos critérios

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Custo inicial | Custo fixo Anual | Tempo de implantação | Impacto ambiental | Estética | Eficiência |
| Projeto A | 63,33% | 23,11% | 60,00% | 64,79% | 14,29% | 9,09% |
| Projeto B | 26,05% | 10,38% | 20,00% | 12,22% | 71,43% | 45,45% |
| Projeto C | 10,62% | 66,51% | 20,00% | 22,99% | 14,29% | 45,45% |

Por último, faz-se a multiplicação da matriz exibida na Tabela 16 pela exibida na Tabela 31 e obtêm-se o resultado final que é apresentado na

Tabela 32.



Tabela 32 – Resultado do AHP para os projetos do CEC

|  |  |
| --- | --- |
|  | Porcentagens |
| Projeto A | 35,19% |
| Projeto B | 26,82% |
| Projeto C | 37,98% |

Portanto, nota-se que o projeto C apesar do alto orçamento inicial é o mais apropriado para implantação, visto que tem uma excelente eficiência e mantém os custos fixos mais baixos do que os demais.

## Método AHP aplicado aos bancos

A fim de facilitar o entendimento no processo, as soluções para os bancos são resumidas na Tabela 33.

Tabela 33 – Resumo das soluções para os bancos

|  |  |
| --- | --- |
| Solução 1 | Disponibilização de almofadas |
| Solução 2 | Implantação de estofamento |
| Solução 3 | Troca dos bancos |

De forma análoga ao que foi feito no item 5.1, serão exibidas da Tabela 34 a Tabela 45 as matrizes de decisão das soluções dos bancos.

|  |  |
| --- | --- |
| Tabela 34 – Ponderação do custo inicial para as soluções dos bancos | *Tabela 35 – Normalização do custo inicial para as soluções dos bancos* |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Custo**  **inicial** | Solução 1 | Solução 2 | Solução 3 | | Solução 1 | 1 | 3 | 5 | | Solução 2 | 1/3 | 1 | 3 | | Solução 3 | 0,2 | 1/3 | 1 | | Somas | 1,5333 | 4,3333 | 9 | | |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Custo**  **inicial** | Solução 1 | Solução 2 | Solução 3 | Média | | Solução 1 | 0,6522 | 0,6923 | 0,5556 | 63,33% | | Solução 2 | 0,2174 | 0,2308 | 0,3333 | 26,05% | | Solução 3 | 0,1304 | 0,0769 | 0,1111 | 10,62% | |

|  |  |
| --- | --- |
| Tabela 36 – Ponderação dos custos fixos anuais para as soluções dos bancos | Tabela 37 – Normalização dos custos fixos anuais para as soluções dos bancos |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Custo fixo Anual** | Solução 1 | Solução 2 | Solução 3 | | Solução 1 | 1 | 1/3 | 1/3 | | Solução 2 | 3 | 1 | 1 | | Solução 3 | 3 | 1 | 1 | | Somas | 7,0000 | 2,3333 | 2,3333 | | |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Custo fixo Anual** | Solução 1 | Solução 2 | Solução 3 | Média | | Solução 1 | 0,1429 | 0,1429 | 0,1429 | 14,29% | | Solução 2 | 0,4286 | 0,4286 | 0,4286 | 42,86% | | Solução 3 | 0,4286 | 0,4286 | 0,4286 | 42,86% | |

|  |  |
| --- | --- |
| Tabela 38 - Ponderação do tempo de implantação para as soluções dos bancos | Tabela 39 - Normalização do tempo de implantação para as soluções dos bancos |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Tempo de implantação** | Solução 1 | Solução 2 | Solução 3 | | Solução 1 | 1 | 3 | 5 | | Solução 2 | 1/3 | 1 | 3 | | Solução 3 | 0,2 | 1/3 | 1 | | Somas | 1,5333 | 4,3333 | 9,0000 | | |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Tempo de implantação** | Solução 1 | Solução 2 | Solução 3 | Média | | Solução 1 | 0,6522 | 0,6923 | 0,5556 | 63,33% | | Solução 2 | 0,2174 | 0,2308 | 0,3333 | 26,05% | | Solução 3 | 0,1304 | 0,0769 | 0,1111 | 10,62% | |

|  |  |
| --- | --- |
| Tabela 40 – Ponderação do impacto ambiental para as soluções dos bancos | *Tabela 41 – Normalização do impacto ambiental para as soluções dos bancos* |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Impacto ambiental** | Solução 1 | Solução 2 | Solução 3 | | Solução 1 | 1 | 1 | 5 | | Solução 2 | 1 | 1 | 5 | | Solução 3 | 1/5 | 1/5 | 1 | | Somas | 2,2000 | 2,2000 | 11,0000 | | |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Impacto ambiental** | Solução 1 | Solução 2 | Solução 3 | Média | | Solução 1 | 0,4545 | 0,4545 | 0,4545 | 45,45% | | Solução 2 | 0,4545 | 0,4545 | 0,4545 | 45,45% | | Solução 3 | 0,0909 | 0,0909 | 0,0909 | 9,09% | |

|  |  |
| --- | --- |
| Tabela 42 – Ponderação da estética para as soluções dos bancos | *Tabela 43 – Normalização da estética para as soluções dos bancos* |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Estética** | Solução 1 | Solução 2 | Solução 3 | | Solução 1 | 1 | 1/3 | 1/3 | | Solução 2 | 3 | 1 | 1 | | Solução 3 | 3 | 1 | 1 | | Somas | 7,0000 | 2,3333 | 2,3333 | | |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Estética** | Solução 1 | Solução 2 | Solução 3 | Média | | Solução 1 | 0,1429 | 0,1429 | 0,1429 | 14,29% | | Solução 2 | 0,4286 | 0,4286 | 0,4286 | 42,86% | | Solução 3 | 0,4286 | 0,4286 | 0,4286 | 42,86% | |

|  |  |
| --- | --- |
| Tabela 44 – Ponderação da eficiência para as soluções dos bancos | Tabela 45 – Normalização da eficiência para as soluções dos bancos |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Eficiência** | Solução 1 | Solução 2 | Solução 3 | | Solução 1 | 1 | 1/3 | 1/3 | | Solução 2 | 3 | 1 | 1 | | Solução 3 | 3 | 1 | 1 | | Somas | 7,0000 | 2,3333 | 2,3333 | | |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Eficiência** | Solução 1 | Solução 2 | Solução 3 | Média | | Solução 1 | 0,1429 | 0,1429 | 0,1429 | 14,29% | | Solução 2 | 0,4286 | 0,4286 | 0,4286 | 42,86% | | Solução 3 | 0,4286 | 0,4286 | 0,4286 | 42,86% | |

Tabela 46 – Resumo das médias das soluções dos bancos em relação aos critérios

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Custo inicial | Custo fixo Anual | Tempo de implantação | Impacto ambiental | Estética | Eficiência |
| Projeto A | 63,33% | 14,29% | 63,33% | 45,45% | 14,29% | 14,29% |
| Projeto B | 26,05% | 42,86% | 26,05% | 45,45% | 42,86% | 42,86% |
| Projeto C | 10,62% | 42,86% | 10,62% | 9,09% | 42,86% | 42,86% |

E mais uma vez de forma análoga, multiplica-se a Tabela 46 pela Tabela 32 obtendo-se o resultado do método AHP que é apresentado na Tabela 47.



Tabela 47 – Resultado do AHP para as soluções dos bancos

|  |  |
| --- | --- |
|  | Porcentagens |
| Solução 1 | 31,47% |
| Solução 2 | 39,09% |
| Solução 3 | 29,44% |

Portanto, nota-se que a solução 2 (implantação de estofamento) é a mais adequada para solucionar o problema de conforto ergonômico nos bancos de descanso.

# DETALHAMENTO DOS BANCOS

Considerando a solução escolhida no item 5.2, decidiu-se que a melhor escolha para implantar um estofamento era a compra e implementação de espumas em mantas D33 com espessura de 2 cm. Com base no preço de mercado foi estipulado um custo inicial que é exibido na Tabela 48.

Tabela 48 – Custo inicial do estofamento dos bancos

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| item | Descrição | Área individual | preço unitário | Área necessária | Custo total |
| 1 | Espuma Manta D33 - 1,90m X 2m, espessura de 2 cm | 1,90 m² | R$ 70,00 | 80 m² | R$ 2.947,37 |
| 2 | Espuma laminada D33 - 1,60m x 50m x 2cm - Orthovida | 0,80 m² | R$ 65,90 | R$ 6.590,00 |
| Média | | | | | R$ 4.768,68 |

Uma vez realizada a implementação do estofamento, a manutenção anual é praticamente nula, semelhante ao impacto ambiental, solucionando o problema em um tempo médio em relação as outras soluções com alta eficiência e com uma estética elegante e confortável.

# CONCLUSÃO

O presente trabalho baseou-se no conceito de convivência para pensar nos principais problemas dos ambientes do edifício Paula Souza (prédio das engenharias civil e ambiental), que para além de seu conceito de conjunto de experiencias vividas, refere-se também a todas as relações favoráveis ao desenvolvimento social do indivíduo. Considerando a suma importância dos relacionamentos para o desenvolvimento intelectual dos alunos, faz-se necessário que os ambientes apresentem o conforto necessário. O prédio em questão dispõe de dois ambientes de convivência, o centro acadêmico de engenharia civil (CEC) e os bancos de descanso localizados próximos as rampas vermelha e amarela.

Sendo assim, fez-se a Avaliação pós ocupacional (APO) com formulários do Google para a identificação dos principais problemas, de modo que foram elencados para o CEC os problemas de iluminação e ventilação e para os bancos o problema do conforto ergonômico. Analisou-se a credibilidade desses resultados com base na literatura e consultando a planta do local verificada a dificuldade de estar no local devido ao isolamento social, verificou-se que o CEC não atende aos requisitos mínimos de iluminação e ventilação natural além de ter falhas no sistema elétrico que contribuem para o não funcionamento de lâmpadas e ventiladores, já os bancos, por sua vez, são constituídos de concreto e a falta de estofamento pode ser a causa das reclamações referentes ao conforto ergonômico.

Dessa maneira, foram elencadas soluções para ambas as áreas, no entanto, como no CEC era tratado de dois problemas, concluiu-se que se tornaria difícil escolher apenas um que resolvesse ambos, assim, as soluções foram agrupadas em três projetos, um de baixo, um de médio e outro de alto custo inicial, de modo que fosse mais fácil analisá-los. Todos os projetos necessitam do uso de eletricidade, portanto, contam com a reforma do sistema elétrico.

Por fim, utilizou-se do método AHP para a escolha das soluções com base nos critérios custo inicial, custos fixos anuais, tempo de implementação, impacto ambiental, estética e eficiência. De modo que se determinou que o Projeto C seria o mais adequado para o CEC com alto orçamento inicial, mas baixos custos fixos anuais, além do menor impacto ambiental com relação aos demais e alta eficiência. Nos bancos escolheu-se a implementação de estofamento que resolvem o problema com um orçamento não tão alto e ainda não afetam tanto o meio ambiente.

# BIBLIOGRAFIA

1. MUÑOZ, B. P. Convivência e mesa: fundamento inclusivo para integração social. Revista de ciências humanas – Educação. Vol. 17. Pg. 28. México. 2016.
2. ELALI, G. A. Psicologia e Arquitetura: em busca do *locus* interdisciplinar. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Brasil. 1997.
3. RANDOLPH, S. A. The importance of Employee Breaks. University of North Carolina. EUA. 2016.
4. BRAGA, M. F. *et al.* Inserção de princípios de ergonomia de assentos nas MPES: a contribuição da plataforma ergonômica. XXXI Encontro nacional de engenharia de produção. Belo Horizonte. Brasil. 2011.
5. BAÚ, L. M. S. Intervenção Ergonômica e fisioterápica como fator de redução de queixas músculo – esquelética em bancários. Mestrado em engenharia de produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Brasil. 2005.
6. VANG, J. “**Exhausted students need place to rest**”. Disponível em: <<https://www.theonlineclarion.com/opinion/2015/12/10/exhausted-students-need-place-to-rest/>>. acessado em: 04/05/2020. EUA. 2015
7. ZHANG, Y. The Research on Rest Space of campus in Landscape Design. Haunghe Science and Technology College. China. 2013.
8. GEIB, L. *et al.* Sono e envelhecimento. Artigo de revisão. PUC-RS. Brasil. 2003.
9. COSTA, E. *et al.* Adaptação climática, metabolismo e produtividade. Universidade de Porto. Portugal.
10. FANGER, P. O. Thermal Confort Analyses and applications in environmental engineering Danmarks: McGraw-Hill Book Company, ISBN 0-07-019915-9. 1970.
11. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5413: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro. 1992.
12. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Desempenho de eificações. Rio de Janeiro. 1992.