

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

FELIPE GURSKI CASTRO

MATHEUS MACHADO FIGUEIREDO

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE MEDIDAS DE EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA NO DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO E LUMINOTÉCNICO DE
UMA EDIFICAÇÃO COMERCIAL**

CURITIBA

2026

**FELIPE GURSKI CASTRO
MATHEUS MACHADO FIGUEIREDO**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE MEDIDAS DE EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA NO DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO E LUMINOTÉCNICO DE
UMA EDIFICAÇÃO COMERCIAL**

**ECONOMIC FEASIBILITY ANALYSIS OF ENERGY EFFICIENCY MEASURES
IN THE ELECTRICAL AND LIGHTING DESIGN OF A COMMERCIAL BUILDING**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Elétrica do
Curso de Engenharia Elétrica da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Me. Paulo Sérgio Walenia

CURITIBA

2026



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**FELIPE GURSKI CASTRO
MATHEUS MACHADO FIGUEIREDO**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE MEDIDAS DE EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA NO DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO E LUMINOTÉCNICO DE
UMA EDIFICAÇÃO COMERCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Elétrica do
Curso de Engenharia Elétrica da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 17/06/2026

Paulo Sérgio Walenia
Mestrado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Uilian José Dreyer
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Carlos Alberto Dallabona
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**CURITIBA
2026**

RESUMO

A crescente demanda por edificações com menor consumo energético tem impulsionado a adoção de medidas de eficiência energética em projetos prediais. Este trabalho apresenta um estudo comparativo entre uma instalação elétrica de referência, dimensionada de acordo com critérios convencionais de projeto, e uma instalação elétrica desenvolvida com critérios de eficiência energética aplicados a uma edificação comercial, com o objetivo de avaliar os impactos técnicos e econômicos associados aos custos de investimento (CAPEX) e operação (OPEX). Para isso, foram estudadas e aplicadas normas nacionais e internacionais relacionadas às instalações elétricas, iluminação e eficiência energética, incluindo a NBR 5410, a NBR ISO/CIE 8995-1, a NBR 15920, a NBR 16819, o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e a ASHRAE 90.1. Os cenários avaliados foram desenvolvidos com o auxílio das ferramentas AutoCAD, Excel, DIALux Evo e DEAC, contemplando o dimensionamento elétrico, luminotécnico e a análise econômica dos casos estudados. Os resultados demonstraram que a adoção de medidas de eficiência energética resultou em um aumento do investimento inicial, decorrente da utilização de equipamentos de maior desempenho, porém proporcionou uma expressiva redução dos custos operacionais ao longo da vida útil da instalação. Além disso, o projeto eficiente apresentou desempenho energético superior no sistema de iluminação e elevada atratividade econômica em comparação ao projeto de referência. Os resultados indicam que a incorporação de critérios de eficiência energética ao dimensionamento elétrico e luminotécnico de edificações comerciais constitui uma alternativa tecnicamente viável e economicamente atrativa, contribuindo para a redução do consumo de energia, a diminuição dos custos operacionais e a melhoria do desempenho energético da edificação.

Palavras-chave: eficiência energética; instalações elétricas; projeto luminotécnico; análise econômica.

ABSTRACT

The growing demand for buildings with lower energy consumption has driven the adoption of energy efficiency measures in building design. This study presents a comparative analysis between a reference electrical installation, designed according to conventional design criteria, and an energy-efficient electrical installation applied to a commercial building, aiming to evaluate the technical and economic impacts associated with capital expenditures (CAPEX) and operational expenditures (OPEX). To this end, national and international standards related to electrical installations, lighting, and energy efficiency were studied and applied, including NBR 5410, NBR ISO/CIE 8995-1, NBR 15920, NBR 16819, the Technical Regulation for the Energy Efficiency Level of Commercial, Service and Public Buildings (RTQ-C), and ASHRAE 90.1. The evaluated scenarios were developed using AutoCAD, Excel, DIALux Evo, and DEAC software, encompassing electrical and lighting design as well as the economic analysis of the studied cases. The results showed that the adoption of energy efficiency measures resulted in an increase in the initial investment due to the use of higher-performance equipment; however, it provided a significant reduction in operational costs throughout the service life of the installation. Furthermore, the energy-efficient design exhibited superior lighting energy performance and high economic attractiveness compared with the reference design. The findings indicate that incorporating energy efficiency criteria into the electrical and lighting design of commercial buildings constitutes a technically feasible and economically attractive alternative, contributing to reduced energy consumption, lower operational costs, and improved building energy performance.

Keywords: energy efficiency; electrical installations; lighting design; economic analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de taxa de ocupação dos cabos em um eletroduto.	30
Figura 2 – Diferenças entre conceitos de intensidade luminosa, fluxo luminoso, luminância e iluminamento.	34
Figura 3 – Diferenças entre temperaturas de cores de lâmpada.	35
Figura 4 – Exemplo de cálculo do método baricentro.	37
Figura 5 – Análise de densidade de potência, método por área de prédio, parâmetros ASHRAE 90.1-2010.	42
Figura 6 – Análise de densidade de potência, método espaço à espaço, parâmetros ASHRAE 90.1-2010, classificação de áreas e densidade de potências.	43
Figura 7 – Análise de densidade de potência, método espaço à espaço, parâmetros ASHRAE 90.1-2010, alocação de potência por área.	44
Figura 8 – Análise de densidade de potência, método espaço à espaço, parâmetros ASHRAE 90.1-2010, soma de todas as potências intercambiáveis analisadas.	45
Figura 9 – Níveis de certificação LEED.	49
Figura 10 – Escopo de análise da LLC do ativo.	56
Figura 11 – Variação da taxa Selic, entre 2016 e 2026	57
Figura 12 – Comparativo de modelos de capitalização	58
Figura 13 – Exemplo de fluxo de caixa.	59
Figura 14 – Site para aquisição dos relatórios mensais SINAPI.	62
Figura 15 – Exemplo de tabela de composições SINAPI.	62
Figura 16 – Exemplo de tabela de insumos SINAPI.	63
Figura 17 – Software DIALux evo	71
Figura 18 – Planta baixa do setor jurídico do banco.	74
Figura 19 – Representação em CAD do Levantamento de áreas	75
Figura 20 – CAD - Exemplo de ambiente	76
Figura 21 – Planilha eletrônica de informações - Excel	77
Figura 22 – Philips - TBS 050/C5 [2x32W]	79
Figura 23 – Philips - TBS 020/RA [2x16W]	79
Figura 24 – Posições dos quadros elétricos para o projeto base.	81

Figura 25 – Modelagem - Topo	90
Figura 26 – Modelagem - Topo, False colors	90
Figura 27 – Modelagem - ADM Bens	91
Figura 28 – Modelagem - ADM Bens, False colors	91
Figura 29 – Planta baixa com as áreas dos quadros separadas. Como referência, o círculo rosa no canto esquerdo inferior possui coordenadas (2.7302, 31.94).	94
Figura 30 – Posições dos quadros elétricos considerando os cálculos utilizando o método baricentro.	96
Figura 31 – Posições dos quadros elétricos após deslocamento para parede mais próxima.	96
Figura 32 – Posições dos quadros elétricos após deslocamento para parede mais próxima.	99
Figura 33 – Tela inicial do software DEAC.	102
Figura 34 – Circuitos do Quadro 1 - Parte 1 (Iluminação).	103
Figura 35 – Circuitos do Quadro 1 - Parte 2 (Iluminação).	103
Figura 36 – Circuitos do Quadro 1 - Parte 3 (Tomadas).	104
Figura 37 – Circuitos do Quadro 1 - Parte 4 (Tomadas).	104
Figura 38 – Circuitos do Quadro 1 - Parte 5 (Tomadas).	105
Figura 39 – Circuitos do Quadro 1 - Parte 6 (Tomadas).	105
Figura 40 – Circuitos do Quadro 1 - Parte 7 (Tomadas).	106
Figura 41 – Circuitos do Quadro 2 - Parte 1 (Iluminação).	106
Figura 42 – Circuitos do Quadro 2 - Parte 2 (Tomadas).	107
Figura 43 – Circuitos do Quadro 2 - Parte 3 (Tomadas).	107
Figura 44 – Circuitos do Quadro 2 - Parte 4 (Tomadas).	108
Figura 45 – Circuitos do Quadro 2 - Parte 5 (Tomadas).	108
Figura 46 – Circuitos do Quadro 2 - Parte 6 (Tomadas).	109
Figura 47 – Circuitos do Quadro 3 - Estabilizado.	109
Figura 48 – Exemplo do relatório analítico de composições do SINAPI.	114
Figura 49 – Exemplo do relatório de custos de composições do SINAPI.	114
Figura 50 – Custo de TUSD e TE do grupo A4, tarifa verde.	117
Figura 51 – VPL Acumulado - Base x Eficiente	129

Figura 52 – VPL Acumulado - Base x Eficiente, primeiros 10 anos	129
Figura 53 – VPL Incremental Acumulado	130

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela com capacidade de condução de corrente para os métodos A1, A2, B1, B2, C e D para condutores com isolamento em PVC	23
Tabela 2 – Fatores de correção para condutores agrupados em feixe ou num mesmo plano.	24
Tabela 3 – Fatores de correção para temperaturas ambientes diferentes de 30 °C e temperaturas do solo diferentes de 20 °C.	25
Tabela 4 – Fatores de correção para resistividade térmica diferente de 2,5 K.m/W.	26
Tabela 5 – Seção mínima dos condutores.	27
Tabela 6 – Seção reduzida do condutor neutro.	28
Tabela 7 – Valores de k de acordo com a isolamento e o material do condutor.	29
Tabela 8 – Planejamento de ambiente, tarefas e atividades com especificação do iluminamento, limitação de ofuscamento e qualidade da cor.	36
Tabela 9 – Tabela de densidade de potência, Método por área construída.	41
Tabela 10 – Densidade de potência de iluminação utilizando o método de área construída, resumida.	41
Tabela 11 – Densidade de potência de iluminação utilizando o método de espaço a espaço, resumida.	43
Tabela 12 – Zona de Iluminação Externa	46
Tabela 13 – Alocação de potência de iluminação para ambientes externos	47
Tabela 14 – Eficiência mínima nominal para motores de uso geral NEMA classe A e B de 600 Volts ou menos	48
Tabela 15 – Limiares de pontuação para o crédito EAc2: Desempenho energético mínimo da Opção 1: Simulação termo-energética da edificação.	50
Tabela 16 – Trecho da tabela de limites de densidade de potência pelo método da área do edifício.	54
Tabela 17 – Trecho da tabela de limite máximo de densidade de potência por ambiente/atividade.	54
Tabela 18 – Fator depreciação do fluxo luminoso da lâmpada (FMFL) e fator de sobrevivência da lâmpada (FSL)	67
Tabela 19 – Fator de Manutenção da Luminária (FML)	67

Tabela 20 – Fator de Manutenção das Superfícies da Sala (FMSS)	68
Tabela 21 – Dimensionamento luminotécnico - Requisitos	78
Tabela 22 – Fator de Depreciação - Método dos Lumens	79
Tabela 23 – Dimensionamento luminotécnico - Método dos Lúmens	80
Tabela 24 – Quadro 1 - Área Superior - Projeto Base.	82
Tabela 25 – Quadro 2 - Área Inferior - Projeto Base.	83
Tabela 26 – Quadro 3 - Estabilizado - Projeto Base.	84
Tabela 27 – Tipos de linhas elétricas.	84
Tabela 28 – Tabela com capacidade de condução de corrente para os métodos A1, A2, B1, B2, C e D para condutores com isolamento em EPR ou XLPE	85
Tabela 29 – Circuitos Quadro 1 - Superior.	86
Tabela 30 – Circuitos Quadro 2 - Inferior.	87
Tabela 31 – Circuitos Quadro 3 - Estabilizado.	87
Tabela 32 – Dimensionamento eficiente - Luminárias	89
Tabela 33 – Fator de Depreciação - Simulação	89
Tabela 34 – Dimensionamento luminotécnico - Simulação por Dialux, Resultados	92
Tabela 35 – Dimensionamento luminotécnico - Simulação por Dialux, Potências	93
Tabela 36 – Cálculos do centro de carga do Quadro Estabilizado.	95
Tabela 37 – Quadro 1 - Área Superior - Projeto Eficiente.	97
Tabela 38 – Quadro 2 - Área Inferior - Projeto Eficiente.	98
Tabela 39 – Quadro 3 - Estabilizado - Projeto Eficiente.	99
Tabela 40 – Fatores dos circuitos do QD01 - Quadro Superior.	100
Tabela 41 – Fatores dos circuitos do QD02 - Quadro Inferior.	101
Tabela 42 – Fatores dos circuitos do QD03 - Quadro Estabilizado.	101
Tabela 43 – Quadro 1 - Superior Otimizado.	110
Tabela 44 – Quadro 2 - Inferior Otimizado.	111
Tabela 45 – Quadro 3 - Estabilizado Otimizado.	111
Tabela 46 – Resumo dos custos unitários do estudo básico.	115
Tabela 47 – Resumo dos custos unitários do estudo eficiente.	115
Tabela 48 – Levantamento de custos do estudo base.	116
Tabela 49 – Levantamento de custos do estudo eficiente.	116
Tabela 50 – Tarifas Copel.	118

Tabela 51 – Valores de referência da inflação e do aumento de custo de energia. . .	118
Tabela 52 – Consumo anual do quadro 1 - projeto base.	120
Tabela 53 – Consumo anual do quadro 2 - projeto base.	121
Tabela 54 – Consumo anual do quadro 3 - projeto base.	121
Tabela 55 – Valores de vida útil das luminárias do projeto base.	122
Tabela 56 – Fluxo de caixa do estudo base	123
Tabela 57 – Consumo anual do quadro 1 - projeto eficiente.	124
Tabela 58 – Consumo anual do quadro 2 - projeto eficiente.	125
Tabela 59 – Consumo anual do quadro 3 - projeto eficiente.	125
Tabela 60 – Fluxo de caixa do estudo eficiente	127
Tabela 61 – Comparação dos valores acumulados dos estudos base e eficiente . .	128

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Delimitação do Tema	15
1.2	Problema e premissas	15
1.3	Objetivos	16
1.3.1	Objetivos específicos	16
1.4	Justificativa	16
1.5	Metodologia da Pesquisa	17
2	NORMAS E PROCEDIMENTOS PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	20
2.1	Revisão da NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão	20
2.1.1	Previsões de carga de iluminação	20
2.1.2	Pontos de tomada de uso geral e específico	20
2.1.3	Seção dos condutores	21
2.1.4	Quedas de tensão	28
2.1.5	Cálculo de proteção contra correntes de curto-circuito	28
2.1.6	Taxa de ocupação de eletroduto	29
2.2	Revisão da NBR 15920:2011 – Otimização econômica das seções de cabos de potência	30
2.2.1	NBR 15920:2011 6.1 - Faixa econômica de correntes para cada condutor de uma série de seções	31
2.2.2	NBR 15920:2011 6.2 - Seção econômica de um condutor para uma dada carga	32
2.3	Revisão da NBR/ISO 8995-1 - Iluminação de Ambientes de Trabalho - Interior	33
2.4	Revisão da NBR 16819:2020 Instalações Elétricas de Baixa Tensão - Eficiência Energética	36
2.5	Revisão da ASHRAE 90.1-2010 - Padrão Energético Para Edificações Exceto Residências Pequenas	39
2.5.1	ASHRAE 90.1 - Capítulo 8 - Potência	40
2.5.2	ASHRAE 90.1 - Capítulo 9 - Iluminação	40
2.5.2.1	Definição da densidade de potência de iluminação INTERNA	40
2.5.2.2	Definição da densidade de potência de iluminação EXTERNA	46

2.5.3	ASHRAE 90.1 - Capítulo 10 - Outros Equipamentos	47
2.6	Revisão da LEED: Liderança em Energia e Design Ambiental	49
2.6.1	LEED v4 BD+C: EAp2 - Desempenho Energético Mínimo & EAc2 - Desempenho Energético Ótimo	50
2.6.2	LEED v4 BD+C: EQc6 - Iluminação de Interiores	51
2.7	RTQ-C – Regulamento técnico da qualidade para o nível de eficiência energética de edificações comerciais	52
2.8	Síntese e conclusão do capítulo	55
3	ANÁLISE DO CUSTO DO CICLO DE VIDA (LCCA), CUSTO DE AQUISIÇÃO (CAPEX) E CUSTO DE PROPRIEDADE (OPEX)	56
3.1	Ciclo de vida	56
3.2	Ciclo de vida de um produto	57
3.3	Regimes de capitalização	57
3.4	Valor presente e valor futuro	58
3.5	Diagrama de fluxo de caixa e valor presente líquido	58
3.6	Custo de Aquisição (CAPEX) e Custo Operacional (OPEX)	60
3.7	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI	61
3.8	Síntese e conclusão do capítulo	63
4	METODOLOGIA DOS PROJETOS	65
4.1	Projeto elétrico base	65
4.1.1	Estudo luminotécnico	65
4.1.1.1	Método dos Lúmens	65
4.1.2	Disposição de quadros elétricos	69
4.1.3	Dimensionamento de condutores	69
4.2	Projeto elétrico eficiente	70
4.2.1	Estudo luminotécnico	70
4.2.1.1	DIALux evo	71
4.2.2	Disposição de quadros elétricos	72
4.2.3	Dimensionamento de condutores	72
5	ELABORAÇÃO DOS PROJETOS	74

5.1	Parâmetros gerais do projeto	74
5.1.1	Planta selecionada	74
5.1.2	Levantamento de áreas	74
5.1.3	Potência dos pontos de tomada	75
5.2	Projeto base	76
5.2.1	Projeto luminotécnico base	76
5.2.2	Disposição de quadros elétricos	81
5.2.3	Distribuição dos circuitos elétricos	81
5.2.4	Dimensionamento de condutores	84
5.3	Projeto eficiente	87
5.3.1	Projeto luminotécnico eficiente	87
5.3.2	Disposição dos quadros elétricos	93
5.3.3	Distribuição dos circuitos elétricos	97
5.3.4	Dimensionamento de condutores	99
5.4	Síntese e conclusão do capítulo	111
6	ANÁLISE FINANCEIRA	113
6.1	Custo de Aquisição - CAPEX	113
6.1.1	CAPEX Projeto Base	115
6.1.2	CAPEX Projeto Eficiente	116
6.2	Custo de Operação - OPEX	116
6.2.1	OPEX Projeto Base	119
6.2.2	OPEX Projeto Eficiente	123
6.2.3	Comparação OPEX Estudo Base x Eficiente	127
6.3	Conclusão do capítulo	130
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	132
	REFERÊNCIAS	134
	APÊNDICE A CÁLCULOS DO CENTRO DE CARGA DOS QUADROS SUPERIOR E INFERIOR	137

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica tem sido essencial para o bem estar individual e coletivo, desempenhando papel indispensável no desenvolvimento econômico e tecnológico de nossa sociedade, seja para carregar um carro elétrico ou para alimentar um motor em uma indústria. Segundo o Balanço Energético Nacional feito pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2025), o consumo de energia elétrica no Brasil chegou a 650,4 TWh em 2024, um aumento de 5,5% em relação a 2023, e de 22,68% em relação a 2015. Ou seja, o consumo segue aumentando e não há indícios de que vá diminuir.

No mesmo Balanço Energético, é citado que 28,2% do consumo de energia elétrica do Brasil vem de residências, 17,1% de comércios e 35,9% de indústrias e esses setores, em conjunto, representam mais de 80% do consumo de energia elétrica. Para consumidores do setor comercial, existe uma alta tendência de perdas associadas tanto a dimensionamentos ineficientes quanto à utilização de equipamentos com baixa eficiência energética.

Uma forma para reduzir esse consumo de energia é realizar projetos com medidas de eficiência energética, tanto da parte de construção civil como da parte elétrica. Projetos levando em conta eficiência energética se tornaram relevantes a partir da crise do petróleo na década de 1970, em que se viu a necessidade de políticas, práticas e programas relacionados a este tópico.

Além do crescimento anual de consumo de energia elétrica que ocorre normalmente por conta da utilização da eletricidade, o consumo tende a aumentar cada vez mais por conta do aumento da temperatura média no planeta, especialmente em 2023, de acordo com a Organização das Nações Unidas (G1, 2023).

Diante da relevância da energia elétrica para o funcionamento da sociedade moderna, é necessária a adoção de práticas voltadas à sustentabilidade, visando reduzir desperdícios, impactos ambientais e custos operacionais. Nesse cenário, o mercado já sinaliza a prioridade em investimentos em ativos alinhados às premissas de sustentabilidade. Como destaca *Laurence Fink*, diretor executivo da *BlackRock*, considerada a maior gestora de ativos do mundo, “as empresas devem ser deliberadas e empenhadas em abraçar o propósito de servir todas as partes interessadas – seus acionistas, clientes, funcionários e as comunidades onde operam” (FINK, 2020),

Uma das formas de garantir que a edificação siga medidas de eficiência energética é a certificação. Em geral, certificação é uma confirmação fornecida por um órgão competente de que normas, especificações ou regras técnicas estão sendo cumpridas. Seguindo nesse âmbito, as certificações atestam a competência do processo, técnica ou produto, fornecendo caminhos para introduzir medidas de sustentabilidade nos projetos, auxiliando os projetistas a desenvolver um melhor resultado e gerando valor para os clientes, tanto pela performance quanto pelo prestígio do selo.

As empresas que buscam o rótulo LEED - Liderança em Energia e Design Ambiental, citam como principais motivações “responsabilidade ambiental, valorização econômica das unidades de venda, marketing e redução do custo operacional” (RAÑA, 2014).

Isto posto, entende-se que é necessário fazer uma avaliação financeira para se ter noção dos custos operacionais e de instalação de cada investimento. Este trabalho busca se aprofundar no tema, avaliando uma edificação comercial, e os potenciais custos de um projeto convencional, chamado de projeto base durante o trabalho, e de outro com medidas de eficiência energética.

1.1 Delimitação do Tema

O tema de pesquisa proposto aborda a eficiência energética que pode ser alcançada através do projeto de instalações elétricas. Será realizado um comparativo entre dois métodos de projeto de instalação: o primeiro, seguindo apenas as recomendações das normas brasileiras de baixa tensão como base de projeto e o segundo, que além das normas base também utiliza recomendações de normas nacionais e internacionais para produzir um projeto mais eficiente energeticamente. O projeto definido é a de um andar comercial de cerca de 1200m², contendo salas de reuniões, salas de trabalho, áreas de circulação, copas, entre outras áreas comuns de andares comerciais. Este projeto foi definido pelo fato do resultado ser mais evidente, em comparação com um projeto residencial.

O primeiro método de projeto baseia-se nas diretrizes estabelecidas pela norma brasileira de baixa tensão NBR 5410, seguindo critérios convencionais de dimensionamento e instalação de sistemas elétricos. O segundo método amplia essas diretrizes ao incorporar recomendações de normas nacionais e internacionais pertinentes, visando a elaboração de um projeto mais abrangente e eficiente. O estudo concentra-se no dimensionamento luminotécnico e no dimensionamento de condutores de uma edificação comercial, de forma a manter o escopo restrito à engenharia elétrica, não abrangendo aspectos relacionados à envoltória da edificação ou aos sistemas de climatização.

Após o desenvolvimento dos dois projetos, será feita uma análise financeira dos gastos em cada projeto, para comparação de custos de operação e instalação dos dois casos, e, a partir dessa comparação, será feita uma conclusão sobre a viabilidade financeira de um projeto utilizando medidas de eficiência energética para este andar comercial.

1.2 Problema e premissas

Segundo o relatório do PNEE - Plano Nacional de Eficiência Energética (MME, 2023), o perfil de consumo de energia dos comércios tem características peculiares, onde não é usual o acompanhamento sistemático do consumo de energia. Dessa forma, os empresários não

têm parâmetro de comparação dentro de seu próprio segmento, desconhecendo as possíveis perdas de energia que levam, inclusive, a prejuízos financeiros. Por isso, existe um grande potencial dentro do setor comercial para a eficiência energética, com o relatório identificando um potencial médio de 30% de economia de energia nesse segmento.

1.3 Objetivos

Este trabalho parte da análise da viabilidade econômico-financeira de projetos que incorporam equipamentos e processos voltados à eficiência energética. Nesse contexto, o objetivo é avaliar essa viabilidade por meio de dois estudos de caso comparativos, nos quais são aplicados dois métodos de dimensionamento de projeto elétrico e luminotécnico: um considerando apenas os critérios mínimos apresentados nas normas NBR de referência para projetos elétricos e luminotécnicos, e outro cenário que incorpora normas e diretrizes nacionais e internacionais voltadas à eficiência energética. Dessa forma, busca-se comparar os impactos técnicos e econômicos entre as abordagens, com base nos custos de investimento (CAPEX) e operação (OPEX).

1.3.1 Objetivos específicos

Os objetivos específicos do estudo são:

- Estudar as normas relevantes, tanto nacionais quanto internacionais, relacionadas aos padrões de instalações elétricas e eficiência energética;
- Produzir dois projetos distintos: um seguindo práticas convencionais de projeto de instalações elétricas e outro incorporando medidas adicionais de eficiência energética.
- Realizar uma análise financeira abrangente, considerando o ciclo de vida do produto. Isso incluirá uma comparação da Análise do Custo do Ciclo de Vida (LCCA) de cada projeto, avaliando os custos de instalação, operação e manutenção ao longo do tempo.

1.4 Justificativa

O setor comercial apresenta o terceiro maior consumo de energia elétrica no Brasil (EPE, 2025). Apesar de ser o setor com a menor fatia dentre os três apresentados, ele se apresenta mais convidativo para um estudo de viabilidade de eficiência por conta do desconhecimento dos próprios comerciantes sobre o seu consumo de energia (MME, 2023), possibilitando uma atuação da eficiência energética de forma mais contundente.

Outro aspecto relevante refere-se à elevação das temperaturas médias projetadas para os próximos anos. Esse cenário tende a aumentar a demanda por energia nas edificações, es-

pecialmente em função da maior necessidade de climatização dos ambientes. Nesse contexto, a adoção de medidas de eficiência energética torna-se fundamental para mitigar o impacto do crescimento dos custos operacionais e contribuir para a sustentabilidade econômica das edificações.

Outro aspecto relevante refere-se à elevação das temperaturas médias projetadas para os próximos anos. De acordo com projeções divulgadas pelas Nações Unidas (G1, 2023), as temperaturas globais devem atingir níveis recordes nos próximos anos, com a possibilidade de o aquecimento médio global ultrapassar temporariamente o limite de 1,5°C em relação aos níveis pré-industriais. Esse cenário tende a aumentar a demanda por energia nas edificações, especialmente em função da maior necessidade de climatização dos ambientes. Nesse contexto, a adoção de medidas de eficiência energética torna-se fundamental para mitigar o impacto do crescimento dos custos operacionais e contribuir para a sustentabilidade econômica das edificações.

Segundo o relatório da Agência Internacional de Energia - AIE (AIE, 2023), é demonstrado que a eficiência energética pelo lado da demanda é necessária, já que possíveis crises climáticas podem levar a secas, que reduzem a vazão dos rios e impactam diretamente a geração de energia elétrica por usinas hidrelétricas, diminuindo a capacidade de atender a demanda dos consumidores. Associado a matriz energética brasileira, que é majoritariamente hidrelétrica, o crescente calor, que teve em 2023 o ano mais quente já registrado no país (INMET, 2024), leva a um maior consumo de energia com o uso de ar-condicionado. Com a combinação desses fatores, há uma possibilidade real de ocorrência de falta de energia em pequena e larga escala.

1.5 Metodologia da Pesquisa

A presente pesquisa caracteriza-se como aplicada, estruturada na forma de estudo de caso, com abordagem quali-quantitativa. O desenvolvimento metodológico baseou-se em análise documental e em análise comparativa entre diferentes alternativas de projeto, permitindo a avaliação dos cenários propostos sob os aspectos técnicos e econômicos relacionados ao dimensionamento elétrico e luminotécnico.

O desenvolvimento da pesquisa foi conduzido por meio de etapas metodológicas sequenciais, as quais são detalhadas a seguir. Inicialmente, realizou-se um levantamento do referencial bibliográfico, com o objetivo de fundamentar teoricamente o estudo e embasar as decisões de projeto. A partir da análise das normas e referências técnicas adotadas, foram identificados e discutidos os principais critérios e parâmetros relevantes para o desenvolvimento dos cenários avaliados.

Sobre os assuntos abordados:

- Normas NBR

A NBR 5410, intitulada “Instalações elétricas de baixa tensão” (ABNT, 2004), é a norma de referência de projetos de baixa tensão, e abrange desde dimensionamento de condutores até a distribuição de tomadas em determinada instalação. Essa norma abrange instalações elétricas de baixa tensão residencial, comercial, industrial, entre outros.

A norma NBR/ISO 8995-1 (ABNT, 2013) trata da iluminação de interiores de ambientes de trabalho, levando em consideração requisitos de conforto, segurança e eficiência, abrangendo tanto aspectos qualitativos quanto quantitativos.

Além das duas normas citadas, existe a NBR 15920 (ABNT, 2011), que trata da otimização econômica de seção de cabos, e a NBR 16819 (ABNT, 2020), que aborda eficiência energética em instalações de baixa tensão, orientando as prioridades das medidas de eficiência de acordo com o retorno do investimento, reforçando itens da NBR 5410 e IEC 60364.

- Normas ASHRAE (Associação Americana de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Ar-condicionado)

Para a definição dos níveis de base de iluminação dos ambientes, será utilizada a norma ASHRAE 90.1 (HEATING; ENGINEERS, 2010), que aloca uma potência por metro quadrado para cada tipo de ambiente, de acordo com a experiência na área e tipologias.

- Guias PROCEL RTQ (Regulamento Técnico da Qualidade)

Os guias RTQ (MME, 2010) da PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica) indicam os procedimentos de efficientização dos projetos elétricos, incluindo programas como a etiqueta PROCEL aplicados tanto a produtos quanto a construções.

- CAPEX e OPEX/LCAA

A *Life Cycle Cost Analysis*, ou Análise do Custo do Ciclo de Vida (LCCA), é um processo de avaliação econômica do custo total de um ativo ou projeto, e considera custos iniciais, descontos praticados, manutenções, substituições, e qualquer outro tipo de custo que ocorra durante o ciclo de vida, ou vida útil, do ativo.

Após o estudo do embasamento teórico, uma planta de um edifício comercial será selecionada para demonstrar o benefício destas medidas de eficiência energética. Será realizado o projeto e posterior estudo de LCCA nestas plantas de duas maneiras:

1. A primeira análise (projeto base) será realizada nas normas base NBR de dimensionamento de condutores e iluminação, com produção de projeto elétrico e luminotécnico.
2. A segunda análise (projeto eficiente) será realizada embasada nas normas e guias adicionais que envolvem a eficiência energética, como o manual RTQ-C da etiqueta

PROCEL, normas específicas referidas neste, normas específicas de sistemas (iluminação, dimensionamento de condutores e fotovoltaico) e normas estrangeiras ou internacionais, de entidades como a norte-americana ASHRAE (Normativa 90.1-2010).

Estes dois projetos serão realizados na mesma planta base e no final do estudo, será realizada uma comparação de *Capital Expenditure*, ou custos de instalação (CAPEX), e *Operational Expenditure*, ou custos de operação (OPEX), comparando as duas soluções e verificando a que possui melhor custo-benefício para o proprietário.

2 NORMAS E PROCEDIMENTOS PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Neste capítulo, serão apresentados os principais tópicos referentes a:

- Norma brasileira para instalações elétricas de baixa tensão, NBR 5410/2004;
- Norma de iluminação de ambientes internos, NBR/ISO 8995-1/2013;
- Norma de otimização das seções de cabos de potência, NBR 15920/2011;
- Norma de eficiência energética para instalações elétricas de baixa tensão, NBR 16819/2020;
- Selo de desempenho sustentável, Liderança em Energia e Design Ambiental (LEED);
- Padrão Energético Para Edificações Exceto Residências Pequenas, ASHRAE 90.1 (Várias edições);
- Regulamento técnico da qualidade para o nível de eficiência energética de edificações comerciais, RTQ-C.

2.1 Revisão da NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão

Esta norma estabelece as condições mínimas aplicáveis às instalações elétricas de baixa tensão, compreendendo sistemas com tensão em corrente alternada inferior ou igual a 1000 V e frequências inferiores a 400 Hz, tensão em corrente contínua inferior ou igual a 1500 V .

2.1.1 Previsões de carga de iluminação

A norma considera a aplicação da NBR 5413, antiga norma de iluminância de interiores. Entretanto, esta norma foi substituída pela NBR ISO 8995-1, que será a norma a ser levada em consideração para o projeto luminotécnico.

2.1.2 Pontos de tomada de uso geral e específico

A norma não estabelece critérios específicos para a determinação da potência atribuída aos pontos de tomada em edificações comerciais. Para tomadas de uso específico (TUE), recomenda-se que a potência considerada no projeto seja igual ou superior à potência nominal do equipamento a ser alimentado, ou à soma das potências dos equipamentos que poderão ser utilizados simultaneamente naquele ponto.

Na ausência de informações precisas sobre as cargas a serem conectadas, deve-se adotar como referência a soma das potências dos equipamentos de maior demanda previstos para utilização no ambiente. Além disso, o projeto deve contemplar uma quantidade adequada de tomadas, de modo a atender às necessidades operacionais dos usuários e evitar o uso excessivo de extensões, adaptadores ou sobrecargas nos circuitos elétricos.

2.1.3 Seção dos condutores

A seção dos condutores deve ser determinada de acordo com os seguintes critérios:

- A capacidade de condução de corrente do condutor deve ser igual ou superior à corrente de projeto do circuito, incluindo as componentes harmônicas;
- Proteção contra sobrecargas;
- Proteção contra curto-circuitos;
- Proteção contra choques elétricos por seccionamento automático da alimentação em esquemas TN e TT;
- Os limites de queda de tensão;
- As seções mínimas apresentados na tabela 5;
- Compensação do efeito das harmônicas nos condutores, com o fator de carregamento de neutro.

O cálculo da seção dos condutores depende de alguns fatores. É importante citar que em instalações comerciais o cabo de alumínio somente pode ser usado se tiver seção mínima de 50mm², em locais de baixa densidade de ocupação e com altura inferior a 28m. Levando isso em consideração, é necessário um cálculo de capacidade de condução de corrente, que considera, além da seção mínima:

- Um método de referência da aplicação do cabo;
- Material do condutor e o tipo de isolamento do cabo;
- Diferentes seções dos cabos;
- Fator de correção para quantidade de condutores carregados;
- Fator de correção de temperatura ambiente ou do solo;
- Fator de correção de resistividade térmica do solo.

Importante afirmar que os métodos de referência são separados em nove grupos: A1, A2, B1, B2, C, D, E, F, e G, e são definidos pela norma conforme a seguir:

- A1: condutores isolados em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante;
- A2: cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante;
- B2: cabo multipolar em eletroduto de seção circular sobre parede de madeira;
- C: cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede de madeira;
- D: cabo multipolar em eletroduto enterrado no solo;
- E: cabo multipolar ao ar livre;
- F: cabos unipolares justapostos (na horizontal, na vertical ou em trifólio) ao ar livre; G: cabos unipolares espaçados ao ar livre.

A norma, no item 6.2.5.2.3, das tabelas 36 a 39, aplica valores de capacidade de condução de corrente para cada tipo de método de referência, separando as tabelas dos cabos ao ar livre dos demais, e isolamento do cabo, entre Policloreto de Vinila - PVC e Polietileno Reticulado - XLPE (ou Borracha de Etileno-Propileno - EPR). A norma também faz uma separação entre cabos de alumínio e cobre dentro das próprias tabelas, com suas seções abrangendo de 0,5 mm² até 1.000 mm² para o caso de cabos de cobre, e 16 mm² até 1.000 mm² para os de alumínio, além de separar o número de condutores carregados para cada método de referência, com temperatura ambiente assumida de 30°C e temperatura do solo de 20°C, e valor padrão de resistividade térmica do solo de 2,5 K.m/W (para os casos dos métodos de referência de cabos enterrados). Abaixo pode ser vista como exemplo a tabela 1, utilizada como referência para as bitolas de até 10 mm² e cabos de cobre.

Caso o agrupamento de condutores seja diferente do apresentado nas tabelas de capacidade de condução de corrente, a norma possui tabelas, da 42 a 45 do item 6.2.5.5.3, com fatores de correção de agrupamento de circuitos, separando as tabelas para cada caso específico, como visto na tabela 2.

Tabela 1 – Tabela com capacidade de condução de corrente para os métodos A1, A2, B1, B2, C e D para condutores com isolamento em PVC

Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33 da (NBR - 5410)											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	28,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	24	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52

Fonte: Adaptado de NBR 5410, 2004.

Tabela 2 – Fatores de correção para condutores agrupados em feixe ou num mesmo plano.

Ref.	Forma de agrupamento dos condutores	Número de circuitos ou de cabos multipolares												Tabelas dos métodos de referências
		1	2	3	4	5	6	7	8	9 a 11	12 a 15	16 a 19	>=20	
1	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,53	0,50	0,45	0,41	0,38	36 a 39 (métodos A a F)
2	Camada única sobre parede, piso ou em bandeja não perfurada ou prateleira	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70				36 e 37 (método C)
3	Camada única no teto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				38 e 39 (métodos E e F)
4	Camada única em bandeja perfurada	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				
5	Camada única sobre leito, suporte, etc	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

Fonte: Adaptado de NBR 5410, 2004.

Também existem casos em que os valores de temperatura ambiente ou do solo não estão de acordo com o caso estudado, sendo assim, a norma estabelece um fator de correção de temperatura, valores que são mostrados na tabela 40 da normativa, item 6.2.5.3.3, que pode ser vista a seguir, na tabela 3.

Tabela 3 – Fatores de correção para temperaturas ambientes diferentes de 30°C e temperaturas do solo diferentes de 20°C.

Temperatura °C	Isolação	
	PVC	EPR ou XLPE
Ambiente		
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	-	0,65
70	-	0,58
75	-	0,50
80	-	0,41
Do solo		
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
20	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	-	0,60
70	-	0,53
75	-	0,46
80	-	0,38

Fonte: Adaptado de NBR 5410, 2004.

O valor de resistividade térmica do solo também pode sofrer alteração por conta da característica do próprio solo, fatores de correção indicados na tabela 41 da normativa, como pode ser conferido na tabela 4.

Tabela 4 – Fatores de correção para resistividade térmica diferente de 2,5 K.m/W.

Resistividade térmica K.m/W	1,0	1,5	2,0	3,0
Fator de correção	1,18	1,10	1,05	0,96

Fonte: Adaptado de NBR 5410, 2004.

Em circuitos trifásicos com condutor neutro, quando a corrente nesse condutor apresentar componentes harmônicas de terceira ordem e múltiplos superiores a 15% da corrente fundamental, deve-se considerar a presença de um condutor carregado adicional nos cálculos de dimensionamento, aplicando-se o fator de correção 0,86, independentemente do método de instalação.

Levando em consideração esses fatores, a capacidade de condução dos condutores deve ser igual ou superior à corrente de projeto do circuito, incluindo os efeitos das componentes harmônicas nas Equações (1) e (2), conforme estabelecido no item 5.3.4.1 da ABNT NBR 5410:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad (1)$$

e

$$I_2 < 1,45I_Z \quad (2)$$

em que I_B é a corrente de projeto, I_n é a corrente nominal do dispositivo de proteção, I_Z é a capacidade de condução de corrente dos condutores, e I_2 é a corrente convencional de atuação dos disjuntores. Ou seja, para que a proteção dos condutores contra sobrecargas esteja assegurada, a corrente de projeto deve ser menor ou igual ao valor nominal do dispositivo de proteção, e esse valor do dispositivo de proteção deve ser menor ou igual à capacidade de condução de corrente dos condutores. Também, a capacidade de condução de corrente dos condutores deve ser 1,45 vezes maior que a corrente convencional de atuação dos disjuntores.

Na tabela 47 da normativa, seção 6.2.6.1.1, são estabelecidas seções mínimas do condutor para cada utilização, material e isolamento do condutor, como pode ser visto na tabela 5.

Tabela 5 – Seção mínima dos condutores.

Tipo de linha		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor mm ² - material
Instalações fixas em geral	Condutores e cabos isolados	Circuitos de iluminação	1,5Cu 16 Al
		Circuitos de força	2,5 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	0,5 Cu
	Condutores nus	Circuitos de força	10 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	4 Cu
	Linhas flexíveis com cabos isolados	Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento
Para qualquer outra aplicação		0,75 Cu	
Circuitos a extra baixa tensão para aplicações especiais		0,75 Cu	

Fonte: Adaptado de NBR 5410, 2004.

A seção dos condutores deve ser determinada de acordo com os seguintes critérios:

- A capacidade de condução de corrente do condutor deve ser igual ou superior à corrente de projeto do circuito, incluindo as componentes harmônicas;
- Proteção contra sobrecargas;
- Proteção contra curto-circuitos;
- Proteção contra choques elétricos por seccionamento automático da alimentação em esquemas TN e TT;
- Os limites de queda de tensão;
- As seções mínimas apresentados na tabela 5.

Para a seção do condutor neutro em circuitos trifásicos, deve-se assumir a mesma seção dos condutores de fase caso seja igual ou menor a 25mm², e para os demais casos, deve-se seguir a tabela 48 da norma, mostrada na tabela 6. Essa tabela somente pode ser assumida caso:

- O circuito seja equilibrado em serviço normal;
- A corrente nas fases não contenha uma taxa de harmônica de terceira ordem e múltiplos superior a 15%;
- O condutor neutro esteja protegido conforme norma.

Tabela 6 – Seção reduzida do condutor neutro.

Seção dos condutores de fase (mm ²)	Seção reduzida do condutor neutro (mm ²)
S ≤ 25	S
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

Fonte: Adaptado de NBR 5410, 2004.

2.1.4 Quedas de tensão

Vale salientar que a corrente utilizada para o cálculo da queda de tensão deve ser a corrente de projeto do circuito. A norma estabelece limites para quedas de tensão nos seguintes casos:

- 7% a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT, seja ele de propriedade da unidade consumidora, seja da distribuidora;
- 5% a partir do ponto de entrega em baixa tensão;
- 7% a partir dos terminais de saída do gerador, se for o caso;
- 4% em casos de circuitos terminais.

2.1.5 Cálculo de proteção contra correntes de curto-circuito

De acordo com a norma, as correntes de curto-circuito presumidas devem ser determinadas nos pontos da instalação em que for julgado necessário, devendo ter um dispositivo para proteção contra essas correntes em todos os pontos em que a capacidade de condução dos condutores possa vir a sofrer alteração, como uma redução de seção, por exemplo.

O dispositivo de proteção deverá ter uma capacidade de interrupção no mínimo igual à corrente de curto-circuito prevista no ponto instalado. Ou seja, deve atender à equação (3) a seguir:

$$I_{cc}^2 \cdot t \leq k^2 \cdot S^2 \quad (3)$$

Em que I é a corrente de curto-circuito presumida simétrica, t é a duração do curto-circuito, k é a constante conforme visto na tabela 7, e S é a seção do condutor. É importante salientar que o tempo desta inequação é o tempo máximo que o cabo resiste ao curto-circuito, portanto, o dispositivo de proteção deve atuar antes deste tempo. Para que um dispositivo de proteção atue, a sua corrente de ruptura, ou seja, a capacidade de atuação do dispositivo de proteção, deve ser superior à corrente de curto-circuito em seu ponto de instalação, ou como indicado na equação (4):

$$I_{Ruptura} \geq I_{cc} \quad (4)$$

Tabela 7 – Valores de k de acordo com a isolação e o material do condutor.

Material do condutor	Isolação do condutor					
	PVC				EPR/XLPE	
	<=300 mm ²		>300mm ²			
	Temperatura					
Inicial 70 C	Final 160 C	Inicial 70 C	Final 140 C	Inicial 90 C	Final 250 C	
Cobre	115		103		143	
Alumínio	76		68		94	
Emendas soldadas em condutores de cobre	115		-		-	

Fonte: Adaptado de NBR 5410, 2004.

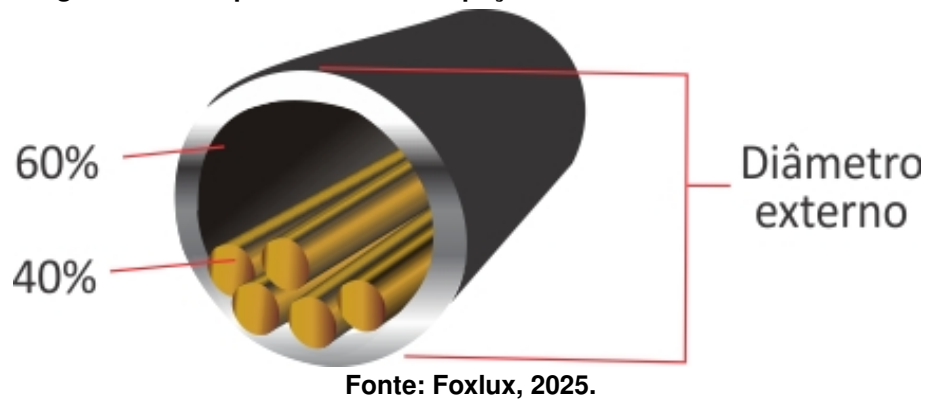
2.1.6 Taxa de ocupação de eletroduto

A taxa de ocupação dos cabos em um eletroduto deve ser calculada a partir da soma das áreas das seções transversais dos condutores, em que elas não podem ultrapassar determinadas porcentagens da área útil da seção transversal do eletroduto. Essas porcentagens são:

- 53% para o caso de um condutor;
- 31% para dois condutores;
- 40% para três ou mais condutores.

A figura 1 apresenta um exemplo de esquema de ocupação de um eletroduto.

Figura 1 – Exemplo de taxa de ocupação dos cabos em um eletroduto.



Os trechos de eletroduto não devem exceder 15m em linhas internas às edificações e 30m em áreas externas, em casos de trechos retilíneos. Caso incluam curvas, esses limites devem ser reduzidos em 3m para cada curva de 90°.

2.2 Revisão da NBR 15920:2011 – Otimização econômica das seções de cabos de potência

A norma NBR 15920 relata sobre a escolha econômica da seção de condutores de acordo com as perdas por efeito *Joule*, sem considerar perdas por tensão e questões como hora do dia, perdas de energia em sistemas de refrigeração forçada e manutenção. Há uma tabela de recomendação na qual se indica a partir de quais níveis de tensão esta norma não deve ser utilizada, na grandeza de kV. De acordo com a norma, a economia considerando custo de instalação e operação pode chegar a 50% (ABNT, 2011).

Nos estudos empregados na norma, os custos são referidos a um valor no tempo zero (ou presente), para considerar efeitos de influência econômica no valor do dinheiro ao decorrer do tempo.

Alguns fatores importantes que a norma cita porém não especifica é em relação a previsão de novas cargas instaladas, aumentos do preço da energia em kWh e desconto anual pela vida econômica do cabo, visto que eles são dependentes das condições e limitações financeiras específicas das instalações. A norma apresenta as fórmulas mais adequadas, mas a escolha apropriada dos fatores econômicos fica a cargo do projetista.

Em linhas gerais, a norma estabelece que, para reduzir as perdas, é necessário aumentar a seção do condutor, com esse dimensionamento reduzindo as perdas por aquecimento. Para este caso, é necessário que se tenha um equilíbrio entre a redução das perdas e o custo inicial da instalação dos cabos, pois esse método tende a aumentar o custo inicial não somente do cabo, mas também de acessórios e mão de obra.

São apresentadas fórmulas de cálculos para custos devido à tarifa de energia e custos devido à capacidade de suprimento adicional (Itens 5.1 e 5.2 da norma), que somados, repre-

sentam o custo total devido às perdas. Há duas abordagens para a determinação das seções econômicas da norma, que serão comentadas na sequência.

2.2.1 NBR 15920:2011 6.1 - Faixa econômica de correntes para cada condutor de uma série de seções

Esta abordagem avalia as características do condutor, resultando limites inferiores e superiores de corrente, considerando certas características dos condutores como:

- Custo do comprimento do condutor base;
- Resistência em corrente alternada (CA) por unidade de comprimento da seção do condutor base.

Estes dois parâmetros são considerados em três casos: para um condutor base, para um condutor da próxima maior seção aceitável e para um condutor para a próxima menor seção aceitável. Esses parâmetros são utilizados nas equações do mesmo capítulo da norma, que fornecem os limites de corrente inferior (equação (5)) e superior (equação (6)) - carga máxima durante o primeiro ano -, que representam a faixa econômica de corrente do condutor. Além destes são considerados o comprimento do cabo e um fator F, que leva atrelado o número de condutores de fase por circuito, número de circuitos que levam o mesmo tipo e valor de carga, tempo de operação com perda máxima em joules, variação anual da demanda, um fator Q - que leva em consideração o aumento da carga, aumento do custo da energia em N anos e a taxa de capitalização.

Limite inferior

$$I_{max} = \sqrt{\frac{CI - CI_1}{F.l.(R_1 - R)}} \quad (5)$$

Limite superior:

$$I_{max} = \sqrt{\frac{CI_2 - CI}{F.l.(R - R_2)}} \quad (6)$$

onde

- CI é o custo do comprimento do cabo, em R\$;
- R é resistência do condutor por unidade de comprimento, em Ω/m ;
- CI_1 é o custo de instalação da próxima menor seção nominal do condutor, em R\$;
- R_1 é a próxima menor resistência do condutor por unidade de comprimento, em Ω/m ;
- CI_2 é o custo de instalação da próxima maior seção nominal do condutor, em R\$;

- R_2 é a próxima maior resistência do condutor por unidade de comprimento, Ω/m .
- l é o comprimento do cabo, expresso em metros.

2.2.2 NBR 15920:2011 6.2 - Seção econômica de um condutor para uma dada carga

Esta outra abordagem leva em consideração o custo do comprimento de cabo instalado e a resistência por unidade de comprimento do condutor em função da seção transversal do condutor, com a resistência relacionada com o quadrado da carga máxima no cabo durante o primeiro ano. Para este caso, a seção econômica considerada é a que tem seção transversal que minimiza a função de custo total, indicada na equação (7):

$$CT(S) = CI(S) + I_{max}^2 R(S)/F \quad (7)$$

Em que $CI(S)$ é o custo do comprimento de cabo instalado em função da seção transversal do condutor, I_{max}^2 é a carga máxima do cabo durante o primeiro ano, $R(s)$ é a resistência por unidade de comprimento do condutor em função da seção transversal, e F é o mesmo fator comentado anteriormente. A função $CI(S)$ é uma função linear do custo de cabos, que relaciona os valores do custo inicial para o tipo de cabo e instalação estudado. A resistência $R(S)$ pode ser escrita como indicado em (8):

$$R(S) = \frac{\rho_{20} * B[1 + \alpha * (\theta_m - 20)]}{S} * 10^6 \quad (8)$$

Derivando a equação (8) e igualando a zero, obtém-se a seção econômica ótima, como indicado em (9).

$$S_{ec} = 1000 * \left[\frac{I_{max}^2 * F * \rho_{20} * B[1 + \alpha_{20} * (\theta_m - 20)]}{A} \right]^{0,5} \quad (9)$$

Onde

- ρ_{20} é a resistividade CC do condutor a 20°C, em Ω/m ;
- α_{20} é o coeficiente de temperatura da resistividade para um dado material do condutor a 20°C, expresso em $(K - 1)$;
- θ_m é a temperatura do condutor, em °C;
- S é a área da seção transversal do cabo condutor, em mm^2 ;
- B é um valor auxiliar expresso em (10) por:

$$B = (1 + y_p + y_s) * (1 + \lambda_1 + \lambda_2) \quad (10)$$

Onde

- y_p, y_s são fatores devidos aos efeitos de proximidade e peculiar;
- λ_1, λ_2 são fatores de perda da cobertura e da armação.

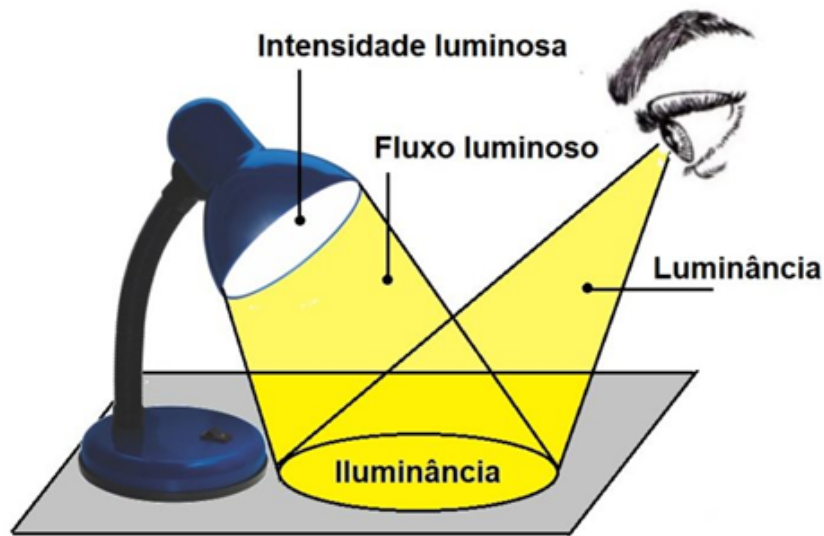
Em suma, a primeira abordagem da norma indica limites superiores e inferiores de uma dada seção de cabo, relacionando o custo do comprimento do cabo desta seção e a resistência dele. A segunda abordagem calcula uma seção econômica ótima de um dado condutor, levando em consideração o custo do comprimento do condutor, a carga máxima dele durante o primeiro ano e sua resistência por unidade de comprimento em função da seção transversal.

2.3 Revisão da NBR/ISO 8995-1 - Iluminação de Ambientes de Trabalho - Interior

A NBR/ISO 8995-1 estabelece requisitos de iluminação em locais internos de trabalho, de forma que proporcione conforto, segurança e bom desempenho visual para quem for desempenhar tarefas visuais em determinado local. A norma estabelece parâmetros para que estes pontos sejam atendidos, sendo os principais a distribuição da luminância, iluminamento, ofuscamento, direcionalidade da luz, cintilação, luz natural, manutenção e aspectos da cor, tanto da luz, quanto de superfícies.

Para o caso da luminância, são estabelecidas faixas de refletâncias úteis para as superfícies internas de acordo com a área analisada. Teto, paredes, planos de trabalho e piso possuem faixas diferentes, e esses valores variam de acordo com a cor e o material da região. No caso do iluminamento, existe uma divisão entre o iluminamento recomendado em áreas de tarefa e a do entorno imediato. Para as recomendadas em áreas de tarefa, existe um limite mínimo de iluminamento médio para cada tarefa, levando em conta aspectos como segurança, economia, experiência prática, entre outras coisas. A Figura 2 apresenta uma demonstração dos conceitos dos parâmetros de luminância e iluminamento, onde o iluminamento está relacionado a incidência de luz no objeto, neste caso a mesa e a luminância está relacionada a percepção da luz que chega aos olhos do observador, ou seja, a luz percebida pelos olhos ao rebater em um objeto, nesse caso a nossa percepção da luz da mesa. O iluminamento no entorno imediato tem relação direta com o iluminamento da área de tarefa, com o entorno tendo o mesmo iluminamento da área de tarefa para valores iguais ou abaixo de 200 lux, e acima deste valor existem relações entre os dois, com o entorno imediato sempre tendo um valor menor em relação à área de tarefa. Existe também a uniformidade do iluminamento, que é a razão entre o valor mínimo e o valor médio. Segundo o anexo A da normativa, a uniformidade deve possuir um valor mínimo de 0,7 para a área de tarefa e 0,5 para o entorno imediato.

Figura 2 – Diferenças entre conceitos de intensidade luminosa, fluxo luminoso, luminância e iluminamento.



Fonte: Guia da Engenharia, 2019.

O terceiro critério é o de ofuscamento, que é a sensação visual produzida por áreas brilhantes dentro do campo de visão, podendo se dividir em desconfortável ou inabilitador. Limitar o ofuscamento tem a sua importância para prevenir erros, acidentes e fadiga, com o inabilitador sendo mais comum na iluminação exterior, também podendo ser experimentado em fontes brilhantes intensas ou iluminação pontual, e o desconfortável surgindo normalmente de luminárias brilhantes ou janelas. A norma estabelece uma proteção de visualização direta da lâmpada, ou seja, contra o ofuscamento, relacionado o ângulo de corte mínimo com uma faixa de luminância da lâmpada.

A norma também tem um índice de ofuscamento, representado pela equação (11):

$$UGR = 8 * \log\left(\frac{0,25}{L_b} * \sum \frac{L^2 * \omega}{p^2}\right) \quad (11)$$

em que L_b é a luminância de fundo, L é a luminância média, ω é o ângulo das partes luminosas da luminária, e p é o índice de posição Guth de cada luminária.

Outro aspecto abordado na norma é a direcionalidade, em que uma iluminação direcional é utilizada para melhorar a visualização de pessoas e objetos. Para esses casos, deve-se estabelecer uma iluminação em que as texturas apareçam de forma clara e agradável, mas não ao ponto de produzir fortes sombras.

O ponto seguinte comentado pela norma é o aspecto da cor da lâmpada, descrito pela sua temperatura de cor, podendo ser: quente, abaixo de 3.300K; intermediária, entre 3.300 e 5.300K; e fria, acima de 5.300K, que estão exemplificados na figura 3. Além disso, existe um índice de reprodução de cor, que indica a qualidade de reprodução de cor de determinada

fonte de luz, e a norma recomenda valores mínimos desse índice de acordo com a atividade executada no ambiente.

Figura 3 – Diferenças entre temperaturas de cores de lâmpada.



Fonte: Plug Design, 2019.

Um fator considerado para a iluminação de ambientes de trabalho é a luz natural, que pode fornecer parte ou toda a iluminação para execução de tarefas visuais. É recomendado que o fator de luz natural seja superior a 1% no plano de trabalho a 3 metros da parede da janela, e a 1 metro das paredes laterais.

O fator de manutenção é o último critério a ser considerado, já que o nível de iluminação recomendado para determinada tarefa depende do programa de manutenção, tanto das lâmpadas e luminárias como do próprio ambiente. É recomendado que o fator de manutenção calculado não seja inferior a 0,70.

A norma também estabelece um planejamento da iluminação com os níveis recomendados, com as colunas representando: lista de ambientes, iluminamento mantido (E_m), índice limite de ofuscamento unificado (UGR_L), índice de reprodução de cor mínimo (R_a), e observações, como pode ser visto no exerto do item 1. da tabela da normativa, na tabela 8.

Tabela 8 – Planejamento de ambiente, tarefas e atividades com especificação do iluminamento, limitação de ofuscamento e qualidade da cor.

Tipo de ambiente, tarefa ou Atividade	E_m	UGR_L	R_a	Observações
1. Áreas gerais da edificação				
Saguão de entrada	100	22	60	
Sala de espera	200	22	80	
Áreas de circulação e corredores	100	28	40	Nas entradas e saídas, estabelecer uma zona de transição, a fim de evitar mudanças bruscas.
Escadas, escadas rolantes e esteiras rolantes	150	25	40	
Rampas de carregamento	150	25	40	
Refeitório/Cantinas	200	22	80	
Salas de descanso	100	22	80	
Salas para exercícios físicos	300	22	80	
Vestiários, banheiros, toaletes	200	22	80	
Enfermaria	500	19	80	
Salas para atendimento médico	500	16	90	Tcp no mínimo 4000 K
Estufas, sala dos disjuntores	200	25	80	
Correios, quadros de distribuição	500	19	80	
Depósito, estoques, câmara fria	100	25	60	200 lux se continuamente ocupadas
Expedição	300	25	60	
Estação de controle	150	22	60	200 lux se continuamente ocupadas

Fonte: Adaptado de NBR 8995, 2004.

A NBR/ISO 8995-1 trata de conceitos e parâmetros para iluminação de interiores de ambientes de trabalho, de forma a garantir distribuição do iluminamento, luminância, índice de reprodução de cor e índice de ofuscamento adequados para determinada atividade, promovendo bem-estar e conforto visual do ocupante. A norma traz tabelas com especificações sobre os tipos de ambientes e seus limites, que serão integrados ao projeto conforme a necessidade.

2.4 Revisão da NBR 16819:2020 Instalações Elétricas de Baixa Tensão - Eficiência Energética

A norma brasileira de eficiência energética para instalações de baixa tensão, a NBR 16819, unifica conhecimentos de diversas normas, como as NBR 5410, NBR 15920 (Otimização econômica das seções de cabos de potência, incorporando variáveis financeiras no cálculo de dimensionamento de condutores e considerando a energia dissipada via efeito *Joule*) e IEC 60364 (Norma internacional para instalações elétricas de baixa tensão, que serviu de base para o desenvolvimento da NBR 5410), mostrando diversas medidas para garantir uma instalação elétrica energeticamente eficiente. Além disso, a norma orienta sobre a priorização destas medidas de acordo com o retorno do investimento, e abrange edificações residenciais, comerciais, industriais e a parte de infraestrutura.

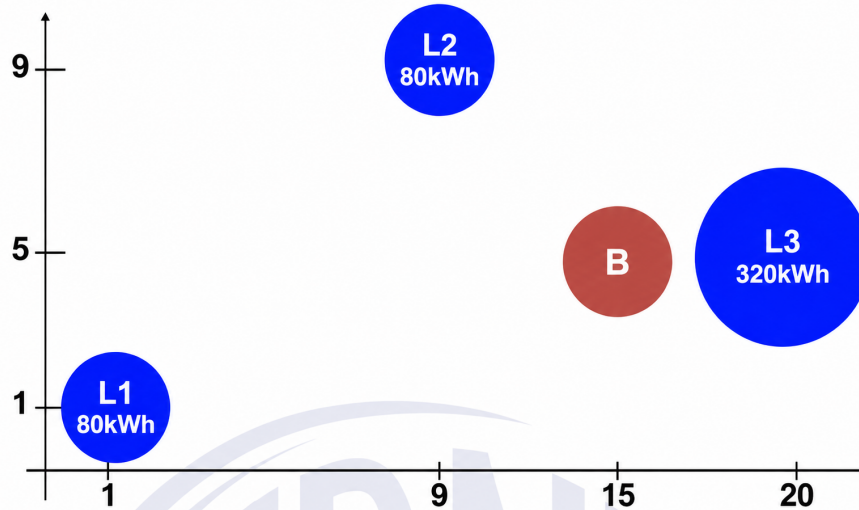
O estudo de eficiência energética passa por dois pontos principais:

- Análise do perfil de energia da carga (ativa e passiva);
- Minimização das perdas de energia na instalação, por meio da localização ótima da subestação de média tensão e/ou do quadro de distribuição pelo método baricentro e também pela redução das perdas nos condutores.

A análise do perfil da carga passa pela determinação das demandas principais de carga da instalação, podendo ser mostradas em quilovoltampere (kVA) junto com cada tempo de operação, ou em quilowatt-hora (kWh) em uma estimativa anual. Definido o perfil da carga, pode-se passar para a minimização das perdas por meio do método baricentro aplicada a quadros de distribuição e transformadores.

Na física, o método baricentro pode ser definido como o centro de gravidade de um conjunto de massas. Para o caso da NBR 16819, consiste em posicionar os transformadores e/ou quadros de distribuição em uma localização mais próxima possível do centro de cargas, dessa forma, diminuindo as perdas. Na figura 4, é apresentado um diagrama de distribuição de cargas físico para demonstrar as cargas, pesos e localização do baricentro resultante.

Figura 4 – Exemplo de cálculo do método baricentro.



Fonte: NBR 16819, 2020.

Para as subestações de média tensão, a norma cita três soluções ótimas:

- Um número ótimo de subestações, de acordo com a localização do baricentro da carga local;
- Ponto de operação do transformador, podendo dimensioná-lo de forma que as perdas no ferro e no cobre sejam iguais;

- Utilização de transformadores energeticamente eficientes que, apesar de mais caros que os convencionais, pode trazer retorno.

Para a redução das perdas nos condutores, a norma cita a NBR 15920, já citada no presente documento, como sugestão para redução de queda de tensão e, conseqüentemente, redução de perdas. Também é citada a correção de fator de potência e redução dos efeitos das correntes harmônicas para diminuição das perdas térmicas, porém as duas devem ser vistas de acordo com cada caso.

A norma determina que as áreas estudadas devem ser divididas em zonas e malhas. Zona é a representação de um local em que energia elétrica é utilizada, como uma indústria, um ambiente em uma residência ou uma cozinha de hotel. A partir disso, são definidas utilizações dentro de cada zona, para permitir uma melhor análise do consumo de energia. Exemplos de utilizações são iluminação, motores e HVAC (refrigeração e aquecimento).

As malhas podem ser definidas como um ou mais circuitos, podendo pertencer a uma ou várias zonas, e ter uma ou várias utilizações. Para definir as malhas, a norma estabelece os seguintes critérios:

- Critério técnico baseado em parâmetros externos - a análise deve ser feita levando em consideração fatores como tempo, iluminação e temperatura. Por exemplo, luminárias em uma zona com janela podem ser separadas em uma malha de luminárias próximas a janela, e outra com luminárias mais distantes, dessa forma permitindo desligar as luminárias próximas a janela quando a luz do dia é suficiente.
- Critério técnico baseado em controle - caso existam um ou mais dispositivos de controle, eles podem interligados a mesma malha.
- Critério técnico baseado em ponto crítico para a medição - a definição da malha pode ser guiada de acordo com o objetivo da medição e sua precisão.
- Critério econômico baseado em fracionamento - exceto em casos de múltiplas luminárias em um único ambiente, separar em grandes malhas tende a ser eficiente na busca de melhorias na eficiência energética de uma instalação.
- Critério econômico baseado no custo variável da eletricidade - dependendo da variação, para mais ou para menos, do custo da eletricidade (em kWh), pode ser interessante projetar malhas levando este critério em consideração.
- Critério técnico baseado na inércia da energia - este critério leva em consideração a maior facilidade de se fazer um corte de carga em equipamentos de grande inércia, como ar-condicionado, sistemas de aquecimento e geladeiras, reunindo-as em uma mesma malha.

2.5 Revisão da ASHRAE 90.1-2010 - Padrão Energético Para Edificações Exceto Residências Pequenas

A ASHRAE (Sociedade Americana de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Ar-Condicionado) é uma entidade profissional norte-americana que desenvolve padrões e diretrizes para a indústria e climatização.

A norma ASHRAE 90.1 - Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings, anteriormente conhecida como ASHRAE 90, foi criada em 1975 e renomeada para 90.1 em 2001 (HPAC, 2010). Esta norma estabelece os requisitos mínimos de eficiência energética para edifícios comerciais e residenciais de escala considerável, abrangendo aqueles com mais de três andares.

A estrutura desta norma foca nos pontos de Envoltória do prédio (Capítulo 5); Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado (Capítulo 6), Aquecimento de Água de Serviço (Capítulo 7), Distribuição de Energia Elétrica (Capítulo 8), Iluminação (Capítulo 9) e Outros Equipamentos (Capítulo 10).

Essas normas também possuem poder de lei em vários estados dos Estados Unidos. Os pontos obrigatórios estão definidos em todo subitem 4 de cada capítulo (X.4), as chamadas *Mandatory Provisions* (Itens Obrigatórios, ou Disposições Imperativas) e também são exigidas no pré-requisito de eficiência mínima EAp2.

Esta norma é revisada a cada três anos, incorporando novas medidas para melhorar a eficiência energética e se adequar às últimas referências de equipamentos disponíveis no mercado. Neste trabalho, foi adotada como referência a edição de 2010 da ASHRAE 90.1, uma vez que essa versão é utilizada como base para a definição dos parâmetros de referência em sistemas de avaliação de sustentabilidade e eficiência energética de edificações (manual do RTQ-C) que serão abordados em capítulos posteriores. Desta forma, se torna possível realizar uma comparação dos resultados obtidos com base em uma referência comum. O escopo deste estudo concentra-se nos temas abordados nos capítulos 8, 9 e 10 da norma ASHRAE 90.1-2010.

Alguns temas relacionados a controles, como o controle de tomadas e iluminação, não serão abordados aqui. Embora a automação desses sistemas ofereça benefícios em termos de conforto ao facilitar a operação, é complicado quantificar seu impacto devido à natureza comportamental desses elementos.

Para ilustrar, considere uma iluminação externa de um prédio. Neste exemplo, o uso de dispositivos como programadores horários em conjunto com relés fotoelétricos pode otimizar o controle da iluminação externa em um edifício. Esses dispositivos permitem que a iluminação seja ajustada automaticamente de acordo com o nível de luminosidade ambiente, garantindo que as luzes sejam acionadas apenas quando necessário e desligadas em horários específicos, como fora do horário comercial, reduzindo o consumo energético desnecessário.

É importante ressaltar que todos os benefícios desse sistema automatizado podem ser replicados por um operador humano que execute as mesmas ações manualmente. No entanto, a eficiência e a precisão do controle automático oferecem uma vantagem significativa em termos de economia de energia e praticidade operacional.

Em termos gerais, “A norma não deve ser usada para eximir quaisquer requisitos de segurança, de saúde ou requisitos ambientais” (ASHRAE, 2010, p.04, tradução nossa), no caso em que a norma venha de encontro com a segurança dos ocupantes e operadores dos espaços, garantido que o bom senso do projetista seja respeitado.

Todos os subitens na sequência fazem referência a norma ASHRAE 90.1-2010.

2.5.1 ASHRAE 90.1 - Capítulo 8 - Potência

Este capítulo da norma se refere a todo o sistema de distribuição de energia, do ponto de entrega da companhia de energia até o uso final pelo consumidor.

O ponto de atenção deste capítulo está no item de queda de tensão, onde a norma determina que os circuitos alimentadores (*feeders*), que vão desde o ponto de alimentação da concessionária até o quadro final devem ser de no máximo, 3%, e que os circuitos terminais (*branch*), que vão do quadro até o uso final, devem ser de no máximo 2%.

2.5.2 ASHRAE 90.1 - Capítulo 9 - Iluminação

Este capítulo da norma se refere a toda a iluminação interior e exterior, contida no limite do projeto.

O ponto chave deste capítulo é a definir a quantidade de potência instalada necessária para iluminar um empreendimento, à partir do indicador *Lighting Power Density*, a Densidade de Potência de Iluminação (DPI). É demonstrado um enxerto da tabela da norma, de caráter ilustrativo na Tabela 9. Este indicador delimita as densidades de potência que devem ser consideradas para gerar uma potência de referência ao realizar o projeto luminotécnico.

Este capítulo fornece as diretrizes para contabilizar a potência de iluminação de linha de base, como referência de eficiência energética.

2.5.2.1 Definição da densidade de potência de iluminação INTERNA

Para a norma ASHRAE 90.1-2010, há dois métodos de cálculo a serem utilizados para montar a potência de linha de base das áreas internas:

- *Section 9.5 Building Area Method*, ou Seção 9.5 - Método por área construída;
- *Section 9.6 Space-by-Space Method*, ou Seção 9.6 - Método por espaço à espaço.

Tabela 9 – Tabela de densidade de potência, Método por área construída.

Tipologia de construção	LPD(W/m ²)
Instalações automotivas	8,8
Centro de convenções	11,6
Tribunais	11,3
Salas de refeições: bar lounge e lazer	10,7
Salas de refeições: cafeteria, <i>fast food</i>	9,7
Salas de refeições: familiar	9,6
Dormitórios	6,6
Academia	9,5
Bombeiros	7,6
Ginásios	10,8

Fonte: Adaptado de ASHRAE, 2010.

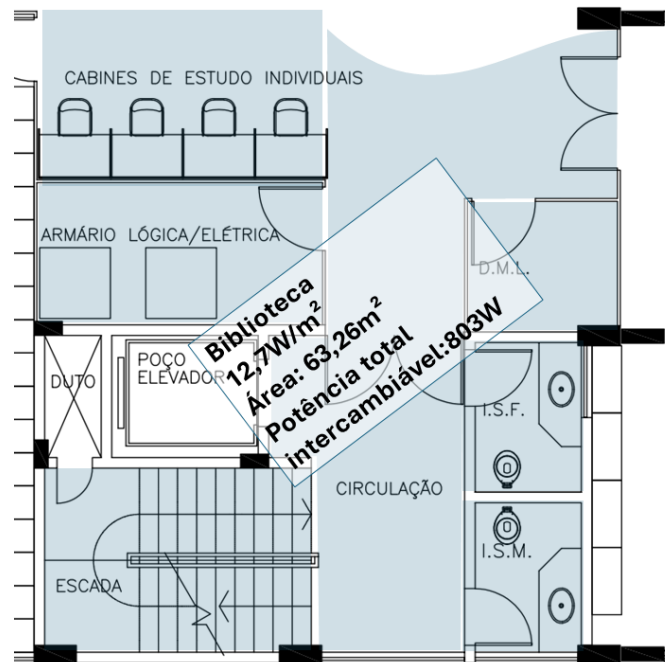
O método por área construída (Seção 9.5 da norma) é uma abordagem simplificada para determinar a potência de iluminação de linha de base. Inicialmente, calcula-se a área bruta iluminada, que abrange todas as áreas a serem iluminadas no edifício. Por exemplo, consideremos uma parte da planta de uma biblioteca, contendo ambientes como cabine de estudos, área técnica de equipamentos, escada, circulação, banheiros e depósito de materiais de limpeza, conforme ilustrado na figura 5. Em seguida, com base nessa área, é selecionada uma tipologia de prédio específica a partir de uma tabela na seção correspondente, resumida na tabela 10.

Tabela 10 – Densidade de potência de iluminação utilizando o método de área construída, resumida.

Tipologia de construção	DPI (W/m ²)
Ginásio	10,8
Hospitais	13,0
Hotéis	10,8
Bibliotecas	12,7
Escritórios	6,0
Lojas	15,1
Escolas e Universidades	10,7
Estacionamentos	2,7
Grandes depósitos	7,1

Fonte: Adaptado de ASHRAE, 2010.

Figura 5 – Análise de densidade de potência, método por área de prédio, parâmetros ASHRAE 90.1-2010.



Fonte: Os Autores, 2026.

Cada tipologia possui uma densidade de potência associada, medida em Watts por metro quadrado (W/m^2). Multiplicando-se o valor da área bruta iluminada pela densidade de potência, é obtida a potência de linha de base do prédio. Embora este método forneça uma abordagem direta, a alocação de potência pode ser generalizada e não representar adequadamente as necessidades de iluminação de diferentes ambientes. Por esse motivo, optamos por não selecionar este método para análise.

O método por espaço a espaço (Seção 9.6 da norma), diferente do anterior, considera tipologias individuais para cada ambiente, ao invés de generalizar a tipologia da construção, permitindo uma análise mais precisa das tipologias e oportunidades.

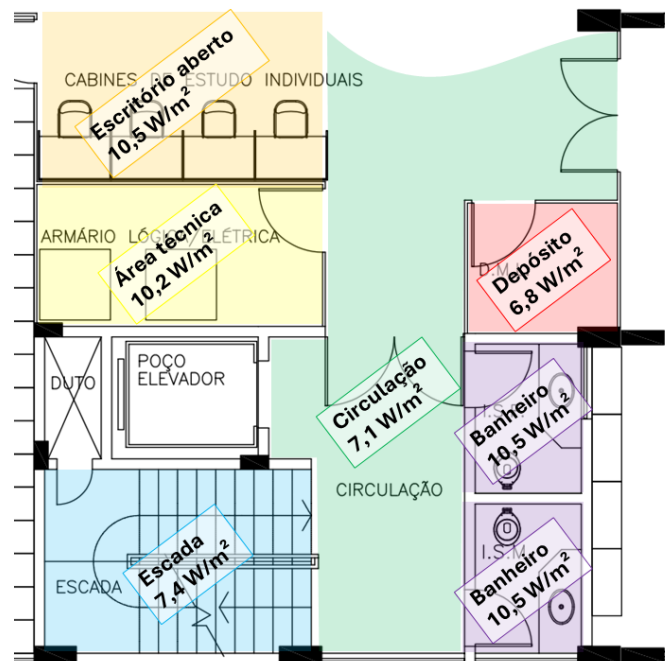
A definição das áreas leva em conta o bom senso, podendo ser separados ambientes sem separação clara de áreas. Tomemos como exemplo um lobby de entrada de um hotel de tamanho considerável, com um balcão de recepção (um escritório aberto), no qual os funcionários trabalham. Dependendo da dimensão deste balcão, pode ser de bom senso considerar uma área nova dentro desse lobby, já que as atividades exercidas entre essas áreas são diferentes. Com diferentes atividades, são necessários iluminamentos diferentes, e estes limites também recebem diferentes alocações da DPI. Utilizando a mesma planta exemplo da Figura 5, na Figura 6 são reavaliadas as classificações das áreas e são demonstradas as densidades de potência das áreas:

Tabela 11 – Densidade de potência de iluminação utilizando o método de espaço a espaço, resumida.

Tipologia de área	DPI (W/m ²)	Limiar de RCR
Corredores e transições	7,1	Largura < 2,4m
Áreas técnicas	10,2	6
Escritório plano aberto	10,5	4
Escritório plano fechado	11,9	8
Banheiros	10,5	8
Escadas	7,4	10
Depósitos	6,8	6

Fonte: Adaptado de ASHRAE, 2010.

Figura 6 – Análise de densidade de potência, método espaço à espaço, parâmetros ASHRAE 90.1-2010, classificação de áreas e densidade de potências.



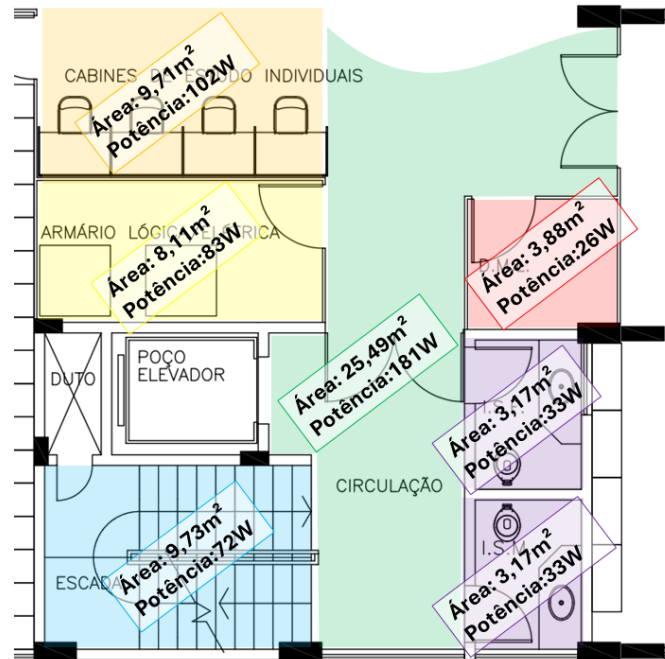
Fonte: Os Autores, 2026.

O RCR - Room Cavity Ratio (Razão de Cavidade do Ambiente) é um fator calculado a partir da equação 12. Esse fator é utilizado para realizar a compensação de ambientes que possuam pé direito elevado, demandando mais potência de iluminação. Na equação, *Altura da cavidade do ambiente* é a distância entre o plano de trabalho e a altura de instalação da luminária. Caso o valor de RCR da área seja superior que o limiar apresentado na tabela 11, a DPI do ambiente pode ser acrescida em até 20%.

$$RCR = 2,5 * \frac{\text{Altura da cavidade do ambiente} * \text{Perímetro do ambiente}}{\text{Área do ambiente}} \quad (12)$$

Uma vez definidas as áreas e suas classificações de acordo com a tabela 11, que contém um determinado valor de DPI por tipologia, realiza-se a multiplicação da área do ambiente pela DPI, obtendo assim a potência base do ambiente, conforme demonstrado na Figura 7:

Figura 7 – Análise de densidade de potência, método espaço à espaço, parâmetros ASHRAE 90.1-2010, alocação de potência por área.

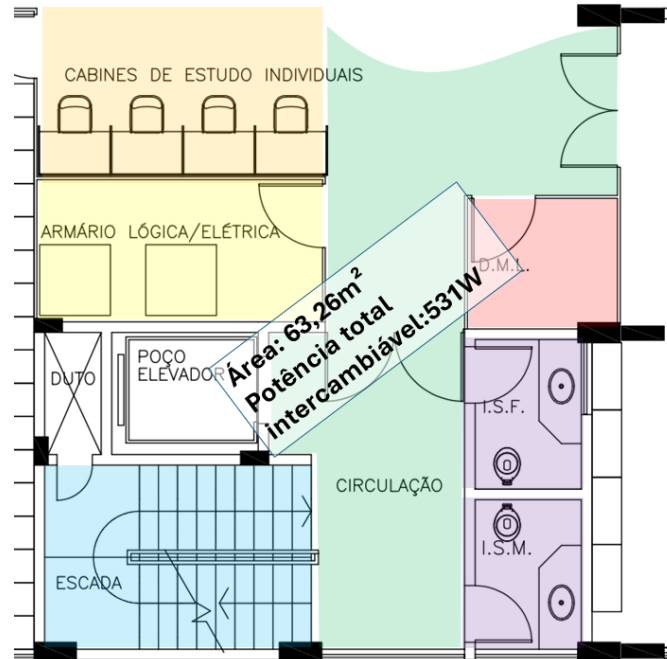


Fonte: Os Autores, 2026.

Ao somar todas as potências de base de todos os ambientes, temos a potência de base interna da construção.

Para efeitos de norma, não é necessário que a potência instalada considerada no ambiente seja menor que sua potência de base, mas que a soma de TODAS as potências instaladas seja menor que a soma de TODAS as potências de linha de base, por definição, potência *trade-able* ou intercambiável, demonstrada em nosso exemplo na figura 8.

Figura 8 – Análise de densidade de potência, método espaço à espaço, parâmetros ASHRAE 90.1-2010, soma de todas as potências intercambiáveis analisadas.



Fonte: Os Autores, 2026.

Ao final dos dois exemplos utilizando o método espaço à espaço, observamos que houve uma diferença de potência entre a aplicação dos dois métodos, sendo que o método espaço à espaço obteve uma potência menor, representando mais fielmente as necessidades de potência dos ambientes.

Aqui é importante mencionar qual versão da norma foi adotada para a classificação, pois a norma ASHRAE 90.1 está em constante revisão. Ela é atualizada regularmente devido à evolução tecnológica do mercado, como os avanços das tecnologias de luminárias, passando da lâmpada incandescente para a lâmpada fluorescente e, mais recentemente, para as lâmpadas LED. Essas atualizações das tabelas de DPI acompanham essas mudanças, fornecendo novos referenciais para os projetistas. Há também considerações a potência adicional em certos casos, conforme mencionado no item 9.6.2 da norma. Para ambientes que possuam iluminação de função decorativa ou que iluminem peças de arte/exibições, devem ter um acionamento que separem essa iluminação da iluminação principal. Essa iluminação pode ter uma densidade de potência de até 10,8 W/m². Outras situações em que é permitido o uso de maior potência são para equipamentos instalados em áreas de mostruário, a fim de realçar os produtos, e em configurações específicas de controle de iluminação destinadas a tipologias específicas de ambientes.

2.5.2.2 Definição da densidade de potência de iluminação EXTERNA

Para a definição da potência de base das áreas externas, temos dois tipos de potências: as potências intercambiáveis (*tradeables*) e as não-intercambiáveis (*non-tradeables*). As potências intercambiáveis estão relacionadas às áreas externas normais e seguem o mesmo princípio discutido anteriormente em relação ao cumprimento da norma: após classificar a região e determinar a potência base, é permitido exceder a potência dessa área, desde que a potência total de base não seja ultrapassada. Por outro lado, as áreas não-intercambiáveis referem-se exclusivamente às áreas de fachadas, onde é obrigatório que a potência instalada na face seja menor que a potência de base.

O primeiro passo para a determinação da potência externa é a definição do tipo da Zona de Iluminação - *Lighting Zone* (LZ), conforme o zoneamento contido no documento do plano diretor da região do empreendimento. A classificação do zoneamento nos orienta a selecionar a Zona de Iluminação, que varia de 0 - Áreas rurais, não desenvolvidas, até 4 - Áreas de atividades comerciais de alta intensidade. Quanto maior o valor da LZ, maior a DPI dos ambientes e a potência disponível. Essas características são apresentadas na tabela 12.

Tabela 12 – Zona de Iluminação Externa

Zona de Iluminação	Descrição
0	Áreas não-desenvolvidas rurais, parques, florestas e outras áreas não-desenvolvidas
1	Áreas desenvolvidas rurais, parques, florestas
2	Áreas de loteamento residencial, distrito comercial local, industrial leve com uso limitado noturno e áreas residenciais de uso misto
3	Demais áreas
4	Áreas de atividade comercial intensa

Fonte: Adaptado de ASHRAE, 2010.

A etapa seguinte segue um processo semelhante ao definido pelo método espaço-por-espaço (*space-by-space*), onde as áreas externas são categorizadas por tipologia e multiplicadas pela DPI correspondente a essa tipologia. Esse procedimento visa determinar a potência de linha de base para cada área, levando em conta apenas as áreas que têm a intenção explícita de iluminação no projeto.

Além da potência disponível calculada pela DPI, cada LZ apresenta um adicional de potência denominado limite base de potência (*Base Site Allowance*). Esse acréscimo de potência pode ser aplicado tanto às potências intercambiáveis quanto às não-intercambiáveis, desde que o total da potência adicional alocada não exceda o limite estabelecido pela Tabela 9.4.3B da norma ASHRAE 90.1, conforme exemplificado em um trecho na tabela 13.

Tabela 13 – Alocação de potência de iluminação para ambientes externos

	Zona 0	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Limite base de potência (Esta potência extra pode ser utilizada em superfícies intercambiáveis ou não-intercambiáveis)					
	0 (Zero)	500 W	600 W	750 W	1300 W
Superfícies intercambiáveis (DPIs para áreas de estacionamento descobertas, áreas abertas, áreas de entrada de saída de prédios, áreas de transição e beirais e áreas de vendas externas são intercambiáveis.)					
Áreas de estacionamentos descobertas					
Áreas de circulação de veículos e estacionamento	Não é permitido	0,43 W/m ²	0,65 W/m ²	1,1 W/m ²	1,4 W/m ²
Superfícies construídas					
Passarelas com menos de 3m de largura	Não é permitido	2,3 W/metro linear	2,3 W/metro linear	2,6 W/metro linear	3,3 W/metro linear
Passarela com 3m ou mais de largura, áreas de praça, áreas especiais	Não é permitido	1,5W/m ²	1,5W/m ²	1,7W/m ²	2,2W/m ²

Fonte: Adaptado de ASHRAE, 2010.

2.5.3 ASHRAE 90.1 - Capítulo 10 - Outros Equipamentos

O capítulo em questão aborda motores elétricos, bombas de água/recalque e sistemas de elevadores.

No contexto dos motores elétricos, a norma fornece uma tabela de referência que estabelece a eficiência mínima para diferentes tipos de motores, levando em consideração sua classificação e o número de pólos/velocidade síncrona. Um exemplo dessas tabelas é mostrado na tabela 14.

Tabela 14 – Eficiência mínima nominal para motores de uso geral NEMA classe A e B de 600 Volts ou menos

Eficiência Mínima (%) de Motor com Carga Nominal de fabricação anterior a 19 de Dezembro de 2010						
Número de polos ->	2	4	6	2	4	6
Velocidade Síncrona (RPM)	3600	1800	1200	3600	1800	1200
Potência do motor (kW)						
0,8	NR	82,5	80,0	75,5	82,5	80,0
1,1	82,5	84,0	84,0	82,5	84,0	85,5
1,5	84,0	84,0	85,5	84,0	84,0	86,5
2,2	84,0	86,5	86,5	85,5	87,5	87,5
3,7	85,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5
5,6	87,5	88,5	88,5	88,5	89,0	89,5
7,5	88,5	89,5	90,2	89,5	89,5	89,5
11,1	89,5	91,0	90,2	90,2	91,0	90,2
14,9	90,2	91,0	91,0	90,2	91,0	90,2
18,7	91,0	91,7	91,7	91,0	92,4	91,7
22,4	91,0	92,4	92,4	91,0	92,4	91,7
29,8	91,7	93,0	93,0	91,7	93,0	93,0
37,3	92,4	93,0	93,0	92,4	93,0	93,0
44,8	93,0	93,6	93,6	93,0	93,6	93,6
56,0	93,0	94,1	93,6	93,0	94,1	93,6
74,6	93,0	94,1	94,1	93,6	94,5	94,1
93,3	93,6	94,5	94,1	94,5	94,5	94,1
111,9	93,6	95,0	94,5	94,5	95,0	95,0
149,2	94,5	95,0	94,5	95,0	95,0	95,0

*NR - "No requirement", sem requisito

Fonte: Adaptado de ASHRAE, 2010.

Para bombas de água, são exigidas algumas recomendações de projeto que influenciam na pressão das canalizações de água como sensores para controle de velocidade ou ajuste (*set-point*) do sistema, a não-instalação de redutores de pressão em circuitos pressurizados (salvo em casos de segurança) e a condição de não-funcionamento caso não haja fluxo suficiente de água na alimentação.

No caso de elevadores, temos algumas condições de limite mínimo de eficiência de luminárias internas de 35 lm/W, consumo limite de ventiladores em cabines sem ar-condicionado de 0,7 W.s/L em velocidade máxima e modo de espera (*standby*). Também se exige que ao permanecer parado e desocupado com portas fechadas após um período de 15 minutos, a iluminação e ventilação devem ser desenergizados até sua necessidade para operação.

2.6 Revisão da LEED: Liderança em Energia e Design Ambiental

A certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*, ou Liderança em Energia e Design Ambiental), criada pela USGBC (*U.S. Green Building Council*, ou Conselho de Construções Sustentáveis dos Estados Unidos) em 1998, promove práticas de construção sustentável, alinhadas com os objetivos de desenvolvimento sustentável da Organização das Nações Unidas, a ONU (USGBC, s.d.). Ela serve como um guia para projetos de engenharia em construções, proporcionando benefícios econômicos, sociais e ambientais (BRASIL, s.d.a). Atualmente, o LEED está na versão v4, com a transição para a v4.1 em andamento e em processo de desenvolvimento da versão v5.

Os pré-requisitos e créditos avaliam premissas nas áreas de processo integrado de projeto, localização e transporte, terrenos sustentáveis, eficiência hídrica, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade do ambiente interno (COUNCIL, 2014). Além destas categorias, também possui categorias de créditos piloto/ inovação e de prioridades regionais.

Existem vários escopos de avaliação como BD+C: Novas construções e grandes reformas (*Building Design and Construction*), que abrange construções novas; O+M: Operação e manutenção (*Operations and Maintenance*), que está relacionado à operação do empreendimento; ID+C: Design de interiores (*Interior Design and Construction*), com foco para o design de interiores, ND: Desenvolvimento de Bairros (*Neighborhood Development*), para bairros planejados (BRASIL, s.d.b).

A estrutura da certificação abrange pré-requisitos que devem ser cumpridos para poder se candidatar à certificação, e créditos que computam 100 pontos base + 10 pontos extras, estes vindos de inovação e prioridade regional. A partir de 40 pontos, o projeto recebe um título de certificação, desde *Certified* (Certificado), para o nível mais baixo até *Platinum* (Platina), para projetos que agregam mais de 80 pontos, como apresentado na figura 9:

Figura 9 – Níveis de certificação LEED.



Fonte: GBC Brasil, 2017.

Além dessa certificação, a USGBC também possui certificações voltadas para o consumo net zero para edificações autossuficientes em relação a carbono (LEED Zero Carbon), energia (LEED Zero Energy), água (LEED Zero Water) e resíduos (LEED Zero Waste).

No que se refere aos parâmetros elétricos de eficiência energética, adotamos os referenciais da ASHRAE, em particular a ASHRAE 90.1-2010. Esta norma é atualizada a cada três anos com o objetivo de incorporar novas medidas que promovam a eficiência energética, em linha com os progressos e padrões do mercado. Embora a norma vigente seja a ASHRAE 90.1-2022, optamos por utilizar a versão de 2010 devido às condições específicas dos estudos a serem realizados neste trabalho.

Na sequência, serão apresentados alguns dos créditos da certificação BD+C - Novas construções, relacionadas ao tema proposto.

2.6.1 LEED v4 BD+C: EAp2 - Desempenho Energético Mínimo & EAc2 - Desempenho Energético Ótimo

O pré-requisito da seção de Energia e Atmosfera EAp2 - Requisito mínimo de performance (*Minimum Energy Performance*) e o crédito EAp2 - Performance energética ótima (*Optimal Energy Performance*) estão relacionados aos critérios de linha de base termo-energética. Todos os sistemas que consomem energia devem ter sua potência instalada avaliada conforme a norma ASHRAE 90.1-2010, em conjunto com as premissas de horários de uso de equipamentos (*scheduling*), resultando no consumo base para atender os pré-requisitos e ao crédito. Este consumo é medido em kBtu por pé quadrado-ano ou kW por metro quadrado-ano. Um exemplo específico de demanda instalada será discutido mais adiante neste trabalho, no capítulo 2.5.2, abordando a potência instalada de iluminação.

Existem três opções para atender aos pré-requisitos e duas para os créditos. A diferença entre o pré-requisito e o crédito está na eficiência exigida: o pré-requisito deve cumprir as disposições obrigatórias (*mandatory provisions*) da norma ASHRAE 90.1, enquanto o crédito pode aderir às conformidades prescritivas (*prescriptive compliances*) da mesma norma ou realizar simulações termo-energéticas para comprovar uma redução de 2 a 5% do caso base dependendo da tipologia da instalação. A Tabela 15 apresenta alguns desses valores de referência para novas construções.

Tabela 15 – Limiares de pontuação para o crédito EAc2: Desempenho energético mínimo da Opção 1: Simulação termo-energética da edificação.

Redução em relação ao caso base	Pontuação (Exceto escolas e hospitais)
6%	1
8%	2
10%	3
12%	4
14%	5
16%	6
18%	7
20%	8
22%	9
24%	10
26%	11
29%	12
32%	13
35%	14
38%	15
42%	16
46%	17
50%	18

Fonte: Adaptado de U.S. Green Building Council(USGBC), 2014.

A primeira opção de atendimento ao crédito é a que mais gera pontuação, variando conforme a tipologia do empreendimento: 16 pontos para escolas, 20 pontos para unidades de saúde e 18 pontos para as demais tipologias. Esse crédito, por si só, equivale aproximadamente $\frac{1}{5}$ da pontuação máxima) na opção de simulação termoenergética (*Option 1 - Whole-building energy simulation* - Simulação termo-energética total da edificação). A segunda opção disponível (*Option 2 - Prescriptive compliance: ASHRAE Advanced Energy Design Guide* - Conformidade prescritiva: Guia Avançado de Design da ASHRAE) envolve o cumprimento das diretrizes estabelecidas nas normas *ASHRAE 50% Advanced Energy Design Guide*, de acordo com a tipologia apropriada. No entanto, essa opção é limitada a até 6 pontos.

Para atingir a condição de pontuação máxima do crédito em qualquer tipologia, a redução do consumo de energia deve ser de 50% em relação ao consumo de energia referência.

2.6.2 LEED v4 BD+C: EQc6 - Iluminação de Interiores

O crédito de Iluminação de Interiores *EQc6 - Interior Lighting* visa trazer aspectos qualitativos de projeto luminotécnico, para agregar benefícios como produtividade, conforto e bem-estar, visando principalmente ambientes de longa permanência.

É possível agregar um total de dois pontos, de acordo com duas opções: controle de iluminação e qualidade lumínica. Os fatores relacionados aos controles de iluminação estão mais detalhados no item 2.5 deste trabalho, em relação à norma ASHRAE.

Em consideração a opção de qualidade lumínica, temos vários itens que melhoram a proposta da qualidade de projeto, e para obter a pontuação, precisamos selecionar quatro: Utilizar luminárias com índice de reprodução de cor de pelo menos 80; luminárias com vida útil superior a 24.000 horas; priorização de iluminação indireta, uso de níveis adequados de refletâncias de forro, paredes e chão; refletâncias de móveis, contraste de iluminamento da superfície de trabalho em relação à parede e contraste de iluminamento da superfície de trabalho em relação ao forro.

Embora essas medidas não tenham como foco principal a eficiência energética, mas sim a qualidade de iluminação, é importante ressaltar que investir em ambientes bem iluminados pode ter impactos significativos no conforto e na produtividade dos ocupantes. De acordo com (BOYCE *et al.*, 2003), ambientes que oferecem cuidados adequados com a iluminação e disponibilizam controles personalizados tendem a proporcionar maior conforto e promover uma atmosfera mais propícia ao trabalho e ao bem-estar. Portanto, ao considerar estratégias de iluminação, é fundamental não visar apenas a eficiência energética, mas também priorizar o conforto e a satisfação dos usuários, o que pode trazer benefícios significativos em termos de desempenho nas atividades executadas e qualidade de vida dos ocupantes.

2.7 RTQ-C – Regulamento técnico da qualidade para o nível de eficiência energética de edificações comerciais

Este regulamento, elaborado em conjunto pelo Procel Edifica, Eletrobras, Inmetro e CB3E (Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações), tem o objetivo de criar condições para a etiquetagem de eficiência energética de edificações comerciais, de serviços e públicos. A classificação do nível de eficiência é dividida em três sistemas: Envolvória, Sistema de Iluminação e Sistema de Condicionamento de Ar, com cada um desses sistemas podendo variar de A (mais eficiente) até E (menos eficiente). Cada sistema tem um peso atribuído, com 30% do peso atribuído à envoltória, 30% ao sistema de iluminação e 40% ao de condicionamento de ar, e após serem calculados é obtida uma classificação geral do edifício, também variando de A até E.

Os edifícios analisados podem ser condicionados, parcialmente condicionados ou não condicionados. Para edifícios que possuem áreas não condicionadas em áreas de permanência prolongada, como lojas e escritórios, é necessário comprovar através de simulações que a temperatura do ambiente está dentro da zona de conforto durante um percentual das horas ocupadas.

A classificação geral do edifício é calculada utilizando variáveis como envoltória, sistema de iluminação, sistema de condicionamento de ar, entre outros. Cada variável possui uma classificação equivalente, podendo variar entre 1 para eficiência E, e 5 para eficiência A. Essa classificação de eficiência também vale para a classificação geral, obtida ao fim do cálculo.

O regulamento estabelece pré-requisitos gerais para que o edifício seja elegível para a etiquetagem, de acordo com cada nível. Para circuitos elétricos, deve possuir circuito elétrico separado por uso final, ou seja, separar sistema de condicionamento de ar, tomadas, iluminação, entre outros. Esse pré-requisito vale para os níveis A e B. Para aquecimento de água, deve-se comprovar que 100% da demanda de água quente é atendida por sistema de aquecimento solar, aquecedores a gás do tipo instantâneo, sistemas de aquecimento de água por bombas de calor e/ou caldeiras a gás, para que seja classificado para o nível A. Para o nível B, a demanda de água quente deve ser igual ou superior a 70% atendida pelos mesmos sistemas citados. Para o nível C, encaixam-se edifícios com sistema de aquecimento solar e a gás que atendam a, pelo menos, 70% da demanda e sejam complementados por sistemas elétricos, ou edifícios que possuem somente aquecimento elétrico.

Existem bonificações que podem aumentar em até um ponto a pontuação geral do edifício. Sistemas e equipamentos que racionalizem o uso de água, sistemas ou fontes renováveis de energia e sistema de cogeração e inovações técnicas ou de sistemas, como iluminação natural, entram nesse item.

Em seguida dos pré-requisitos gerais, o regulamento estabelece os pré-requisitos específicos para envoltória, sistema de iluminação e sistema de condicionamento de ar.

Para as envoltórias, são apresentados pré-requisitos de transmitância térmica, absorvância de superfícies e iluminação zenital, com cada limite se relacionando com um nível. Para a transmitância térmica, tem-se limites estabelecidos para ambientes condicionados artificialmente e para paredes externas, de acordo com o nível e zonas bioclimáticas. Para o requisito de cores e absorvância de superfícies, existem limites de absorvância solar de cores e revestimentos externos de paredes. Esses critérios são cobrados para os níveis A e B. Por último, o critério de iluminação zenital abrange edifícios que tenham aberturas zenitais, atendendo ao fator solar máximo do vidro ou do sistema de abertura para cada percentual de abertura zenital. Este critério também é cobrado para os níveis A e B.

Para o sistema de iluminação, existem três critérios: divisão dos circuitos, contribuição da luz natural e desligamento automático do sistema de iluminação. A divisão de circuitos estabelece que se deve ter pelo menos um dispositivo manual para o acionamento da iluminação de um ambiente fechado. Em ambientes com área superior a 250 m², o acionamento deve ser setorizado de forma que cada zona atenda no máximo 250 m², para ambientes com até 1000 m², e no máximo 1000 m², para ambientes com área superior a 1000 m².

O critério de contribuição de luz natural abrange ambientes com aberturas voltadas para o ambiente externo, ou para átrio não coberto, ou de cobertura translúcida que contenham mais de uma fileira de luminárias paralelas. Esses ambientes devem possuir um controle, manual ou automático, para o acionamento independente da fileira de luminárias mais próxima à abertura, assim, tendo um aproveitamento melhor da luz natural.

O último critério para os sistemas de iluminação é o desligamento automático, que deve ser mandatório para ambientes maiores que 250m², podendo funcionar com desligamento automático em um horário pré-determinado, ou com um sensor de presença que desligue a iluminação após 30 minutos de inatividade, ou com um sinal de outro controle que indique que a área está desocupada. Para o nível A, os três critérios devem ser atendidos. Para o nível B, os dois primeiros. E para o nível C, ao menos o primeiro item deve ser atendido.

Para a determinação da eficiência do sistema de iluminação, o regulamento possui dois métodos: método da área do edifício e método das atividades do edifício. O primeiro atribui um único valor limite para a avaliação do sistema após avaliar todos os ambientes do edifício, com cada possível função de edifício possuindo um limite de densidade de potência para cada nível, como pode ser visto na tabela 16. Vale considerar que pelo contexto da época, quando o regulamento foi emitido, as luminárias LED eram uma novidade no mercado, e os valores de densidade de potência de iluminação consideram as lâmpadas incandescentes, fluorescentes e de vapor de mercúrio, os tipos mais comuns de lâmpadas da época.

Tabela 16 – Trecho da tabela de limites de densidade de potência pelo método da área do edifício.

Função do Edifício	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m ² (Nível A)		Densidade de Potência de Iluminação limite W/m ² (Nível B)		Densidade de Potência de Iluminação limite W/m ² (Nível C)		Densidade de Potência de Iluminação limite W/m ² (Nível D)	
Academia	9,5		10,9		12,4		13,8	
Armazém	7,1		8,2		9,2		10,3	
Biblioteca	12,7		14,6		16,5		18,4	
Bombeiros	7,6		8,7		9,9		11,0	
Centro de Convenções	11,6		13,3		15,1		16,8	
Cinema	8,9		10,2		11,6		12,9	
Comércio	15,1		17,4		19,6		21,9	
Correios	9,4		10,8		12,2		13,6	
Venda e Locação de Veículos	8,8		10,1		11,4		12,8	
Escola/Universidade	10,7		12,3		13,9		15,5	
Escritório	9,7		11,2		12,6		14,1	

Fonte: Adaptado de RTQ-C, 2010.

O segundo método é aplicado em edifícios em que o método anterior não pode ser aplicado, e avalia os ambientes do edifício separadamente. Este método também possui uma tabela com o limite máximo de densidade, mas direcionado para ambientes e/ou atividades, como indicado na tabela 17.

Tabela 17 – Trecho da tabela de limite máximo de densidade de potência por ambiente/atividade.

Ambientes/Atividades	Limite do Ambiente		DPI Nível A	DPI Nível B	DPI Nível C	DPI Nível D
	K	RCR	(W/m ²)	(W/m ²)	(W/m ²)	(W/m ²)
Armazém, Atacado						
Material pequeno/leve	0,80	6	10,20	12,24	14,28	16,32
Material médio/volumoso	1,20	4	5,0	6,0	7,0	8,0
Átrio - por metro de altura						
até 12,20m de altura		-	0,30	0,36	0,42	0,48
acima de 12,20 m de altura		-	0,20	0,24	0,28	0,32
Auditórios e anfiteatros						
Auditório	0,80	6	8,50	10,20	11,90	13,60
Centro de Convenções	1,20	4	8,80	10,56	12,32	14,08
Cinema	1,20	4	5,0	6,0	7,0	8,0
Teatro	0,60	8	26,20	31,44	36,68	41,92
Banco/Escritório - Área de atividades bancárias	0,80	6	14,90	17,88	20,86	23,84
Banheiros	0,60	8	5,0	6,0	7,0	8,0

Fonte: Adaptado de RTQ-C, 2010.

O último pré-requisito específico é o de condicionamento de ar, em que é avaliado em cada ambiente separadamente. Para o nível A, são avaliados o isolamento térmico para dutos de ar e condicionamento de ar por aquecimento artificial. O primeiro relaciona a condutividade térmica com a faixa de temperatura do fluido e o comprimento da tubulação. O segundo menciona sobre sistemas de aquecimento artificial, como sistemas com bombas de calor, sistemas unitários de condicionamento de ar com ciclo reverso e caldeiras a gás, e estabelece limites de eficiência energética para cada um deles.

2.8 Síntese e conclusão do capítulo

As normas expressas neste capítulo foram apresentadas de acordo com a utilização das mesmas no desenvolvimento deste estudo, especialmente com foco em dimensionamento de condutores e iluminação, tanto da parte de dimensionamento padrão das normas brasileiras, quanto das recomendações de eficiência energética, tanto brasileira, quanto estrangeira. Na sequência, serão utilizados os referenciais apresentados para abordagem, utilizando-se um projeto base, com os seguintes cenários:

- Um projeto utilizando normas de padrão brasileiro;
- Um projeto embasado em medidas de eficiência energética.

A seguir, será abordada a análise do custo de ciclo de vida (LCCA), e a análise financeira necessária para a comparação entre os dois projetos.

3 ANÁLISE DO CUSTO DO CICLO DE VIDA (LCCA), CUSTO DE AQUISIÇÃO (CAPEX) E CUSTO DE PROPRIEDADE (OPEX)

Ao vender um produto, se faz necessário conhecer métodos de modelagens de custo para entender a magnitude do benefício gerado para o cliente, buscando propor o melhor cenário possível. Custos mais imediatos são mais perceptíveis, mas ao decorrer da vida útil do bem adquirido, custos de serviços e manutenções começam a se tornar mais importantes para a análise.

A ferramenta escolhida que será tomada como base para realizar a análise financeira é a Análise de Custo do Ciclo de Vida (LCCA - Life Cycle Cost Analysis), reconhecida por sua robustez por considerar “todos os custos advindos de aquisição, operação, manutenção e descarte do sistema” (KNEIFEL; WEBB, 2020).

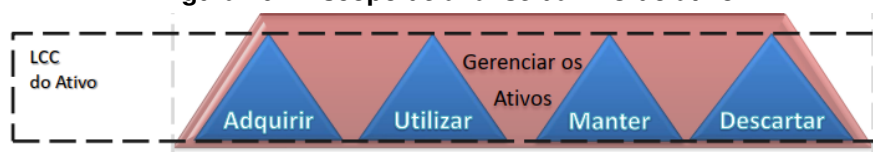
Conforme NIST (2020), o esforço gerado deve ser dimensionado às necessidades do projeto, buscando otimizar considerações de custo e tempo. Neste estudo, a análise será concentrada nos elementos do NIST Handbook 135 que foram considerados relevantes para a conclusão, excluindo aqueles que não são pertencentes ao escopo da pesquisa.

3.1 Ciclo de vida

O ciclo de vida de um ativo físico considera as fases de aquisição, operação, manutenção e descarte do ativo. Dentro dessas categorias pode-se considerar os seguintes custos, evidenciados no diagrama da figura 10:

- Aquisição: a própria aquisição do ativo, transporte do ativo, espaço de armazenamento;
- Operação: Custos utilizados durante a operação do ativo, que variam de acordo com o produto;
- Manutenção: Custos relacionados à preservação do ativo, para que a operação seja realizada de maneira correta e que sua vida útil seja preservada;
- Descarte/Venda: Não necessariamente um gasto, envolvendo a venda do ativo, seja por ter atingido sua vida útil, seja por motivos de atualização de produto.

Figura 10 – Escopo de análise da LLC do ativo.



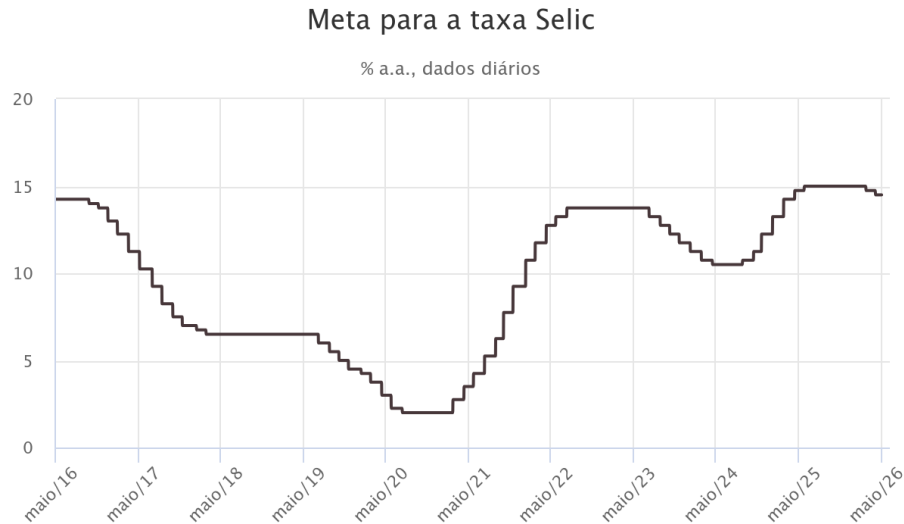
Fonte: Mazzei, 2023.

3.2 Ciclo de vida de um produto

O montante monetário, quando tratado como um ativo, está sujeito à desvalorização ao longo do tempo se permanecer inativo devido a fatores como inflação, o risco futuro e a possível falta de liquidez (MAZZEI, 2023). No ponto de vista do investidor, é necessário levar esses fatores em consideração e mapear os indicadores dessas causas para uma análise completa do investimento.

O índice mais aceito de desvalorização monetária é a taxa SELIC, que define as taxas de remuneração de títulos públicos federais e possui consequência direta nas políticas financeiras do Brasil como mudança nas taxas de juros de bancos e por consequência, mudança nos hábitos dos consumidores (BCB, 2026). Na figura 11, é apresentada a progressão da taxa entre os anos de 2016 e 2026.

Figura 11 – Variação da taxa Selic, entre 2016 e 2026

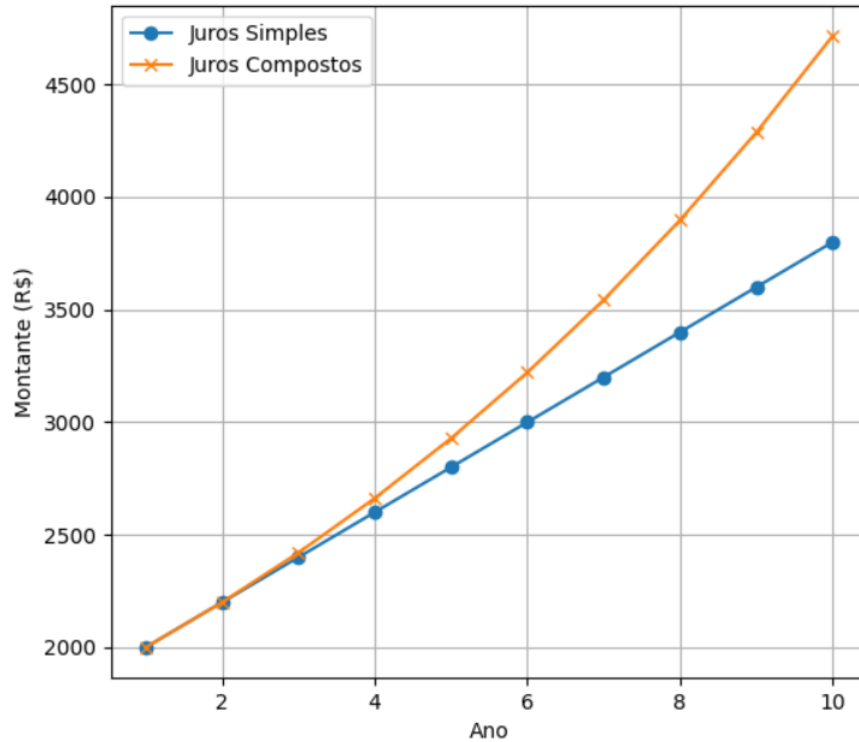


Fonte: BCB, 2026.

3.3 Regimes de capitalização

O regime de capitalização considerado é o composto, no qual a taxa de juros aplicada ao montante é reaplicada a cada nova iteração do novo montante, gerando uma razão exponencial, em relação a capitalização simples, que gera uma razão linear. A figura 12 mostra um exemplo de comparação entre os dois modelos, considerando uma taxa de juros de 10% em um período de 10 anos:

Figura 12 – Comparativo de modelos de capitalização
 Comparação entre Capitalização a Juros Simples e Juros Compostos



Fonte: Os autores, 2024.

A escolha do modelo composto se baseia em sua aplicabilidade prática comumente observada no contexto real. Esse modelo é amplamente reconhecido e utilizado em diversos cenários financeiros, o que traz maior robustez à análise realizada neste trabalho.

3.4 Valor presente e valor futuro

Devido ao efeito do tempo, não é adequado realizar análises comparativas monetárias em tempos diferentes. Portanto, é imperativo trazer todas essas informações para um tempo comum. Todo o montante analisado será referenciado a data zero, a data inicial da análise. As definições a seguir, se apoiam no conceito de data zero:

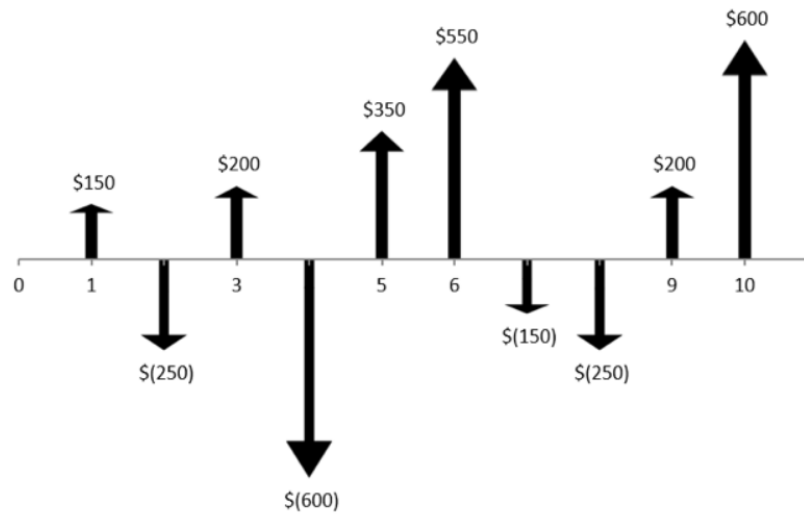
VP: Valor presente - é o valor na data zero, aplicado ou liquidado;

VF: Valor futuro - é o valor após a data zero, valor no qual deve ser considerado o custo do capital (juros).

3.5 Diagrama de fluxo de caixa e valor presente líquido

O diagrama de fluxo de caixa é uma ferramenta visual para compreender os fenômenos do capital em uma análise ao decorrer do tempo. A figura 13 fornece um exemplo de diagrama de fluxo de caixa.

Figura 13 – Exemplo de fluxo de caixa.



Fonte: Schmid, s. d. .

Toda mudança no montante total é considerada um fluxo, que nos traz os seguintes conceitos:

- Toda seta para cima é considerada um fluxo de caixa Positivo, indica qualquer recebimento de capital;
- Toda seta para baixo é considerada um fluxo de caixa Negativo, indica qualquer gasto de capital.

Além dessas informações, tem-se também em qual tempo ocorreu cada mudança de fluxo, que podem ser em meses, anos, etc., dependendo do escopo da análise. É importante ressaltar que, a priori, o fluxo em cada período considera apenas os eventos do mês analisado, a menos que se indique do contrário.

Com as informações de fluxos, tempos e taxa de juros, é possível realizar o cálculo do VPL - Valor presente líquido. O VPL é a diferença entre os valores presentes das entradas de caixa e saída de caixa ao longo do tempo, descontadas das taxas de juros. A importância deste indicador vem do fato de isso possibilitar nivelar todas as parcelas monetárias do estudo para o mesmo tempo, permitindo uma avaliação mais precisa da rentabilidade dos investimentos realizados.

A equação (13) descreve o cálculo, no qual os parâmetros abaixo são utilizados:

$$VPL = \sum \left[\frac{FC_t}{(1+i)^t} \right] - FC_0 \quad (13)$$

Em que

- n é número de iterações de acordo com o período utilizado (meses, anos);

- FC_t é a parcela de fluxo de caixa no tempo t ;
- i é a taxa de desconto (ao ano, ao mês);
- FC_0 é a parcela de fluxo de caixa no tempo zero;
- t é o período de tempo.

A variável n representa o número de períodos de tempo que a análise de fluxo de caixa considera, podendo ser expresso em meses, anos ou outra unidade de tempo relevante para o estudo, FC_t representa o valor do fluxo de caixa no período de tempo t podendo ser positivo (recebimentos) ou negativo (pagamentos), i representa o custo de capital ou taxa interna de retorno (TIR), que corresponde ao custo do capital ou da taxa esperada de retorno do investimento, utilizada para trazer as parcelas de fluxos de caixa ao tempo presente. É importante ressaltar que se deve casar a periodicidade da taxa de desconto com o período de atualização, para que o montante seja atualizado corretamente. FC_0 representa o fluxo de caixa no início do projeto, ou seja, no tempo zero.

É necessário identificar corretamente cada parcela de fluxo de caixa, se é positivo ou negativo e aplicar o sinal correspondente da parcela. Para cada mês, se aplica a iteração do somatório, considerando a taxa de desconto e o período no qual é aplicado. No mês zero, não há nenhum fator que altere o montante. Para se obter o valor final, se somam todas as parcelas calculadas e com isso, podemos avaliar quanto houve de lucro ou prejuízo de operação do ativo.

3.6 Custo de Aquisição (CAPEX) e Custo Operacional (OPEX)

O estudo do ciclo de vida de um ativo pode ser usado como ferramenta de apoio à tomada de decisão, ajudando a selecionar a alternativa mais rentável para a manutenção e renovação, e para programas de investimento de capital. A metodologia LCCA (*Life-cycle Cost Analysis*, ou Análise de Custo de Ciclo de Vida) contém conceitos tanto da engenharia econômica, dentre eles a matemática financeira, quanto da engenharia de confiabilidade, como a análise de confiabilidade. O Custo de Aquisição (CAPEX) e o Custo de Propriedade (OPEX) podem ser definidos por:

- Custo de Aquisição (CAPEX)

O Custo de Aquisição é todo o capital necessário para que um sistema, negócio ou serviço possa entrar em operação. Ele abrange diversas áreas, como gestão de projetos, documentações, visitas técnicas, entre outros. Ou seja, é o dinheiro gasto para comprar, atualizar ou melhorar um ativo fixo de uma empresa, porém é um gasto não recorrente, sendo considerado mais um investimento do que um gasto (MENDES, s.d.).

- Custo Operacional (OPEX)

O Custo Operacional é todo o capital necessário para a manutenção operacional de um sistema, negócio ou serviço durante seu ciclo de vida. Ele engloba tanto os gastos com operação, como materiais de consumo e energia, como os de manutenção, como ferramentas e treinamentos. Os gastos deste custo não resultam em ativos de capital, servindo para "operar" os negócios, como o nome sugere.

Na maioria dos casos, é simples identificar qual tipo de gasto é Capex e qual é Opex, mas isso pode ser mais difícil em alguns casos, como computadores em uma empresa de tecnologia, por exemplo. Fazem parte do gasto inicial, porém também é um gasto vital para a operação dos negócios da empresa. Em casos semelhantes a este, é importante ter uma análise mais cuidadosa e criteriosa.

Um exemplo destes custos seria uma indústria, que tem os seus custos iniciais para instalação, como máquinas, concretos e vigas para construção, materiais elétricos e hidráulicos, e assim por diante. O Custo de Aquisição abrange todos os custos até o início da operação dessa indústria. Dessa forma, todos os gastos posteriores podem ser considerados como Custo Operacional. Contas do local, material e mão de obra de manutenções, ferramentas e, se for o caso, custos de desativação, como desmontagem e transporte.

A tendência é que o custo de aquisição seja mais elevado que o custo operacional, por ser o custo para o início da operação de uma empresa. Porém, a tendência é de que, com o desenvolvimento tecnológico recorrente, é possível que o custo operacional assuma um peso maior, comparativamente ao custo de aquisição. De qualquer forma, os dados que os dois custos apresentam são essenciais para avaliar os gastos e investimentos de uma empresa.

3.7 Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI

O SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) é uma referência de custos brasileira voltada para obras e serviços de engenharia, sendo mantido pela CAIXA Econômica Federal e pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). A finalidade do SINAPI é divulgar e padronizar preços de insumos, sejam eles materiais, equipamentos ou mão de obra, e custos de composições de serviços utilizados em obras públicas e privadas.

As referências que o SINAPI utiliza vem, principalmente, de serviços recorrentes em obras públicas, com os dados utilizados como base vindo por levantamentos em campo, e também pelas informações disponibilizadas pelo Transferegov, ferramenta que para este caso é utilizada como fonte de dados de orçamentos de obras públicas, em todos os estados do território brasileiro. A precificação é atualizada mensalmente, e pode ser encontrada por meio do site da CAIXA, como indicado na figura 14.

Figura 14 – Site para aquisição dos relatórios mensais SINAPI.

caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/Paginas/default.aspx

Visão Geral O que é Metodologias Documentação Técnica Relatórios Mensais Consulta pública
Dúvidas e contribuições

Relatórios Mensais

Relatórios a partir de 2025

Alinhada ao disposto no Decreto nº 7.983/2013, a CAIXA disponibiliza os relatórios mensais em dois arquivos ZIP. Os relatórios em formato XLSX contêm: Relatório de Famílias e Coeficientes; Relatório de Manutenções; Relatório de Percentual de Mão de Obra em Composições; Relatórios de Insumos e Composições (todas as UF). Já os relatórios em formato PDF contêm: Relatório Analítico de Composições; Relatório de Custos de Composições; Relatório de Preços de Insumos.

[Consultar](#)

Relatórios até 2024

Selecione o Estado

Fonte: Caixa Econômica Federal, 2025.

Quando baixado, o sistema vem separado em duas partes: composições e insumos. A tabela de composições vem separada por grupos, e dentro de cada grupo tem uma especificação de descrição de composição, unidade de medida e custos. A figura 15 exemplifica a tabela de julho de 2025. Também é possível acessar o caderno técnico de cada grupo, que especifica as composições, seus itens específicos, características, equipamentos, critérios e ramificações.

Figura 15 – Exemplo de tabela de composições SINAPI.

CAIXA SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil		Página: 2 / 405				
RELATÓRIO DE CUSTOS DE COMPOSIÇÕES		Encargos sociais SEM desoneração: Hora: 116,37%	Mensalista: 72,50%			
Localidade: CURITIBA - PR		Encargos sociais COM desoneração: Hora: 93,45%	Mensalista: 54,20%			
		Mês de Referência: 07/2025				
		Data de emissão: 12/08/2025				
Código	Descrição da Composição	Unid.	Custo Total (R\$)			
			SEM desoneração	%AS	COM desoneração	%AS
Grupo Acessibilidade (clique para acessar o caderno técnico)						
104658	PISO PODOTÁTIL DE ALERTA OU DIRECIONAL, DE CONCRETO, ASSENTADO SOBRE ARGAMASSA. AF_03/2024	M2	144,14	-	139,63	-
105002	RAMPA DE ACESSIBILIDADE EM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, EM CALÇADA NOVA COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 3,00 M, FCK 25MPA, COM PISO PODOTÁTIL. AF_03/2024	UN	776,60	-	743,13	-
105004	RAMPA DE ACESSIBILIDADE EM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, EM CALÇADA NOVA COM LARGURA MENOR A 3,00 M, FCK 25MPA, COM PISO PODOTÁTIL. AF_03/2024	M2	133,35	-	127,55	-
105003	RAMPA DE ACESSIBILIDADE EM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, EM CALÇADA PRÉ EXISTENTE COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 3,00 M, FCK 25MPA, COM PISO PODOTÁTIL. AF_03/2024	UN	1.323,03	5%	1.256,42	5%
105005	RAMPA DE ACESSIBILIDADE EM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, EM CALÇADA PRÉ EXISTENTE COM LARGURA MENOR A 3,00 M, FCK 25MPA, COM PISO PODOTÁTIL. AF_03/2024	M2	234,53	5%	222,59	5%
105006	RAMPA DE ACESSIBILIDADE EM CONCRETO PRÉ MOLDADO, EM CALÇADA NOVA COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 3,00 M, FCK 25MPA, COM PISO PODOTÁTIL. AF_03/2024	UN	-	-	-	-
104999	RAMPA DE ACESSIBILIDADE EM CONCRETO PRÉ MOLDADO, EM CALÇADA PRÉ EXISTENTE COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 3,00 M, FCK 25MPA, COM PISO PODOTÁTIL. AF_03/2024	UN	-	-	-	-
105000	RAMPA DE ACESSIBILIDADE PARA ACESSO A EDIFICAÇÕES COM INCLINAÇÃO DE 8,33% EM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, COM LARGURA DE 1,20M, FCK 25MPA, NÃO ARMADA, COM JUNTA A CADA 2M COM CORTE À SECO. AF_03/2024	M	1.506,13	42%	1.450,12	44%
105001	RAMPA DE ACESSIBILIDADE PARA ACESSO A EDIFICAÇÕES COM INCLINAÇÃO DE 8,33% EM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, COM LARGURA DE 1,50M, FCK 25MPA, NÃO ARMADA, COM JUNTA A CADA 2M COM CORTE À SECO. AF_03/2024	M	1.535,63	41%	1.479,06	43%
Grupo Alvenaria Estrutural - Blocos Cerâmicos (clique para acessar o caderno técnico)						
89306	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X29, (ESPESSURA DE 14 CM), UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_03/2023	M2	108,55	-	103,53	-
89307	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X29, (ESPESSURA DE 14 CM), UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL. AF_03/2023	M2	111,16	-	105,98	-
89290	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X29, (ESPESSURA DE 14 CM), UTILIZANDO PALHETA E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_03/2023	M2	88,12	-	84,52	-
89291	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X29, (ESPESSURA DE 14 CM), UTILIZANDO PALHETA E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL. AF_03/2023	M2	90,07	-	86,34	-
89298	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X39, (ESPESSURA DE 14 CM), UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_03/2023	M2	91,83	-	88,09	-
89299	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X39, (ESPESSURA DE 14 CM), UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL. AF_03/2023	M2	94,17	-	90,29	-
89282	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X39, (ESPESSURA DE 14 CM), UTILIZANDO PALHETA E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_03/2023	M2	77,55	-	74,78	-
89283	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X39, (ESPESSURA DE 14 CM), UTILIZANDO PALHETA E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL. AF_03/2023	M2	79,30	-	76,42	-
Grupo Alvenaria Estrutural - Blocos de Concreto (clique para acessar o caderno técnico)						
89480	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X29 CM (ESPESSURA 14 CM), FBK = 14 MPA, UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO. AF_10/2022	M2	157,54	-	151,70	-
89464	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X29 CM (ESPESSURA 14 CM), FBK = 14,0 MPA, UTILIZANDO PALHETA. AF_10/2022	M2	132,27	-	128,16	-
89478	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X29 CM (ESPESSURA 14 CM), FBK = 4,5 MPA, UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO. AF_10/2022	M2	137,47	-	132,01	-
89462	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X29 CM (ESPESSURA 14 CM), FBK = 4,5 MPA, UTILIZANDO PALHETA. AF_10/2022	M2	113,70	-	109,87	-

Fonte: Caixa Econômica Federal, 2025.

A tabela de insumos possui informações sobre materiais, ferramentas e profissionais, com critérios de unidade de medida e preços para cada item, como indicado na figura 16. A partir destes itens, são preenchidos cadernos técnicos de cada atividade, essenciais para as composições comentadas anteriormente.

Figura 16 – Exemplo de tabela de insumos SINAPI.

Código Família		Coefficiente	Código Insumo	Descrição do Insumo	Unid.	Origem de Preço	Preços (R\$)	
							SEM desoneração	COM desoneração
036896		0,7364117	034381	JANELA MAXIM-AR, EM ALUMINIO PERFIL 25, 60 X 80 CM (A X L), ACABAMENTO BRANCO OU BRILHANTE, BATENTE DE 4 A 5 CM, COM VIDRO 4 MM, SEM QUARNICAO/ALIZAR	UN	CR	481,03	481,03
036896		1,4521645	044054	JANELA VENEZIANA DE COPRER, EM ALUMINIO PERFIL 25, 100 X 120 CM (A X L), 3 FLS (2 VENEZIANAS E 1 VIDRO), SEM BANDEIRA, ACABAMENTO BRANCO OU BRILHANTE, BATENTE DE 8 A 9 CM, COM VIDRO 4 MM, SEM QUARNICAO/ALIZAR	UN	CR	948,58	948,58
036896		1,9841269	044399	JANELA VENEZIANA DE COPRER, EM ALUMINIO PERFIL 25, 100 X 150 CM (A X L), 6 FLS (4 VENEZIANAS E 2 VIDROS), SEM BANDEIRA, ACABAMENTO BRANCO OU BRILHANTE, BATENTE DE 8 A 9 CM, COM VIDRO 4 MM, SEM QUARNICAO / ALIZAR	UN	CR	1.296,07	1.296,07
037370	1,0000000	037370	ALIMENTAÇÃO - HORISTA (COLETADO CAIXA - ENCARGOS COMPLEMENTARES)	H	C		4,76	4,76
037371	1,0000000	037371	TRANSPORTE - HORISTA (COLETADO CAIXA - ENCARGOS COMPLEMENTARES)	H	C		0,92	0,92
037372	1,0000000	037372	EXAMES - HORISTA (COLETADO CAIXA - ENCARGOS COMPLEMENTARES)	H	C		1,43	1,43
037373	1,0000000	037373	SEGURO - HORISTA (COLETADO CAIXA - ENCARGOS COMPLEMENTARES)	H	C		0,08	0,08
037458	1,0000000	037458	MANGUEIRA CRISTAL, LISA, PVC, TRANSPARENTE, 1/2" X 2 MM	M	C		6,80	6,80
037458	3,0361446	045226	BALDE DE PLASTICO CAPACIDADE 12 L	UN	CR		20,64	20,64
037458	2,4289157	038381	BANDEJA DE PINTURA PARA ROLO 28 CM	UN	CR		16,51	16,51
037458	2,2867470	038372	DESEMPENADEIRA PLASTICA LISA *14 X 27** CM	UN	CR		15,54	15,54
037458	1,34903976	038368	ESPATULA DE PLASTICO LISA, LARGURA *10** CM	UN	CR		9,17	9,17
037458	2,4578313	037461	MANGUEIRA CRISTAL TRANÇADA, PVC, COM REFORÇO, COM PRESSAO DE TRABALHO (PT) 250 LBS/POL2, DE 3/4" X *2,8** MM	M	CR		16,71	16,71
037458	4,3132530	037460	MANGUEIRA CRISTAL TRANÇADA, PVC, COM REFORÇO, PRESSAO DE TRABALHO (PT) 250 LBS/POL 2, DE 1" X *3,1** MM	M	CR		29,33	29,33
037458	0,3132530	037454	MANGUEIRA CRISTAL, LISA, PVC, TRANSPARENTE, 1/4" X 1 MM	M	CR		2,13	2,13
037458	0,5216867	037455	MANGUEIRA CRISTAL, LISA, PVC, TRANSPARENTE, 1/4" X 1,5 MM	M	CR		3,54	3,54
037458	1,6662651	037459	MANGUEIRA CRISTAL, LISA, PVC, TRANSPARENTE, 3/8" X 2 MM	M	CR		11,33	11,33
037458	0,5746988	037457	MANGUEIRA CRISTAL, LISA, PVC, TRANSPARENTE, 3/8" X 1,5 MM	M	CR		3,90	3,90
037458	0,3939759	037456	MANGUEIRA CRISTAL, LISA, PVC, TRANSPARENTE, 5/16" X 1 MM	M	CR		2,67	2,67
037458	2,6506024	020185	MANGUEIRA DE PVC, FLEXIVEL, TIPO FLAT / ACHATADA, D = 1 1/2" (40 MM), PARA CONDUCAO DE AGUA, SERVICOS LEVES E MEDIOS	M	CR		18,02	18,02
037458	2,9879518	044909	MANGUEIRA FLEXIVEL TRANSPARENTE COM ESPIRAL AZUL, EM PVC, DIAM. 1" (25 MM), PARA SERVICOS LEVES DE SUCCAO E DESCARGA	M	CR		20,31	20,31
037458	5,4963855	044115	MANGUEIRA FLEXIVEL TRANSPARENTE COM ESPIRAL AZUL, EM PVC, DIAM. 2" (50 MM), PARA SERVICOS LEVES DE SUCCAO E DESCARGA	M	CR		37,37	37,37
037458	18,0506024	044333	MANGUEIRA FLEXIVEL TRANSPARENTE COM ESPIRAL AZUL, EM PVC, DIAM. 4" (100 MM), PARA SERVICOS LEVES DE SUCCAO E DESCARGA	M	CR		122,74	122,74
037458	3,1662651	044907	MANGUEIRA PARA AR E AGUA DE PVC/BORRACHA, PRESSAO 300 PSI, DIAMETRO DE 1" POLLEGADA	M	CR		21,53	21,53
037458	2,9036145	020260	MANGUEIRA PARA GAS - GLP, PVC, TRANÇADA, DIAMETRO DE 3/8", COMPRIMENTO DE 1M (NORMATIZADA)	UN	CR		19,74	19,74
037458	7,5156627	038402	PA DE LIXO PLASTICA, CABO LONGO	UN	CR		51,10	51,10
037514	1,0000000	037514	MINICARREGADEIRA SOBRE RODAS, POTENCIA LIQUIDA DE *47* HP, CAPACIDADE NOMINAL DE OPERAÇÃO DE *260* KG	UN	-		-	-
037514	1,5432934	037519	MINICARREGADEIRA SOBRE RODAS, POTENCIA LIQUIDA DE *72* HP, CAPACIDADE NOMINAL DE OPERAÇÃO DE *1200* KG	UN	-		-	-
037514	1,5179935	037520	MINICAVADEIRA SOBRE ESTEIRAS, POTENCIA LIQUIDA DE *30* HP, PESO OPERACIONAL DE *3.500* KG	UN	-		-	-

Fonte: Caixa Econômica Federal, 2025.

Em resumo, os insumos são cada material/mão de obra necessários para uma atividade, e as composições são formadas por uma junção de insumos. Os dados de composições e insumos são atualizados mensalmente, e podem ser baixados por estado, o que auxilia na contextualização de cada localidade.

3.8 Síntese e conclusão do capítulo

Neste capítulo, foi possível conferir algumas ferramentas que serão utilizadas para a análise financeira do estudo como a Análise de Custo de Vida, Diagrama de Fluxo de Caixa, Capitalização composta e Valor Presente Líquido, além dos conceitos de Custo de Aquisição e Custo de Propriedade. Essas ferramentas e indicadores serão o alicerce da análise, que tem o objetivo de guiar o investidor a tomar a melhor decisão e maximizar seu retorno sobre o investimento. No contexto desse trabalho acadêmico, serão analisadas as eficiências das medidas de eficiência, utilizando esses métodos. Tais ferramentas são aplicadas na engenharia de diversas formas, principalmente em estudos de viabilidade técnica e econômica para auxílio na venda de produtos e para a gestão de investimentos na empresa.

Também foi abordada a Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, ou SINAPI, que cataloga diversos itens e mão-de-obra para facilitação de orçamentos, permitindo classificar e detalhar insumos sem perder a organização e possibilitando aumento da produtividade e economia na obra.

A competitividade das empresas impulsiona a busca por métodos que proporcionem vantagens distintas no mercado, seja através do aumento das vendas e entrada de capital, ou pela melhoria da gestão e operações para reduzir perdas. As ferramentas financeiras discutidas neste capítulo trazem uma base sólida para iniciar essas análises e facilitar a identificação de oportunidades estratégicas para se destacar e expandir no mercado.

No próximo capítulo, serão mostradas as metodologias para a elaboração dos dois projetos, tanto com normas base, quanto com medidas de eficiência energética. Também será mostrada a forma que será feita a análise financeira dentro desse contexto.

4 METODOLOGIA DOS PROJETOS

Neste capítulo, será explicada a metodologia que será aplicada aos projetos, com normas base e com medidas de eficiência energética. É importante salientar que os dois projetos serão focados no estudo luminotécnico e dimensionamento de condutores da instalação. Além dos projetos, será abordada a análise financeira e a comparação entre os dois projetos.

4.1 Projeto elétrico base

O primeiro projeto a ser elaborado será o projeto elétrico base, utilizando de base as normativas NBR 5410 e NBR/ISO 8995-1.

4.1.1 Estudo luminotécnico

Para o estudo luminotécnico, os parâmetros de refletâncias e pé-direito do forro serão os mesmos entre os projetos base e eficiente. O método de dimensionamento selecionado para o projeto base é o Método dos Lúmens.

Para a seleção dos equipamentos, foram adotadas luminárias fluorescentes. A planta utilizada neste estudo baseia-se em uma instalação real, na qual foram empregadas lâmpadas fluorescentes, uma vez que, à época de sua implantação, essa tecnologia era amplamente utilizada em aplicações dessa natureza e atendia aos requisitos técnicos então vigentes.

4.1.1.1 Método dos Lúmens

O Método dos Lúmens é um dos vários métodos disponíveis para o dimensionamento manual de luminárias em um ambiente, além do Método da Cavidade Zonal e do Método Ponto-a-Ponto. Este método foi selecionado devido à maior conveniência de aplicação em projeto.

De acordo com (CREDER, 2007), temos as seguintes etapas de aplicação do Método dos Lúmens:

- Seleção da Iluminância;
- Escolha da Luminária;
- Determinação do Índice do Local;
- Determinação do Coeficiente de Utilização;
- Determinação do Fator de Depreciação;
- Cálculo de Fluxo Total, Quantitativo de Luminárias e Espaçamento entre Luminárias.

a) Seleção de Iluminância: Devemos definir para qual nível lumínico estamos dimensionando os ambientes. Para isso, será consultada a norma vigente brasileira de iluminação, a NBR/ISO 8995-1:2013 - Iluminação de Ambientes de Trabalho. No Capítulo 5 da norma, está disposta uma tabela com os níveis lumínicos, ou Iluminância Mantida - \overline{Em} em lux, de acordo com a atividade exercida.

b) Escolha da Luminária: Foram escolhidas luminárias de acordo com a tipologia de ambiente de projeto e que possuam as informações técnicas necessárias, principalmente a Tabela de Fator de Utilização, para ser possível aplicar este método.

c) Determinação do Índice do Local - K : Para cada ambiente, será realizado o cálculo de seu índice, de acordo com os parâmetros da equação (14):

$$K = \frac{LC}{h(L + C)} \quad (14)$$

Em que

- K é o índice do espaço, ou índice local, ou fator K, adimensional;
- L é a largura do espaço, em metros;
- C é o comprimento do espaço, em metros;
- h é a altura entre a luminária e o plano de trabalho, em metros;

d) Determinação do Coeficiente de Utilização - Fu : Com o fator K do ambiente calculado, devemos também levantar as refletâncias das superfícies do ambiente de forro, parede e chão (percentuais) para poder cruzar essas informações com a tabela de Fator de Utilização, fornecida pelo fabricante.

e) Determinação do Fator de Depreciação - Fd : O Fator de Depreciação, também chamado de Fator de Manutenção, é um fator de projeto que leva em consideração a redução de fluxo lumínico de acordo com a operação da luminária ao longo de sua vida útil. É definido de acordo com as seguintes características, de acordo com a norma NBR 8995:

- $FMFL$ - Fator de manutenção do fluxo luminoso, depreciação do fluxo luminoso da luminária, pelo efeito do tempo de uso;
- FSL - Fator de sobrevivência da lâmpada, efeito de falha por envelhecimento da lâmpada, pelo efeito do tempo de uso;
- FML - Fator de manutenção da lâmpada, efeito da sujeira na luminária, reduzindo o fluxo disponível;
- $FMSS$ - Fator de manutenção das superfícies das salas, efeito da sujeira no ambiente, reduzindo as refletâncias das superfícies no ambiente.

Para a determinação do fator de manutenção, serão consideradas as tabelas 18, 19 e 20, retiradas do material de aula de (WALENIA, 2010), baseadas nas tabelas da normativa CIE 97:

Tabela 18 – Fator depreciação do fluxo luminoso da lâmpada (FMFL) e fator de sobrevivência da lâmpada (FSL)

Tipo	Vida útil estimada	FMFL	FSL
Fluorescente tubular	12000	0,90	0,97
Fluorescente compacta	10000	0,79	0,98
Halógena	2500	0,95	0,50
Vapor de Mercúrio	20000	0,76	0,50
Vapor Metálico (50/150W)	12000	0,56	0,50
Vapor de Sódio de alta pressão	30000	0,90	0,50
LED	50000	0,90	1,00

Fonte: Walenia, 2010.

Tabela 19 – Fator de Manutenção da Luminária (FML)

Período de manutenção	1 ano				2 anos				3 anos			
	ML	L	N	S	ML	L	N	S	ML	L	N	S
Sem proteção para as lâmpadas	0,96	0,93	0,89	0,83	0,94	0,89	0,84	0,78	0,92	0,85	0,79	0,73
Fechada IP00	0,94	0,89	0,81	0,75	0,91	0,8	0,69	0,59	0,87	0,74	0,61	0,52
Fechada IP2X	0,94	0,88	0,82	0,77	0,91	0,83	0,77	0,71	0,89	0,79	0,73	0,65
Protegida contra poeira - IP5X	0,96	0,94	0,9	0,86	0,93	0,91	0,86	0,81	0,92	0,9	0,84	0,79

Fonte: Walenia, 2010.

Tabela 20 – Fator de Manutenção das Superfícies da Sala (FMSS)

Refletâncias Teto/parede/piso	Ambiente	FMSS
80% / 70% / 20%	Muito limpo	0,96
	Limpo	0,92
	Normal	0,86
	Sujo	0,80
80% / 50% / 20%	Muito limpo	0,97
	Limpo	0,94
	Normal	0,9
	Sujo	0,85
70% / 50% / 20%	Muito limpo	0,97
	Limpo	0,95
	Normal	0,91
	Sujo	0,86
70% / 30% / 20%	Muito limpo	0,98
	Limpo	0,96
	Normal	0,94
	Sujo	0,91
50% / 30% / 20%	Muito limpo	0,99
	Limpo	0,97
	Normal	0,95
	Sujo	0,92

Fonte: Walenia, 2010.

Tendo esses valores, o fator de manutenção pode ser calculado de acordo com a equação (15) :

$$Fd = MF = FMFL * FSL * FML * FMSS \quad (15)$$

f) Cálculo de Fluxo Total, Quantitativo de Luminárias e Espaçamento entre Luminárias: Com todas as informações dos itens anteriores em mãos, podemos aplicar a equação (16) para determinar o fluxo total do ambiente.

$$\phi = \frac{EmS}{FuFd} \quad (16)$$

- ϕ é o fluxo total calculado para o ambiente de estudo, em lumens;
- Em é o requisito de iluminância do ambiente de acordo com a NBR 8995, em lux;
- S é a área do ambiente, em metros quadrados;
- Fu é o fator de utilização do ambiente, adimensional;
- Fd é o fator de depreciação do ambiente, adimensional.

E podemos utilizar a equação (17) para determinar o quantitativo das luminárias nesse ambiente.

$$n = \frac{\phi}{\varphi} \quad (17)$$

- n é o número de luminárias calculado para o ambiente, em lumens;
- ϕ é o fluxo total calculado, em lumens;
- φ é o fluxo unitário por lâmpada, em lúmens.

É importante notar que o fluxo que deve ser utilizado é o fluxo útil da luminária, se disponível a informação.

Tendo a quantidade de luminárias em sala, devemos distribuí-las de forma a deixar o ambiente mais homogêneo possível. Se for necessário, completar com mais luminárias. Repetimos este processo para todos os ambientes de escopo deste trabalho.

Para o dimensionamento base, não será considerado o critério de ofuscamento (UGR).

4.1.2 Disposição de quadros elétricos

A disposição dos quadros elétricos será feita de forma a separar as cargas (iluminação e tomadas de uso comum) em dois setores do andar comercial, além de um quadro estabilizado, no qual as cargas essenciais ou sensíveis serão conectadas ao *nobreak*, para que os equipamentos sigam energizados mesmo após um evento de falta de energia até a atuação do gerador de energia da edificação. Desta forma, foi feita uma separação em três quadros elétricos:

- Quadro Elétrico Superior;
- Quadro Elétrico Inferior;
- Quadro Estabilizado.

Esta separação também será seguida para o projeto elétrico eficiente, somente com alterações das posições dos quadros, por conta do método baricentro citado na NBR 16819. Serão calculados também os disjuntores das cargas, para incluir os custos dos quadros na análise financeira.

4.1.3 Dimensionamento de condutores

Antes do dimensionamento de condutores em si, é necessário uma distribuição de tomadas e definição de eletrodutos/eletrocalhas/perfilados, para que se tenha a análise de fatores necessários para o dimensionamento sejam estabelecidos. Além destes fatores, a localização dos quadros de distribuição também se faz necessária para o cálculo das distâncias.

Para a distribuição e o dimensionamento de tomadas, foram analisados a cada caso, conforme orientado pela NBR 5410. Para melhor contextualização das utilizações dos pontos de tomada, é essencial lembrar que o andar comercial é de um setor jurídico de um banco. Portanto, exceto em banheiros e áreas comuns, em que vão existir pontos padrões (secador de mão em banheiros, e geladeiras, microondas, filtros e cafeteira nas copas), os usos de tomada são abordados de acordo com o contexto citado. Neste caso, serão dimensionadas, principalmente, tomadas para computadores, em sua maioria no piso. Também terão tomadas para copiadoras e televisões em salas de reunião, assim como tomadas de uso geral, de acordo com o perímetro da área escolhida.

As potências dos equipamentos serão definidas de acordo com pesquisas on-line de equipamentos que se encaixam neste contexto.

Os quadros de distribuição serão separados em dois setores do andar comercial, além da sala estabilizada, que terá um quadro específico. O Quadro Superior terá Salas de Conferência e Reuniões, além da Administração de Bens e uma das áreas comuns. O Quadro Inferior abrange o restante do andar, exceto a sala estabilizada, que terá um quadro individualizado, alimentado pelo nobreak localizado dentro dela.

Após a distribuição dos quadros, será feito o dimensionamento dos perfilados/eletrocalhas. Estes serão utilizados para acomodar mais cabos, visto que necessitaria de eletrodutos com uma bitola não usual, o que faz com que seja inviável tanto financeiramente quanto tecnicamente.

O dimensionamento dos cabos será feito considerando os fatores abordados no tópico 2.1.3: fator de correção de condutores carregados, fator de correção de temperatura, e fator de correção por resistividade térmica, além dos métodos de referência tabelados.

4.2 Projeto elétrico eficiente

O projeto elétrico eficiente utilizará como referências as normas NBR 15920, NBR 16819 e ASHRAE 90.1, visando a eficiência energética dos sistemas.

4.2.1 Estudo luminotécnico

Para o projeto luminotécnico eficiente, será utilizado o critério de dimensionamento de potência espaço-por-espaço, como definido na norma ASHRAE 90.1-2010. A utilização dessa edição da norma, embora não corresponda à versão mais recente, justifica-se pela necessidade de manter compatibilidade com a base normativa empregada pelo Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), utilizado no âmbito do Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações (PBE

Edifica). No que se refere aos critérios de densidade de potência de iluminação, a ASHRAE 90.1-2010 constitui a referência para a definição do nível A das Tabelas 16 e 17.

Será realizada a aplicação desse método, como demonstrado no item 2.5.2.1. Serão utilizados os dados das áreas dos ambientes e os ambientes serão classificados conforme a tabela do método espaço-por-espaço para definir as potências-alvo nesses espaços. Neste estudo, será definida uma meta de redução de potência global de 50% em relação a ASHRAE 90.1-2010.

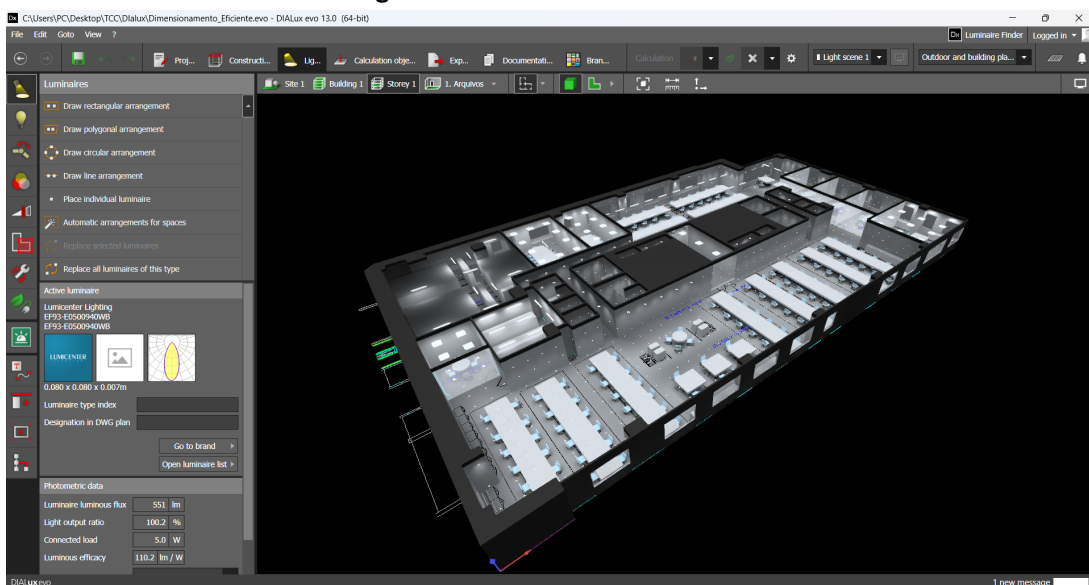
Para os critérios qualitativos de projeto, serão considerados os mesmos níveis lumínicos (lux) da classificação da norma NBR 8995 e também os índices de ofuscamento (UGR) por ambiente. Esses níveis de iluminância e ofuscamento serão validados via simulação luminotécnica, pelo software DIALux.

4.2.1.1 DIALux evo

O software gratuito DIALux evo foi concebido pela empresa alemã DIAL (Instituto Alemão para Tecnologia de Iluminação Aplicada). O instituto, fundado em 1989, lançou a primeira versão do software em 1994, consolidando seu lugar como um dos softwares mais sólidos utilizados para simulações luminotécnicas do mercado.

Neste software é possível realizar simulações de iluminação interna e externa, indicar níveis lumínicos, cálculos de ofuscamento, consumo energético e renderização dos ambientes para uma conferência visual de projeto, conforme ilustrado na Figura 17.

Figura 17 – Software DIALux evo



Fonte: Os Autores, 2026.

Pode ser utilizada uma licença gratuita deste software, desde que os fornecedores das fotometrias de luminárias utilizadas nas simulações sejam parceiros da DIAL. Caso se deseje

utilizar luminárias de fornecedores não-parceiros, é necessário adquirir uma licença para incluir estas luminárias nas simulações.

Nas simulações realizadas nesta monografia, serão utilizadas apenas luminárias fornecidas no Brasil, de empresas parceiras, permitindo a licença *freeware*. Será utilizada a versão 13.0 para realizar as simulações.

4.2.2 Disposição de quadros elétricos

Utilizando como referência o método apresentado na NBR 16819, os quadros elétricos do andar comercial serão distribuídos de acordo com a potência e a coordenada do ponto analisado, fazendo uso do método baricentro. Tendo as potências e as coordenadas, é possível somar o total delas de cada área, e, ao dividir uma pela outra, com as coordenadas divididas em X e Y, é possível definir uma posição ideal do quadro daquele setor.

Assim como no projeto elétrico base, os quadros elétricos serão distribuídos em três áreas:

- Quadro Elétrico Superior;
- Quadro Elétrico Inferior;
- Quadro Estabilizado.

Assim como no estudo base, serão calculados também os disjuntores das cargas, com o fim de incluir os custos dos quadros na análise financeira.

4.2.3 Dimensionamento de condutores

Os passos do dimensionamento eficiente serão semelhantes aos do estudo base, porém abordando aspectos das NBR 15920 e 16819. O dimensionamento de tomadas permanecerá o mesmo, pelo projeto tratar das diferenças de dimensionamento de cabos somente. Portanto, a abordagem diferente será no dimensionamento de cabos e, possivelmente, de eletrocalhas/-perfilados.

Seguindo a NBR 16819, o posicionamento dos quadros de distribuição também será diferente em comparação ao projeto base, visto que a norma orienta a utilizar o método baricentro para o posicionamento destes quadros. Portanto, será analisada a posição de acordo com o centro de cargas de cada área correspondente ao quadro.

Para o dimensionamento dos cabos, será calculada a seção econômica ótima a partir da equação 9 abordada na seção 2.2.2, que abrange variáveis como carga máxima do cabo, resistividade do condutor, coeficiente de temperatura da resistividade, temperatura do condutor, seção do condutor, entre outras.

O projeto terá foco na parte de estudos de luminotécnica e dimensionamento de condutores da instalação predial, para não sair do escopo da engenharia elétrica, não abordando questões de envoltória e condicionamento de ar.

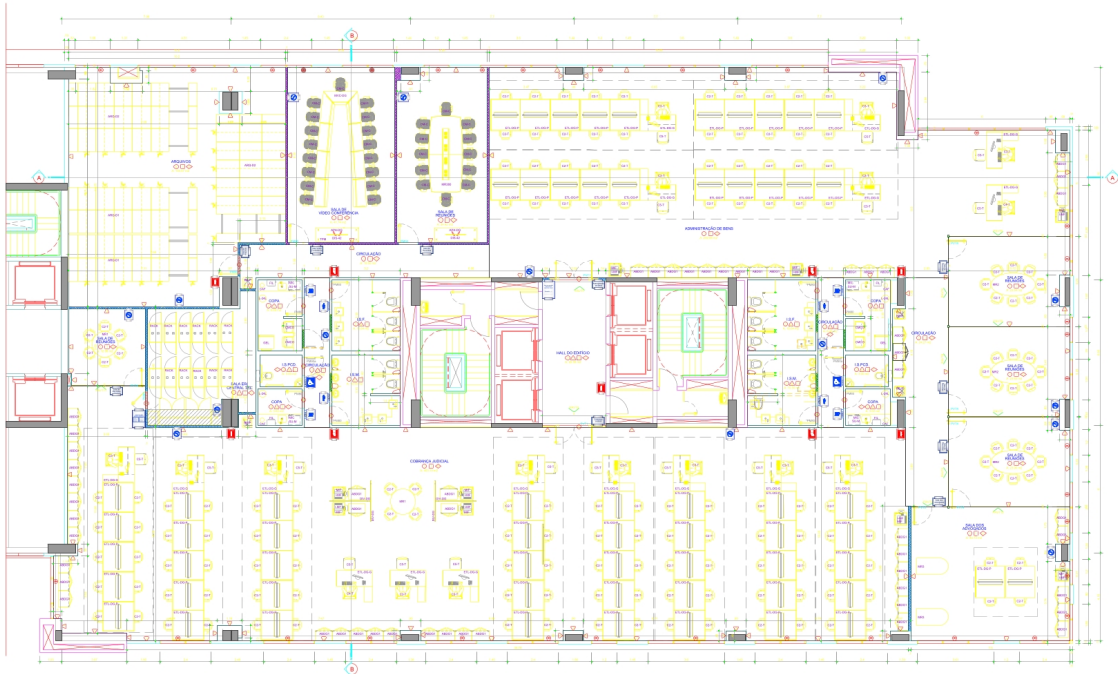
5 ELABORAÇÃO DOS PROJETOS

5.1 Parâmetros gerais do projeto

5.1.1 Planta selecionada

O andar comercial selecionado para o estudo é o de um setor jurídico de um banco. A planta baixa do andar selecionado pode ser visto na Figura 18.

Figura 18 – Planta baixa do setor jurídico do banco.



Fonte: Os Autores, 2026.

5.1.2 Levantamento de áreas

Para o dimensionamento de projeto luminotécnico, foi realizado um levantamento de dados relativos as áreas e espaços da planta, que definimos por levantamento de áreas. Os espaços foram separados de acordo com a tipologia geral do ambiente, utilizando as linhas médias das paredes como condição limite. Na Figura 19, há um exemplo do bloco levantado dentro do software AutoCAD, utilizado nesse processo.

Figura 19 – Representação em CAD do Levantamento de áreas



Fonte: Os Autores, 2026.

Em cada bloco, temos os dados do número de identificação (em verde), área do ambiente (em rosa) e nome do ambiente (em amarelo). Todos os dados foram compilados em planilha e serão utilizados nos processos de dimensionamento de projeto luminotécnico, que serão descritos em seus itens específicos.

5.1.3 Potência dos pontos de tomada

Os pontos de tomada considerados serão os mesmos para ambos projetos. As potências consideradas para os pontos de tomada dos interruptores foram de 100VA, mesma potência de pontos de tomada de uso geral em cômodos maiores. O critério utilizado para a escolha de potências específicas será através de pesquisas on-line de equipamentos normalmente utilizados em escritórios:

- Impressora: 320W;
- Microondas: 1.400W (220V);
- Geladeira: 250W;
- Cafeteira: 600W;
- Aspirador de pó: 600W;
- Filtro de água: 75W;

- Bebedouro: 350W;
- Computador: 250W;
- Secador de mão: 1.000W (220V);
- Nobreak: 10.000W.

5.2 Projeto base

5.2.1 Projeto luminotécnico base

O primeiro processo realizado para o projeto é um levantamento de informações da planta disponível. Foi utilizado o software AutoCAD para manipular a planta, normalizando a escala. Foram criadas polilinhas com blocos para agregar as informações dos ambientes como número, tag e área. As polilinhas separam os ambientes e caso passem por paredes, elas devem passar pela linha média dessas paredes, salvo nos casos das paredes mais externas, nas quais são consideradas a linha mais externa da parede. Um exemplo está indicado na Figura 20. Não foram consideradas as escadas da planta do projeto, para simplificação da simulação.

Figura 20 – CAD - Exemplo de ambiente



Fonte: Os Autores, 2025.

Posicionando todas as polilinhas para os ambientes do escopo, atualizamos os blocos do desenho e extraímos esses dados em um arquivo .txt. Este arquivo foi incorporado em uma planilha eletrônica, na qual servirá para registrar os equipamentos e dimensionamentos luminotécnicos deste projeto. O software utilizado para manipular a planilha é o Microsoft Excel, como demonstrado na Figura 21.

Figura 21 – Planilha eletrônica de informações - Excel

Nº	Nome do Ambiente	Área (m²)	Classificação ASHRAE	ASHRAE DPI (W/m²)	9905 - Classificacao	Eneq(tuoz)	ASHRAE UPL	50% ASHRAE	Potencia de projeto	Reducao	Custo total	L01	L02	L03	L04	L05	L06	
1	ARQUIVOS	114,16	Storage	6,8 1	Deposito	100 200	770	385	175	57% RS	-	-	-	-	-	-	-	
2	SALA VIDEOCONFERENCIA	43,4	Conference/Meeting/Multipurpose	13,2 22	Escritórios	500	573	289	259	55% RS	-	-	-	-	-	-	-	
3	SALA REUNIOES	36,58	Conference/Meeting/Multipurpose	13,2 22	Escritórios	500	483	241	238	51% RS	-	6	-	-	-	-	8	
4	ADM DE SEUS	241,45	Office - Open Plan	10,5 25	Escritórios	500	3535	1269	1034	59% RS	-	4	18	73	23	-	-	
5	CIRCULACAO	19,78	Corridor/Transition	7,1 1	Áreas de circulação e corredores	100	140	70	63	55% RS	-	-	7	-	-	-	-	
6	SALA DE REUNIOES	14,72	Conference/Meeting/Multipurpose	13,2 22	Escritórios	500	194	97	104	46% RS	-	-	-	-	-	-	4	
7	SALA CENTRALTEL	28,98	Electrical/Mechanical	10,2 1	Estufas, sala dos disjuntores	200	296	148	140	55% RS	-	-	-	-	-	-	-	
8	COPA	7,64	Dining Area	7 1	Refectorio/ Canteinas	200	53	27	27	50% RS	-	-	3	3	-	-	-	
9	BWC	3,65	Restrooms	10,5 1	Vestibulos, banheiros, toaletes	200	38	19	15	61% RS	-	-	3	-	-	-	-	
10	COPA	3,99	Dining Area	7 1	Refectorio/ Canteinas	200	28	14	15	46% RS	-	-	-	-	-	-	-	
11	CIRCULACAO	9,02	Corridor/Transition	7,1 1	Áreas de circulação e corredores	100	64	32	27	58% RS	-	-	-	3	-	-	-	
12	BWC	11,54	Restrooms	10,5 1	Vestibulos, banheiros, toaletes	200	121	61	60	50% RS	-	-	12	-	-	-	-	
13	BWC	11,5	Restrooms	10,5 1	Vestibulos, banheiros, toaletes	200	121	60	60	50% RS	-	-	12	-	-	-	-	
14	DML	3,8	Storage	6,8 1	Deposito	100 200	26	13	10	61% RS	-	-	2	-	-	-	-	
15	ANTECAMARA	6,48	Corridor/Transition	7,1 1	Áreas de circulação e corredores	100	46	23	18	61% RS	-	-	-	2	-	-	-	
17	HALL ELEVADORES	22,14	Corridor/Transition	7,1 1	Áreas de circulação e corredores	100	157	79	79	52% RS	-	-	-	-	-	-	-	
19	ANTECAMARA	6,45	Corridor/Transition	7,1 1	Áreas de circulação e corredores	100	46	23	18	61% RS	-	-	-	2	2	-	-	
20	DML	3,78	Storage	6,8 1	Deposito	100 200	26	13	10	61% RS	-	-	-	2	-	-	-	
21	BWC	11,54	Restrooms	10,5 1	Vestibulos, banheiros, toaletes	200	121	61	60	50% RS	-	-	12	-	-	-	-	
22	BWC	11,5	Restrooms	10,5 1	Vestibulos, banheiros, toaletes	200	121	60	60	50% RS	-	-	12	-	-	-	-	
23	CIRCULACAO	9,02	Corridor/Transition	7,1 1	Áreas de circulação e corredores	100	64	32	27	58% RS	-	-	-	3	-	-	-	
24	COPA	7,58	Dining Area	7 1	Refectorio/ Canteinas	200	53	28	27	48% RS	-	-	-	-	-	-	3	
25	BWC	3,99	Restrooms	10,5 1	Vestibulos, banheiros, toaletes	200	38	19	15	60% RS	-	-	-	3	-	-	-	
26	COPA	3,95	Dining Area	7 1	Refectorio/ Canteinas	200	28	14	15	46% RS	-	-	-	-	-	-	3	
27	CIRCULACAO	24,57	Corridor/Transition	7,1 1	Áreas de circulação e corredores	100	174	87	54	58% RS	-	-	-	-	-	-	6	
28	SALA DE REUNIAO	24,83	Conference/Meeting/Multipurpose	13,2 22	Escritórios	500	329	164	144	58% RS	-	-	-	-	-	-	24	
29	SALA DE REUNIAO	24,8	Conference/Meeting/Multipurpose	13,2 22	Escritórios	500	327	164	144	59% RS	-	-	-	-	-	-	24	
30	SALA DE REUNIAO	24,78	Conference/Meeting/Multipurpose	13,2 22	Escritórios	500	327	163	144	58% RS	-	-	-	-	-	-	24	
31	COBRANCA JUDICIAL	415,51	Office - Open Plan	10,5 25	Escritórios	500	4363	2181	2232	49% RS	-	9	9	351	-	-	-	
32	SALA DOS ADVOGADOS	49,17	Conference/Meeting/Multipurpose	13,2 22	Escritórios	500	642	321	312	52% RS	-	-	-	-	-	-	-	12
							12316	6158	6582	55% RS	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Os Autores, 2026.

Para o projeto base, registramos as informações de área, largura, comprimento das salas e a altura entre a luminária instalada e o plano de tarefa do ambiente. Para salas nas quais o formato não seja quadrado, foram realizadas aproximações, considerando a maior dimensão de largura e a maior dimensão de comprimento.

Foi realizada a classificação dos ambientes para definir o nível lumínico de projeto, como demonstrado na Tabela 21 Com essas informações, é realizado o cálculo do fator K, como indicado na Equação (14).

Tabela 21 – Dimensionamento luminotécnico - Requisitos

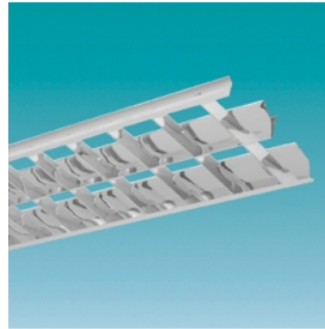
Tag	Ambiente	Classificação NBR 8995	Nível lumínico (lux)
1	ARQUIVOS	1. Depósito	100
2	SALA VIDEOCONFERENCIA	22. Escritórios	500
3	SALA REUNIOES	22. Escritórios	500
4	ADM. DE BENS	22. Escritórios	500
5	CIRCULACAO	1. Areas de circulação e corredores	100
6	SALA DE REUNIOES	22. Escritórios	500
7	SALA CENTRAL TEL.	1. Estufas, sala dos disjuntores	200
8	COPA	1. Refeitório/ Cantinas	200
9	BWC	1. Vestiários, banheiros, toaletes	200
10	COPA	1. Refeitório/ Cantinas	200
11	CIRCULACAO	1. Areas de circulação e corredores	100
12	BWC	1. Vestiários, banheiros, toaletes	200
13	BWC	1. Vestiários, banheiros, toaletes	200
14	DML	1. Depósito	100
15	ANTECAMARA	1. Areas de circulação e corredores	100
17	HALL ELEVADORES	1. Areas de circulação e corredores	100
19	ANTECAMARA	1. Areas de circulação e corredores	100
20	DML	1. Depósito	100
21	BWC	1. Vestiários, banheiros, toaletes	200
22	BWC	1. Vestiários, banheiros, toaletes	200
23	CIRCULACAO	1. Areas de circulação e corredores	100
24	COPA	1. Refeitório/ Cantinas	200
25	BWC	1. Vestiários, banheiros, toaletes	200
26	COPA	1. Refeitório/ Cantinas	200
27	CIRCULACAO	1. Areas de circulação e corredores	100
28	SALA DE REUNIAO	22. Escritórios	500
29	SALA DE REUNIAO	22. Escritórios	500
30	SALA DE REUNIAO	22. Escritórios	500
31	COBRANCA JUDICIAL	22. Escritórios	500
32	SALA DOS ADVOGADOS	22. Escritórios	500

Fonte: Os Autores, 2026.

Para as refletâncias de projeto, tanto para o projeto base quanto o projeto eficiente, foram definidas as refletâncias *LRV - Light Reflectance Values*, ou *VRL - Valores de Refletância da Luz* de 70% para forro, 35% para paredes e 20% para chão. Essas refletâncias foram definidas com o propósito de deixar uma margem para uso de cores mais ampla, simulando um caso real, como no caso de uso da paleta de cores da marca ou o uso de certos acabamentos em madeira.

Com as informações do fator *K* e refletâncias de ambientes, foram selecionadas luminárias em uma seleção de catálogos da Philips datados da década de 2000. Foram selecionados dois modelos de luminárias: *TBS 050/C5 [2x32W]* para os ambientes que se priorizam o conforto visual como escritórios e salas de reunião, possuindo refletores com aletas em alumínio, e a *TBS 020-RA [2x16W]* para os demais ambientes, priorizando a eficiência do fluxo lumínico. Os modelos são como indicados nas Figuras 22 e 23.

Figura 22 – Philips - TBS 050/C5 [2x32W]



C5 - Refletores Parabólicos contínuos (não facetados) em alumínio anodizado, polido e brilhante e aletas parabólicas em alumínio anodizado, polido e brilhante. Este sistema caracteriza-se pelo alto conforto visual. É ideal para áreas de alta demanda visual, tarefas complexas ou onde o uso de computadores é freqüente, como um escritório.

Fonte: Philips, 2002.

Figura 23 – Philips - TBS 020/RA [2x16W]



Refletor aberto (sem aletas) em alumínio anodizado, polido e brilhante. Este sistema caracteriza-se pelo altíssimo rendimento. É ideal para áreas de baixa demanda visual, tarefas simples ou onde o uso de computadores não é freqüente.

Fonte: Philips, 2002.

Para as fontes luminosas, foram selecionadas lâmpadas fluorescentes da Philips com potências compatíveis para cada luminária. Para o modelo TBS 050/C5, 2x unidades de TLDRS32W-CO-25 (32W, 2350lm) e para o modelo TBS 020-RA, 2x unidades de TLDRS16W-CO-25 (16W, 1070lm).

É realizado o dimensionamento do Fator de Manutenção conforme as tabelas 18, 19, 20 e a equação 15. Os resultados estão indicados conforme a tabela 22.

Tabela 22 – Fator de Depreciação - Método dos Lumens

Fator e parâmetro	Resultado
FMFL - Fluorescente tubular	0,90
FSL - Fluorescente tubular	0,97
FML - 1 ano, normal, sem proteção	0,89
FMSS - Refletâncias 70%/30%/20%, normal	0,94
Fd - Fator de depreciação	0,74

Fonte: Os Autores, 2026.

Foi considerado um período de manutenção de 7.500h de operação, quase casando com a vida útil das luminárias fluorescentes selecionadas (8.000h e 12.000h) e uma altura de instalação das luminárias em forro, a 2,77m.

Realizando o processo de dimensionamento, aplicando as Equações (16) e (17) e realizando os ajustes para manter a homogeneidade em projeto, temos como indicado na tabela 23, a definição de quantitativos das luminárias por ambiente pelo método dos lúmens, com uma potência instalada total final de 22.240W.

Tabela 23 – Dimensionamento luminotécnico - Método dos Lúmens

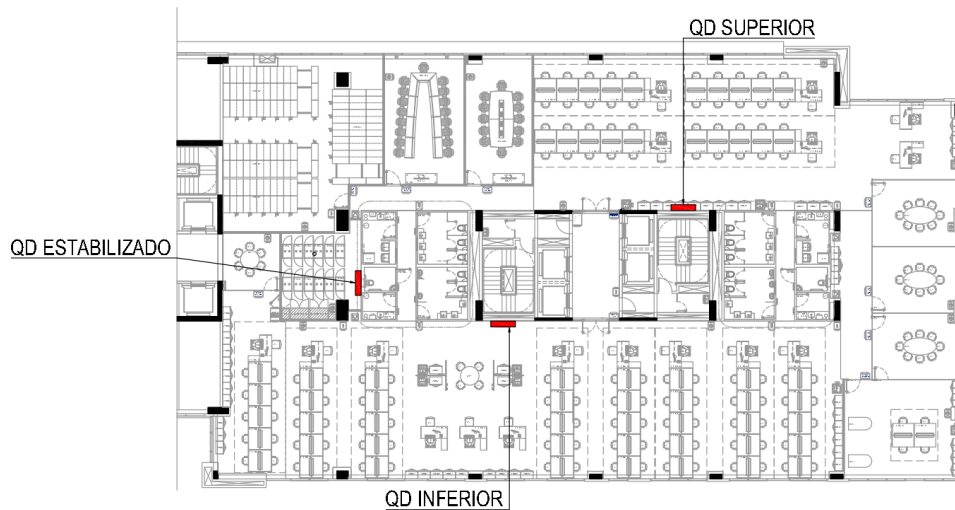
Tag	Ambiente	Modelo	Quantitativo	Potência instalada (W)
1	ARQUIVOS	TBS 020-RA	12	384
2	SALA VIDEOCONFERENCIA	TBS 050/C5	16	1024
3	SALA REUNIOES	TBS 050/C5	14	896
4	ADM. DE BENS	TBS 050/C5	52	3328
5	CIRCULACAO	TBS 020-RA	4	128
6	SALA DE REUNIOES	TBS 050/C5	8	512
7	SALA CENTRAL TEL.	TBS 020-RA	8	256
8	COPA	TBS 020-RA	3	96
9	BWC	TBS 020-RA	2	64
10	COPA	TBS 020-RA	2	64
11	CIRCULACAO	TBS 020-RA	2	64
12	BWC	TBS 020-RA	6	192
13	BWC	TBS 020-RA	6	192
14	DML	TBS 020-RA	1	32
15	ANTECAMARA	TBS 020-RA	2	64
17	HALL ELEVADORES	TBS 020-RA	4	128
19	ANTECAMARA	TBS 020-RA	2	64
20	DML	TBS 020-RA	1	32
21	BWC	TBS 020-RA	5	160
22	BWC	TBS 020-RA	5	160
23	CIRCULACAO	TBS 020-RA	2	64
24	COPA	TBS 020-RA	3	96
25	BWC	TBS 020-RA	2	64
26	COPA	TBS 050/C5	2	64
27	CIRCULACAO	TBS 020-RA	5	160
28	SALA DE REUNIAO	TBS 050/C5	12	768
29	SALA DE REUNIAO	TBS 050/C5	12	768
30	SALA DE REUNIAO	TBS 050/C5	12	768
31	COBRANCA JUDICIAL	TBS 050/C5	168	10752
32	SALA DOS ADVOGADOS	TBS 050/C5	14	896
Potência instalada total [W]				22240

Fonte: Os Autores, 2026.

5.2.2 Disposição de quadros elétricos

Para o projeto base, os quadros elétricos foram distribuídos de forma a não atrapalhar o fluxo de pessoas do andar comercial, em posições, preferencialmente, próximas a pilares. As posições dos quadros podem ser vistas na Figura 24.

Figura 24 – Posições dos quadros elétricos para o projeto base.



Fonte: Os Autores, 2026.

5.2.3 Distribuição dos circuitos elétricos

Os circuitos elétricos do projeto base foram distribuídos dentro de cada quadro de distribuição como mostrados das tabelas 24 a 26.

Tabela 24 – Quadro 1 - Área Superior - Projeto Base.

ID	Circuito	Tensão (V)	Ligação	Potência (W)
C.1	DJ - Geral Superior	220	Trifásico	39804
C.1.1	Iluminação Depósito/Circulação	127	Monofásico	576
C.1.2	Ilum. Videoconferência	127	Monofásico	1024
C.1.3	Ilum. Sala de Reunião Superior	127	Monofásico	1024
C.1.4	Ilum. Adm Bens 1	127	Monofásico	456
C.1.5	Ilum. Adm Bens 2	127	Monofásico	456
C.1.6	Ilum. Adm Bens 3	127	Monofásico	456
C.1.7	Ilum. Adm Bens 4	127	Monofásico	456
C.1.8	Ilum. Adm Bens 5	127	Monofásico	456
C.1.9	Ilum. Adm Bens 6	127	Monofásico	456
C.1.10	Ilum. Adm Bens 7	127	Monofásico	456
C.1.11	Ilum. Adm Bens 8	127	Monofásico	456
C.1.12	Ilum. Salas Reunião 1	127	Monofásico	768
C.1.13	Ilum. Salas Reunião 2	127	Monofásico	832
C.1.14	Ilum. Salas Reunião 3	127	Monofásico	832
C.1.15	Ilum. Salas Reunião 4 / Comum 2	127	Monofásico	1216
C.1.16	TUGs Videoconf./Sala Reunião	127	Monofásico	1200
C.1.17	Tomadas Computador Sala Videoconferência 1	127	Monofásico	1250
C.1.18	Tomadas Computador Sala Videoconferência 2	127	Monofásico	1000
C.1.19	Tomadas Computador Sala de Reunião Superior	127	Monofásico	1000
C.1.20	Tomadas Estação 1.1	127	Monofásico	1500
C.1.21	Tomadas Estação 1.2	127	Monofásico	1250
C.1.22	Tomadas Estação 2.1	127	Monofásico	1500
C.1.23	Tomadas Estação 2.2	127	Monofásico	1250
C.1.24	Tomadas Estação 3.1	127	Monofásico	1500
C.1.25	Tomadas Estação 3.2	127	Monofásico	1250
C.1.26	Tomadas Estação 4.1 / Mesas	127	Monofásico	2000
C.1.27	Tomadas Estação 4.2	127	Monofásico	1250
C.1.28	TUG's Adm Bens/Corredor	127	Monofásico	1000
C.1.29	Impressoras Superior	127	Monofásico	960
C.1.30	Tomadas Computadores 1 Sala Reunião	127	Monofásico	1000
C.1.31	Tomadas Computadores 2 Sala Reunião	127	Monofásico	1500
C.1.32	TUG's Salas de Reunião	127	Monofásico	1100
C.1.33	Tomadas Corredor/Sala de Advogados	127	Monofásico	1220
C.1.34	Iluminação Área Comum 2	127	Monofásico	704
C.1.35	Secadores de mão 2	220	Bifásico	3000
C.1.36	Microondas 2	220	Bifásico	1400
C.1.37	Cafeteira e filtro d'água 2	127	Monofásico	700
C.1.38	Geladeira 2	127	Monofásico	250
C.1.39	TUG's Área Comum 2	127	Monofásico	700
C.1.40	Reserva	127	Monofásico	100
C.1.41	Reserva	127	Monofásico	100
C.1.42	Reserva	127	Monofásico	100
C.1.43	Reserva	127	Monofásico	100

Fonte: Os Autores, 2026.

Tabela 25 – Quadro 2 - Área Inferior - Projeto Base.

ID	Circuito	Tensão (V)	Ligação	Potência (W)
C.2	DJ - Geral Cobrança Judicial	220	Trifásico	49794
C.2.1	Iluminação Sala Reunião Inferior	127	Monofásico	640
C.2.2	Iluminação Cobrança Judicial 1	127	Monofásico	1152
C.2.3	Iluminação Cobrança Judicial 2	127	Monofásico	1152
C.2.4	Iluminação Cobrança Judicial 3	127	Monofásico	1152
C.2.5	Iluminação Cobrança Judicial 4	127	Monofásico	960
C.2.6	Iluminação Cobrança Judicial 5	127	Monofásico	1152
C.2.7	Iluminação Cobrança Judicial 6	127	Monofásico	960
C.2.8	Iluminação Cobrança Judicial 7	127	Monofásico	1152
C.2.9	Iluminação Cobrança Judicial 8	127	Monofásico	960
C.2.10	Iluminação Cobrança Judicial 9	127	Monofásico	1152
C.2.11	Iluminação Cobrança Judicial 10	127	Monofásico	960
C.2.12	Iluminação Cobrança Judicial 11	127	Monofásico	960
C.2.13	Iluminação Área Comum 1	127	Monofásico	704
C.2.14	Iluminação Corredor Central	127	Monofásico	320
C.2.15	TUG's e Bebedouro Cobrança Judicial	127	Monofásico	1450
C.2.16	Tomadas Posto Estações 1.1	127	Monofásico	1500
C.2.17	Tomadas Posto Estações 1.2	127	Monofásico	1250
C.2.18	Tomadas Posto Estações 2.1	127	Monofásico	1500
C.2.19	Tomadas Posto Estações 2.2	127	Monofásico	1250
C.2.20	Tomadas Posto Estações 3.1	127	Monofásico	1500
C.2.21	Tomadas Posto Estações 3.2	127	Monofásico	1250
C.2.22	Tomadas Estações Centrais	127	Monofásico	1200
C.2.23	Tomadas Posto Estações 4.1	127	Monofásico	1500
C.2.24	Tomadas Posto Estações 4.2	127	Monofásico	1250
C.2.25	Tomadas Posto Estações 5.1	127	Monofásico	1500
C.2.26	Tomadas Posto Estações 5.2	127	Monofásico	1250
C.2.27	Tomadas Posto Estações 6.1	127	Monofásico	1500
C.2.28	Tomadas Posto Estações 6.2	127	Monofásico	1250
C.2.29	Tomadas Posto Estações 7.1	127	Monofásico	1500
C.2.30	Tomadas Posto Estações 7.2	127	Monofásico	1250
C.2.31	Tomadas Posto Estações 8.1	127	Monofásico	1500
C.2.32	Tomadas Posto Estações 8.2	127	Monofásico	1250
C.2.33	Impressora	127	Monofásico	1280
C.2.34	Secadores de mão 1	220	Bifásico	3000
C.2.35	Microondas 1	220	Bifásico	1400
C.2.36	Cafeteira e filtro d'água 1	127	Monofásico	700
C.2.37	Geladeira 1	127	Monofásico	250
C.2.38	TUG's Área Comum 1	127	Monofásico	700
C.2.39	Nobreak	220	Trifásico	1688
C.2.40	TUGs Corredor Central	127	Monofásico	500
C.2.41	Reserva	127	Monofásico	1500
C.2.42	Reserva	127	Monofásico	250
C.2.43	Reserva	127	Monofásico	250
C.2.44	Reserva	127	Monofásico	250

Tabela 26 – Quadro 3 - Estabilizado - Projeto Base.

ID	Circuito	Tensão (V)	Ligação	Potência (W)
C.3	DJ - Geral	220	Trifásico	5488
C.3.1	Iluminação Estabilizado	127	Monofásico	288
C.3.2	TUG Estabilizado	127	Monofásico	600
C.3.3	Racks Fileira 01	127	Monofásico	300
C.3.4	Racks Fileira 02	127	Monofásico	300
C.3.5	Reserva	127	Monofásico	100
C.3.6	Reserva	127	Monofásico	100

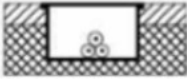


Fonte: Os Autores, 2026.

5.2.4 Dimensionamento de condutores

O dimensionamento de condutores foi feito de acordo com a norma NBR 5410, conforme explanado na seção 2.1.3, considerando critérios de capacidade de condução de corrente do condutor, queda de tensão, e proteções contra sobrecargas, curto-circuito e choques elétricos.

Também será levado em consideração as potências dos pontos de tomada de acordo com a seção 4.1.3, além das potências dos pontos de iluminação definidos no projeto lumino-técnico. Serão utilizados dois métodos de instalação dos cabos: cabos unipolares em canaleta fechada embutida no piso (33, método de instalação B1), e cabos em eletrocalha ou perfilado suspenso (35, método de instalação B1), conforme pode ser visto na tabela adaptada 27.

Tabela 27 – Tipos de linhas elétricas.

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência
33		Condutores isolados ou cabos unipolares em canaleta fechada embutida no piso	B1
34		Cabo multipolar em canaleta fechada embutida no piso	B2
35		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletrocalha ou perfilado suspenso(o)	B1

Fonte: Adaptado de NBR 5410, 2004.

Todos os cabos considerados para o projeto são de cobre, com isolamento EPR devido à sua temperatura de operação máxima, ampacidade superior em comparação com o PVC, com isso permitindo otimizar o dimensionamento de condutores em função da quantidade de

circuitos envolvidos. Portanto, será utilizada a tabela 28 abaixo, referenciada da NBR 5410, para obter a capacidade de condução de corrente.

Tabela 28 – Tabela com capacidade de condução de corrente para os métodos A1, A2, B1, B2, C e D para condutores com isolamento em EPR ou XLPE

Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33 da (NBR - 5410)											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
0,5	10	9	10	9	12	10	11	10	12	11	14	12
0,75	12	11	12	11	15	13	15	13	16	14	18	15
1	15	13	14	13	18	16	17	15	19	17	21	17
1,5	19	17	18,5	16,5	23	20	22	19,5	24	22	26	22
2,5	26	23	25	22	31	28	30	26	33	30	34	29
4	35	31	33	30	42	37	40	35	45	40	44	37
6	45	40	42	38	54	48	51	44	58	52	56	46
10	61	54	57	51	75	66	69	60	80	71	73	61

Fonte: Adaptado de NBR 5410, 2004.

Para os cálculos de capacidade de condução corrigida dos condutores, foi utilizada a seguinte equação (18):

$$I_c = I_b * F_t * F_a \quad (18)$$

onde:

- I_b é a capacidade de condução de corrente do condutor, conforme demonstrado na tabela 28;
- F_t é o fator de correção para temperatura ambiente;
- F_a é o fator de agrupamento dos circuitos, conforme referenciado na tabela 2.

A tabela resumida com as potências, tensões, correntes, métodos de instalação e referência, além do cabo escolhido para cada circuito, pode ser visto nas Tabelas 29, 30 e 31.

Tabela 29 – Circuitos Quadro 1 - Superior.

ID	Circuito	Tensão (V)	Potência (W)	Corrente Nominal (A)	Método de Instalação	Método de Referência	Seção Cond. (mm²)
C.1	DJ - Geral Superior	220	39804	104,5	B1	33	25
C.1.1	Iluminação Depósito/Circulação	127	576	4,54	B1	35	2,5
C.1.2	Ilum. Videoconferência	127	1024	8,06	B1	35	4
C.1.3	Ilum. Sala de Reunião Superior	127	1024	8,06	B1	35	4
C.1.4	Ilum. Adm Bens 1	127	456	3,59	B1	35	2,5
C.1.5	Ilum. Adm Bens 2	127	456	3,59	B1	35	2,5
C.1.6	Ilum. Adm Bens 3	127	456	3,59	B1	35	2,5
C.1.7	Ilum. Adm Bens 4	127	456	3,59	B1	35	4
C.1.8	Ilum. Adm Bens 5	127	456	3,59	B1	35	4
C.1.9	Ilum. Adm Bens 6	127	456	3,59	B1	35	4
C.1.10	Ilum. Adm Bens 7	127	456	3,59	B1	35	4
C.1.11	Ilum. Adm Bens 8	127	456	3,59	B1	35	4
C.1.12	Ilum. Salas Reunião 1	127	768	6,05	B1	35	2,5
C.1.13	Ilum. Salas Reunião 2	127	832	6,55	B1	35	4
C.1.14	Ilum. Salas Reunião 3	127	832	6,55	B1	35	4
C.1.15	Ilum. Salas Reunião 4 / Comum 2	127	1216	9,57	B1	35	4
C.1.16	TUGs Videoconf./Sala Reunião	127	1200	9,45	B1	33	4
C.1.17	Tomadas Computador Sala Videoconferência 1	127	1250	9,84	B1	33	2,5
C.1.18	Tomadas Computador Sala Videoconferência 2	127	1000	7,87	B1	33	2,5
C.1.19	Tomadas Computador Sala de Reunião Superior	127	1000	7,87	B1	33	2,5
C.1.20	Tomadas Estação 1.1	127	1500	11,81	B1	33	2,5
C.1.21	Tomadas Estação 1.2	127	1250	9,84	B1	33	2,5
C.1.22	Tomadas Estação 2.1	127	1500	11,81	B1	33	2,5
C.1.23	Tomadas Estação 2.2	127	1250	9,84	B1	33	2,5
C.1.24	Tomadas Estação 3.1	127	1500	11,81	B1	33	2,5
C.1.25	Tomadas Estação 3.2	127	1250	9,84	B1	33	2,5
C.1.26	Tomadas Estação 4.1 / Mesas	127	2000	15,75	B1	33	2,5
C.1.27	Tomadas Estação 4.2	127	1250	9,84	B1	33	2,5
C.1.28	TUG's Adm Bens/Corredor	127	1000	7,87	B1	33	2,5
C.1.29	Impressoras Superior	127	960	7,56	B1	35	2,5
C.1.30	Tomadas Computadores 1 Sala Reunião	127	1000	7,87	B1	33	2,5
C.1.31	Tomadas Computadores 2 Sala Reunião	127	1500	11,81	B1	33	4
C.1.32	TUG's Salas de Reunião	127	1100	8,66	B1	35	4
C.1.33	Tomadas Corredor/Sala de Advogados	127	1220	9,61	B1	35	4
C.1.34	Iluminação Área Comum 2	127	704	5,54	B1	35	2,5
C.1.35	Secadores de mão 2	220	3000	13,64	B1	33	2,5
C.1.36	Microondas 2	220	1400	6,36	B1	33	2,5
C.1.37	Cafeteira e filtro d'água 2	127	700	5,51	B1	33	2,5
C.1.38	Geladeira 2	127	250	1,97	B1	33	2,5
C.1.39	TUG's Área Comum 2	127	700	5,51	B1	35	2,5
C.1.40	Reserva	127	100	0,79	B1	35	2,5
C.1.41	Reserva	127	100	0,79	B1	35	2,5
C.1.42	Reserva	127	100	0,79	B1	35	2,5
C.1.43	Reserva	127	100	0,79	B1	35	2,5

Fonte: Os Autores, 2026.

Tabela 30 – Circuitos Quadro 2 - Inferior.

ID	Circuito	Tensão (V)	Potência (W)	Corrente Nominal (A)	Método de Instalação	Método de Referência	Seção Cond. (mm ²)
C.2	DJ - Geral Cobrança Judicial	220	49794	130,7	B1	33	70
C.2.1	Iluminação Sala Reunião Inferior	127	640	5,04	B1	35	1,5
C.2.2	Iluminação Cobrança Judicial 1	127	1152	9,07	B1	35	2,5
C.2.3	Iluminação Cobrança Judicial 2	127	1152	9,07	B1	35	2,5
C.2.4	Iluminação Cobrança Judicial 3	127	1152	9,07	B1	35	2,5
C.2.5	Iluminação Cobrança Judicial 4	127	960	7,56	B1	35	2,5
C.2.6	Iluminação Cobrança Judicial 5	127	1152	9,07	B1	35	2,5
C.2.7	Iluminação Cobrança Judicial 6	127	960	7,56	B1	35	2,5
C.2.8	Iluminação Cobrança Judicial 7	127	1152	9,07	B1	35	2,5
C.2.9	Iluminação Cobrança Judicial 8	127	960	7,56	B1	35	2,5
C.2.10	Iluminação Cobrança Judicial 9	127	1152	9,07	B1	35	2,5
C.2.11	Iluminação Cobrança Judicial 10	127	960	7,56	B1	35	2,5
C.2.12	Iluminação Cobrança Judicial 11	127	960	7,56	B1	35	2,5
C.2.13	Iluminação Área Comum 1	127	704	5,54	B1	35	2,5
C.2.14	Iluminação Corredor Central	127	320	2,52	B1	35	1,5
C.2.15	TUG's e Bebedouro Cobrança Judicial	127	1450	11,42	B1	35	2,5
C.2.16	Tomadas Posto Estações 1.1	127	1500	11,81	B1	33	2,5
C.2.17	Tomadas Posto Estações 1.2	127	1250	9,84	B1	33	2,5
C.2.18	Tomadas Posto Estações 2.1	127	1500	11,81	B1	33	2,5
C.2.19	Tomadas Posto Estações 2.2	127	1250	9,84	B1	33	2,5
C.2.20	Tomadas Posto Estações 3.1	127	1500	11,81	B1	33	2,5
C.2.21	Tomadas Posto Estações 3.2	127	1250	9,84	B1	33	2,5
C.2.22	Tomadas Estações Centrais	127	1200	9,45	B1	33	2,5
C.2.23	Tomadas Posto Estações 4.1	127	1500	11,81	B1	33	2,5
C.2.24	Tomadas Posto Estações 4.2	127	1250	9,84	B1	33	2,5
C.2.25	Tomadas Posto Estações 5.1	127	1500	11,81	B1	33	2,5
C.2.26	Tomadas Posto Estações 5.2	127	1250	9,84	B1	33	2,5
C.2.27	Tomadas Posto Estações 6.1	127	1500	11,81	B1	33	2,5
C.2.28	Tomadas Posto Estações 6.2	127	1250	9,84	B1	33	2,5
C.2.29	Tomadas Posto Estações 7.1	127	1500	11,81	B1	33	2,5
C.2.30	Tomadas Posto Estações 7.2	127	1250	9,84	B1	33	2,5
C.2.31	Tomadas Posto Estações 8.1	127	1500	11,81	B1	33	2,5
C.2.32	Tomadas Posto Estações 8.2	127	1250	9,84	B1	33	2,5
C.2.33	Impressora	127	1280	10,08	B1	33	2,5
C.2.34	Secadores de mão 1	220	3000	13,64	B1	33	4
C.2.35	Microondas 1	220	1400	6,36	B1	33	2,5
C.2.36	Cafeteira e filtro d'água 1	127	700	5,51	B1	33	4
C.2.37	Geladeira 1	127	250	1,97	B1	33	2,5
C.2.38	TUG's Área Comum 1	127	700	5,51	B1	33	2,5
C.2.39	Nobreak	220	1688	4,43	B1	35	6
C.2.40	TUGs Corredor Central	127	500	3,94	B1	33	2,5
C.2.41	Reserva	127	1500	11,81	B1	33	10
C.2.42	Reserva	127	250	1,97	B1	33	2,5
C.2.43	Reserva	127	250	1,97	B1	33	2,5
C.2.44	Reserva	127	250	1,97	B1	33	10

Fonte: Os Autores, 2026.

Tabela 31 – Circuitos Quadro 3 - Estabilizado.

ID	Circuito	Tensão (V)	Potência (W)	Corrente Nominal (A)	Método de Instalação	Método de Referência	Seção Cond. (mm ²)
C.3	DJ - Geral	220	5488	14,4	B1	33	10
C.3.1	Iluminação Estabilizado	127	288	2,27	B1	35	2,5
C.3.2	TUG Estabilizado	127	600	4,72	B1	35	2,5
C.3.3	Racks Fileira 01	127	300	2,36	B1	35	4
C.3.4	Racks Fileira 02	127	300	2,36	B1	35	4
C.3.5	Reserva	127	100	0,79	B1	35	2,5
C.3.6	Reserva	127	100	0,79	B1	35	2,5

Fonte: Os Autores, 2026.

5.3 Projeto eficiente

5.3.1 Projeto luminotécnico eficiente

Para o projeto eficiente, foi criada uma modelagem dos ambientes no software DialuxEVO, considerando as mesmas refletâncias de projeto base (70/35/20%) e um pé direito de 3,07 metros. Com este pé direito, foi considerado um forro, deixando a distância entre forro e

chão base de 2,77 metros de altura para a grande maioria dos os ambientes, salvo indicações na tabela de resultados. Também foram consideradas as divisórias em vidro de projeto e layout dos móveis recebidos em planta de projeto.

As luminárias foram selecionadas conforme os requisitos específicos para cada ambiente, visando atingir os requisitos de iluminância, ofuscamento e uniformidade definidos de acordo com a norma NBR 8995 e também não ultrapassando 50% da densidade de potência como definida pela ASHRAE 90.1-2010, com o fator de manutenção definido em de acordo com a tabela 33 .

A validação de nível lumínico foi realizada de acordo com os métodos descritos no Anexo A da norma, considerando uma altura de malha de 0,75m para os ambientes que possuem suas áreas de tarefa nas mesas e na altura de piso para os ambientes de circulação. Foi desconsiderada uma faixa marginal de 0,50m de largura até a parede nas malhas de cálculo. Nos casos de ambientes de baixa largura como corredores, a faixa marginal foi reduzida para readequar o cálculo.

Dependendo do ambiente, a malha foi dimensionada em cima das áreas de tarefa presentes ou o ambiente inteiro foi considerado como área de tarefa.

A uniformidade mínima definida em projeto, sendo a razão entre a iluminância mínima e a iluminância média do ambiente, foi definida em 0,60 como sugerido no Anexo A da norma NBR 8995, para garantir a qualidade de projeto.









O UGR foi calculado pela ferramenta de simulação, definindo uma malha no ambiente ou posicionando pontos nos locais onde se esperam que ocupantes realizem as atividades dos ambientes. Os cálculos são realizados na altura de 1,20m, esta sendo a altura típica de um adulto sentado no nível do olho, considerando um passo de 15°, em uma amplitude de 360° dos pontos. Para cada ambiente, será apresentado o pior cenário do indicador.

Foram selecionados modelos de luminárias da Lumicenter, variando entre modelos como painéis de led embutidos, embutidos recuados, embutidos lineares, e pendentes lineares, adequando a tipologia de luminária empregada de acordo com a necessidade de iluminação de cada ambiente.

Para os ambientes de escritórios, foram priorizadas luminárias com índice de ofuscamento baixo (<19, <16) para atender aos cálculos de UGR para os ocupantes.

A Tabela 32 apresenta os dados técnicos das luminárias consideradas para o estudo.

Tabela 32 – Dimensionamento eficiente - Luminárias

Modelo	Marca	Potência [W]	Fluxo [lm]	IRC	Vida útil L70 [h]
	EF93-E0500940WB	6,5	550	90	50000
	EF42-E11100840	9	1020	80	50000
	EF92-E3LED940AB	8	605	90	50000
	LLC32-P2000840AB	18	2480	80	70000
	EHT43-E3000840	26	3110	80	50000
	LLC22-S1000840AB	9	1260	80	70000
	LCN02-S2000830	17,5	2450	80	70000
	LHT43-E3000840	25	3400	80	70000

Fonte: Lumicenter, 2025.

É realizado o dimensionamento do Fator de Manutenção para o projeto eficiente conforme as tabelas 18, 19, 20 e a equação 15. Os resultados estão indicados conforme a tabela 33.

Tabela 33 – Fator de Depreciação - Simulação

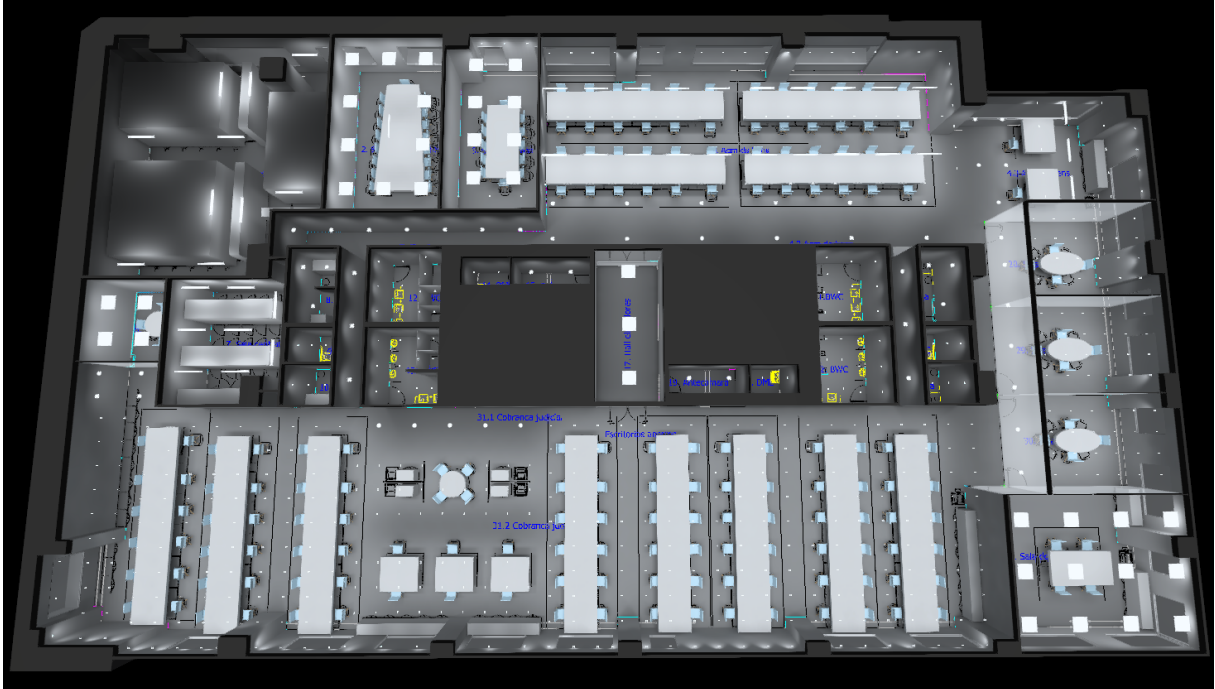
Fator e parâmetro	Resultado
FMFL - LED	0,90
FSL - LED	1,00
FML - 1 ano, normal, IP2X	0,82
FMSS - Refletâncias 70%/30%/20%, normal	0,94
Fd - Fator de depreciação	0,70

Fonte: Os Autores, 2026.

As diferenças de tecnologia da fonte luminosa e índice de proteção das luminárias causou uma redução no fator geral calculado, de 0,74 (caso base) para 0,70 (eficiente).

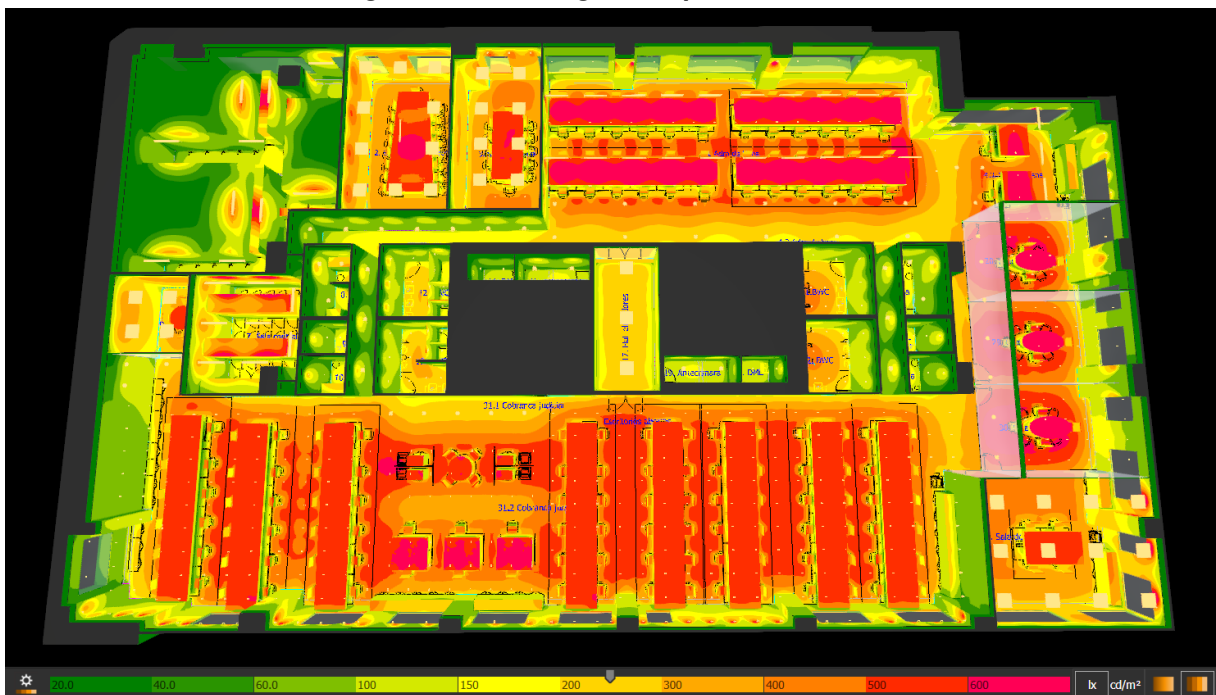
Nas Figuras 25, 26, 27 e 28 temos algumas imagens da simulação realizada, em conjunto com a escala de false color em lux empregada no estudo.

Figura 25 – Modelagem - Topo

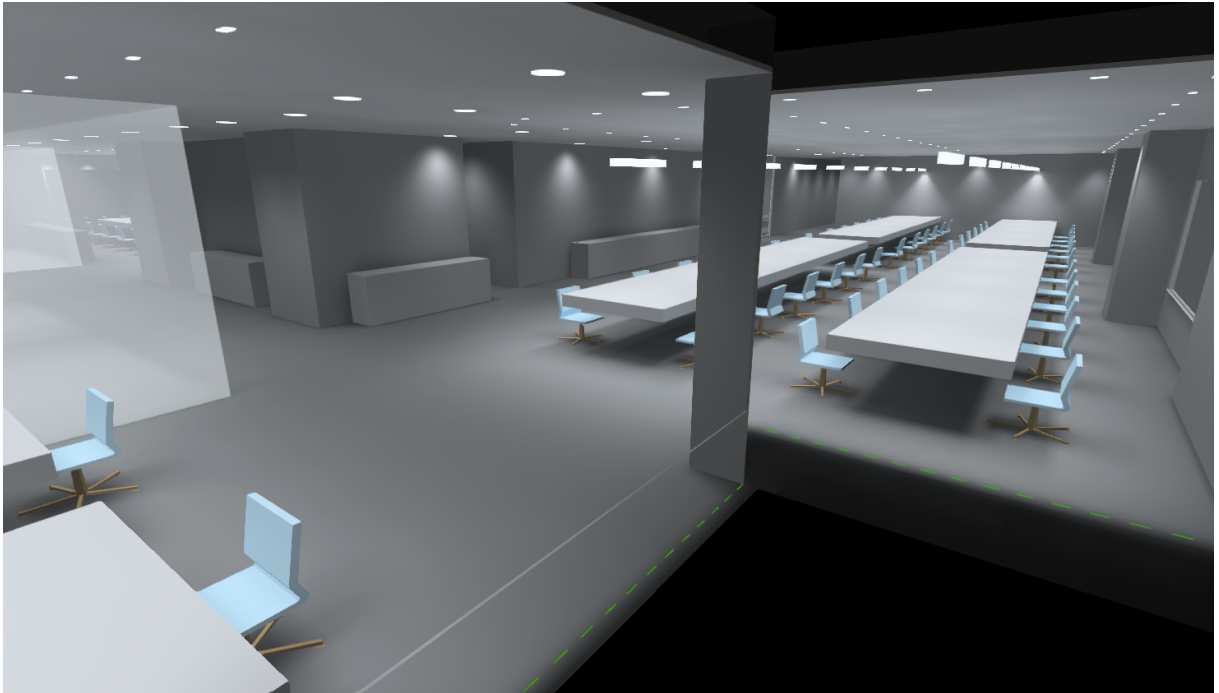


Fonte: Os Autores, 2026.

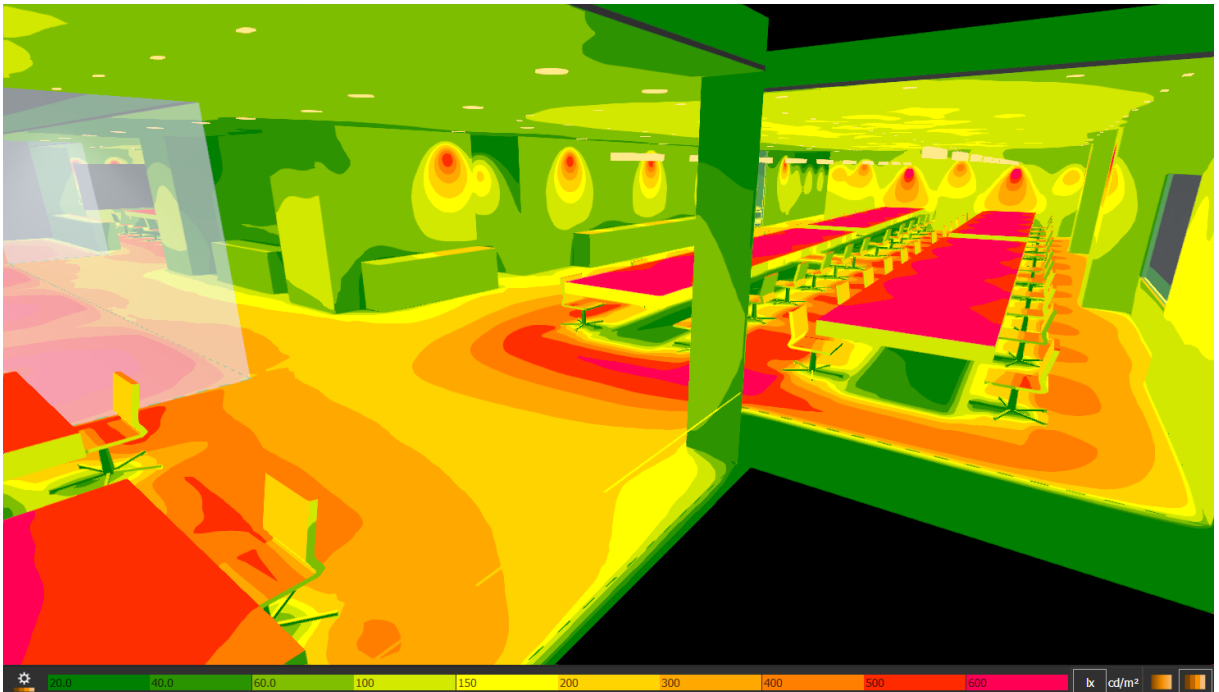
Figura 26 – Modelagem - Topo, False colors



Fonte: Os Autores, 2026.

Figura 27 – Modelagem - ADM Bens

Fonte: Os Autores, 2026.

Figura 28 – Modelagem - ADM Bens, False colors

Fonte: Os Autores, 2026.

Na Tabela 34, temos os parâmetros de simulação, confirmando o atendimento aos níveis lumínicos e critérios de ofuscamento propostos em projeto.

Tabela 34 – Dimensionamento luminotécnico - Simulação por Dialux, Resultados

ID	Ambiente	8995 Emed [lux]	Sim. Emed [lux]	8995 UGR	Simul. UGR	Simul. Unif.	Altura de Forro
1	ARQUIVOS	100	121	25	21,3	0,65	2,77
2	SALA VIDEOCONFERENCIA	500	549	19	18,4	0,78	2,77
3	SALA REUNIOES	500	518	19	18,1	0,95	2,77
4	ADM. DE BENS	500	563	19	17,0	0,79	2,77
5	CIRCULACAO	100	162	28	20,2	0,72	2,77
6	SALA DE REUNIOES	500	506	19	17,4	0,72	2,77
7	SALA CENTRAL TEL.	200	204	25	20,0	0,74	2,67
8/24	COPA	200	214	22	18,1	0,64	2,77
9/25	BWC	200	205	25	21,0	0,84	2,47
10/26	COPA	200	250	22	19,6	0,74	2,77
11/23	CIRCULACAO	100	120	28	20,6	0,86	
12/21	BWC	200	249	25	19,8	0,66	2,77
13/22	BWC	200	276	25	19,5	0,61	2,77
14/20	DML	100	174	25	19,4	0,82	2,77
15/19	ANTECAMARA	100	116	28	17,9	0,74	2,77
17	HALL ELEVADORES	100	213	28	18,8	0,82	2,77
27	CIRCULACAO	100	207	28	17,2	0,65	2,77
28	SALA DE REUNIAO	500	577	19	17,3	0,98	2,77
29	SALA DE REUNIAO	500	578	19	16,3	0,98	2,77
30	SALA DE REUNIAO	500	605	19	15,5	0,97	2,77
31	COBRANCA JUDICIAL	500	496	19	18,9	0,80	2,30
32	SALA DOS ADVOGADOS	500	509	19	17,7	0,92	2,67

Fonte: Os Autores, 2026.

Há alguns ambientes na parte central da planta que são espelhados e se repetem em planta, e estão indicados com duas tags de identificação na Tabela anterior.

Após validar todos os parâmetros de projeto em simulação, temos as seguintes potências por ambiente, na Tabela 35:

Tabela 35 – Dimensionamento luminotécnico - Simulação por Dialux, Potências

ID	Ambiente	Classificação ASHRAE 90.1 2010	ASHRAE DPI [W/m ²]	Potência meta [W]	Potência instalada [W]
1	ARQUIVOS	Storage	6,80	388	175
2	SALA VIDEOCONFERENCIA	Conf./Meet./Mult.	13,2	286	268
3	SALA REUNIOES	Conf./Meet./Mult.	13,2	241	238
4	ADM. DE BENS	Office - Open Plan	10,5	1267	1034
5	CIRCULACAO	Corridor/Transition	7,1	70	63
6	SALA DE REUNIOES	Conf./Meet./Mult.	13,2	97	109
7	SALA CENTRAL TEL.	Electrical/Mechanical	10,2	147	140
8	COPA	Dining Area	7,0	26	27
9	BWC	Restrooms	10,5	19	15
10	COPA	Dining Area	7,0	13	15
11	CIRCULACAO	Corridor/Transition	7,1	32	27
12	BWC	Restrooms	10,5	60	60
13	BWC	Restrooms	10,5	60	60
14	DML	Storage	6,8	12	10
15	ANTECAMARA	Corridor/Transition	7,1	23	18
17	HALL ELEVADORES	Corridor/Transition	7,1	78	75
19	ANTECAMARA	Corridor/Transition	7,1	22	18
20	DML	Storage	6,8	12	10
21	BWC	Restrooms	10,5	60	60
22	BWC	Restrooms	10,5	60	60
23	CIRCULACAO	Corridor/Transition	7,1	32	27
24	COPA	Dining Area	7,0	26	27
25	BWC	Restrooms	10,5	18	15
26	COPA	Dining Area	7,0	13	15
27	CIRCULACAO	Corridor/Transition	7,1	87	54
28	SALA DE REUNIAO	Conf./Meet./Mult.	13,2	163	144
29	SALA DE REUNIAO	Conf./Meet./Mult.	13,2	163	144
30	SALA DE REUNIAO	Conf./Meet./Mult.	13,2	163	144
31	COBRANCA JUDICIAL	Office - Open Plan	10,5	2181	2232
32	SALA DOS ADVOGADOS	Conf./Meet./Mult.	13,2	324	312
Potência meta total [W]				6158	
Potência instalada total [W]				5596	

Fonte: Os Autores, 2026.

5.3.2 Disposição dos quadros elétricos

Para a distribuição dos quadros elétricos do projeto elétrico eficiente, foram coletadas as coordenadas dos pontos de tomada e iluminação através do software AutoCAD. Dessa forma, as coordenadas (X,Y) são multiplicadas pela potência do ponto de tomada/iluminação, e, ao somar todas as potências daquela coordenada e dividir pela potência total, obtém-se a posição do quadro elétrico. Uma referência para as coordenadas pode ser obtida pela Figura 29.

Figura 29 – Planta baixa com as áreas dos quadros separadas. Como referência, o círculo rosa no canto esquerdo inferior possui coordenadas (2.7302, 31.94).



Fonte: Os Autores, 2026.

Um exemplo do cálculo citado acima pode ser visto na Tabela 36. As tabelas dos demais quadros estão disponíveis no apêndice A do trabalho.

Tabela 36 – Cálculos do centro de carga do Quadro Estabilizado.

QD ESTABILIZADO							
X	Y	Potência (W)	Destino	Área	X*Pot	Y*Pot	
8,2	47,0	50	RACK	ESTAB	408	2.349	
8,9	47,0	50	RACK	ESTAB	443	2.349	
9,5	47,0	50	RACK	ESTAB	477	2.349	
10,2	47,0	50	RACK	ESTAB	508	2.349	
10,8	47,0	50	RACK	ESTAB	542	2.349	
11,5	47,0	50	RACK	ESTAB	576	2.349	
8,2	44,9	50	RACK	ESTAB	408	2.245	
8,9	44,9	50	RACK	ESTAB	443	2.245	
9,5	44,9	50	RACK	ESTAB	477	2.245	
10,2	44,9	50	RACK	ESTAB	508	2.245	
10,8	44,9	50	RACK	ESTAB	542	2.245	
11,5	44,9	50	RACK	ESTAB	576	2.245	
7,8	44,4	100	TOM	ESTAB	778	4.440	
12,9	46,1	100	TOM	ESTAB	1.288	4.613	
8,8	47,8	17,5	LUM	ESTAB	154	836	
10,8	47,8	17,5	LUM	ESTAB	189	836	
8,8	45,9	17,5	LUM	ESTAB	154	803	
10,8	45,9	17,5	LUM	ESTAB	189	803	
8,8	44,1	17,5	LUM	ESTAB	154	771	
10,8	44,1	17,5	LUM	ESTAB	189	771	
12,4	47,0	17,5	LUM	ESTAB	216	822	
12,4	44,9	17,5	LUM	ESTAB	216	786	
POT TOTAL (W)		940	SOMA COORD.		9.436	43.047	
					SOMA/POT. TOTAL	10,0	45,8

Fonte: Os Autores, 2026.

Após a coleta de informações sobre as posições das cargas, as posições dos quadros elétricos ficaram conforme a Figura 30:

Figura 30 – Posições dos quadros elétricos considerando os cálculos utilizando o método baricentro.



Fonte: Os Autores, 2026.

Por conta das posições dos quadros pelo método baricentro ficarem fora de posições realistas na planta baixa, os quadros foram deslocados para a parede mais próxima, conforme a Figura 31.

Figura 31 – Posições dos quadros elétricos após deslocamento para parede mais próxima.



Fonte: Os Autores, 2026.

Após o posicionamento dos quadros elétricos, é possível dimensionar os condutores de cada circuito.

5.3.3 Distribuição dos circuitos elétricos

A distribuição dos circuitos elétricos do projeto eficiente foi realizada conforme as Tabelas 37, 38 e 39.

Tabela 37 – Quadro 1 - Área Superior - Projeto Eficiente.

ID	Circuito	Tensão (V)	Ligação	Potência (W)
C.1	DJ - Geral Superior	220	Trifásico	34373
C.1.1	Iluminação Depósito/Circulação	127	Monofásico	697
C.1.2	Ilum. Videoconferência	127	Monofásico	268
C.1.3	Ilum. Sala de Reunião Superior	127	Monofásico	238
C.1.4	Ilum. Adm Bens	127	Monofásico	752
C.1.5	Ilum. Salas Reunião 1/2	127	Monofásico	1088
C.1.6	Ilum. Salas Reunião 3/4 / Comum 2	127	Monofásico	510
C.1.7	TUGs Videoconf./Sala Reunião	127	Monofásico	1200
C.1.8	Tomadas Computador Sala Videoconferência 1	127	Monofásico	1250
C.1.9	Tomadas Computador Sala Videoconferência 2	127	Monofásico	1000
C.1.10	Tomadas Computador Sala de Reunião Superior	127	Monofásico	1000
C.1.11	Tomadas Estação 1.1	127	Monofásico	1500
C.1.12	Tomadas Estação 1.2	127	Monofásico	1250
C.1.13	Tomadas Estação 2.1	127	Monofásico	1500
C.1.14	Tomadas Estação 2.2	127	Monofásico	1250
C.1.15	Tomadas Estação 3.1	127	Monofásico	1500
C.1.16	Tomadas Estação 3.2	127	Monofásico	1250
C.1.17	Tomadas Estação 4.1 / Mesas	127	Monofásico	2000
C.1.18	Tomadas Estação 4.2	127	Monofásico	1250
C.1.19	TUG's Adm Bens/Corredor	127	Monofásico	1000
C.1.20	Impressoras Superior	127	Monofásico	960
C.1.21	Iluminação Salas de Reunião	127	Monofásico	880
C.1.22	Tomadas Computadores 1 Sala Reunião	127	Monofásico	1000
C.1.23	Tomadas Computadores 2 Sala Reunião	127	Monofásico	1500
C.1.24	TUG's Salas de Reunião	127	Monofásico	1100
C.1.25	Tomadas Corredor/Sala de Advogados	127	Monofásico	1220
C.1.26	Iluminação Área Comum 2	127	Monofásico	760
C.1.27	Secadores de mão 2	220	Bifásico	3000
C.1.28	Microondas 2	220	Bifásico	1400
C.1.29	Cafeteira e filtro d'água 2	127	Monofásico	700
C.1.30	Geladeira 2	127	Monofásico	250
C.1.31	TUG's Área Comum 2	127	Monofásico	700
C.1.32	Reserva	127	Monofásico	100
C.1.33	Reserva	127	Monofásico	100
C.1.34	Reserva	127	Monofásico	100
C.1.35	Reserva	127	Monofásico	100

Fonte: Os Autores, 2026.

Tabela 38 – Quadro 2 - Área Inferior - Projeto Eficiente.

ID	Circuito	Tensão (V)	Ligação	Potência (W)
C.2	DJ - Geral Cobrança Judicial	220	Trifásico	37871
C.2.1	Iluminação Sala Reunião Inferior	127	Monofásico	109
C.2.2	Iluminação Cobrança Judicial 1	127	Monofásico	567
C.2.3	Iluminação Cobrança Judicial 2	127	Monofásico	540
C.2.4	Iluminação Área Comum 1	127	Monofásico	204
C.2.5	Iluminação Corredor Central	127	Monofásico	81
C.2.6	TUG's e Bebedouro Cobrança Judicial	127	Monofásico	1450
C.2.7	Tomadas Posto Estações 1.1	127	Monofásico	1500
C.2.8	Tomadas Posto Estações 1.2	127	Monofásico	1250
C.2.9	Tomadas Posto Estações 2.1	127	Monofásico	1500
C.2.10	Tomadas Posto Estações 2.2	127	Monofásico	1250
C.2.11	Tomadas Posto Estações 3.1	127	Monofásico	1500
C.2.12	Tomadas Posto Estações 3.2	127	Monofásico	1250
C.2.13	Tomadas Estações Centrais	127	Monofásico	1200
C.2.14	Tomadas Posto Estações 4.1	127	Monofásico	1500
C.2.15	Tomadas Posto Estações 4.2	127	Monofásico	1250
C.2.16	Tomadas Posto Estações 5.1	127	Monofásico	1500
C.2.17	Tomadas Posto Estações 5.2	127	Monofásico	1250
C.2.18	Tomadas Posto Estações 6.1	127	Monofásico	1500
C.2.19	Tomadas Posto Estações 6.2	127	Monofásico	1250
C.2.20	Tomadas Posto Estações 7.1	127	Monofásico	1500
C.2.21	Tomadas Posto Estações 7.2	127	Monofásico	1250
C.2.22	Tomadas Posto Estações 8.1	127	Monofásico	1500
C.2.23	Tomadas Posto Estações 8.2	127	Monofásico	1250
C.2.24	Impressora	127	Monofásico	1280
C.2.25	Secadores de mão 1	220	Bifásico	3000
C.2.26	Microondas 1	220	Bifásico	1400
C.2.27	Cafeteira e filtro d'água 1	127	Monofásico	700
C.2.28	Geladeira 1	127	Monofásico	250
C.2.29	TUG's Área Comum 1	127	Monofásico	700
C.2.30	Nobreak	220	Trifásico	1640
C.2.31	TUGs Corredor Central	127	Monofásico	500
C.2.32	Reserva	127	Monofásico	1500
C.2.33	Reserva	127	Monofásico	250
C.2.34	Reserva	127	Monofásico	250
C.2.35	Reserva	127	Monofásico	250

Fonte: Os Autores, 2026.

Tabela 39 – Quadro 3 - Estabilizado - Projeto Eficiente.

ID	Circuito	Tensão (V)	Ligação	Potência (W)
C.3	DJ - Geral	220	Trifásico	1640
C.3.1	Iluminação Estabilizado	127	Monofásico	240
C.3.2	TUG Estabilizado	127	Monofásico	600
C.3.3	Racks Fileira 01	127	Monofásico	300
C.3.4	Racks Fileira 02	127	Monofásico	300
C.3.5	Reserva	127	Monofásico	100
C.3.6	Reserva	127	Monofásico	100

Fonte: Os Autores, 2026.

5.3.4 Dimensionamento de condutores

Antes do cálculo da seção econômica, foi necessário realizar o cálculo dos condutores com base na NBR 5410 para, a partir deles, ser feito o cálculo final. As bitolas calculadas a partir do projeto base não serão reutilizadas por conta da alteração na queda de tensão, que ocorre pela mudança de posição dos quadros, além da alteração da potência da iluminação. Os cálculos foram efetuados de forma semelhante ao projeto base, e a Figura 36 apresenta os resultados.

Figura 32 – Posições dos quadros elétricos após deslocamento para parede mais próxima.



Fonte: Os Autores, 2026.

Abaixo podem ser observadas as Tabelas 40, 41 e 42 com os cálculos dos cabos do projeto eficiente, antes do cálculo da seção econômica.

Tabela 40 – Fatores dos circuitos do QD01 - Quadro Superior.

ID	Circuito	Tensão (V)	Potência (W)	Corrente Nominal (A)	Método de Instalação	Método de Referência	Material	Isolamento	Nº de Circuitos	Seção Cond. (mm²)	Capacidade de Condução do cabo	FA	FT	Condução Corrigida	Comprimento (m)
C.1	DJ - Geral Superior	220	34373	90,2	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	1	25	119	1,00	1	119,00	20
C.1.1	Iluminação Depósito/Circulação	127	697	5,49	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	11	4	31	0,50	1	15,50	60
C.1.2	Ilum. Videoconferência	127	268	2,11	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	11	2,5	31	0,50	1	15,50	60
C.1.3	Ilum. Sala de Reunião Superior	127	238	1,87	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	11	2,5	31	0,50	1	15,50	60
C.1.4	Ilum. Adm Bens	127	752	5,92	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	11	6	54	0,50	1	27,00	150
C.1.5	Ilum. Salas Reunião 1/2	127	1088	8,57	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	11	4	42	0,50	1	21,00	50
C.1.6	Ilum. Salas Reunião 3/4 / Comum 2	127	510	4,02	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	11	4	42	0,50	1	21,00	70
C.1.7	TUGs Videoconf./Sala Reunião	127	1200	9,45	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	4	42	0,80	1	33,60	55
C.1.8	Tomadas Computador Sala Videoconferência 1	127	1250	9,84	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	24,80	29
C.1.9	Tomadas Computador Sala Videoconferência 2	127	1000	7,87	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	24,80	34
C.1.10	Tomadas Computador Sala de Reunião Superior	127	1000	7,87	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	24,80	22
C.1.11	Tomadas Estação 1.1	127	1500	11,81	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	26,78	18
C.1.12	Tomadas Estação 1.2	127	1250	9,84	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	26,78	18
C.1.13	Tomadas Estação 2.1	127	1500	11,81	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	26,78	18
C.1.14	Tomadas Estação 2.2	127	1250	9,84	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	26,78	18
C.1.15	Tomadas Estação 3.1	127	1500	11,81	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	26,78	15
C.1.16	Tomadas Estação 3.2	127	1250	9,84	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	26,78	15
C.1.17	Tomadas Estação 4.1 / Mesas	127	2000	15,75	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	26,78	23
C.1.18	Tomadas Estação 4.2	127	1250	9,84	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	26,78	15
C.1.19	TUG's Adm Bens/Corredor	127	1000	7,87	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	1	2,5	31	1,00	1	33,48	30
C.1.20	Impressoras Superior	127	960	7,56	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	11	2,5	31	0,50	1	16,74	40
C.1.21	Iluminação Salas de Reunião	127	880	6,93	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	11	4	42	0,50	1	21,00	60
C.1.22	Tomadas Computadores 1 Sala Reunião	127	1000	7,87	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	3	2,5	31	0,70	1	21,70	30
C.1.23	Tomadas Computadores 2 Sala Reunião	127	1500	11,81	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	3	4	42	0,70	1	29,40	42
C.1.24	TUG's Salas de Reunião	127	1100	8,66	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	11	4	42	0,50	1	21,00	50
C.1.25	Tomadas Corredor/Sala de Advogados	127	1220	9,61	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	11	4	42	0,50	1	21,00	50
C.1.26	Iluminação Área Comum 2	127	760	5,98	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	11	2,5	31	0,50	1	15,50	60
C.1.27	Secadores de mão 2	220	3000	13,64	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	5	2,5	31	0,60	1	18,60	22
C.1.28	Microondas 2	220	1400	6,36	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	5	2,5	31	0,60	1	18,60	14
C.1.29	Cafeteira e filtro d'água 2	127	700	5,51	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	5	2,5	31	0,60	1	18,60	16
C.1.30	Geladeira 2	127	250	1,97	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	5	2,5	31	0,60	1	18,60	14
C.1.31	TUG's Área Comum 2	127	700	5,51	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	5	2,5	31	0,60	1	18,60	10
C.1.32	Reserva	127	100	0,79	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	6	2,5	31	0,57	1	17,67	20
C.1.33	Reserva	127	100	0,79	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	6	2,5	31	0,57	1	17,67	20
C.1.34	Reserva	127	100	0,79	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	6	2,5	31	0,57	1	17,67	20
C.1.35	Reserva	127	100	0,79	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	6	2,5	31	0,57	1	17,67	20

Fonte: Os Autores, 2025.

Tabela 41 – Fatores dos circuitos do QD02 - Quadro Inferior.

ID	Circuito	Tensão (V)	Potência (W)	Corrente Nominal (A)	Método de Instalação	Método de Referência	Material	Isolamento	Nº de Circuitos	Seção Cond. (mm²)	Capacidade de Condução do cabo	FA	FT	Condução Corrigida	Comprimento (m)
C.2	DJ - Geral Cobrança Judicial	220	37871	99,4	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	1	70	194	1,00	1	209,52	
C.2.1	Iluminação Sala Reunião Inferior	127	109	0,86	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	5	2,5	31	0,60	1	18,60	30
C.2.2	Iluminação Cobrança Judicial 1	127	567	4,46	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	5	6	54	0,60	1	32,40	200
C.2.3	Iluminação Cobrança Judicial 2	127	540	4,25	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	5	6	54	0,60	1	32,40	200
C.2.4	Iluminação Área Comum 1	127	204	1,61	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	5	2,5	31	0,60	1	18,60	60
C.2.5	Iluminação Corredor Central	127	81	0,64	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	5	2,5	31	0,60	1	18,60	40
C.2.6	TUG's e Bebedouro Cobrança Judicial	127	1450	11,42	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	24,80	30
C.2.7	Tomadas Posto Estações 1.1	127	1500	11,81	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	24,80	24
C.2.8	Tomadas Posto Estações 1.2	127	1250	9,84	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	24,80	24
C.2.9	Tomadas Posto Estações 2.1	127	1500	11,81	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	24,80	21
C.2.10	Tomadas Posto Estações 2.2	127	1250	9,84	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	24,80	21
C.2.11	Tomadas Posto Estações 3.1	127	1500	11,81	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	24,80	17
C.2.12	Tomadas Posto Estações 3.2	127	1250	9,84	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	24,80	17
C.2.13	Tomadas Estações Centrais	127	1200	9,45	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	24,80	15
C.2.14	Tomadas Posto Estações 4.1	127	1500	11,81	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	24,80	17
C.2.15	Tomadas Posto Estações 4.2	127	1250	9,84	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	24,80	17
C.2.16	Tomadas Posto Estações 5.1	127	1500	11,81	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	24,80	20
C.2.17	Tomadas Posto Estações 5.2	127	1250	9,84	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	24,80	20
C.2.18	Tomadas Posto Estações 6.1	127	1500	11,81	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	24,80	23
C.2.19	Tomadas Posto Estações 6.2	127	1250	9,84	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	24,80	23
C.2.20	Tomadas Posto Estações 7.1	127	1500	11,81	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	24,80	28
C.2.21	Tomadas Posto Estações 7.2	127	1250	9,84	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	24,80	28
C.2.22	Tomadas Posto Estações 8.1	127	1500	11,81	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	24,80	31
C.2.23	Tomadas Posto Estações 8.2	127	1250	9,84	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	24,80	31
C.2.24	Impressora	127	1280	10,08	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	4	2,5	31	0,65	1	20,15	10
C.2.25	Secadores de mão 1	220	3000	13,64	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	5	4	37	0,60	1	22,20	18
C.2.26	Microondas 1	220	1400	6,36	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	5	2,5	28	0,60	1	16,80	19
C.2.27	Cafeteira e filtro d'água 1	127	700	5,51	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	5	4	42	0,60	1	25,20	20
C.2.28	Geladeira 1	127	250	1,97	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	5	2,5	31	0,60	1	18,60	17
C.2.29	TUG's Área Comum 1	127	700	5,51	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	5	2,5	31	0,60	1	18,60	20
C.2.30	Nobreak	220	1640	4,30	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	24,80	14
C.2.31	TUGs Corredor Central	127	500	3,94	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	2	2,5	31	0,80	1	24,80	28
C.2.32	Reserva	127	1500	11,81	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	1	10	75	1,00	1	75,00	20
C.2.33	Reserva	127	250	1,97	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	1	2,5	30	1,00	1	30,00	20
C.2.34	Reserva	127	250	1,97	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	1	2,5	30	1,00	1	30,00	20
C.2.35	Reserva	127	250	1,97	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	1	10	75	1,00	1	75,00	20

Fonte: Os Autores, 2026.

Tabela 42 – Fatores dos circuitos do QD03 - Quadro Estabilizado.

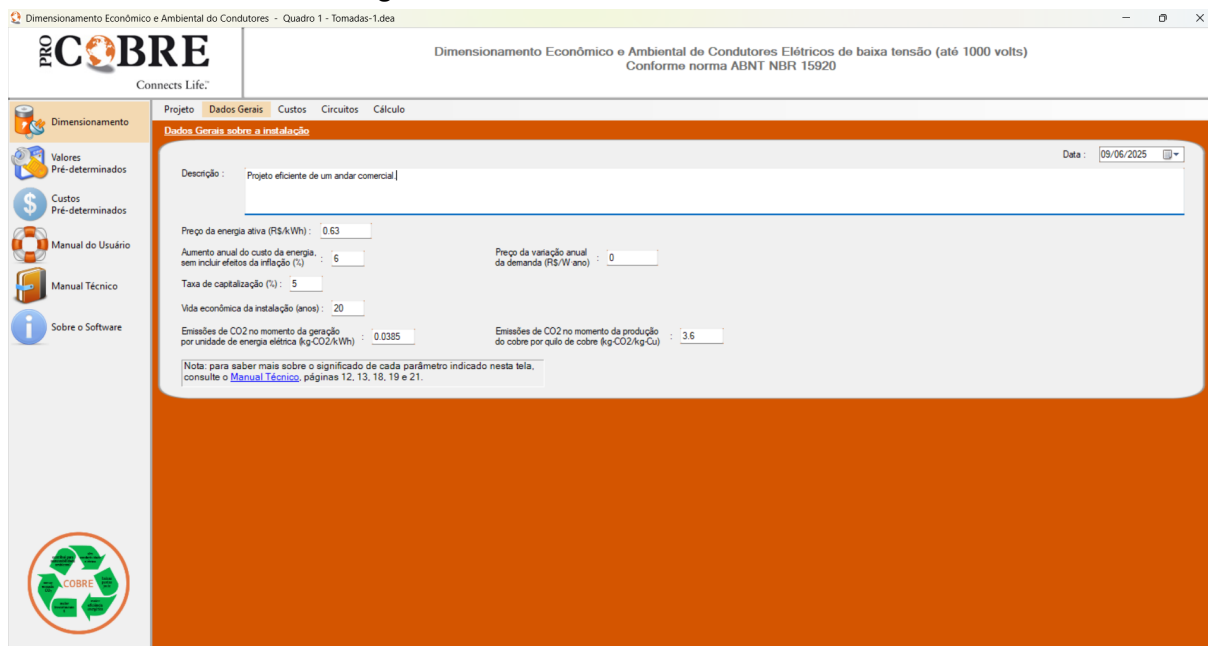
ID	Circuito	Tensão (V)	Potência (W)	Corrente Nominal (A)	Método de Instalação	Método de Referência	Material	Isolamento	Nº de Circuitos	Seção Cond. (mm²)	Capacidade de Condução do cabo	FA	FT	Condução Corrigida	Comprimento (m)
C.3	DJ - Geral	220	1640	4,3	B1	33	Cobre	EPR/XLPE	3	10	75	0,70	1	56,70	20
C.3.1	Iluminação Estabilizado	127	240	1,89	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	3	2,5	31	0,70	1	21,70	20
C.3.2	TUG Estabilizado	127	600	4,72	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	3	2,5	31	0,70	1	21,70	10
C.3.3	Racks Fileira 01	127	300	2,36	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	3	2,5	31	0,70	1	21,70	8
C.3.4	Racks Fileira 02	127	300	2,36	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	3	2,5	31	0,70	1	21,70	8
C.3.5	Reserva	127	100	0,79	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	3	2,5	31	0,70	1	21,70	20
C.3.6	Reserva	127	100	0,79	B1	35	Cobre	EPR/XLPE	3	2,5	31	0,70	1	21,70	20

Fonte: Os Autores, 2026.

Após a definição das bitolas, é feito novamente o cálculo utilizando o método de cálculo da seção econômica apresentado no item 2.2.1. Com isso, foram calculadas as seções dos circuitos do andar comercial.

Para agilizar o cálculo da seção dos cabos, o cálculo será feito a partir de um software criado pela Associação Brasileira do Cobre (ABCOBRE, 2011). A taxa de capitalização considerada para o cálculo será de 5%, e a vida econômica, 20 anos.

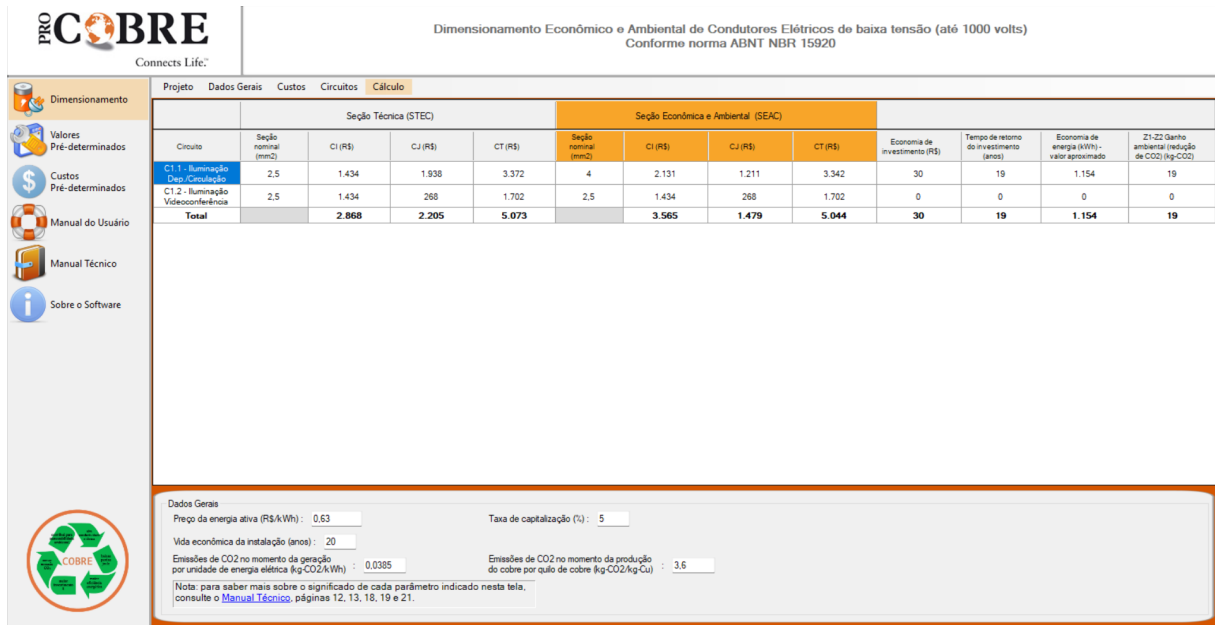
Figura 33 – Tela inicial do software DEAC.



Fonte: Os Autores, 2026.

Para possibilitar o cálculo eficiente de todos os circuitos, houve uma separação de forma a conseguir o dimensionamento do máximo de circuitos possível. As imagens a seguir tratam deste dimensionamento.

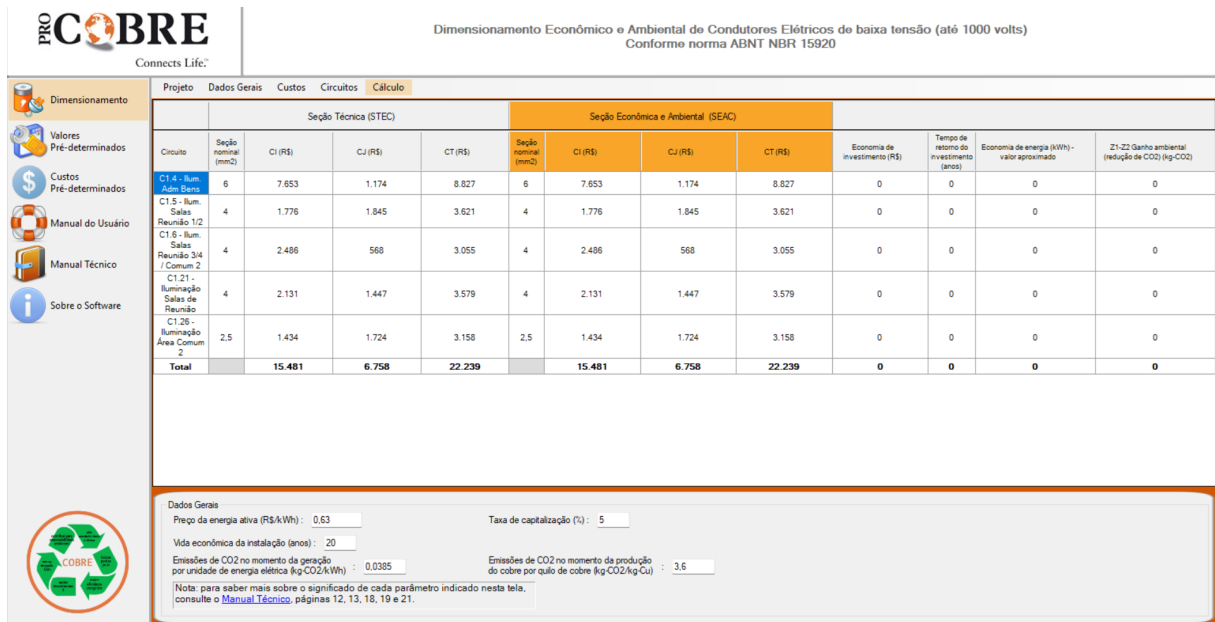
Figura 34 – Circuitos do Quadro 1 - Parte 1 (Iluminação).



Fonte: Os Autores, 2026.

Ao compilar o circuito 1.3 - Ilum. Salas de Reunião Superior, houve um erro no software DEAC, portanto, será considerado o mesmo resultado do circuito 1.2 - Ilum. Videoconferência, que possui as mesmas características.

Figura 35 – Circuitos do Quadro 1 - Parte 2 (Iluminação).



Fonte: Os Autores, 2026.

Figura 36 – Circuitos do Quadro 1 - Parte 3 (Tomadas).

PROCOBRE
Connects Life.

Dimensionamento Econômico e Ambiental de Condutores Elétricos de baixa tensão (até 1000 volts)
Conforme norma ABNT NBR 15920

Projeto Dados Gerais Custos Circuitos Cálculo

Circuito	Seção Técnica (STEC)				Seção Econômica e Ambiental (SEAC)				Economia de investimento (R\$)	Tempo de retorno do investimento (anos)	Economia de energia (kWh) - valor aproximado	Z1-Z2 Ganho ambiental (redução de CO2) (kg-CO2)
	Seção nominal (mm ²)	CI (R\$)	CJ (R\$)	CT (R\$)	Seção nominal (mm ²)	CI (R\$)	CJ (R\$)	CT (R\$)				
C1.7 - TUGs Videoconferência Reunião	4	1.954	1.234	3.187	4	1.954	1.234	3.187	0	0	0	0
C1.8 - Tomadas Computador Sala Videoconferência	2,5	693	1.505	2.198	4	1.030	940	1.970	227	12	896	20
C1.9 - Tomadas Computador Sala Videoconferência	2,5	813	1.128	1.941	4	1.208	705	1.913	28	19	672	11
C1.10 - Tomadas Computador Sala de Reunião Superior	2,5	526	730	1.256	4	781	456	1.238	18	19	435	7
C1.11 - Tomadas Estação 1.1	2,5	430	1.345	1.775	6	918	560	1.479	297	12	1.246	31
C1.12 - Tomadas Estação 1.2	2,5	430	1.167	1.597	6	918	486	1.405	193	14	1.081	26
C1.13 - Tomadas Estação 2.1	2,5	430	1.681	2.112	6	918	701	1.619	493	10	1.557	40
C1.14 - Tomadas Estação 2.2	2,5	430	1.167	1.597	6	918	486	1.405	193	14	1.081	26

Dados Gerais
 Preço da energia ativa (R\$/kWh) : 0,63 Taxa de capitalização (%): 5
 Vida econômica da instalação (anos) : 20
 Emissões de CO2 no momento da geração por unidade de energia elétrica (kg-CO2/kWh) : 0,0385 Emissões de CO2 no momento da produção do cobre por quilo de cobre (kg-CO2/kg-Cu) : 3,6
 [Nota: para saber mais sobre o significado de cada parâmetro indicado nesta tela, consulte o Manual Técnico, páginas 12, 13, 18, 19 e 21.]

Fonte: Os Autores, 2026.

Figura 37 – Circuitos do Quadro 1 - Parte 4 (Tomadas).

PROCOBRE
Connects Life.

Dimensionamento Econômico e Ambiental de Condutores Elétricos de baixa tensão (até 1000 volts)
Conforme norma ABNT NBR 15920

Projeto Dados Gerais Custos Circuitos Cálculo

Circuito	Seção Técnica (STEC)				Seção Econômica e Ambiental (SEAC)				Economia de investimento (R\$)	Tempo de retorno do investimento (anos)	Economia de energia (kWh) - valor aproximado	Z1-Z2 Ganho ambiental (redução de CO2) (kg-CO2)
	Seção nominal (mm ²)	CI (R\$)	CJ (R\$)	CT (R\$)	Seção nominal (mm ²)	CI (R\$)	CJ (R\$)	CT (R\$)				
C1.11 - Tomadas Estação 1.1	2,5	430	1.345	1.775	6	918	560	1.479	297	12	1.246	31
C1.12 - Tomadas Estação 1.2	2,5	430	1.167	1.597	6	918	486	1.405	193	14	1.081	26
C1.13 - Tomadas Estação 2.1	2,5	430	1.681	2.112	6	918	701	1.619	493	10	1.557	40
C1.14 - Tomadas Estação 2.2	2,5	430	1.167	1.597	6	918	486	1.405	193	14	1.081	26
C1.15 - Tomadas	2,5	359	1.401	1.760	6	765	584	1.349	411	10	1.297	33
C1.16 - Tomadas	2,5	359	973	1.331	6	765	405	1.171	161	14	901	21
C1.17 - Tomadas Estação	2,5	550	3.821	4.371	6	1.173	1.592	2.766	1.605	6	3.538	98
C1.18 - Tomadas Estação 4.2	2,5	359	973	1.331	6	765	405	1.171	161	14	901	21
Total		7.331	17.126	24.457		12.116	8.556	20.672	3.787	11	13.605	334

Dados Gerais
 Preço da energia ativa (R\$/kWh) : 0,63 Taxa de capitalização (%): 5
 Vida econômica da instalação (anos) : 20
 Emissões de CO2 no momento da geração por unidade de energia elétrica (kg-CO2/kWh) : 0,0385 Emissões de CO2 no momento da produção do cobre por quilo de cobre (kg-CO2/kg-Cu) : 3,6
 [Nota: para saber mais sobre o significado de cada parâmetro indicado nesta tela, consulte o Manual Técnico, páginas 12, 13, 18, 19 e 21.]

Fonte: Os Autores, 2026.

Figura 38 – Circuitos do Quadro 1 - Parte 5 (Tomadas).

Projeto		Seção Técnica (STEC)			Seção Econômica e Ambiental (SEAC)							
Circuito	Seção nominal (mm ²)	CI (R\$)	CJ (R\$)	CT (R\$)	Seção nominal (mm ²)	CI (R\$)	CJ (R\$)	CT (R\$)	Economia de investimento (R\$)	Tempo de retorno do investimento (anos)	Economia de energia (kWh) - valor aproximado	Z1-Z2 Ganho ambiental (redução de CO ₂) (kg-CO ₂)
C1.19 - TUGa Adm. Reuniónador	2,5	717	996	1.713	4	1.066	622	1.688	25	19	593	10
C1.20 - Impressoras Superior	2,5	956	1.225	2.181	2,5	956	1.225	2.181	0	0	0	0
C1.22 - Tom. Computadores 1 Sala Reunião	2,5	717	1.244	1.961	4	1.066	778	1.843	118	15	741	15
C1.23 - Tom. Computadores 2 Sala Reunião	4	1.492	2.452	3.944	6	2.143	1.635	3.778	166	16	1.297	34
C1.24 - TUGs Salas de Reunião	4	1.776	942	2.718	4	1.776	942	2.718	0	0	0	0
C1.25 - Tomadas Corredor/Sala de Adv.	4	1.776	1.546	3.322	4	1.776	1.546	3.322	0	0	0	0
C1.27 - Secadores de mão 2	2,5	526	1.845	2.171	6	1.122	685	1.808	363	12	1.523	37
Total		7.960	10.050	18.010		9.904	7.433	17.338	672	15	4.154	96

Dados Gerais	
Preço da energia ativa (R\$/kWh) : 0,63	Taxa de capitalização (%): 5
Vida econômica da instalação (anos) : 20	
Emissões de CO ₂ no momento da geração por unidade de energia elétrica (kg-CO ₂ /kWh) : 0,0385	Emissões de CO ₂ no momento da produção de cobre por quilo de cobre (kg-CO ₂ /kg-Cu) : 3,6
[Nota: para saber mais sobre o significado de cada parâmetro indicado nesta tela, consulte o Manual Técnico, páginas 12, 13, 18, 19 e 21.]	

Fonte: Os Autores, 2026.

Figura 39 – Circuitos do Quadro 1 - Parte 6 (Tomadas).

Projeto		Seção Técnica (STEC)			Seção Econômica e Ambiental (SEAC)							
Circuito	Seção nominal (mm ²)	CI (R\$)	CJ (R\$)	CT (R\$)	Seção nominal (mm ²)	CI (R\$)	CJ (R\$)	CT (R\$)	Economia de investimento (R\$)	Tempo de retorno do investimento (anos)	Economia de energia (kWh) - valor aproximado	Z1-Z2 Ganho ambiental (redução de CO ₂) (kg-CO ₂)
C1.28 - Microondas 2	2,5	335	76	410	2,5	335	76	410	0	0	0	0
C1.29 - Cafeteira e filtro água 2	2,5	382	260	643	2,5	382	260	643	0	0	0	0
Total		717	336	1.053		717	336	1.053	0	0	0	0

Dados Gerais	
Preço da energia ativa (R\$/kWh) : 0,63	Taxa de capitalização (%): 5
Vida econômica da instalação (anos) : 20	
Emissões de CO ₂ no momento da geração por unidade de energia elétrica (kg-CO ₂ /kWh) : 0,0385	Emissões de CO ₂ no momento da produção de cobre por quilo de cobre (kg-CO ₂ /kg-Cu) : 3,6
[Nota: para saber mais sobre o significado de cada parâmetro indicado nesta tela, consulte o Manual Técnico, páginas 12, 13, 18, 19 e 21.]	

Fonte: Os Autores, 2026.

Houve novo erro ao compilar o circuito 1.30 - Geladeira 2, portanto, será considerado resultado similar ao do circuito 1.2 - Ilum. Videoconferência, que possui características mais próximas que outros circuitos do quadro.

Figura 40 – Circuitos do Quadro 1 - Parte 7 (Tomadas).

Circuito	Seção Técnica (STEC)			Seção Econômica e Ambiental (SEAC)			Economia de investimento (R\$)	Tempo de retorno do investimento (anos)	Economia de energia (kWh) - valor aproximado	Z1-Z2 Ganho ambiental (redução de CO2) (kg-CO2)	
	Seção nominal (mm ²)	CI (R\$)	CJ (R\$)	CT (R\$)	Seção nominal (mm ²)	CI (R\$)					CJ (R\$)
C1.31 - TUGa Área Comum 2	2,5	239	61	300	2,5	239	61	300	0	0	0
Total		239	61	300		239	61	300	0	0	0

Dados Gerais
 Preço da energia ativa (R\$/kWh) : 0,63 Taxa de capitalização (%): 5
 Vida econômica da instalação (anos) : 20
 Emissões de CO2 no momento da geração por unidade de energia elétrica (kg-CO2/kWh) : 0,0385 Emissões de CO2 no momento da produção do cobre por quilo de cobre (kg-CO2/kg-Cu) : 3,6
 [Nota: para saber mais sobre o significado de cada parâmetro indicado nesta tela, consulte o Manual Técnico, páginas 12, 13, 18, 19 e 21.]

Fonte: Os Autores, 2026.

Abaixo, podem ser vistas as tabelas com os cálculos otimizados dos cabos do quadro 2.

Figura 41 – Circuitos do Quadro 2 - Parte 1 (Iluminação).

Circuito	Seção Técnica (STEC)			Seção Econômica e Ambiental (SEAC)			Economia de investimento (R\$)	Tempo de retorno do investimento (anos)	Economia de energia (kWh) - valor aproximado	Z1-Z2 Ganho ambiental (redução de CO2) (kg-CO2)	
	Seção nominal (mm ²)	CI (R\$)	CJ (R\$)	CT (R\$)	Seção nominal (mm ²)	CI (R\$)					CJ (R\$)
C2.1 - Iluminação Sala Reunião Superior	2,5	717	145	862	2,5	717	145	862	0	0	0
C2.2 - Iluminação Cobrança Judicial 1	6	10.204	888	11.092	6	10.204	888	11.092	0	0	0
C2.3 - Iluminação Cobrança Judicial 2	6	10.204	807	11.011	6	10.204	807	11.011	0	0	0
Total		21.125	1.840	22.965		21.125	1.840	22.965	0	0	0

Dados Gerais
 Preço da energia ativa (R\$/kWh) : 0,63 Taxa de capitalização (%): 5
 Vida econômica da instalação (anos) : 20
 Emissões de CO2 no momento da geração por unidade de energia elétrica (kg-CO2/kWh) : 0,0385 Emissões de CO2 no momento da produção do cobre por quilo de cobre (kg-CO2/kg-Cu) : 3,6
 [Nota: para saber mais sobre o significado de cada parâmetro indicado nesta tela, consulte o Manual Técnico, páginas 12, 13, 18, 19 e 21.]

Fonte: Os Autores, 2026.

Novos erros ocorreram nos circuitos 2.4 - Iluminação Área Comum 1 e 2.5 - Iluminação Corredor Central. Os resultados destes circuitos podem ser considerados os mesmos do circuito 2.1 - Iluminação Sala Reunião Superior, que possui características semelhantes.

Figura 42 – Circuitos do Quadro 2 - Parte 2 (Tomadas).

PROCOBRE
Connects Life.

Dimensionamento Econômico e Ambiental de Condutores Elétricos de baixa tensão (até 1000 volts)
Conforme norma ABNT NBR 15920

Projeto	Dados Gerais	Custos	Circuitos			Cálculo			Seção Econômica e Ambiental (SEAC)			
			Seção Técnica (STEC)	Seção Econômica e Ambiental (SEAC)	Economia de investimento (R\$)	Tempo de retorno do investimento (anos)	Economia de energia (kWh) - valor aproximado	Z1-Z2 Ganho ambiental (redução de CO2) (kg-CO2)				
Circuito	Seção nominal (mm ²)	CJ (R\$)	CJ (R\$)	CT (R\$)	Seção nominal (mm ²)	CJ (R\$)	CJ (R\$)	CT (R\$)	Economia de investimento (R\$)	Tempo de retorno do investimento (anos)	Economia de energia (kWh) - valor aproximado	Z1-Z2 Ganho ambiental (redução de CO2) (kg-CO2)
C2.6 - TUGs e Debebeours Colunas Judicial	2,5	717	786	1.503	2,5	717	786	1.503	0	0	0	0
C2.7 - Tomadas Posto Estações 1.1	2,5	574	1.794	2.367	6	1.224	747	1.972	395	12	1.661	41
C2.8 - Tomadas Posto Estações 1.2	2,5	574	1.245	1.819	4	852	778	1.631	188	12	741	16
C2.9 - Tomadas Posto Estações 2.1	2,5	502	1.569	2.071	6	1.071	654	1.725	346	12	1.453	36
C2.10 - Tomadas Posto Estações 2.2	2,5	502	1.569	2.071	6	1.071	654	1.725	346	12	1.453	36
C2.11 - Tomadas Posto Estações 3.1	2,5	406	17.086	17.492	16	2.313	2.670	4.983	12.509	3	22.883	672
C2.12 - Tomadas Posto Estações 3.2	2,5	406	882	1.288	4	604	551	1.155	133	12	525	11
C2.13 -												

Dados Gerais
 Preço da energia ativa (R\$/kWh) : 0,63 Taxa de capitalização (%): 5
 Vida econômica da instalação (anos) : 20
 Emissões de CO2 no momento da geração por unidade de energia elétrica (kg-CO2/kWh) : 0,0385 Emissões de CO2 no momento da produção do cobre por quilo de cobre (kg-CO2/kg-Cu) : 3,6
 [Nota: para saber mais sobre o significado de cada parâmetro indicado nesta tela, consulte o Manual Técnico, páginas 12, 13, 18, 19 e 21.]

Fonte: Os Autores, 2026.

Figura 43 – Circuitos do Quadro 2 - Parte 3 (Tomadas).

PROCOBRE
Connects Life.

Dimensionamento Econômico e Ambiental de Condutores Elétricos de baixa tensão (até 1000 volts)
Conforme norma ABNT NBR 15920

Projeto	Dados Gerais	Custos	Circuitos			Cálculo			Seção Econômica e Ambiental (SEAC)			
			Seção Técnica (STEC)	Seção Econômica e Ambiental (SEAC)	Economia de investimento (R\$)	Tempo de retorno do investimento (anos)	Economia de energia (kWh) - valor aproximado	Z1-Z2 Ganho ambiental (redução de CO2) (kg-CO2)				
Circuito	Seção nominal (mm ²)	CJ (R\$)	CJ (R\$)	CT (R\$)	Seção nominal (mm ²)	CJ (R\$)	CJ (R\$)	CT (R\$)	Economia de investimento (R\$)	Tempo de retorno do investimento (anos)	Economia de energia (kWh) - valor aproximado	Z1-Z2 Ganho ambiental (redução de CO2) (kg-CO2)
C2.11 - Tomadas Posto Estações 3.1	2,5	406	17.086	17.492	16	2.313	2.670	4.983	12.509	3	22.883	672
C2.12 - Tomadas Posto Estações 3.2	2,5	406	882	1.288	4	604	551	1.155	133	12	525	11
C2.13 - Tomadas Posto Estações Centrais	2,5	359	718	1.076	4	533	449	981	95	13	427	9
C2.14 - Tomadas Posto Estações 4.1	2,5	406	1.270	1.677	6	867	529	1.397	280	12	1.176	29
C2.15 - Tomadas Posto Estações 4.2	2,5	406	882	1.288	4	604	551	1.155	133	12	525	11
Total		4.852	27.801	32.653		9.858	8.369	18.227	14.425	5	30.844	861

Dados Gerais
 Preço da energia ativa (R\$/kWh) : 0,63 Taxa de capitalização (%): 5
 Vida econômica da instalação (anos) : 20
 Emissões de CO2 no momento da geração por unidade de energia elétrica (kg-CO2/kWh) : 0,0385 Emissões de CO2 no momento da produção do cobre por quilo de cobre (kg-CO2/kg-Cu) : 3,6
 [Nota: para saber mais sobre o significado de cada parâmetro indicado nesta tela, consulte o Manual Técnico, páginas 12, 13, 18, 19 e 21.]

Fonte: Os Autores, 2026.

Figura 44 – Circuitos do Quadro 2 - Parte 4 (Tomadas).

PROCOBRE
Connects Life.

Dimensionamento Econômico e Ambiental de Condutores Elétricos de baixa tensão (até 1000 volts)
Conforme norma ABNT NBR 15920

Projeto		Dados Gerais			Custos			Circuitos			Cálculo			
Circuito	Seção nominal (mm ²)	Seção Técnica (STEC)			Seção Econômica e Ambiental (SEAC)				Economia de investimento (R\$)	Tempo de retorno do investimento (anos)	Economia de energia (kWh) - valor aproximado	Z1-Z2 Ganho ambiental (redução de CO ₂) (kg-CO ₂)		
		CJ (R\$)	CJ (R\$)	CT (R\$)	Seção nominal (mm ²)	CJ (R\$)	CJ (R\$)	CT (R\$)						
C2-16 - Tomadas Posto Estações 5.1	2,5	478	1.495	1.973	6	1.020	623	1.643	329	12	1.384	34		
C2-17 - Tomadas Posto Estações 5.2	2,5	478	1.038	1.516	4	710	648	1.359	157	12	618	13		
C2-18 - Tomadas Posto Estações 5.1	2,5	550	1.719	2.269	6	1.173	716	1.890	379	12	1.592	39		
C2-19 - Tomadas Posto Estações 6.2	2,5	550	1.193	1.743	4	817	746	1.563	180	12	710	15		
C2-20 - Tomadas Posto Estações 7.1	2,5	669	1.453	2.122	4	995	908	1.902	219	12	865	19		
C2-21 - Tomadas Posto Estações 7.2	2,5	669	1.453	2.122	4	995	908	1.902	219	12	865	19		
C2-22 - Tomadas Posto Estações 8.1	2,5	741	2.317	3.058	6	1.582	965	2.547	511	12	2.145	53		
C2-23														

Dados Gerais
 Preço da energia ativa (R\$/kWh) : 0,63 Taxa de capitalização (%): 5
 Vida econômica da instalação (anos) : 20
 Emissões de CO₂ no momento da geração por unidade de energia elétrica (kg-CO₂/kWh) : 0,0385 Emissões de CO₂ no momento da produção do cobre por quilo de cobre (kg-CO₂/kg-Cu) : 3,6
 [Nota: para saber mais sobre o significado de cada parâmetro indicado nesta tela, consulte o Manual Técnico, páginas 12, 13, 18, 19 e 21.]

Fonte: Os Autores, 2026.

Figura 45 – Circuitos do Quadro 2 - Parte 5 (Tomadas).

PROCOBRE
Connects Life.

Dimensionamento Econômico e Ambiental de Condutores Elétricos de baixa tensão (até 1000 volts)
Conforme norma ABNT NBR 15920

Projeto		Dados Gerais			Custos			Circuitos			Cálculo			
Circuito	Seção nominal (mm ²)	Seção Técnica (STEC)			Seção Econômica e Ambiental (SEAC)				Economia de investimento (R\$)	Tempo de retorno do investimento (anos)	Economia de energia (kWh) - valor aproximado	Z1-Z2 Ganho ambiental (redução de CO ₂) (kg-CO ₂)		
		CJ (R\$)	CJ (R\$)	CT (R\$)	Seção nominal (mm ²)	CJ (R\$)	CJ (R\$)	CT (R\$)						
C2-19 - Tomadas Posto Estações 8.2	2,5	550	1.193	1.743	4	817	746	1.563	180	12	710	15		
C2-20 - Tomadas Posto Estações 7.1	2,5	669	1.453	2.122	4	995	908	1.902	219	12	865	19		
C2-21 - Tomadas Posto Estações 7.2	2,5	669	1.453	2.122	4	995	908	1.902	219	12	865	19		
C2-22 - Tomadas Posto Estações 8.1	2,5	741	2.317	3.058	6	1.582	965	2.547	511	12	2.145	53		
C2-23 - Tomadas Posto Estações 8.2	2,5	741	1.608	2.349	4	1.101	1.005	2.106	243	12	957	21		
C2-24	2,5	239	544	783	4	355	340	695	88	11	324	7		
C2-25 - Secadoras	4	639	280	920	4	639	280	920	0	0	0	0		
Total		5.754	13.099	18.853		9.388	7.140	16.528	2.325	12	9.460	220		

Dados Gerais
 Preço da energia ativa (R\$/kWh) : 0,63 Taxa de capitalização (%): 5
 Vida econômica da instalação (anos) : 20
 Emissões de CO₂ no momento da geração por unidade de energia elétrica (kg-CO₂/kWh) : 0,0385 Emissões de CO₂ no momento da produção do cobre por quilo de cobre (kg-CO₂/kg-Cu) : 3,6
 [Nota: para saber mais sobre o significado de cada parâmetro indicado nesta tela, consulte o Manual Técnico, páginas 12, 13, 18, 19 e 21.]

Fonte: Os Autores, 2026.

Figura 46 – Circuitos do Quadro 2 - Parte 6 (Tomadas).

Circuito	Seção nominal (mm ²)	Seção Técnica (STEC)			Seção Econômica e Ambiental (SEAC)				Economia de investimento (R\$)	Tempo de retorno do investimento (anos)	Economia de energia (kWh) - valor aproximado	Z1-Z2 Ganho ambiental (redução de CO ₂) (kg-CO ₂)
		CJ (R\$)	CJ (R\$)	CT (R\$)	Seção nominal (mm ²)	CJ (R\$)	CJ (R\$)	CT (R\$)				
C2.26 - Microondas	2,5	454	103	557	2,5	454	103	557	0	0	0	0
C2.27 - Cafeteira e filtro 1	4	710	76	787	4	710	76	787	0	0	0	0
C2.29 - TUGs Área Comum 1	2,5	478	122	600	2,5	478	122	600	0	0	0	0
C2.30 - Nobreak	2,5	502	281	783	2,5	502	281	783	0	0	0	0
C2.31 - TUGs Corredor Central	2,5	669	900.156	900.826	120	29.399	18.753	48.153	852.673	1	1.399.052	41.957
Total		2.814	900.739	903.552		31.544	19.336	50.880	852.673	1	1.399.052	41.957

Dados Gerais
 Preço de energia ativa (R\$/kWh) : 0,63 Taxa de capitalização (%): 5
 Vida econômica da instalação (anos) : 20
 Emissões de CO₂ no momento da geração por unidade de energia elétrica (kg-CO₂/kWh) : 0,0385 Emissões de CO₂ no momento da produção do cobre por quilo de cobre (kg-CO₂/kg-Cu) : 3,6
 [Nota: para saber mais sobre o significado de cada parâmetro indicado nesta tela, consulte o Manual Técnico, páginas 12, 13, 18, 19 e 21.]

Fonte: Os Autores, 2026.

Houve um problema semelhante ao do Quadro 1 ao tentar calcular a seção otimizada do circuito da Geladeira. Portanto, será utilizado o mesmo valor de referência do caso anterior. Houve também um erro na leitura do circuito C2.31 - TUGs Corredor Central, no qual o software leu a corrente do circuito como 396A, e não 3,96A. Por semelhança, foi utilizada a mesma seção do circuito C2.27 - Cafeteira e filtro d'água.

Segue abaixo os cálculos otimizados do Quadro 3 - Estabilizado.

Figura 47 – Circuitos do Quadro 3 - Estabilizado.

Circuito	Seção nominal (mm ²)	Seção Técnica (STEC)			Seção Econômica e Ambiental (SEAC)				Economia de investimento (R\$)	Tempo de retorno do investimento (anos)	Economia de energia (kWh) - valor aproximado	Z1-Z2 Ganho ambiental (redução de CO ₂) (kg-CO ₂)
		CJ (R\$)	CJ (R\$)	CT (R\$)	Seção nominal (mm ²)	CJ (R\$)	CJ (R\$)	CT (R\$)				
C3.2 - TUG Estabilizado	2,5	239	134	373	2,5	239	134	373	0	0	0	0
C3.3 - Racks Fibra 01	2,5	191	54	245	2,5	191	54	245	0	0	0	0
C3.4 - Racks Fibra 02	2,5	191	54	245	2,5	191	54	245	0	0	0	0
Total		621	241	863		621	241	863	0	0	0	0

Dados Gerais
 Preço de energia ativa (R\$/kWh) : 0,63 Taxa de capitalização (%): 5
 Vida econômica da instalação (anos) : 20
 Emissões de CO₂ no momento da geração por unidade de energia elétrica (kg-CO₂/kWh) : 0,0385 Emissões de CO₂ no momento da produção do cobre por quilo de cobre (kg-CO₂/kg-Cu) : 3,6
 [Nota: para saber mais sobre o significado de cada parâmetro indicado nesta tela, consulte o Manual Técnico, páginas 12, 13, 18, 19 e 21.]

Fonte: Os Autores, 2026.

Unificando as informações acima, segue abaixo as Tabelas 43, 44 e 45 com as seções otimizadas.

Tabela 43 – Quadro 1 - Superior Otimizado.

ID	Circuito	Tensão (V)	Potência (W)	Corrente Nominal (A)	Método de Instalação	Seção Cond. (mm²)
C.1	DJ - Geral Superior	220	34373	90,2	B1	25
C.1.1	Iluminação Depósito/Circulação	127	697	5,49	B1	2,5
C.1.2	Ilum. Videoconferência	127	268	2,11	B1	2,5
C.1.3	Ilum. Sala de Reunião Superior	127	238	1,87	B1	2,5
C.1.4	Ilum. Adm Bens	127	752	5,92	B1	6
C.1.5	Ilum. Salas Reunião 1/2	127	1088	8,57	B1	4
C.1.6	Ilum. Salas Reunião 3/4 / Comum 2	127	510	4,02	B1	4
C.1.7	TUGs Videoconf./Sala Reunião	127	1200	9,45	B1	4
C.1.8	Tomadas Computador Sala Videoconferência 1	127	1250	9,84	B1	4
C.1.9	Tomadas Computador Sala Videoconferência 2	127	1000	7,87	B1	4
C.1.10	Tomadas Computador Sala de Reunião Superior	127	1000	7,87	B1	4
C.1.11	Tomadas Estação 1.1	127	1500	11,81	B1	6
C.1.12	Tomadas Estação 1.2	127	1250	9,84	B1	6
C.1.13	Tomadas Estação 2.1	127	1500	11,81	B1	6
C.1.14	Tomadas Estação 2.2	127	1250	9,84	B1	6
C.1.15	Tomadas Estação 3.1	127	1500	11,81	B1	6
C.1.16	Tomadas Estação 3.2	127	1250	9,84	B1	6
C.1.17	Tomadas Estação 4.1 / Mesas	127	2000	15,75	B1	6
C.1.18	Tomadas Estação 4.2	127	1250	9,84	B1	6
C.1.19	TUG's Adm Bens/Corredor	127	1000	7,87	B1	4
C.1.20	Impressoras Superior	127	960	7,56	B1	2,5
C.1.21	Iluminação Salas de Reunião	127	880	6,93	B1	4
C.1.22	Tomadas Computadores 1 Sala Reunião	127	1000	7,87	B1	4
C.1.23	Tomadas Computadores 2 Sala Reunião	127	1500	11,81	B1	6
C.1.24	TUG's Salas de Reunião	127	1100	8,66	B1	4
C.1.25	Tomadas Corredor/Sala de Advogados	127	1220	9,61	B1	4
C.1.26	Iluminação Área Comum 2	127	760	5,98	B1	2,5
C.1.27	Secadores de mão 2	220	3000	13,64	B1	2,5
C.1.28	Microondas 2	220	1400	6,36	B1	2,5
C.1.29	Cafeteira e filtro d'água 2	127	700	5,51	B1	2,5
C.1.30	Geladeira 2	127	250	1,97	B1	2,5
C.1.31	TUG's Área Comum 2	127	700	5,51	B1	2,5
C.1.32	Reserva	127	100	0,79	B1	2,5
C.1.33	Reserva	127	100	0,79	B1	2,5
C.1.34	Reserva	127	100	0,79	B1	2,5
C.1.35	Reserva	127	100	0,79	B1	2,5

Fonte: Os Autores, 2026.

Tabela 44 – Quadro 2 - Inferior Otimizado.

ID	Circuito	Tensão (V)	Potência (W)	Corrente Nominal (A)	Método de Instalação	Seção Cond. (mm ²)
C.2	DJ - Geral Cobrança Judicial	220	37871	99,4	B1	70
C.2.1	Iluminação Sala Reunião Inferior	127	109	0,86	B1	2,5
C.2.2	Iluminação Cobrança Judicial 1	127	567	4,46	B1	6
C.2.3	Iluminação Cobrança Judicial 2	127	540	4,25	B1	6
C.2.4	Iluminação Área Comum 1	127	204	1,61	B1	2,5
C.2.5	Iluminação Corredor Central	127	81	0,64	B1	2,5
C.2.6	TUG's e Bebedouro Cobrança Judicial	127	1450	11,42	B1	2,5
C.2.7	Tomadas Posto Estações 1.1	127	1500	11,81	B1	6
C.2.8	Tomadas Posto Estações 1.2	127	1250	9,84	B1	4
C.2.9	Tomadas Posto Estações 2.1	127	1500	11,81	B1	6
C.2.10	Tomadas Posto Estações 2.2	127	1250	9,84	B1	6
C.2.11	Tomadas Posto Estações 3.1	127	1500	11,81	B1	6
C.2.12	Tomadas Posto Estações 3.2	127	1250	9,84	B1	4
C.2.13	Tomadas Estações Centrais	127	1200	9,45	B1	4
C.2.14	Tomadas Posto Estações 4.1	127	1500	11,81	B1	6
C.2.15	Tomadas Posto Estações 4.2	127	1250	9,84	B1	4
C.2.16	Tomadas Posto Estações 5.1	127	1500	11,81	B1	6
C.2.17	Tomadas Posto Estações 5.2	127	1250	9,84	B1	4
C.2.18	Tomadas Posto Estações 6.1	127	1500	11,81	B1	6
C.2.19	Tomadas Posto Estações 6.2	127	1250	9,84	B1	4
C.2.20	Tomadas Posto Estações 7.1	127	1500	11,81	B1	4
C.2.21	Tomadas Posto Estações 7.2	127	1250	9,84	B1	4
C.2.22	Tomadas Posto Estações 8.1	127	1500	11,81	B1	6
C.2.23	Tomadas Posto Estações 8.2	127	1250	9,84	B1	4
C.2.24	Impressora	127	1280	10,08	B1	4
C.2.25	Secadores de mão 1	220	3000	13,64	B1	4
C.2.26	Microondas 1	220	1400	6,36	B1	2,5
C.2.27	Cafeteira e filtro d'água 1	127	700	5,51	B1	4
C.2.28	Geladeira 1	127	250	1,97	B1	2,5
C.2.29	TUG's Área Comum 1	127	700	5,51	B1	2,5
C.2.30	Nobreak	220	1640	4,30	B1	2,5
C.2.31	TUGs Corredor Central	127	500	3,94	B1	2,5
C.2.32	Reserva	127	1500	11,81	B1	10
C.2.33	Reserva	127	250	1,97	B1	2,5
C.2.34	Reserva	127	250	1,97	B1	2,5
C.2.35	Reserva	127	250	1,97	B1	10

Fonte: Os Autores, 2026.

Tabela 45 – Quadro 3 - Estabilizado Otimizado.

ID	Circuito	Tensão (V)	Potência (W)	Corrente Nominal (A)	Método de Instalação	Seção Cond. (mm ²)
C.3	DJ - Geral	220	1640	4,3	B1	10
C.3.1	Iluminação Estabilizado	127	240	1,89	B1	2,5
C.3.2	TUG Estabilizado	127	600	4,72	B1	2,5
C.3.3	Racks Fileira 01	127	300	2,36	B1	2,5
C.3.4	Racks Fileira 02	127	300	2,36	B1	2,5
C.3.5	Reserva	127	100	0,79	B1	2,5
C.3.6	Reserva	127	100	0,79	B1	2,5

Fonte: Os Autores, 2026.

5.4 Síntese e conclusão do capítulo

Dentro do capítulo, foram estabelecidos parâmetros gerais para os dois projetos. Uma planta base do andar comercial com suas áreas foi apresentada, além das potências de pontos de tomada e distribuição geral dos circuitos dos três quadros: Área Superior, Área Inferior e Estabilizado. Tanto o projeto base como o eficiente foram divididos em tópicos de estudo luminotécnico, distribuição de quadros e dimensionamento de condutores.

Dentro do projeto base, foram utilizadas as normas NBR 8995 para o estudo luminotécnico, e NBR 5410 para distribuição de quadros elétricos e dimensionamento de condutores. Para o estudo luminotécnico, foram utilizadas luminárias mais antigas, trazendo uma diferença considerável em relação ao projeto eficiente. Os quadros foram distribuídos de forma convencional, sem atrapalhar fluxo de pessoas que poderia passar pelas áreas do andar.

Para o projeto eficiente, foram utilizadas como base as normas ASHRAE 90.1-2010, NBR 8995, NBR 16819 e NBR 15920. O projeto luminotécnico foi modelado em DialuxEVO, utilizando luminárias de LED, garantindo a eficiência do projeto. Os quadros foram distribuídos conforme o método baricentro, e os dimensionamentos dos cabos foram definidos por software de cálculo de cabo eficiente DEAC.

Os dimensionamentos irão auxiliar com a próxima etapa, a análise financeira, deixando clara a diferença entre ambos os casos.

6 ANÁLISE FINANCEIRA

Para a análise financeira, será levado em consideração o quantitativo de cada projeto, de acordo com os dimensionamentos apresentados no capítulo 5. Além dos materiais dimensionados, serão contabilizados os demais materiais elétricos, como luminárias, tomadas, interruptores e cabos.

Também será realizado o estudo do custo operacional da instalação, levando em conta itens como manutenção do sistema, consumo de equipamentos, dissipação térmica dos condutores e substituições de lâmpadas/luminárias.

6.1 Custo de Aquisição - CAPEX

O custo de aquisição (CAPEX) será calculado de acordo com a tabela SINAPI, levando em conta os materiais e mão de obra de cada equipamento.

Os valores considerados para cada item serão retirados da tabela de custo de composições do SINAPI do estado do Paraná, do mês 09/2025 (CAIXA, 2025). Serão utilizadas as tabelas de relatório analítico de composições, que define as quantidades de cada insumo para determinada atividade, e relatório de preços de composições, que define os preços. O relatório de preços de insumos será utilizado para os cabos, tomadas e interruptores, e o preço das luminárias será utilizado conforme repassado pelos fabricantes.

Para o cálculo da composição de cada produto, será feita a relação entre a figura 48, na qual será extraído o coeficiente da mão de obra para cada equipamento, como por exemplo de uma luminária, e a figura 49, onde é possível extrair o valor unitário do produto, com ou sem desoneração. Para o trabalho, será considerado o valor sem desoneração.

Figura 48 – Exemplo do relatório analítico de composições do SINAPI.

Código		Descrição da Composição	Unid.	Coefficiente	Situação
Grupo Iluminação Predial e Monitoramento - continuação (clique para acessar o caderno técnico)					
I	38774	LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA 30 LEDS, POTÊNCIA 2 W, BATERIA DE LÍTRIO, AUTONOMIA DE 6 HORAS	UN	1,0000000	COM PREÇO
C	88247	AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0551562	COM CUSTO
C	88264	ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1765000	COM CUSTO
105542 LUMINÁRIA LED DE EMBUTIR - QUADRADA 60X60CM, INCLUSO DRIVER - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_09/2024			UN		SEM CUSTO
T	45214	LUMINÁRIA PAINEL PLAFON, DE EMBUTIR, SLIM, QUADRADA *60 X 60* CM, EM ALUMÍNIO ACABAMENTO BRANCO, COM ACRÍLICO, LAMPADAS LED (24 W A 48 W) E DRIVER BIVOLT	UN	1,0000000	SEM PREÇO
C	88247	AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,3774941	COM CUSTO
C	88264	ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,2079812	COM CUSTO
105543 LUMINÁRIA LED DE SOBREPOR - QUADRADA *60X60*CM, INCLUSO DRIVER - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_09/2024			UN		SEM CUSTO
T	45215	LUMINÁRIA PAINEL PLAFON, DE SOBREPOR, QUADRADA *60 X 60* CM, EM ALUMÍNIO ACABAMENTO BRANCO, LAMPADAS LED *48* W E DRIVER BIVOLT	UN	1,0000000	SEM PREÇO
C	88247	AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,3479486	COM CUSTO
C	88264	ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,1134355	COM CUSTO
105544 LUMINÁRIA LED DE SOBREPOR HERMÉTICA - *60X15CM*, INCLUSO DRIVER - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_09/2024			UN		SEM CUSTO
T	45216	LUMINÁRIA LED DE SOBREPOR HERMÉTICA, *60 X 15* CM, INCLUSO DRIVER (NAO INCLUI LAMPADAS)	UN	1,0000000	SEM PREÇO
C	88247	AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1219687	COM CUSTO
C	88264	ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,3903000	COM CUSTO
100913 LUMINÁRIA TIPO CALHA, DE EMBUTIR, COM 1 LÂMPADA TUBULAR LED DE 18 W, SEM REATOR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_09/2024			UN		SEM CUSTO
T	39387	LAMPADA LED TUBULAR BIVOLT 18/20 W, BASE G13	UN	1,0000000	COM PREÇO
T	43994	LUMINÁRIA DE EMBUTIR, EM CHAPA DE AÇO PINTADA EM BRANCO, PARA 1 LAMPADA T8 TUBULAR FLUORESCENTE OU LED DE *18* W, BIVOLT, COM DIFUSOR LEITOSO, 60 CM (NAO INCLUI REATOR OU LAMPADA)	UN	1,0000000	SEM PREÇO
C	88247	AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1450625	COM CUSTO
C	88264	ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,4642000	COM CUSTO
100916 LUMINÁRIA TIPO CALHA, DE EMBUTIR, COM 2 LÂMPADAS TUBULARES LED DE 18 W, SEM REATOR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_09/2024			UN		SEM CUSTO
T	39387	LAMPADA LED TUBULAR BIVOLT 18/20 W, BASE G13	UN	2,0000000	COM PREÇO
T	43996	LUMINÁRIA DE EMBUTIR TIPO CALHA, RETANGULAR, EM CHAPA DE AÇO PINTADA EM BRANCO, PARA 2 LAMPADAS TUBULARES T8, LED *18* W OU FLUORESCENTE, BIVOLT, ALTEADA, 120 CM (NAO INCLUI REATOR E LAMPADAS)	UN	1,0000000	SEM PREÇO
C	88247	AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1958125	COM CUSTO
C	88264	ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,6266000	COM CUSTO
100918 LUMINÁRIA TIPO CALHA, DE EMBUTIR, COM 2 LÂMPADAS TUBULARES LED DE 9 W, SEM REATOR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_09/2024			UN		SEM CUSTO

Fonte: Os Autores, 2026.

Figura 49 – Exemplo do relatório de custos de composições do SINAPI.

Código		Descrição da Composição	Unid.	Custo Total (R\$)			
				SEM desoneração	%AS	COM desoneração	%AS
102988	RECOMPOSIÇÃO DE PAVIMENTO EM PISO INTERTRAVADO, COM REAPROVEITAMENTO DOS BLOCOS INTERTRAVADOS, PARA FECHAMENTO DE VALAS - INCLUSO RETIRADA E COLOCAÇÃO DO MATERIAL. AF_12/2020	M2		76,77	0%	71,62	0%
101814	RECOMPOSIÇÃO DE PAVIMENTOS EM PEDRA POLIÉDRICA, REJUNTAMENTO COM PÓ DE PEDRA, COM REAPROVEITAMENTO DAS PEDRAS POLIÉDRICAS PARA O FECHAMENTO DE VALAS - INCLUSO RETIRADA E COLOCAÇÃO DO MATERIAL. AF_12/2020	M2		58,75	0%	55,67	0%
102098	RECOMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO EM CONCRETO ASFÁLTICO (AQUISIÇÃO EM USINA), PARA O FECHAMENTO DE VALAS - INCLUSO DEMOLIÇÃO DO PAVIMENTO. AF_12/2020	M3		2.084,70	2%	2.052,74	2%
104366	RECOMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO EM CONCRETO ASFÁLTICO (USINAGEM PRÓPRIA), PARA O FECHAMENTO DE VALAS - INCLUSO DEMOLIÇÃO DO PAVIMENTO. AF_12/2020	M3		-	-	-	-
102099	RECOMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO EM PRÉ MISTURADO A FRIO (AQUISIÇÃO EM USINA), PARA FECHAMENTO DE VALAS - INCLUSO DEMOLIÇÃO DO PAVIMENTO. AF_12/2020	M3		-	-	-	-
104367	RECOMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO EM PRÉ MISTURADO A FRIO (USINAGEM PRÓPRIA), PARA FECHAMENTO DE VALAS - INCLUSO DEMOLIÇÃO DO PAVIMENTO. AF_12/2020	M3		-	-	-	-
Grupo Redes Enterradas de Distribuição Elétrica (clique para acessar o caderno técnico)							
92994	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 120 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV, PARA REDE ENTERRADA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2021	M		138,48	-	137,66	-
92996	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 150 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV, PARA REDE ENTERRADA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2021	M		167,46	-	166,50	-
92998	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 185 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV, PARA REDE ENTERRADA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2021	M		205,11	-	203,96	-
93000	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 240 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV, PARA REDE ENTERRADA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2021	M		271,26	-	269,85	-
92984	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 25 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV, PARA REDE ENTERRADA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2021	M		30,19	-	29,84	-
93002	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 300 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV, PARA REDE ENTERRADA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2021	M		350,41	-	348,69	-
92986	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 35 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV, PARA REDE ENTERRADA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2021	M		41,48	-	41,09	-
92988	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 50 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV, PARA REDE ENTERRADA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2021	M		59,89	-	59,42	-
92990	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 70 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV, PARA REDE ENTERRADA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2021	M		82,67	-	82,10	-
92992	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 95 MM², ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV, PARA REDE ENTERRADA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2021	M		106,75	-	106,06	-
103491	CONCRETAGEM COMO PROTEÇÃO MECÂNICA ADICIONAL NO REATERRO PARA REDE ENTERRADA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2021	M3		672,35	-	642,85	-
93026	CURVA 90 GRAUS PARA ELETRODUTO, PVC, ROSCÁVEL, DN 110 MM (4"), PARA REDE ENTERRADA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2021	UN		131,49	-	127,90	-
93018	CURVA 90 GRAUS PARA ELETRODUTO, PVC, ROSCÁVEL, DN 50 MM (1 1/2"), PARA REDE ENTERRADA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2021	UN		34,38	-	32,49	-
93020	CURVA 90 GRAUS PARA ELETRODUTO, PVC, ROSCÁVEL, DN 60 MM (2"), PARA REDE ENTERRADA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2021	UN		44,41	-	42,24	-
93022	CURVA 90 GRAUS PARA ELETRODUTO, PVC, ROSCÁVEL, DN 75 MM (2 1/2"), PARA REDE ENTERRADA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2021	UN		75,73	-	73,13	-
93024	CURVA 90 GRAUS PARA ELETRODUTO, PVC, ROSCÁVEL, DN 85 MM (3"), PARA REDE ENTERRADA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2021	UN		79,41	-	76,52	-
97670	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PEAD, DN 100 (4"), PARA REDE ENTERRADA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2021	M		30,74	-	29,77	-

Fonte: Os Autores, 2026.

A partir das informações das duas tabelas e do fabricante, temos os cálculos dos custos de instalação das instalações elétricas do andar comercial. Em uma planilha separada, foram colocados os custos e quantidades de insumos de cada item unitário, além do acréscimo do *BDI* (Benefícios e Despesas Indiretas), considerado como os 22,12% utilizados em referências do *TCU* (TCU, 2013). Para o valor de mão de obra, foram considerados 39,36 R\$/h para o eletricitista e 32,30 R\$/h para o ajudante de eletricitista, como indicada na tabela SINAPI (CAIXA, 2025). As tabelas 46 e 47 apresentam os cálculos referidos.

Tabela 46 – Resumo dos custos unitários do estudo básico.

Descrição	Valor insumo	Coef. Eletricitista	Valor eletricitista	Coef. Auxiliar	Valor auxiliar	BDI	Valor total
QUADRO ELETRICO 100A, 46 circuitos	R\$ 2.564,00	1,9456	R\$ 76,58	1,9456	R\$ 62,84	22,12%	R\$ 3.301,42
QUADRO ELETRICO 150A, 48 circuitos	R\$ 2.606,00	1,9456	R\$ 76,58	1,9456	R\$ 62,84	22,12%	R\$ 3.352,71
QUADRO ELETRICO 100A, 10 circuitos	R\$ 1.230,00	1,4514	R\$ 57,13	1,4514	R\$ 46,88	22,12%	R\$ 1.629,09
CABO DE COBRE FLEXIVEL 1,5 MMF EPR 1KV	R\$ 2,02	0,023	R\$ 0,91	0,023	R\$ 0,74	22,12%	R\$ 4,48
CABO DE COBRE FLEXIVEL 2,5 MMF EPR 1KV	R\$ 2,81	0,029	R\$ 1,14	0,029	R\$ 0,94	22,12%	R\$ 5,97
CABO DE COBRE FLEXIVEL 4,0 MMF EPR 1KV	R\$ 4,32	0,039	R\$ 1,54	0,039	R\$ 1,26	22,12%	R\$ 8,69
CABO DE COBRE FLEXIVEL 6,0 MMF EPR 1KV	R\$ 6,28	0,051	R\$ 2,01	0,051	R\$ 1,65	22,12%	R\$ 12,13
TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA	R\$ 38,34	0,242	R\$ 9,53	0,242	R\$ 7,82	22,12%	R\$ 68,00
TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA	R\$ 43,71	0,317	R\$ 12,48	0,317	R\$ 10,24	22,12%	R\$ 81,12
INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO) COM 1 TOMADA DE EMBUTIR 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA	R\$ 62,47	0,496	R\$ 19,52	0,155	R\$ 5,01	22,12%	R\$ 106,24
LUMINÁRIA 16W TBS 050/C5	R\$ 260,42	0,496	R\$ 19,52	0,155	R\$ 5,01	22,12%	R\$ 347,98
LUMINÁRIA 32W TBS 020-RA	R\$ 332,51	0,627	R\$ 24,68	0,196	R\$ 6,33	22,12%	R\$ 443,93
SUBSTITUICAO (LAMPADA) LUMINÁRIA 16W TBS 050/C5	R\$ 35,80	0,496	R\$ 19,52	0,155	R\$ 5,01	22,12%	R\$ 73,67
SUBSTITUICAO (LAMPADA) LUMINÁRIA 32W TBS 020-RA	R\$ 60,60	0,627	R\$ 24,68	0,196	R\$ 6,33	22,12%	R\$ 111,87

Fonte: Os Autores, 2026.

Tabela 47 – Resumo dos custos unitários do estudo eficiente.

Descrição	Valor insumo	Coef. Eletricitista	Valor eletricitista	Coef. Auxiliar	Valor auxiliar	BDI	Valor total
QUADRO ELETRICO 100A, 38 circuitos	R\$ 1.667,00	2,056	R\$ 80,92	2,056	R\$ 66,41	22,12%	R\$ 2.215,66
QUADRO ELETRICO 100A, 40 circuitos	R\$ 1.683,00	2,056	R\$ 80,92	2,056	R\$ 66,41	22,12%	R\$ 2.235,20
QUADRO ELETRICO 100A, 10 circuitos	R\$ 1.230,00	1,4514	R\$ 57,13	1,4514	R\$ 46,88	22,12%	R\$ 1.629,09
CABO DE COBRE FLEXIVEL 2,5 MMF EPR 1KV	R\$ 2,81	0,023	R\$ 0,91	0,023	R\$ 0,74	22,12%	R\$ 5,44
CABO DE COBRE FLEXIVEL 4,0 MMF EPR 1KV	R\$ 4,32	0,029	R\$ 1,14	0,029	R\$ 0,94	22,12%	R\$ 7,81
CABO DE COBRE FLEXIVEL 6,0 MMF EPR 1KV	R\$ 6,28	0,039	R\$ 1,54	0,039	R\$ 1,26	22,12%	R\$ 11,08
CABO DE COBRE FLEXIVEL 10,0 MMF EPR 1KV	R\$ 18,27	0,076	R\$ 2,99	0,076	R\$ 2,45	22,12%	R\$ 28,96
TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA	R\$ 38,34	0,242	R\$ 9,53	0,242	R\$ 7,82	22,12%	R\$ 68,00
TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA	R\$ 43,71	0,317	R\$ 12,48	0,317	R\$ 10,24	22,12%	R\$ 81,12
INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO) COM 1 TOMADA DE EMBUTIR 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA	R\$ 62,47	0,496	R\$ 19,52	0,155	R\$ 5,01	22,12%	R\$ 106,24
LUMINÁRIA EF93-E0500940WB (REF. SINAPI 97607)	R\$ 177,59	0,577	R\$ 22,71	0,18	R\$ 5,81	22,12%	R\$ 251,71
LUMINÁRIA LHT43-E3000840 (REF. SINAPI 105542)	R\$ 490,26	1,208	R\$ 47,55	0,377	R\$ 12,18	22,12%	R\$ 671,64
LUMINÁRIA EF92-E3LED940AB (REF. SINAPI 100913)	R\$ 223,83	0,4642	R\$ 18,27	0,145	R\$ 4,68	22,12%	R\$ 301,37
LUMINÁRIA EF42-E11100840 (REF. SINAPI 100918)	R\$ 416,71	0,496	R\$ 19,52	0,155	R\$ 5,01	22,12%	R\$ 538,84
LUMINÁRIA LCN02-S2000830 (REF. SINAPI 100907)	R\$ 307,69	0,383	R\$ 15,07	0,12	R\$ 3,88	22,12%	R\$ 398,89
LUMINÁRIA LLC32-P2000840AB (REF. SINAPI 105541)	R\$ 785,39	0,5388	R\$ 21,21	0,168	R\$ 5,43	22,12%	R\$ 991,64
LUMINÁRIA EHT43-E3000840 (REF. SINAPI 105542)	R\$ 490,26	1,208	R\$ 47,55	0,377	R\$ 12,18	22,12%	R\$ 671,64
LUMINÁRIA LLC22-S1000840AB (REF. SINAPI 102467)	R\$ 706,77	0,463	R\$ 18,22	0,145	R\$ 4,68	22,12%	R\$ 891,08

Fonte: Os Autores, 2026.

As quantidades de luminárias e cabos vão variar de acordo com o projeto, base ou eficiente, porém as quantidades de tomadas e interruptores será mantida. Serão consideradas 118 tomadas baixas 2P + T 10A, sendo 36 tomadas baixas e 82 tomadas no piso, a fim de manter a mesma base de cálculo do SINAPI, 31 tomadas médias 2P + T 10A, sendo 21 tomadas 127V e 10 220V, e 25 interruptores simples com uma tomada 2P + T.

6.1.1 CAPEX Projeto Base

Usando como base os custos unitários mostrados na tabela 46, e também considerando as quantidades calculadas em projeto, foi calculado o custo total da instalação dos materiais elétricos do projeto base, conforme mostrado na tabela 48.

Tabela 48 – Levantamento de custos do estudo base.

Descrição	Qtde	Unidade	Custo unitário	Custo total
QUADRO ELETRICO 100A, 46 circuitos	1	un.	R\$ 3.301,42	R\$ 3.301,42
QUADRO ELETRICO 150A, 48 circuitos	1	un.	R\$ 3.352,71	R\$ 3.352,71
QUADRO ELETRICO 100A, 10 circuitos	1	un.	R\$ 1.629,09	R\$ 1.629,09
CABO DE COBRE FLEXÍVEL 1,5 MM² EPR 1KV	210	m	R\$ 4,48	R\$ 940,71
CABO DE COBRE FLEXÍVEL 2,5 MM² EPR 1KV	5149	m	R\$ 5,97	R\$ 30.736,42
CABO DE COBRE FLEXÍVEL 4,0 MM² EPR 1KV	3801	m	R\$ 8,69	R\$ 33.025,07
CABO DE COBRE FLEXÍVEL 6,0 MM² EPR 1KV	56	m	R\$ 12,13	R\$ 679,40
TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA	118	un.	R\$ 68,00	R\$ 8.023,82
TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA	31	un.	R\$ 81,12	R\$ 2.514,71
INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO) COM 1 TOMADA DE EMBUTIR 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA	25	un.	R\$ 106,24	R\$ 2.656,08
LUMINÁRIA 16W TBS 050/C5	310	un.	R\$ 347,98	R\$ 107.873,74
LUMINÁRIA 32W TBS 020-RA	77	un.	R\$ 443,93	R\$ 34.182,61
			Total	R\$ 228.915,79

Fonte: Os Autores, 2026.

6.1.2 CAPEX Projeto Eficiente

O cálculo do custo de aquisição do projeto eficiente, se baseando na tabela 47, foi realizado conforme a tabela 49.

Tabela 49 – Levantamento de custos do estudo eficiente.

Descrição	Qtde	Unidade	Custo unitário	Custo total
QUADRO ELETRICO 100A, 38 circuitos	1	un.	R\$ 2.215,66	R\$ 2.215,66
QUADRO ELETRICO 100A, 40 circuitos	1	un.	R\$ 2.235,20	R\$ 2.235,20
QUADRO ELETRICO 100A, 10 circuitos	1	un.	R\$ 1.629,09	R\$ 1.629,09
CABO DE COBRE FLEXÍVEL 2,5 MM² EPR 1KV	2013	m	R\$ 5,44	R\$ 10.959,44
CABO DE COBRE FLEXÍVEL 4,0 MM² EPR 1KV	2211	m	R\$ 7,81	R\$ 17.275,45
CABO DE COBRE FLEXÍVEL 6,0 MM² EPR 1KV	2718	m	R\$ 11,08	R\$ 30.121,07
CABO DE COBRE FLEXÍVEL 10,0 MM² EPR 1KV	60	m	R\$ 28,96	R\$ 1.737,73
TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA	118	un.	R\$ 68,00	R\$ 8.023,82
TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA	31	un.	R\$ 81,12	R\$ 2.514,71
INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO) COM 1 TOMADA DE EMBUTIR 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA	25	un.	R\$ 106,24	R\$ 2.656,08
LUMINÁRIA EF93-E0500940WB	83	un.	R\$ 251,71	R\$ 20.891,71
LUMINÁRIA LHT43-E3000840	13	un.	R\$ 671,64	R\$ 8.731,33
LUMINÁRIA EF92-E3LED940AB	496	un.	R\$ 301,37	R\$ 149.481,07
LUMINÁRIA EF42-E11100840	56	un.	R\$ 538,84	R\$ 30.175,10
LUMINÁRIA LCN02-S2000830	18	un.	R\$ 398,89	R\$ 7.180,09
LUMINÁRIA LLC32-P2000840AB	23	un.	R\$ 991,64	R\$ 22.807,79
LUMINÁRIA EHT43-E3000840	24	un.	R\$ 671,64	R\$ 16.119,37
LUMINÁRIA LLC22-S1000840AB	1	un.	R\$ 891,08	R\$ 891,08
			Total	R\$ 335.645,80

Fonte: Os Autores, 2026.

Com os custos de aquisição dos projetos base e eficiente em mãos, é possível dar continuidade no estudo financeiro com o cálculo do custo de operação (OPEX).

6.2 Custo de Operação - OPEX

Para o cálculo do custo de operação (OPEX), serão levados em consideração o consumo energético anual do andar comercial, vida útil dos equipamentos pertinentes, inflação e aumento do custo de energia considerando uma média dos últimos anos, para se ter um *pay-back* descontado tanto do projeto base como do eficiente.

Dentro do cálculo de cada projeto, o CAPEX será considerado o valor de investimento inicial. Para o valor de manutenção anual, será considerada a taxa de depreciação anual segundo a Instrução Normativa n° 1700 (FEDERAL, 2017), de 4% do custo anual de energia,

ajustados pela inflação anualmente, e o consumo anual será calculado de acordo com todas as cargas anuais de cada quadro, multiplicado pelo custo unitário de energia. Para este custo, será considerado um valor ponderado da tarifa verde do grupo tarifário A4, visto que é uma laje comercial. Os valores considerados foram adquiridos do *site* da Copel (COPEL, 2026), considerando a tarifa de março de 2026.

Figura 50 – Custo de TUSD e TE do grupo A4, tarifa verde.

Escolha sua tarifa		Fora de ponta		
Grupo Tarifário A1 A3 A4 A2 A3a A5				
Modalidade tarifária Azul Verde Azul - Poder Público Estadual Verde - Aquicultura e Irrigação em Ho...				
		Sem imposto 20,78 TUSD (R\$/kW)		
		0,25751 TE (R\$/kWh)		0,12091 TUSD (R\$/kWh)
		Com imposto 27,36 TUSD (R\$/kW)		
		0,33904 TE (R\$/kWh)		0,159... TUSD (R\$/kWh)
		Sem imposto 20,78 TUSD (R\$/kW)		
		0,41369 TE (R\$/kWh)		1,21156 TUSD Ponta (R\$/kWh)*
		Com imposto 27,36 TUSD (R\$/kW)		
		0,54466 TE (R\$/kWh)		1,595... TUSD (R\$/kWh)
		Ponta		

Fonte: Copel, 2026.

A partir do valor da Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) e Tarifa de Energia (TE) em horário de ponta e fora de ponta, foi calculado um valor ponderado para cada tarifa, considerando que nas 8 horas de operação da edificação, 1 delas é durante o período de ponta. A tarifa é calculada conforme as equações (19), (20) e (21):

$$TUSD = 1/8 * TUSD_{ponta} + 7/8 * TUSD_{foraponta} \quad (19)$$

$$TE = 1/8 * TE_{ponta} + 7/8 * TE_{foraponta} \quad (20)$$

$$Tarifa = TUSD + TE \quad (21)$$

O cálculo, considerando os valores das tarifas segundo a Copel, ficou conforme a tabela 50:

Tabela 50 – Tarifas Copel.

Tarifas	Custo (R\$/kWh)
A4, fora de ponta	R\$ 0,15900
A4, horário de ponta	R\$ 1,59500
Ponderada TUSD	R\$ 0,33850
A4, fora de ponta	R\$ 0,33904
A4, horário de ponta	R\$ 0,54466
Ponderada TE	R\$ 0,36474
Total com impostos	R\$ 0,70324

Fonte: Os Autores, 2026.

O valor de R\$0,70324 será multiplicado pelo consumo energético anual de cada projeto, para calcular o custo anual de energia. Esse consumo será ajustado anualmente de acordo com o aumento médio do custo de energia da Copel do período entre 2017 e 2023. Também foi considerado o *IPCA* acumulado de 2025 como índice de inflação médio dos bens com o objetivo de calcular a inflação real da energia nesse período, para aplicar na equação (22) - Equação de Fischer para obter a taxa nominal do aumento de energia.

$$(1 + i_n) = (1 + i_r)(1 + \pi) \quad (22)$$

onde:

- i_n é a taxa nominal;
- i_r é a taxa real;
- π é a inflação;

O valor de referência do aumento médio do custo de energia e da inflação podem ser observados na tabela 51.

Tabela 51 – Valores de referência da inflação e do aumento de custo de energia.

Premissas	% a.a
Inflação 2025	4,26
Aumento nominal de custo de energia	6,44
Aumento real de custo de energia	2,09

Fonte: Os Autores, 2026.

O fluxo de caixa será a soma entre consumo anual de energia, manutenção anual e troca de equipamentos. Para o projeto base apenas as lâmpadas fluorescentes serão substituídas, enquanto no projeto eficiente todo o conjunto da luminária led será substituído, com o período de troca variando de acordo com a vida útil do equipamento. Por fim, o valor acumulado será a soma do acumulado do ano anterior com o fluxo de caixa do ano presente. Esse processo

será realizado em cada projeto. Após cada estudo, será feita uma comparação entre os valores presentes acumulados do estudo básico e eficiente, para identificar em qual ano o valor do básico ultrapassa o eficiente. O período avaliado das instalações será de 25 anos, seguindo o prazo de vida útil das edificações segundo a Instrução Normativa n° 1700 da Receita Federal (FEDERAL, 2017).

6.2.1 OPEX Projeto Base

Para o projeto base, o valor inicial de investimento foi de R\$ 228.915,79 , conforme calculado na seção 6.1.1. O custo anual de energia foi calculado de acordo com o consumo de cada carga, multiplicado pela hora média de consumo dela e dias por ano que a carga permanece ligada, conforme visto nas tabelas de 52 a 54. Todos os circuitos foram considerados funcionando por 260 dias ao ano, exceto geladeiras, nobreak e racks, que foram considerados 365 dias. Para os circuitos de iluminação foi considerado funcionamento de 8 horas ao dia, para as TUGs foi considerado 4 horas/dia, e tomadas para computadores foi considerado 5 horas/dia. Esses valores foram apontados considerando o efeito do fator de demanda na operação da edificação. Circuitos específicos, como microondas, secadores de mão e impressoras, foi considerado de acordo com cada carga.

Tabela 52 – Consumo anual do quadro 1 - projeto base.

ID	Circuito	Tensão (V)	Potência (W)	Horas por dia	Dias por ano	Potência anual (kW)
C.1	DJ - Geral Superior	220	39804			
C.1.1	Iluminação Depósito/Circulação	127	576	8	260	1246,59
C.1.2	Ilum. Videoconferência	127	1024	8	260	2209,41
C.1.3	Ilum. Sala de Reunião Superior	127	1024	8	260	2225,31
C.1.4	Ilum. Adm Bens 1	127	456	8	260	973,82
C.1.5	Ilum. Adm Bens 2	127	456	8	260	983,95
C.1.6	Ilum. Adm Bens 3	127	456	8	260	994,09
C.1.7	Ilum. Adm Bens 4	127	456	8	260	983,16
C.1.8	Ilum. Adm Bens 5	127	456	8	260	989,46
C.1.9	Ilum. Adm Bens 6	127	456	8	260	995,77
C.1.10	Ilum. Adm Bens 7	127	456	8	260	995,77
C.1.11	Ilum. Adm Bens 8	127	456	8	260	995,77
C.1.12	Ilum. Salas Reunião 1	127	768	8	260	1683,68
C.1.13	Ilum. Salas Reunião 2	127	832	8	260	1793,53
C.1.14	Ilum. Salas Reunião 3	127	832	8	260	1809,27
C.1.15	Ilum. Salas Reunião 4 / Comum 2	127	1216	8	260	2697,42
C.1.16	TUGs Videoconf./Sala Reunião	127	1200	4	260	1308,04
C.1.17	Tomadas Computador Sala Videoconferência 1	127	1250	5	260	1694,02
C.1.18	Tomadas Computador Sala Videoconferência 2	127	1000	5	260	1351,79
C.1.19	Tomadas Computador Sala de Reunião Superior	127	1000	5	260	1333,51
C.1.20	Tomadas Estação 1.1	127	1500	5	260	2011,69
C.1.21	Tomadas Estação 1.2	127	1250	5	260	1667,84
C.1.22	Tomadas Estação 2.1	127	1500	5	260	2011,69
C.1.23	Tomadas Estação 2.2	127	1250	5	260	1667,84
C.1.24	Tomadas Estação 3.1	127	1500	5	260	2001,40
C.1.25	Tomadas Estação 3.2	127	1250	5	260	1660,70
C.1.26	Tomadas Estação 4.1 / Mesas	127	2000	5	260	2740,13
C.1.27	Tomadas Estação 4.2	127	1250	5	260	1660,70
C.1.28	TUG's Adm Bens/Corredor	127	1000	4	260	1076,55
C.1.29	Impressoras Superior	127	960	2	260	521,66
C.1.30	Tomadas Computadores 1 Sala Reunião	127	1000	5	260	1345,69
C.1.31	Tomadas Computadores 2 Sala Reunião	127	1500	5	260	2039,55
C.1.32	TUG's Salas de Reunião	127	1100	3	260	892,40
C.1.33	Tomadas Corredor/Sala de Advogados	127	1220	5	260	1656,52
C.1.34	Iluminação Área Comum 2	127	704	3	260	576,30
C.1.35	Secadores de mão 2	220	3000	1	260	810,15
C.1.36	Microondas 2	220	1400	1	260	368,18
C.1.37	Cafeteira e filtro d'água 2	127	700	1	260	184,39
C.1.38	Geladeira 2	127	250	6	365	549,75
C.1.39	TUG's Área Comum 2	127	700	1	260	183,49
C.1.40	Reserva	127	100			
C.1.41	Reserva	127	100			
C.1.42	Reserva	127	100			
C.1.43	Reserva	127	100			
Soma potências						52890,93 kWh/ano

Fonte: Os Autores, 2026.

Tabela 53 – Consumo anual do quadro 2 - projeto base.

ID	Circuito	Tensão (V)	Potência (W)	Horas por dia	Dias por ano	Potência anual (kW)
C.2	DJ - Geral Cobrança Judicial	220	49794			
C.2.1	Iluminação Sala Reunião Inferior	127	640	8	260	1380,10
C.2.2	Iluminação Cobrança Judicial 1	127	1152	8	260	2477,01
C.2.3	Iluminação Cobrança Judicial 2	127	1152	8	260	2477,01
C.2.4	Iluminação Cobrança Judicial 3	127	1152	8	260	2473,78
C.2.5	Iluminação Cobrança Judicial 4	127	960	8	260	2059,69
C.2.6	Iluminação Cobrança Judicial 5	127	1152	8	260	2480,25
C.2.7	Iluminação Cobrança Judicial 6	127	960	8	260	2064,18
C.2.8	Iluminação Cobrança Judicial 7	127	1152	8	260	2486,71
C.2.9	Iluminação Cobrança Judicial 8	127	960	8	260	2068,67
C.2.10	Iluminação Cobrança Judicial 9	127	1152	8	260	2493,18
C.2.11	Iluminação Cobrança Judicial 10	127	960	8	260	2073,16
C.2.12	Iluminação Cobrança Judicial 11	127	960	8	260	2073,16
C.2.13	Iluminação Área Comum 1	127	704	3	260	576,30
C.2.14	Iluminação Corredor Central	127	320	8	260	681,90
C.2.15	TUG's e Bebedouro Cobrança Judicial	127	1450	3	260	1188,64
C.2.16	Tomadas Posto Estações 1.1	127	1500	5	260	2032,25
C.2.17	Tomadas Posto Estações 1.2	127	1250	5	260	1682,12
C.2.18	Tomadas Posto Estações 2.1	127	1500	5	260	2021,97
C.2.19	Tomadas Posto Estações 2.2	127	1250	5	260	1674,98
C.2.20	Tomadas Posto Estações 3.1	127	1500	5	260	2008,26
C.2.21	Tomadas Posto Estações 3.2	127	1250	5	260	1665,46
C.2.22	Tomadas Estações Centrais	127	1200	5	260	1592,90
C.2.23	Tomadas Posto Estações 4.1	127	1500	5	260	2008,26
C.2.24	Tomadas Posto Estações 4.2	127	1250	5	260	1665,46
C.2.25	Tomadas Posto Estações 5.1	127	1500	5	260	2018,54
C.2.26	Tomadas Posto Estações 5.2	127	1250	5	260	1672,60
C.2.27	Tomadas Posto Estações 6.1	127	1500	5	260	2028,82
C.2.28	Tomadas Posto Estações 6.2	127	1250	5	260	1679,74
C.2.29	Tomadas Posto Estações 7.1	127	1500	5	260	2045,96
C.2.30	Tomadas Posto Estações 7.2	127	1250	5	260	1691,64
C.2.31	Tomadas Posto Estações 8.1	127	1500	5	260	2056,24
C.2.32	Tomadas Posto Estações 8.2	127	1250	5	260	1698,78
C.2.33	Impressora	127	1280	1	260	337,79
C.2.34	Secadores de mão 1	220	3000	1	260	795,35
C.2.35	Microondas 1	220	1400	1	260	369,67
C.2.36	Cafeteira e filtro d'água 1	127	700	1	260	183,86
C.2.37	Geladeira 1	127	250	6	365	550,23
C.2.38	TUG's Área Comum 1	127	700	1	260	184,99
C.2.39	Nobreak	220	1688	6	365	3703,81
C.2.40	TUGs Corredor Central	127	500	1	260	132,13
C.2.41	Reserva	127	1500			
C.2.42	Reserva	127	250			
C.2.43	Reserva	127	250			
C.2.44	Reserva	127	250			
Soma Potências						66.555 kWh/ano

Fonte: Os Autores, 2026.

Tabela 54 – Consumo anual do quadro 3 - projeto base.

ID	Circuito	Tensão (V)	Potência (W)	Horas por dia	Dias por ano	Potência anual (kW)
C.3	DJ - Geral	220	5488			
C.3.1	Iluminação Estabilizado	127	288	8	260	603,08
C.3.2	TUG Estabilizado	127	600	1	260	157,10
C.3.3	Racks Fileira 01	127	300	24	365	2632,60
C.3.4	Racks Fileira 02	127	300	24	365	2632,60
C.3.5	Reserva	127	100			
C.3.6	Reserva	127	100			
Soma potências						6.025 kWh/ano

Fonte: Os Autores, 2026.

O consumo total anual, em kWh/ano, é o seguinte:

$$Cons_{conv} = Cons_{Q1} + Cons_{Q2} + Cons_{Q3} \quad (23)$$

- $Cons_{conv}$ é o consumo anual do cenário base em kWh/ano;
- $Cons_{Q1}$ é o consumo anual referente ao Quadro 1 (superior) em kWh/ano;
- $Cons_{Q2}$ é o consumo anual referente ao Quadro 2 (inferior) em kWh/ano;
- $Cons_{Q3}$ é o consumo anual referente ao Quadro 2 (estabilizado) em kWh/ano;

$$Cons_{conv} = 52.890 + 6.555 + 6.025 = 125.471 kWh/ano \quad (24)$$

Com esse valor, é possível calcular o custo anual de energia, multiplicando a potência anual pela tarifa ponderada citada na tabela 50.

$$Custo_{anualconv} = Cons_{conv} * Tarifa = 125.471 * 0,70324 = 88.236,78 R\$/ano \quad (25)$$

O valor do custo anual seguirá um aumento de acordo com o aumento médio anual de energia. O custo de manutenção anual inicial será de 4% do custo anual de energia, ou seja, R\$3.529,48. Esse valor será ajustado anualmente de acordo com o aumento médio da inflação. As duas taxas, de aumento de energia e inflação, são as referenciadas na tabela 51.

O último ponto a ser analisado é o custo de troca de equipamento. Para os períodos de atuação selecionados, as lâmpadas precisarão ser trocadas a cada 4 anos, conforme o cálculo da tabela 55. Para o cálculo foram considerados somente os custos das lâmpadas e de mão de obra.

Tabela 55 – Valores de vida útil das luminárias do projeto base.

Descrição	Valor insumo	Vida útil fabricante (horas)	Horas por dia de funcionamento	Dias por ano de funcionamento	Vida útil (anos)
LUMINÁRIA - LÂMPADA 2x 16W TBS 050/C5	R\$ 73,67	8000	8	260	4
LUMINÁRIA - LÂMPADA 2x 32W TBS 020-RA	R\$ 111,87	8000	8	260	4

Fonte: Os Autores, 2026.

As informações de funcionamento, horas por dia e dias por ano, foram consideradas de acordo com as tabelas 52 a 54, e a vida útil das luminárias foi considerada de acordo com o fabricante. Os valores considerados para as trocas podem ser encontrados na tabela 48. Por fim, é feita a soma do fluxo de caixa, considerando o custo anual de energia, de manutenção e, sendo o caso, de troca de equipamento. Foi calculado o fluxo em um período de 25 anos, seguindo também o prazo de vida útil das edificações citada na Instrução Normativa n°1700. Para o ano 25, foi considerado um valor ponderado das trocas das lâmpadas. O resultado dos cálculos citados podem ser vistos na tabela 56.

Tabela 56 – Fluxo de caixa do estudo base

Ano	Investimento Inicial	Custo anual de energia	Custo de manutenção	Substituição de lâmpadas	Fluxo de caixa	Acumulado
0	-R\$ 228.916	R\$ -	R\$ -	R\$ -	-R\$ 228.916	-R\$ 228.916
1	R\$ -	-R\$ 90.082	-R\$ 3.529	R\$ -	-R\$ 93.612	-R\$ 322.527
2	R\$ -	-R\$ 91.966	-R\$ 3.529	R\$ -	-R\$ 95.495	-R\$ 418.022
3	R\$ -	-R\$ 93.889	-R\$ 3.529	R\$ -	-R\$ 97.418	-R\$ 515.440
4	R\$ -	-R\$ 95.852	-R\$ 3.529	-R\$ 31.453	-R\$ 130.834	-R\$ 646.275
5	R\$ -	-R\$ 97.856	-R\$ 3.529	R\$ -	-R\$ 101.385	-R\$ 747.660
6	R\$ -	-R\$ 99.902	-R\$ 3.529	R\$ -	-R\$ 103.431	-R\$ 851.092
7	R\$ -	-R\$ 101.991	-R\$ 3.529	R\$ -	-R\$ 105.520	-R\$ 956.612
8	R\$ -	-R\$ 104.123	-R\$ 3.529	-R\$ 31.453	-R\$ 139.106	-R\$ 1.095.718
9	R\$ -	-R\$ 106.301	-R\$ 3.529	R\$ -	-R\$ 109.830	-R\$ 1.205.548
10	R\$ -	-R\$ 108.523	-R\$ 3.529	R\$ -	-R\$ 112.053	-R\$ 1.317.601
11	R\$ -	-R\$ 110.792	-R\$ 3.529	R\$ -	-R\$ 114.322	-R\$ 1.431.923
12	R\$ -	-R\$ 113.109	-R\$ 3.529	-R\$ 31.453	-R\$ 148.092	-R\$ 1.580.014
13	R\$ -	-R\$ 115.474	-R\$ 3.529	R\$ -	-R\$ 119.003	-R\$ 1.699.018
14	R\$ -	-R\$ 117.888	-R\$ 3.529	R\$ -	-R\$ 121.418	-R\$ 1.820.436
15	R\$ -	-R\$ 120.353	-R\$ 3.529	R\$ -	-R\$ 123.883	-R\$ 1.944.319
16	R\$ -	-R\$ 122.870	-R\$ 3.529	-R\$ 31.453	-R\$ 157.853	-R\$ 2.102.171
17	R\$ -	-R\$ 125.439	-R\$ 3.529	R\$ -	-R\$ 128.969	-R\$ 2.231.140
18	R\$ -	-R\$ 128.062	-R\$ 3.529	R\$ -	-R\$ 131.591	-R\$ 2.362.731
19	R\$ -	-R\$ 130.740	-R\$ 3.529	R\$ -	-R\$ 134.269	-R\$ 2.497.000
20	R\$ -	-R\$ 133.473	-R\$ 3.529	-R\$ 31.453	-R\$ 168.456	-R\$ 2.665.456
21	R\$ -	-R\$ 136.264	-R\$ 3.529	R\$ -	-R\$ 139.794	-R\$ 2.805.249
22	R\$ -	-R\$ 139.113	-R\$ 3.529	R\$ -	-R\$ 142.643	-R\$ 2.947.892
23	R\$ -	-R\$ 142.022	-R\$ 3.529	R\$ -	-R\$ 145.551	-R\$ 3.093.444
24	R\$ -	-R\$ 144.992	-R\$ 3.529	-R\$ 31.453	-R\$ 179.974	-R\$ 3.273.418
25	R\$ -	-R\$ 148.023	-R\$ 3.529	-R\$ 7.863	-R\$ 159.416	-R\$ 3.432.834

Fonte: Os Autores, 2026.

6.2.2 OPEX Projeto Eficiente

Para o projeto eficiente, foi realizado o mesmo procedimento citado na seção 6.2.1. O valor de R\$ 335.645,80 foi considerado como o valor inicial de investimento, conforme atestado na seção 6.1.2. As premissas de horas e dias de funcionamento por ano de cada carga foram as mesmas em comparação aos do estudo base. As tabelas 57, 58 e 59 possuem as informações citadas e as potências anuais das cargas.

Tabela 57 – Consumo anual do quadro 1 - projeto eficiente.

ID	Circuito	Tensão (V)	Potência (W)	Horas por dia	Dias por ano	Potência anual (kW)
C.1	DJ - Geral Superior	220	34373			
C.1.1	Iluminação Depósito/Circulação	127	697	8	260	1520,79
C.1.2	Ilum. Videoconferência	127	268	8	260	567,94
C.1.3	Ilum. Sala de Reunião Superior	127	238	8	260	503,32
C.1.4	Ilum. Adm Bens	127	752	8	260	1650,08
C.1.5	Ilum. Salas Reunião 1/2	127	1088	8	260	2352,78
C.1.6	Ilum. Salas Reunião 3/4 / Comum 2	127	510	8	260	1088,40
C.1.7	TUGs Videoconf./Sala Reunião	127	1200	4	260	1308,04
C.1.8	Tomadas Computador Sala Videoconferência 1	127	1250	5	260	1667,94
C.1.9	Tomadas Computador Sala Videoconferência 2	127	1000	5	260	1332,22
C.1.10	Tomadas Computador Sala de Reunião Superior	127	1000	5	260	1320,85
C.1.11	Tomadas Estação 1.1	127	1500	5	260	1975,64
C.1.12	Tomadas Estação 1.2	127	1250	5	260	1642,81
C.1.13	Tomadas Estação 2.1	127	1500	5	260	1975,64
C.1.14	Tomadas Estação 2.2	127	1250	5	260	1642,81
C.1.15	Tomadas Estação 3.1	127	1500	5	260	1971,37
C.1.16	Tomadas Estação 3.2	127	1250	5	260	1639,84
C.1.17	Tomadas Estação 4.1 / Mesas	127	2000	5	260	2658,25
C.1.18	Tomadas Estação 4.2	127	1250	5	260	1639,84
C.1.19	TUG's Adm Bens/Corredor	127	1000	4	260	1062,74
C.1.20	Impressoras Superior	127	960	2	260	521,66
C.1.21	Iluminação Salas de Reunião	127	880	8	260	1900,85
C.1.22	Tomadas Computadores 1 Sala Reunião	127	1000	5	260	1328,43
C.1.23	Tomadas Computadores 2 Sala Reunião	127	1500	5	260	2009,83
C.1.24	TUG's Salas de Reunião	127	1100	4	260	1189,86
C.1.25	Tomadas Corredor/Sala de Advogados	127	1220	5	260	1656,52
C.1.26	Iluminação Área Comum 2	127	760	3	260	624,47
C.1.27	Secadores de mão 2	220	3000	1	260	810,15
C.1.28	Microondas 2	220	1400	1	260	368,18
C.1.29	Cafeteira e filtro d'água 2	127	700	1	260	184,39
C.1.30	Geladeira 2	127	250	6	365	549,75
C.1.31	TUG's Área Comum 2	127	700	1	260	183,49
C.1.32	Reserva	127	100			
C.1.33	Reserva	127	100			
C.1.34	Reserva	127	100			
C.1.35	Reserva	127	100			
					Soma potências	40.848 kWh/ano

Fonte: Os Autores, 2026.

Tabela 58 – Consumo anual do quadro 2 - projeto eficiente.

ID	Circuito	Tensão (V)	Potência (W)	Horas por dia	Dias por ano	Potência anual (kW)
C.2	DJ - Geral Cobrança Judicial	220	37871			
C.2.1	Iluminação Sala Reunião Inferior	127	109	8	260	227,59
C.2.2	Iluminação Cobrança Judicial 1	127	567	8	260	1244,49
C.2.3	Iluminação Cobrança Judicial 2	127	540	8	260	1182,28
C.2.4	Iluminação Área Comum 1	127	204	8	260	430,40
C.2.5	Iluminação Corredor Central	127	81	8	260	169,12
C.2.6	TUG's e Bebedouro Cobrança Judicial	127	1450	3	260	1188,64
C.2.7	Tomadas Posto Estações 1.1	127	1500	5	260	1984,19
C.2.8	Tomadas Posto Estações 1.2	127	1250	5	260	1660,53
C.2.9	Tomadas Posto Estações 2.1	127	1500	5	260	1979,91
C.2.10	Tomadas Posto Estações 2.2	127	1250	5	260	1645,77
C.2.11	Tomadas Posto Estações 3.1	127	1500	5	260	1974,22
C.2.12	Tomadas Posto Estações 3.2	127	1250	5	260	1650,17
C.2.13	Tomadas Estações Centrais	127	1200	5	260	1580,47
C.2.14	Tomadas Posto Estações 4.1	127	1500	5	260	1974,22
C.2.15	Tomadas Posto Estações 4.2	127	1250	5	260	1650,17
C.2.16	Tomadas Posto Estações 5.1	127	1500	5	260	1978,49
C.2.17	Tomadas Posto Estações 5.2	127	1250	5	260	1654,61
C.2.18	Tomadas Posto Estações 6.1	127	1500	5	260	1982,76
C.2.19	Tomadas Posto Estações 6.2	127	1250	5	260	1659,05
C.2.20	Tomadas Posto Estações 7.1	127	1500	5	260	2009,70
C.2.21	Tomadas Posto Estações 7.2	127	1250	5	260	1666,46
C.2.22	Tomadas Posto Estações 8.1	127	1500	5	260	1994,16
C.2.23	Tomadas Posto Estações 8.2	127	1250	5	260	1670,90
C.2.24	Impressora	127	1280	1	260	335,91
C.2.25	Secadores de mão 1	220	3000	1	260	795,35
C.2.26	Microondas 1	220	1400	1	260	369,67
C.2.27	Cafeteira e filtro d'água 1	127	700	1	260	183,86
C.2.28	Geladeira 1	127	250	6	365	550,23
C.2.29	TUG's Área Comum 1	127	700	1	260	184,99
C.2.30	Nobreak	220	1640	6	365	3607,70
C.2.31	TUGs Corredor Central	127	500	1	260	132,13
C.2.32	Reserva	127	1500			
C.2.33	Reserva	127	250			
C.2.34	Reserva	127	250			
C.2.35	Reserva	127	250			
Soma potências						41.318 kWh/ano

Fonte: Os Autores, 2026.

Tabela 59 – Consumo anual do quadro 3 - projeto eficiente.

ID	Circuito	Tensão (V)	Potência (W)	Horas por dia	Dias por ano	Potência anual (kW)
C.3	DJ - Geral	220	1640			
C.3.1	Iluminação Estabilizado	127	240	8	260	502,01
C.3.2	TUG Estabilizado	127	600	1	260	157,10
C.3.3	Racks Fileira 01	127	300	24	365	2635,39
C.3.4	Racks Fileira 02	127	300	24	365	2635,39
C.3.5	Reserva	127	100			
C.3.6	Reserva	127	100			
Soma potências						5.929 kWh/ano

Fonte: Os Autores, 2026.

O consumo total anual, em kWh/ano, é a seguinte:

$$Cons_{efic} = Cons_{Q1} + Cons_{Q2} + Cons_{Q3} \quad (26)$$

- $Cons_{efic}$ é o consumo anual do cenário eficiente em kWh/ano;
- $Cons_{Q1}$ é o consumo anual referente ao Quadro 1 (superior) em kWh/ano;
- $Cons_{Q2}$ é o consumo anual referente ao Quadro 2 (inferior) em kWh/ano;
- $Cons_{Q3}$ é o consumo anual referente ao Quadro 2 (estabilizado) em kWh/ano;

$$Cons_{efic} = 40.848 + 41.318 + 5.929 = 88.096 kWh/ano \quad (27)$$

A partir do consumo anual, foi calculado o custo anual de energia, conforme demonstrado na equação 28.

$$Custo_{anualefic} = Cons_{efic} * Tarifa = 88.096 * 0,70324 = 61.953 R\$/ano \quad (28)$$

Assim como no estudo base, o aumento do custo de energia anual seguirá de acordo com o aumento médio anual de energia, e o custo de manutenção anual será de 4% do custo de energia, ou seja, R\$ 2.478,14.

Para a troca de equipamentos, foram considerados 24 anos de vida útil das luminárias. Dito isso, na tabela 60 podem ser vistos os cálculos do fluxo de caixa e valor acumulado do estudo eficiente.

Tabela 60 – Fluxo de caixa do estudo eficiente

Ano	Investimento Inicial	Custo anual de energia	Custo de manutenção	Substituição de lâmpadas	Fluxo de caixa	Acumulado
0	-R\$ 335.646	R\$ -	R\$ -	R\$ -	-R\$ 335.646	-R\$ 335.646
1	R\$ -	-R\$ 63.249	-R\$ 2.478	R\$ -	-R\$ 65.727	-R\$ 401.373
2	R\$ -	-R\$ 64.571	-R\$ 2.478	R\$ -	-R\$ 67.049	-R\$ 468.422
3	R\$ -	-R\$ 65.921	-R\$ 2.478	R\$ -	-R\$ 68.400	-R\$ 536.822
4	R\$ -	-R\$ 67.300	-R\$ 2.478	R\$ -	-R\$ 69.778	-R\$ 606.600
5	R\$ -	-R\$ 68.707	-R\$ 2.478	R\$ -	-R\$ 71.185	-R\$ 677.785
6	R\$ -	-R\$ 70.144	-R\$ 2.478	R\$ -	-R\$ 72.622	-R\$ 750.407
7	R\$ -	-R\$ 71.610	-R\$ 2.478	R\$ -	-R\$ 74.088	-R\$ 824.495
8	R\$ -	-R\$ 73.108	-R\$ 2.478	R\$ -	-R\$ 75.586	-R\$ 900.081
9	R\$ -	-R\$ 74.636	-R\$ 2.478	R\$ -	-R\$ 77.114	-R\$ 977.195
10	R\$ -	-R\$ 76.197	-R\$ 2.478	R\$ -	-R\$ 78.675	-R\$ 1.055.870
11	R\$ -	-R\$ 77.790	-R\$ 2.478	R\$ -	-R\$ 80.268	-R\$ 1.136.139
12	R\$ -	-R\$ 79.417	-R\$ 2.478	R\$ -	-R\$ 81.895	-R\$ 1.218.033
13	R\$ -	-R\$ 81.077	-R\$ 2.478	R\$ -	-R\$ 83.555	-R\$ 1.301.589
14	R\$ -	-R\$ 82.772	-R\$ 2.478	R\$ -	-R\$ 85.251	-R\$ 1.386.839
15	R\$ -	-R\$ 84.503	-R\$ 2.478	R\$ -	-R\$ 86.981	-R\$ 1.473.820
16	R\$ -	-R\$ 86.270	-R\$ 2.478	R\$ -	-R\$ 88.748	-R\$ 1.562.569
17	R\$ -	-R\$ 88.074	-R\$ 2.478	R\$ -	-R\$ 90.552	-R\$ 1.653.121
18	R\$ -	-R\$ 89.915	-R\$ 2.478	R\$ -	-R\$ 92.394	-R\$ 1.745.514
19	R\$ -	-R\$ 91.795	-R\$ 2.478	R\$ -	-R\$ 94.274	-R\$ 1.839.788
20	R\$ -	-R\$ 93.715	-R\$ 2.478	R\$ -	-R\$ 96.193	-R\$ 1.935.981
21	R\$ -	-R\$ 95.674	-R\$ 2.478	R\$ -	-R\$ 98.153	-R\$ 2.034.133
22	R\$ -	-R\$ 97.675	-R\$ 2.478	R\$ -	-R\$ 100.153	-R\$ 2.134.286
23	R\$ -	-R\$ 99.717	-R\$ 2.478	R\$ -	-R\$ 102.195	-R\$ 2.236.482
24	R\$ -	-R\$ 101.802	-R\$ 2.478	-R\$ 256.278	-R\$ 360.558	-R\$ 2.597.039
25	R\$ -	-R\$ 103.931	-R\$ 2.478	-R\$ 10.678	-R\$ 117.087	-R\$ 2.714.127

Fonte: Os Autores, 2026.

6.2.3 Comparação OPEX Estudo Base x Eficiente

Finalizados os cálculos dos projetos base e eficiente, é possível comparar o valor acumulado de cada caso, e identificar quando ocorre o *payback* descontado do estudo eficiente. A tabela 61 mostra a evolução do fluxo de caixa dos dois estudos ao longo do tempo, além da diferença entre os dois.

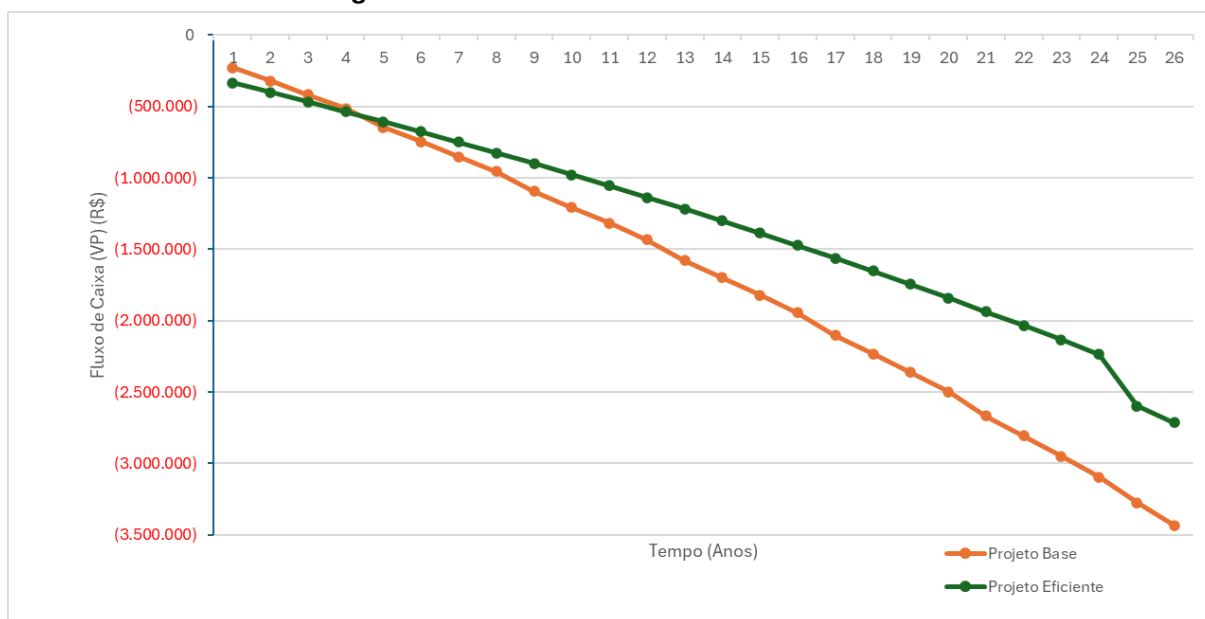
Tabela 61 – Comparação dos valores acumulados dos estudos base e eficiente

Ano	VPL Acumulado - Cenário Base	VPL Acumulado - Cenário Eficiente	Fluxo de Caixa Anual	VPL Acumulado
0	-R\$ 228.916	-R\$ 335.646	-R\$ 106.730	-R\$ 106.730
1	-R\$ 322.527	-R\$ 401.373	R\$ 27.885	-R\$ 78.845
2	-R\$ 418.022	-R\$ 468.422	R\$ 28.446	-R\$ 50.400
3	-R\$ 515.440	-R\$ 536.822	R\$ 29.018	-R\$ 21.381
4	-R\$ 646.275	-R\$ 606.600	R\$ 61.056	R\$ 39.675
5	-R\$ 747.660	-R\$ 677.785	R\$ 30.200	R\$ 69.875
6	-R\$ 851.092	-R\$ 750.407	R\$ 30.810	R\$ 100.685
7	-R\$ 956.612	-R\$ 824.495	R\$ 31.432	R\$ 132.117
8	-R\$ 1.095.718	-R\$ 900.081	R\$ 63.520	R\$ 195.637
9	-R\$ 1.205.548	-R\$ 977.195	R\$ 32.716	R\$ 228.353
10	-R\$ 1.317.601	-R\$ 1.055.870	R\$ 33.378	R\$ 261.730
11	-R\$ 1.431.923	-R\$ 1.136.139	R\$ 34.054	R\$ 295.784
12	-R\$ 1.580.014	-R\$ 1.218.033	R\$ 66.197	R\$ 361.981
13	-R\$ 1.699.018	-R\$ 1.301.589	R\$ 35.448	R\$ 397.429
14	-R\$ 1.820.436	-R\$ 1.386.839	R\$ 36.167	R\$ 433.596
15	-R\$ 1.944.319	-R\$ 1.473.820	R\$ 36.902	R\$ 470.498
16	-R\$ 2.102.171	-R\$ 1.562.569	R\$ 69.104	R\$ 539.602
17	-R\$ 2.231.140	-R\$ 1.653.121	R\$ 38.417	R\$ 578.019
18	-R\$ 2.362.731	-R\$ 1.745.514	R\$ 39.198	R\$ 617.217
19	-R\$ 2.497.000	-R\$ 1.839.788	R\$ 39.995	R\$ 657.212
20	-R\$ 2.665.456	-R\$ 1.935.981	R\$ 72.263	R\$ 729.475
21	-R\$ 2.805.249	-R\$ 2.034.133	R\$ 41.641	R\$ 771.116
22	-R\$ 2.947.892	-R\$ 2.134.286	R\$ 42.490	R\$ 813.606
23	-R\$ 3.093.444	-R\$ 2.236.482	R\$ 43.356	R\$ 856.962
24	-R\$ 3.273.418	-R\$ 2.597.039	-R\$ 180.584	R\$ 676.378
25	-R\$ 3.432.834	-R\$ 2.714.127	R\$ 42.329	R\$ 718.707

Fonte: Os Autores, 2026.

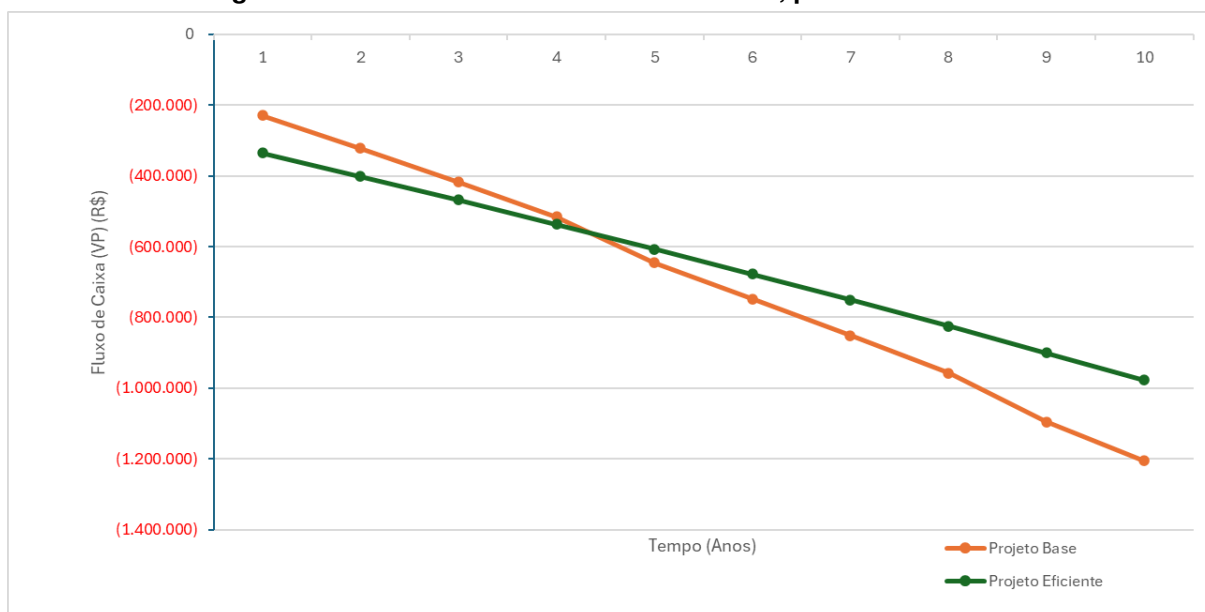
Pode-se notar que o *payback* descontado ocorre no ano 4 do investimento, trazendo um benefício acumulado de longa duração para o investidor, considerando os 25 anos de duração do estudo. Gráficamente, isso pode ser constatado nas figuras 51 e 52.

Figura 51 – VPL Acumulado - Base x Eficiente



Fonte: Os Autores, 2026.

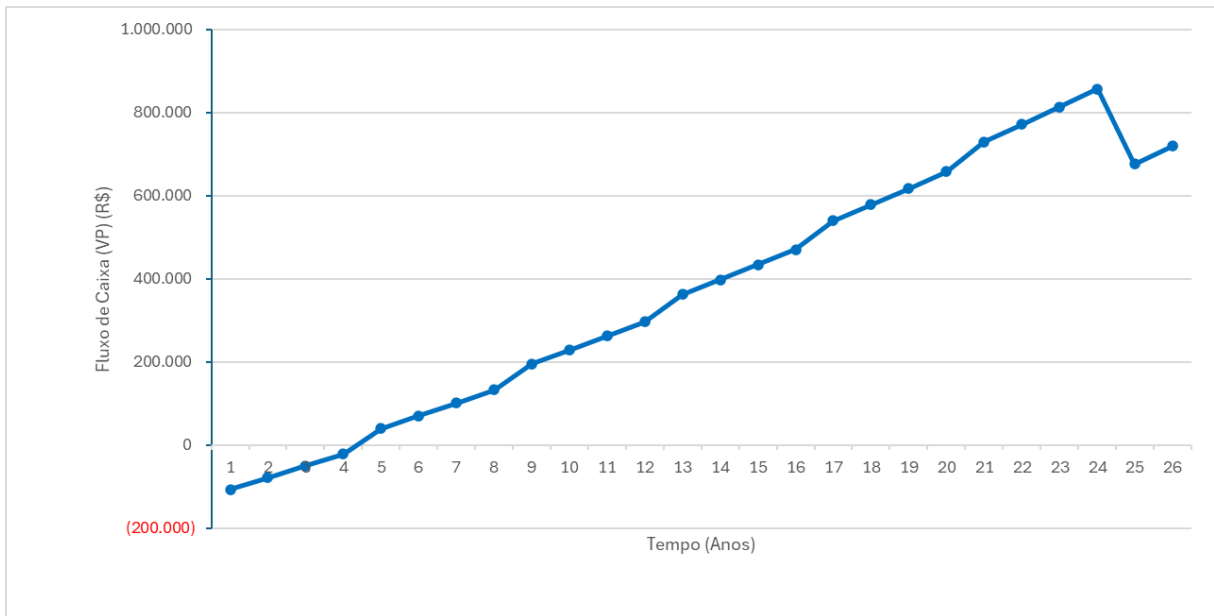
Figura 52 – VPL Acumulado - Base x Eficiente, primeiros 10 anos



Fonte: Os Autores, 2026.

Na figura 53, podemos verificar graficamente o valor presente líquido incremental acumulado, ou seja, como que o investimento está se pagando no período estudado.

Figura 53 – VPL Incremental Acumulado



Fonte: Os Autores, 2026.

6.3 Conclusão do capítulo

Após os estudos do tópico, foi possível identificar diferenças claras entre os dois projetos. Entre elas, um custo inicial consideravelmente maior do estudo eficiente, especialmente devido às lâmpadas mais eficientes, porém com um valor abaixo de cabos devido ao número de circuitos reduzido, por conta da eficiência. Também há uma clara diferença entre a vida útil das luminárias dos dois estudos, com 4 anos para o estudo base e 24 anos para o estudo eficiente, o que reduz significativamente o custo a longo prazo devido ao menor número de substituições de equipamento. Em relação aos fluxos de caixa anuais, é notável que apenas nos anos 0 e 24 apresentaram fluxos anuais negativos, principalmente em função dos custos associados às luminárias no cenário eficiente.

De forma geral, foi possível identificar que o *payback* descontado do estudo eficiente ocorre entre os anos 4 e 5 em comparação com o estudo base. Após um período de 25 anos, a proposta eficiente apresentou um saldo acumulado positivo em valor presente de 718.707 R\$ e um ganho médio anual em valor presente de 28.748 R\$.

A diferença de investimento, ou o investimento adicional entre os dois cenários, que é de 106.730 R\$ gerou um benefício de 718.707 R\$ e um retorno sobre o investimento (ROI_{VP}) de 673%, como calculado na equação (29):

$$ROI_{VP} = \frac{VPL_{\text{Incremental Acumulado}}}{\text{Investimento adicional}} * 100 = \frac{718.707}{335.646 - 228.916} * 100 = 673\% \quad (29)$$

Observa-se que o retorno sobre o investimento (ROI) apresenta um valor consideravelmente elevado. Esse resultado é fortemente influenciado pela escolha das tecnologias de iluminação adotadas no projeto, evidenciando a diferença de desempenho entre luminárias fluorescentes e luminárias LED. Além disso, as premissas de dimensionamento adotadas no projeto eficiente também contribuíram de forma significativa para o desempenho econômico observado.

Verifica-se ainda um impacto direto da diferença de potência instalada entre os cenários analisados, sendo de 22.240 W no cenário de referência e de 5.596 W no cenário eficiente, o que corresponde a uma redução de 74,9%. Esse resultado reforça a influência das escolhas tecnológicas e dos critérios de dimensionamento no desempenho energético e econômico obtido.

Cabe ressaltar que esses resultados também refletem as características dos cenários comparados, uma vez que a análise envolveu o retrofit de uma instalação concebida com tecnologias e critérios de dimensionamento característicos de sua época, em comparação com uma solução baseada em equipamentos mais eficientes e premissas de projeto atualizadas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram apresentados durante o trabalho referências normativas nacionais e internacionais, tanto para projetos convencionais como para projetos voltados para eficiência energética, com o objetivo de aplicar em um andar comercial e comparar os dois casos, nos âmbitos de dimensionamento e análise de custo financeiro em um período de tempo. Foi constatado que essas premissas vindas de normativas possuem um impacto considerável no estudo realizado, como constatado na análise financeira.

Vale ressaltar que o estudo abrange somente o dimensionamento elétrico e luminotécnico, considerando luminárias, lâmpadas, pontos de tomada e fios, não abordando outros tópicos normalmente considerados nesses estudos, como envoltória e sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar-condicionado(AVAC) que também possuem um impacto significativo para o estudo de eficiência em edificações.

Durante o trabalho, foram estudadas as principais normas nacionais e internacionais aplicáveis às instalações elétricas, contemplando tanto os critérios de dimensionamento base quanto os de eficiência energética. O foco recaiu especialmente sobre a NBR 5410 e a NBR ISO/CIE 8995-1, voltadas aos requisitos mínimos de instalações elétricas e iluminação, bem como sobre a NBR 15920, a NBR 16819 e a ASHRAE 90.1, que tratam de diretrizes e parâmetros de eficiência energética.

Para o projeto base, foram utilizadas as normas NBR 5410 e NBR/ISO 8995-1, e as ferramentas Excel e AutoCAD. Devido ao método de cálculo, foi possível observar um número maior de circuitos de iluminação para uma divisão mais homogênea das potências, o que influencia na quantidade de cabos do projeto. Não houve uma diferença significativa na posição do quadro em relação ao projeto eficiente, pois a posição ideal considerada foi próxima à do outro estudo. O CAPEX calculado foi menor devido ao custo reduzido das luminárias. Entretanto, devido ao alto consumo energético anual do sistema, o ganho financeiro que se teria no início do projeto se perde em 4 anos de operação. O maior impacto no dimensionamento base está relacionado a limite de potência definido em estudo, onde foi considerada uma tecnologia mais antiga de luminárias (fluorescente), realizando o dimensionamento com as boas práticas indicadas nas normativas de iluminação.

No projeto eficiente, foram referenciadas as normas nacionais e internacionais NBR 15920, NBR 16819 e ASHRAE 90.1, e utilizadas as ferramentas DIALux Evo, Excel, AutoCAD e DEAC para suporte nos dimensionamentos.

Para o projeto eficiente de iluminação, o maior desafio dentro do projeto foi compatibilizar com os requisitos de ofuscamento dos ocupantes, principalmente nos ambientes de escritórios abertos. É uma ótima oportunidade para perceber que os indicadores que os fornecedores trazem em relação ao ofuscamento se refere a um potencial da luminária, mas que não necessariamente vai te garantir essa qualidade em projeto.

Buscou-se trabalhar uma variedade de conceitos de iluminação nesses escritórios abertos para entender a diferença e dificuldade para o dimensionamento lumínico. No ambiente Adm. de bens, foi utilizado um conjunto de luminária pendente + embutida com vários spots. Aplicando a luminária pendente em cima da área de trabalho e a embutida multispot para complementar o entorno e garantir a uniformidade adequada para a área de trabalho. Já no outro open office, houve uma tentativa de aplicar luminárias de plafon de embutir, mas sem sucesso em relação ao UGR dos ocupantes. Mesmo utilizando uma linha da mesma tipologia com maior restrição de ofuscamento (da linha LHT-43, com UGR de 19 para EHT-43, com UGR de 16), não foi possível atingir o UGR de 19 para todos os ocupantes do layout. A estratégia que permitiu atingir o índice de ofuscamento desejado foi aplicar o mesmo embutido multi-spot do Adm. de bens, e mesmo assim foi necessário o ajuste fino do layout de luminárias e altura de instalação para atingir os indicadores necessários.

Houve uma redução na quantidade de circuitos de iluminação, devido a redução de carga de luminárias, porém com um aumento considerável nos custos das luminárias instaladas. Foi utilizado o método baricentro para cálculo das posições dos quadros elétricos, porém conforme citado na seção anterior, as posições foram próximas do estudo base. O CAPEX foi mais alto devido ao custo das luminárias citado, porém o fluxo anual financeiro considerado no OPEX foi visivelmente menor, devido as premissas mais restritas de queda de tensão e na redução de potência dissipada pela iluminação.

Conforme apresentado no trabalho, no período de 25 anos, o projeto eficiente gerou um benefício no valor presente de 718.707 R\$, e um ROI no valor presente de 673%. Portanto foi verificado que adotar premissas e critérios voltados à eficiência energética impacta diretamente tanto o desempenho técnico quanto o custo operacional da instalação ao longo do tempo. Embora o projeto eficiente apresente maior investimento inicial, se observou uma redução significativa no consumo energético e custos operacionais, tornando evidente a viabilidade técnica e econômica de aplicações de estratégias de eficiência energética nesta edificação comercial.

Como sugestão, pode ser realizado um estudo que aborde além dos temas que foram tratados na monografia, como o dimensionamento luminotécnico e elétrico. Os sistemas relacionados ao conforto térmico como envoltória e dimensionamento de climatização são importantes para apontar oportunidades de melhorias na edificação, já que todos os sistemas presentes na edificação possuem sinergias entre si.

A redução de carga de iluminação e queda de tensão reduz a dissipação de calor no ambiente. Por sua vez, isso reduz a carga térmica e a demanda térmica necessária para atingir os limites de temperatura de conforto recomendada pela norma técnica ABNT NBR 16401-1:2008 (Instalações de ar condicionado - Projetos das Instalações) ou ASHRAE 55 (Condições de conforto térmico para ocupação humana), diminuindo a potência necessária para o equipamento que deve ser dimensionado.

REFERÊNCIAS

- ABCOBRE. **Dimensionamento econômico e ambiental de condutores - Software**. 2011. Disponível em: <https://abcobre.org.br/dimensionamento-economico-e-ambiental-de-condutores-software/>. Acesso em: 13 jul. 2024.
- ABNT. **ABNT NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.
- ABNT. **ABNT NBR 15920**: Cabos elétricos - cálculo da corrente nominal - condições de operação - otimização econômica das seções dos cabos de potência. Rio de Janeiro, 2011.
- ABNT. **ABNT NBR 8995-1**: Iluminação de ambientes de trabalho - parte 1: Interior. Rio de Janeiro, 2013.
- ABNT. **ABNT NBR 16819**: Instalações elétricas de baixa tensão - eficiência energética. Rio de Janeiro, 2020.
- AIE. **Strong policy progress on energy efficiency seen in 2023, but meeting climate goals means moving faster**. 2023. Disponível em: <https://www.iea.org/news/strong-policy-progress-on-energy-efficiency-seen-in-2023-but-meeting-climate-goals-means-moving-faster>. Acesso em: 07 dez. 2023.
- BOYCE, P. *et al.* **Lighting quality and office work: A field simulation study. lighting research and technology**, 2003.
- BRASIL, G. **Compreenda o LEED**. s.d. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/wp-content/uploads/2017/09/Compreenda-o-LEED-1.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2023.
- BRASIL, G. **Leadership in Energy and Environmental Design**. s.d. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/certificacao/certificacao-leed>. Acesso em: 07 dez. 2023.
- CAIXA. **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. 2025. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 23 out. 2025.
- COPEL. **Tarifas de Energia Elétrica**. 2026. Disponível em: <https://www.copel.com/site/copel-distribuicao/tarifas-de-energia-eletrica/>. Acesso em: 18 mar. 2026.
- COUNCIL, U. G. B. **LEED Reference Guide for Building Design and Construction**. Washington DC, 2014.
- CREDER, H. **Instalações Elétricas**. Rio de Janeiro: LTC, 2007. ISBN 9788521615675.
- EPE. **Balanco Energético Nacional 2025**. 2025. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2025>. Acesso em: 24 mai. 2026.
- FEDERAL, R. **Instrução Normativa RFB Nº 1700 DE 14/03/2017**. 2017. Disponível em: <https://normasinternet2.receita.fazenda.gov.br/#/consulta/externa/81268>. Acesso em: 25 mar. 2026.
- FINK. **Uma mudança estrutural nas finanças**. 2020. Disponível em: <https://www.blackrock.com/br/larry-fink-ceo-letter>. Acesso em: 05 dez. 2023.

G1. **Temperaturas globais devem subir a níveis recordes nos próximos cinco anos, diz ONU.** 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/meioambiente/noticia/2023/05/17/temperaturas-globais-devem-subir-a-niveis-recordesnos-proximos-cinco-anos-diz-onu.ghtml>. Acesso em: 30 nov. 2023.

HEATING, R. A. S. O.; ENGINEERS, A.-C. **ASHRAE Standard 90.1-2010:** Energy standard for sites and buildings except low-rise residential buildings. Peachtree Corners, 2010.

HPAC. **ASHRAE Marks Anniversary of Standard 90.1.** 2010. Disponível em: <https://www.hpac.com/archive/article/20925324/ashrae-marks-anniversary-of-standard-901>. Acesso em: 02 abr. 2024.

INMET. **Ano de 2023 é o mais quente da série histórica no Brasil.** 2024. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/ano-de-2023-%C3%A9-o-mais-quente-da-hist%C3%B3ria-do-brasil#:~:text=O%20ano%20de%202023%20%C3%A9,16%C2%BAC%20abaixo%20da%20m%C3%A9dia%20hist%C3%B3rica>. Acesso em: 19 mar. 2024.

KNEIFEL, J.; WEBB, D. **LIFE CYCLE COSTING MANUAL.** 2020.

MENDES, M. **Capex ou Opex: o que são, quais as diferenças e como priorizar.** s.d. Disponível em: <https://blog.woba.com.br/capex-ou-opex/#:~:text=Capex%2C%20do%20ingl%C3%AAs%20capital%20expenditure,%C3%A0s%20despesas%20operacionais%20da%20organiza%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 28 abr. 2024.

MME. **Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica.** 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/spe/procel>. Acesso em: 07 dez. 2023.

MME. **Plano Nacional de Eficiência Energética.** 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/publicacoes/plano-nacional-de-eficiencia-energetica/documentos>. Acesso em: 07 dez. 2023.

RAÑA, B. de S. **Diagnóstico da certificação LEED no estado do Paraná: enfoque em novos empreendimentos e projetos de envoltória e parte central.** 2014. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/11983/2/LD_COEAM_2013_2_02.pdf.

TCU. **Acórdão 2622/2013.** 2013. Disponível em: https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/documento/acordao-completo/*/NUMACORDAO%253A2622%2520ANOACORDAO%253A2013%2520COLEGIADO%253A%2522Plen%25C3%25A1rio%2522/DTRELEVANCIA%2520desc%252C%2520NUMACORDAOINT%2520desc%252C%2520COPIACOLEGIADO%2520desc/0. Acesso em: 15 abr. 2026.

USGBC. **Synergies between LEED and SDGs.** s.d. Disponível em: <https://www.usgbc.org/resources/synergies-between-leed-and-sdgs>. Acesso em: 07 dez. 2023.

WALENIA, P. S. **Notas de aula - Projeto de Iluminação Interna.** 2010.

APÊNDICE A – Cálculos do centro de carga dos Quadros Superior e Inferior

QD SUPERIOR						
X	Y	POT	WHAT	ÁREA	X*POT	Y*POT
7,6228	48,24	100	TOM	DEP	762,28	4824
12,0438	50,78	100	TOM	DEP	1204,38	5078
18,0253	49,59	100	TOM	CIRCUL1	1802,53	4959
15,4903	51,2415	100	TOM	VIDEOCON	1549,03	5124,15
16,9003	51,24	200	TOM	VIDEOCON	3380,06	10248
14,3703	55,365	100	TOM	VIDEOCON	1437,03	5536,5
16,9003	59,49	100	TOM	VIDEOCON	1690,03	5949
19,4303	55,365	100	TOM	VIDEOCON	1943,03	5536,5
16,8647	57,8799	250	TOM	VIDEOCON	4216,175	14470
16,4032	57,3705	250	TOM	VIDEOCON	4100,8	14342,6
16,2857	56,1945	250	TOM	VIDEOCON	4071,425	14048,6
16,2019	54,8888	250	TOM	VIDEOCON	4050,475	13722,2
16,1515	53,5893	250	TOM	VIDEOCON	4037,875	13397,3
17,3261	57,3705	250	TOM	VIDEOCON	4331,525	14342,6
17,4436	56,1945	250	TOM	VIDEOCON	4360,9	14048,6
17,5423	54,8897	250	TOM	VIDEOCON	4385,575	13722,4
17,6078	53,5904	250	TOM	VIDEOCON	4401,95	13397,6
20,6503	51,2415	100	TOM	SALAREUN	2065,03	5124,15
22,1552	51,24	200	TOM	SALAREUN	4431,04	10248
19,5303	55,365	100	TOM	SALAREUN	1953,03	5536,5
21,9953	59,49	100	TOM	SALAREUN	2199,53	5949
23,7801	55,365	100	TOM	SALAREUN	2378,01	5536,5
21,8212	56,2146	250	TOM	SALAREUN	5455,3	14053,7
21,8212	55,6246	250	TOM	SALAREUN	5455,3	13906,2
21,8212	55,0146	250	TOM	SALAREUN	5455,3	13753,7
21,8212	54,4246	250	TOM	SALAREUN	5455,3	13606,2
24,6392	57,3505	250	TOM	ADMBENS	6159,8	14337,6
24,6392	57,1658	250	TOM	ADMBENS	6159,8	14291,5
24,6389	54,0759	250	TOM	ADMBENS	6159,725	13519
24,6389	53,8912	250	TOM	ADMBENS	6159,725	13472,8
26,0392	57,3504	250	TOM	ADMBENS	6509,8	14337,6
26,0392	57,1657	250	TOM	ADMBENS	6509,8	14291,4
26,0392	54,0758	250	TOM	ADMBENS	6509,8	13519
26,0392	53,8911	250	TOM	ADMBENS	6509,8	13472,8
27,4392	57,3505	250	TOM	ADMBENS	6859,8	14337,6
27,4392	57,1658	250	TOM	ADMBENS	6859,8	14291,5
27,4392	54,0759	250	TOM	ADMBENS	6859,8	13519
27,4392	53,8912	250	TOM	ADMBENS	6859,8	13472,8
28,8392	57,3505	250	TOM	ADMBENS	7209,8	14337,6
28,8392	57,1658	250	TOM	ADMBENS	7209,8	14291,5
28,8392	54,0759	250	TOM	ADMBENS	7209,8	13519
28,8392	53,8912	250	TOM	ADMBENS	7209,8	13472,8
30,2392	57,3505	250	TOM	ADMBENS	7559,8	14337,6
30,2392	57,1658	250	TOM	ADMBENS	7559,8	14291,5
30,2392	54,0759	250	TOM	ADMBENS	7559,8	13519
30,2392	53,8912	250	TOM	ADMBENS	7559,8	13472,8
31,7891	56,8866	250	TOM	ADMBENS	7947,275	14221,7
31,7889	53,612	250	TOM	ADMBENS	7947,225	13403

31,6353	59,49	250	TOM	ADMBENS	7908,825	14872,5
29,7891	49,59	250	TOM	ADMBENS	7447,275	12397,5
34,2552	57,3505	250	TOM	ADMBENS	8563,8	14337,6
34,2552	57,1658	250	TOM	ADMBENS	8563,8	14291,5
34,2552	54,0759	250	TOM	ADMBENS	8563,8	13519
34,2552	53,8912	250	TOM	ADMBENS	8563,8	13472,8
35,6552	57,3505	250	TOM	ADMBENS	8913,8	14337,6
35,6552	57,1658	250	TOM	ADMBENS	8913,8	14291,5
35,6552	54,0759	250	TOM	ADMBENS	8913,8	13519
35,6552	53,8912	250	TOM	ADMBENS	8913,8	13472,8
37,0552	57,3505	250	TOM	ADMBENS	9263,8	14337,6
37,0552	57,1658	250	TOM	ADMBENS	9263,8	14291,5
37,0552	54,0759	250	TOM	ADMBENS	9263,8	13519
37,0552	53,8912	250	TOM	ADMBENS	9263,8	13472,8
38,4552	57,3505	250	TOM	ADMBENS	9613,8	14337,6
38,4552	57,1658	250	TOM	ADMBENS	9613,8	14291,5
38,4552	54,0759	250	TOM	ADMBENS	9613,8	13519
38,4552	53,8912	250	TOM	ADMBENS	9613,8	13472,8
39,8552	57,3505	250	TOM	ADMBENS	9963,8	14337,6
39,8552	57,1658	250	TOM	ADMBENS	9963,8	14291,5
39,8552	54,0759	250	TOM	ADMBENS	9963,8	13519
39,8552	53,8912	250	TOM	ADMBENS	9963,8	13472,8
41,4051	56,8859	250	TOM	ADMBENS	10351,28	14221,5
41,4049	53,6113	250	TOM	ADMBENS	10351,23	13402,8
47,6349	55,6249	250	TOM	ADMBENS	11908,73	13906,2
47,6347	53,1249	250	TOM	ADMBENS	11908,68	13281,2
43,0403	57,69	100	TOM	ADMBENS	4304,03	5769
37,8928	59,49	100	TOM	ADMBENS	3789,28	5949
31,6353	59,49	100	TOM	ADMBENS	3163,53	5949
25,3778	59,49	100	TOM	ADMBENS	2537,78	5949
23,8801	55,6158	100	TOM	ADMBENS	2388,01	5561,58
23,8816	51,365	100	TOM	ADMBENS	2388,16	5136,5
45,6256	51,5555	100	TOM	ADMBENS	4562,56	5155,55
51,2053	52,5076	320	TOM	ADMBENS	16385,7	16802,4
38,3308	49,59	320	TOM	ADMBENS	12265,86	15868,8
29,7891	49,59	320	TOM	ADMBENS	9532,512	15868,8
45,4881	50,3693	100	TOM	SALREUN1	4548,81	5036,93
48,3554	51,534	100	TOM	SALREUN1	4835,54	5153,4
45,4856	49,4215	100	TOM	SALREUN1	4548,56	4942,15
48,3554	47,299	100	TOM	SALREUN1	4835,54	4729,9
48,5313	49,2829	500	TOM	SALREUN1	24265,65	24641,5
45,4874	44,2187	100	TOM	SALREUN2	4548,74	4421,87
48,3554	47,289	100	TOM	SALREUN2	4835,54	4728,9
51,2053	45,5845	100	TOM	SALREUN2	5120,53	4558,45
48,5313	56,322	500	TOM	SALREUN2	24265,65	28161
45,4874	41,8538	100	TOM	SALREUN3	4548,74	4185,38
46,6442	38,805	100	TOM	SALREUN3	4664,42	3880,5
48,3554	38,805	100	TOM	SALREUN3	4835,54	3880,5
51,2053	40,6025	100	TOM	SALREUN3	5120,53	4060,25

48,5313	40,927	250	TOM	SALREUN3	12132,83	10231,8
44,844	38,795	100	TOM	SALREUN4	4484,4	3879,5
48,8554	38,795	100	TOM	SALREUN4	4885,54	3879,5
51,2053	35,5852	320	TOM	SALREUN4	16385,7	11387,3
47,4553	32,49	100	TOM	SALREUN4	4745,53	3249
43,7053	35,6425	100	TOM	SALREUN4	4370,53	3564,25
47,4472	35,3954	250	TOM	SALREUN4	11861,8	8848,85
47,4472	35,2107	250	TOM	SALREUN4	11861,8	8802,68
48,8472	35,3954	250	TOM	SALREUN4	12211,8	8848,85
48,8472	35,2107	250	TOM	SALREUN4	12211,8	8802,68
39,2338	48,47	100	TOM	COMUM2	3923,38	4847
39,0353	46,165	1200	TOM	COMUM2	46842,36	55398
39,2338	43,66	100	TOM	COMUM2	3923,38	4366
37,8601	42,64	1200	TOM	COMUM2	45432,12	51168
40,6368	48,785	100	TOM	COMUM2	4063,68	4878,5
40,9741	49,49	750	TOM	COMUM2	30730,58	37117,5
42,3948	49,49	1100	TOM	COMUM2	46634,28	54439
40,8512	47,665	100	TOM	COMUM2	4085,12	4766,5
40,8512	46,165	100	TOM	COMUM2	4085,12	4616,5
42,3403	46,1824	250	TOM	COMUM2	10585,08	11545,6
40,6368	44,845	100	TOM	COMUM2	4063,68	4484,5
41,1812	44,465	1200	TOM	COMUM2	49417,44	53358
40,6368	43,345	100	TOM	COMUM2	4063,68	4334,5
41,0312	42,64	750	TOM	COMUM2	30773,4	31980
42,3948	42,64	1100	TOM	COMUM2	46634,28	46904
42,8353	47,8626	200	TOM	CORREDOR	8567,06	9572,52
42,8353	44,2674	200	TOM	CORREDOR	8567,06	8853,48
45,4756	45,169	100	TOM	CORREDOR	4547,56	4516,9
12,997664	58,681964	17,5	LUM	DEP	227,4591	1026,93
10,584062	57,26501	17,5	LUM	DEP	185,2211	1002,14
9,2373188	57,2637549	17,5	LUM	DEP	161,6531	1002,12
9,8837471	54,7217227	17,5	LUM	DEP	172,9656	957,63
5,8139963	54,7323008	17,5	LUM	DEP	101,7449	957,815
12,653917	52,1182223	17,5	LUM	DEP	221,4435	912,069
10,584062	51,3030177	17,5	LUM	DEP	185,2211	897,803
9,240679	51,6566859	17,5	LUM	DEP	161,7119	903,992
9,4068265	48,8418876	17,5	LUM	DEP	164,6195	854,733
5,8701243	48,8418876	17,5	LUM	DEP	102,7272	854,733
12,979172	50,3666774	9	LUM	CIRCUL1	116,8125	453,3
14,658007	50,3653575	9	LUM	CIRCUL1	131,9221	453,288
16,336844	50,3656256	9	LUM	CIRCUL1	147,0316	453,291
18,01568	50,3658858	9	LUM	CIRCUL1	162,1411	453,293
19,694516	50,366149	9	LUM	CIRCUL1	177,2506	453,295
21,373353	50,3664142	9	LUM	CIRCUL1	192,3602	453,298
23,052188	50,3666774	9	LUM	CIRCUL1	207,4697	453,3
15,213647	58,4587432	25	LUM	VIDEOCON	380,3412	1461,47
16,900312	58,4587432	25	LUM	VIDEOCON	422,5078	1461,47
18,586979	58,4587432	25	LUM	VIDEOCON	464,6745	1461,47
18,586979	56,3962451	25	LUM	VIDEOCON	464,6745	1409,91

18,586979	54,3337489	25	LUM	VIDEOCON	464,6745	1358,34
18,586981	52,2712527	25	LUM	VIDEOCON	464,6745	1306,78
16,900312	52,2712527	25	LUM	VIDEOCON	422,5078	1306,78
15,213646	52,2712527	25	LUM	VIDEOCON	380,3411	1306,78
15,213204	54,3341912	25	LUM	VIDEOCON	380,3301	1358,35
15,20448	56,4054117	25	LUM	VIDEOCON	380,112	1410,14
16,900312	55,364997	9	LUM	SALAREUN	152,1028	498,285
20,910111	58,1455031	25	LUM	SALAREUN	522,7528	1453,64
22,710112	58,1455127	25	LUM	SALAREUN	567,7528	1453,64
20,910121	56,3455039	25	LUM	SALAREUN	522,753	1408,64
22,710128	56,3455039	25	LUM	SALAREUN	567,7532	1408,64
20,910121	54,5455037	25	LUM	SALAREUN	522,753	1363,64
22,710112	54,5455037	25	LUM	SALAREUN	567,7528	1363,64
20,910137	52,7455026	25	LUM	SALAREUN	522,7534	1318,64
22,710144	52,7455026	25	LUM	SALAREUN	567,7536	1318,64
21,138612	59,194995	5	LUM	ADMBENS	105,6931	295,975
22,195208	59,194995	5	LUM	ADMBENS	110,976	295,975
23,251805	59,194995	5	LUM	ADMBENS	116,259	295,975
20,23861	51,9043723	5	LUM	ADMBENS	101,1931	259,522
21,655207	51,9043723	5	LUM	ADMBENS	108,276	259,522
23,071805	51,9043723	5	LUM	ADMBENS	115,359	259,522
24,273705	58,722724	6	LUM	ADMBENS	145,6422	352,336
25,273705	58,722724	6	LUM	ADMBENS	151,6422	352,336
26,273705	58,722724	6	LUM	ADMBENS	157,6422	352,336
27,273705	58,722724	6	LUM	ADMBENS	163,6422	352,336
28,273705	58,722724	6	LUM	ADMBENS	169,6422	352,336
29,273705	58,722724	6	LUM	ADMBENS	175,6422	352,336
30,273705	58,722724	6	LUM	ADMBENS	181,6422	352,336
31,273705	58,722724	6	LUM	ADMBENS	187,6422	352,336
32,273705	58,722724	6	LUM	ADMBENS	193,6422	352,336
33,273705	58,722724	6	LUM	ADMBENS	199,6422	352,336
34,273705	58,722724	6	LUM	ADMBENS	205,6422	352,336
35,273705	58,722724	6	LUM	ADMBENS	211,6422	352,336
36,273705	58,722724	6	LUM	ADMBENS	217,6422	352,336
37,273705	58,722724	6	LUM	ADMBENS	223,6422	352,336
38,273705	58,722724	6	LUM	ADMBENS	229,6422	352,336
39,273705	58,722724	6	LUM	ADMBENS	235,6422	352,336
40,273705	58,7289114	6	LUM	ADMBENS	241,6422	352,373
41,273705	58,722724	6	LUM	ADMBENS	247,6422	352,336
42,273705	58,722724	6	LUM	ADMBENS	253,6422	352,336
42,658644	58,1312228	6	LUM	ADMBENS	255,9519	348,787
42,658644	57,1312228	6	LUM	ADMBENS	255,9519	342,787
42,658644	56,1312228	6	LUM	ADMBENS	255,9519	336,787
42,658644	55,1312228	6	LUM	ADMBENS	255,9519	330,787
42,658644	54,1312228	6	LUM	ADMBENS	255,9519	324,787
42,658644	53,1312228	6	LUM	ADMBENS	255,9519	318,787
42,146807	52,440013	6	LUM	ADMBENS	252,8808	314,64
41,146807	52,440013	6	LUM	ADMBENS	246,8808	314,64
40,146807	52,440013	6	LUM	ADMBENS	240,8808	314,64

39,146807	52,440013	6	LUM	ADMBENS	234,8808	314,64
38,146807	52,440013	6	LUM	ADMBENS	228,8808	314,64
37,146807	52,440013	6	LUM	ADMBENS	222,8808	314,64
36,146807	52,440013	6	LUM	ADMBENS	216,8808	314,64
35,146807	52,440013	6	LUM	ADMBENS	210,8808	314,64
34,146807	52,440013	6	LUM	ADMBENS	204,8808	314,64
33,146807	52,440013	6	LUM	ADMBENS	198,8808	314,64
32,146807	52,440013	6	LUM	ADMBENS	192,8808	314,64
31,146807	52,440013	6	LUM	ADMBENS	186,8808	314,64
30,146807	52,440013	6	LUM	ADMBENS	180,8808	314,64
29,146807	52,440013	6	LUM	ADMBENS	174,8808	314,64
28,137294	52,43257	6	LUM	ADMBENS	168,8238	314,595
26,146807	52,440013	6	LUM	ADMBENS	156,8808	314,64
25,146807	52,440013	6	LUM	ADMBENS	150,8808	314,64
24,146807	52,440013	6	LUM	ADMBENS	144,8808	314,64
24,146807	55,6099578	6	LUM	ADMBENS	144,8808	333,66
25,146807	55,6099578	6	LUM	ADMBENS	150,8808	333,66
26,146807	55,6099578	6	LUM	ADMBENS	156,8808	333,66
27,146807	55,6099578	6	LUM	ADMBENS	162,8808	333,66
28,146807	55,6099578	6	LUM	ADMBENS	168,8808	333,66
29,146807	55,6099578	6	LUM	ADMBENS	174,8808	333,66
30,146807	55,6099578	6	LUM	ADMBENS	180,8808	333,66
31,146807	55,6099578	6	LUM	ADMBENS	186,8808	333,66
32,146807	55,6099578	6	LUM	ADMBENS	192,8808	333,66
33,146807	55,6099578	6	LUM	ADMBENS	198,8808	333,66
34,146807	55,6099578	6	LUM	ADMBENS	204,8808	333,66
35,146807	55,6099578	6	LUM	ADMBENS	210,8808	333,66
36,146807	55,6099578	6	LUM	ADMBENS	216,8808	333,66
37,146807	55,6099578	6	LUM	ADMBENS	222,8808	333,66
38,146807	55,6099578	6	LUM	ADMBENS	228,8808	333,66
39,146807	55,6099578	6	LUM	ADMBENS	234,8808	333,66
40,146807	55,6099578	6	LUM	ADMBENS	240,8808	333,66
41,146807	55,6099578	6	LUM	ADMBENS	246,8808	333,66
42,146807	55,6099578	6	LUM	ADMBENS	252,8808	333,66
46,519244	56,2330962	6	LUM	ADMBENS	279,1155	337,399
46,519244	55,1280967	6	LUM	ADMBENS	279,1155	330,769
46,519244	54,0230952	6	LUM	ADMBENS	279,1155	324,139
46,519244	52,9180957	6	LUM	ADMBENS	279,1155	317,509
46,519244	51,8130961	6	LUM	ADMBENS	279,1155	310,879
49,455241	56,2294837	6	LUM	ADMBENS	296,7314	337,377
49,455241	55,1252318	6	LUM	ADMBENS	296,7314	330,751
49,455241	54,0209819	6	LUM	ADMBENS	296,7314	324,126
49,455241	52,9167319	6	LUM	ADMBENS	296,7314	317,5
49,455241	51,812482	6	LUM	ADMBENS	296,7314	310,875
24,485318	51,5486937	9	LUM	ADMBENS	220,3679	463,938
24,485314	49,9352504	9	LUM	ADMBENS	220,3678	449,417
27,804999	51,5486899	9	LUM	ADMBENS	250,245	463,938
27,804995	49,9352466	9	LUM	ADMBENS	250,245	449,417
31,124675	49,9352427	9	LUM	ADMBENS	280,1221	449,417

31,124678	51,5486861	9	LUM	ADMBENS	280,1221	463,938
34,444322	51,5486728	9	LUM	ADMBENS	309,9989	463,938
34,444318	49,9352294	9	LUM	ADMBENS	309,9989	449,417
37,764033	49,9352351	9	LUM	ADMBENS	339,8763	449,417
37,764037	51,5486785	9	LUM	ADMBENS	339,8763	463,938
41,08372	51,5486728	9	LUM	ADMBENS	369,7535	463,938
41,083716	49,9352332	9	LUM	ADMBENS	369,7534	449,417
44,403395	49,9352294	9	LUM	ADMBENS	399,6306	449,417
44,403399	51,5486728	9	LUM	ADMBENS	399,6306	463,938
44,864814	53,2849875	9	LUM	ADMBENS	403,7833	479,565
43,641764	53,2849875	9	LUM	ADMBENS	392,7759	479,565
43,641764	55,4549876	9	LUM	ADMBENS	392,7759	499,095
44,864814	55,4549876	9	LUM	ADMBENS	403,7833	499,095
48,016006	55,9243403	18	LUM	ADMBENS	864,2881	1006,64
48,016006	54,1243411	18	LUM	ADMBENS	864,2881	974,238
48,015807	52,3243419	18	LUM	ADMBENS	864,2845	941,838
50,860312	54,9980365	5	LUM	ADMBENS	254,3016	274,99
50,860312	54,014123	5	LUM	ADMBENS	254,3016	270,071
50,860312	53,0302115	5	LUM	ADMBENS	254,3016	265,151
50,860312	52,0462981	5	LUM	ADMBENS	254,3016	260,231
44,460822	48,6912299	9	LUM	ADMBENS	400,1474	438,221
44,460822	46,8937341	9	LUM	ADMBENS	400,1474	422,044
44,460822	45,0962373	9	LUM	ADMBENS	400,1474	405,866
44,460835	43,2987405	9	LUM	ADMBENS	400,1475	389,689
44,460822	41,5012427	9	LUM	ADMBENS	400,1474	373,511
44,460822	39,7037459	9	LUM	ADMBENS	400,1474	357,334
45,897963	50,7900134	6	LUM	SALREUN1	275,3878	304,74
46,797965	50,7900134	6	LUM	SALREUN1	280,7878	304,74
47,697963	50,7900134	6	LUM	SALREUN1	286,1878	304,74
48,597964	50,7900134	6	LUM	SALREUN1	291,5878	304,74
49,497962	50,7900134	6	LUM	SALREUN1	296,9878	304,74
50,397963	50,7900134	6	LUM	SALREUN1	302,3878	304,74
45,897963	49,8900138	6	LUM	SALREUN1	275,3878	299,34
46,797965	49,8900138	6	LUM	SALREUN1	280,7878	299,34
47,697963	49,8900138	6	LUM	SALREUN1	286,1878	299,34
48,597964	49,8900138	6	LUM	SALREUN1	291,5878	299,34
49,497962	49,8900138	6	LUM	SALREUN1	296,9878	299,34
50,397963	49,8900138	6	LUM	SALREUN1	302,3878	299,34
45,897963	48,9900123	6	LUM	SALREUN1	275,3878	293,94
46,797965	48,9900123	6	LUM	SALREUN1	280,7878	293,94
47,697963	48,9900123	6	LUM	SALREUN1	286,1878	293,94
48,597964	48,9900123	6	LUM	SALREUN1	291,5878	293,94
49,497962	48,9900123	6	LUM	SALREUN1	296,9878	293,94
50,397963	48,9900123	6	LUM	SALREUN1	302,3878	293,94
45,897963	48,0900126	6	LUM	SALREUN1	275,3878	288,54
46,797965	48,0900126	6	LUM	SALREUN1	280,7878	288,54
47,697963	48,0900126	6	LUM	SALREUN1	286,1878	288,54
48,597964	48,0900126	6	LUM	SALREUN1	291,5878	288,54
49,497962	48,0900126	6	LUM	SALREUN1	296,9878	288,54

50,397963	48,0900126	6	LUM	SALREUN1	302,3878	288,54
45,897963	46,518982	6	LUM	SALREUN2	275,3878	279,114
46,797965	46,518982	6	LUM	SALREUN2	280,7878	279,114
47,697963	46,518982	6	LUM	SALREUN2	286,1878	279,114
48,597964	46,518982	6	LUM	SALREUN2	291,5878	279,114
49,497962	46,518982	6	LUM	SALREUN2	296,9878	279,114
50,397963	46,518982	6	LUM	SALREUN2	302,3878	279,114
45,851462	45,5969802	6	LUM	SALREUN2	275,1088	273,582
46,797965	45,6189824	6	LUM	SALREUN2	280,7878	273,714
47,697963	45,6189824	6	LUM	SALREUN2	286,1878	273,714
48,597964	45,6189824	6	LUM	SALREUN2	291,5878	273,714
49,497962	45,6189824	6	LUM	SALREUN2	296,9878	273,714
50,397963	45,6189824	6	LUM	SALREUN2	302,3878	273,714
45,897963	44,7189809	6	LUM	SALREUN2	275,3878	268,314
46,797965	44,7189809	6	LUM	SALREUN2	280,7878	268,314
47,697963	44,7189809	6	LUM	SALREUN2	286,1878	268,314
48,597964	44,7189809	6	LUM	SALREUN2	291,5878	268,314
49,497962	44,7189809	6	LUM	SALREUN2	296,9878	268,314
50,397963	44,7189809	6	LUM	SALREUN2	302,3878	268,314
45,897963	43,8189813	6	LUM	SALREUN2	275,3878	262,914
46,797965	43,8189813	6	LUM	SALREUN2	280,7878	262,914
47,697963	43,8189813	6	LUM	SALREUN2	286,1878	262,914
48,597964	43,8189813	6	LUM	SALREUN2	291,5878	262,914
49,497962	43,8189813	6	LUM	SALREUN2	296,9878	262,914
50,397963	43,8189813	6	LUM	SALREUN2	302,3878	262,914
45,897963	42,2900144	6	LUM	SALREUN3	275,3878	253,74
46,797965	42,2900144	6	LUM	SALREUN3	280,7878	253,74
47,697963	42,2900144	6	LUM	SALREUN3	286,1878	253,74
48,597964	42,2900144	6	LUM	SALREUN3	291,5878	253,74
49,497962	42,2900144	6	LUM	SALREUN3	296,9878	253,74
50,397963	42,2900144	6	LUM	SALREUN3	302,3878	253,74
45,897963	41,3900147	6	LUM	SALREUN3	275,3878	248,34
46,797965	41,3900147	6	LUM	SALREUN3	280,7878	248,34
47,697963	41,3900147	6	LUM	SALREUN3	286,1878	248,34
48,597964	41,3900147	6	LUM	SALREUN3	291,5878	248,34
49,497962	41,3900147	6	LUM	SALREUN3	296,9878	248,34
50,397963	41,3900147	6	LUM	SALREUN3	302,3878	248,34
45,897963	40,4900132	6	LUM	SALREUN3	275,3878	242,94
46,797965	40,4900132	6	LUM	SALREUN3	280,7878	242,94
47,697963	40,4900132	6	LUM	SALREUN3	286,1878	242,94
48,597964	40,4900132	6	LUM	SALREUN3	291,5878	242,94
49,497962	40,4900132	6	LUM	SALREUN3	296,9878	242,94
50,397963	40,4900132	6	LUM	SALREUN3	302,3878	242,94
45,897963	39,5900136	6	LUM	SALREUN3	275,3878	237,54
46,797965	39,5900136	6	LUM	SALREUN3	280,7878	237,54
47,697963	39,5900136	6	LUM	SALREUN3	286,1878	237,54
48,597964	39,5900136	6	LUM	SALREUN3	291,5878	237,54
49,497962	39,5900136	6	LUM	SALREUN3	296,9878	237,54
50,397963	39,5900136	6	LUM	SALREUN3	302,3878	237,54

44,305308	37,7424909	26	LUM	SALREUN4	1151,938	981,305
46,405307	37,7424909	26	LUM	SALREUN4	1206,538	981,305
48,505309	37,7424909	26	LUM	SALREUN4	1261,138	981,305
50,605307	37,7424909	26	LUM	SALREUN4	1315,738	981,305
44,305308	35,642491	26	LUM	SALREUN4	1151,938	926,705
46,405307	35,642491	26	LUM	SALREUN4	1206,538	926,705
48,505309	35,642491	26	LUM	SALREUN4	1261,138	926,705
50,605307	35,642491	26	LUM	SALREUN4	1315,738	926,705
44,305308	33,542491	26	LUM	SALREUN4	1151,938	872,105
46,405307	33,542491	26	LUM	SALREUN4	1206,538	872,105
48,505309	33,542491	26	LUM	SALREUN4	1261,138	872,105
50,605307	33,542491	26	LUM	SALREUN4	1315,738	872,105
36,617263	49,0420791	5	LUM	COMUM2	183,0863	245,21
37,693641	48,8617068	5	LUM	COMUM2	188,4682	244,309
38,758643	48,8617068	5	LUM	COMUM2	193,7932	244,309
36,617259	48,2945796	5	LUM	COMUM2	183,0863	241,473
36,437083	47,4949943	5	LUM	COMUM2	182,1854	237,475
37,081618	47,4949943	5	LUM	COMUM2	185,4081	237,475
37,693641	47,75346	5	LUM	COMUM2	188,4682	238,767
38,758639	47,75346	5	LUM	COMUM2	193,7932	238,767
36,437083	46,5949946	5	LUM	COMUM2	182,1854	232,975
37,081618	46,5949946	5	LUM	COMUM2	185,4081	232,975
37,693641	46,6452142	5	LUM	COMUM2	188,4682	233,226
38,758639	46,6452142	5	LUM	COMUM2	193,7932	233,226
36,437083	45,4333287	5	LUM	COMUM2	182,1854	227,167
37,081618	45,4333287	5	LUM	COMUM2	185,4081	227,167
37,811374	45,3366624	5	LUM	COMUM2	189,0569	226,683
38,766837	45,3366624	5	LUM	COMUM2	193,8342	226,683
36,436385	44,5233279	5	LUM	COMUM2	182,1819	222,617
37,081386	44,5233279	5	LUM	COMUM2	185,4069	222,617
37,811374	44,2283288	5	LUM	COMUM2	189,0569	221,142
38,766837	44,2283288	5	LUM	COMUM2	193,8342	221,142
36,428886	43,2683278	5	LUM	COMUM2	182,1444	216,342
37,078887	43,2683278	5	LUM	COMUM2	185,3944	216,342
37,811374	43,1199952	5	LUM	COMUM2	189,0569	215,6
38,766837	43,1199952	5	LUM	COMUM2	193,8342	215,6
40,93024	43,5025025	5	LUM	COMUM2	204,6512	217,513
41,630241	43,5025025	5	LUM	COMUM2	208,1512	217,513
42,330237	43,5025016	5	LUM	COMUM2	211,6512	217,513
41,080268	45,2150031	5	LUM	COMUM2	205,4013	226,075
41,68027	45,2150031	5	LUM	COMUM2	208,4014	226,075
42,280269	45,2150031	5	LUM	COMUM2	211,4013	226,075
39,922744	48,415	9	LUM	COMUM2	359,3047	435,735
41,105246	48,6862498	9	LUM	COMUM2	369,9472	438,176
42,184611	48,7213239	9	LUM	COMUM2	379,6615	438,492
41,630809	46,9425012	9	LUM	COMUM2	374,6773	422,483
39,922744	48,415	9	LUM	COMUM2	359,3047	435,735
39,922744	46,0650006	9	LUM	COMUM2	359,3047	414,585
39,922744	43,7150012	9	LUM	COMUM2	359,3047	393,435

21,046563	48,4350024	5	LUM	COMUM2	105,2328	242,175
22,119061	48,4350024	5	LUM	COMUM2	110,5953	242,175
33,618371	43,730013	5	LUM	COMUM2	168,0919	218,65
34,690869	43,7400132	5	LUM	COMUM2	173,4543	218,7
23,570311	48,4350024	9	LUM	COMUM2	212,1328	435,915
25,300315	48,4450923	9	LUM	COMUM2	227,7028	436,006
30,437115	43,7400132	9	LUM	COMUM2	273,934	393,66
32,167119	43,7400123	9	LUM	COMUM2	289,5041	393,66
27,855313	48,4450923	25	LUM	COMUM2	696,3828	1211,13
27,855313	46,1029597	25	LUM	COMUM2	696,3828	1152,57
27,855313	43,7608272	25	LUM	COMUM2	696,3828	1094,02

—	POT TOTAL	33767	SOMA COORD.	1186527	1710224
---	------------------	-------	--------------------	---------	---------

—	SOMA/POT. TOTAL	35,13865	50,6478
---	------------------------	----------	---------

QD INFERIOR						
X	Y	POT	WHAT	ÁREA	X*POT	Y*POT
5,8754	48,14	100	TOM	SALREUN	587,54	4814
7,6804	46,2087	100	TOM	SALREUN	768,04	4620,87
6,5608	44,5168	100	TOM	SALREUN	656,08	4451,68
6,9755	35,3138	250	TOM	SALREUN	1743,875	8828,45
8,0583	42,65	1200	TOM	CENTRAL	9669,96	51180
11,0279	42,65	1200	TOM	CENTRAL	13233,48	51180
7,7823	44,3974	100	TOM	CENTRAL	778,23	4439,74
12,8753	46,125	100	TOM	CENTRAL	1287,53	4612,5
5,7763	46,4669	250	TOM	COBRJUD	1444,075	11616,73
6,8647	40,999	500	TOM	COBRJUD	3432,35	20499,5
6,3482	39,2489	500	TOM	COBRJUD	3174,1	19624,45
6,5202	39,2489	500	TOM	COBRJUD	3260,1	19624,45
6,3482	37,8489	500	TOM	COBRJUD	3174,1	18924,45
6,5202	37,8489	500	TOM	COBRJUD	3260,1	18924,45
6,3482	36,4489	500	TOM	COBRJUD	3174,1	18224,45
6,5202	36,4489	500	TOM	COBRJUD	3260,1	18224,45
6,3482	35,0489	500	TOM	COBRJUD	3174,1	17524,45
6,5202	35,0489	500	TOM	COBRJUD	3260,1	17524,45
6,3482	33,6489	500	TOM	COBRJUD	3174,1	16824,45
6,5202	33,6489	500	TOM	COBRJUD	3260,1	16824,45
10,1507	40,5991	500	TOM	COBRJUD	5075,35	20299,55
9,6277	38,849	500	TOM	COBRJUD	4813,85	19424,5
9,7997	38,849	500	TOM	COBRJUD	4899,85	19424,5
9,6277	37,449	500	TOM	COBRJUD	4813,85	18724,5
9,7997	37,449	500	TOM	COBRJUD	4899,85	18724,5
9,6277	36,049	500	TOM	COBRJUD	4813,85	18024,5
9,7997	36,049	500	TOM	COBRJUD	4899,85	18024,5
9,6277	34,649	500	TOM	COBRJUD	4813,85	17324,5
9,7997	34,649	500	TOM	COBRJUD	4899,85	17324,5
9,6277	33,249	500	TOM	COBRJUD	4813,85	16624,5
9,7997	33,249	500	TOM	COBRJUD	4899,85	16624,5
14,3346	40,599	500	TOM	COBRJUD	7167,3	20299,5
13,8116	38,849	500	TOM	COBRJUD	6905,8	19424,5
13,9836	38,849	500	TOM	COBRJUD	6991,8	19424,5
13,8116	37,449	500	TOM	COBRJUD	6905,8	18724,5
13,9836	37,449	500	TOM	COBRJUD	6991,8	18724,5
13,8116	36,049	500	TOM	COBRJUD	6905,8	18024,5
13,9836	36,049	500	TOM	COBRJUD	6991,8	18024,5
13,8116	34,649	500	TOM	COBRJUD	6905,8	17324,5
13,9836	34,649	500	TOM	COBRJUD	6991,8	17324,5
13,8116	33,249	500	TOM	COBRJUD	6905,8	16624,5
13,9836	33,249	500	TOM	COBRJUD	6991,8	16624,5
16,7997	39,1018	900	TOM	COBRJUD	15119,73	35191,62
16,7877	39,0638	900	TOM	COBRJUD	15108,93	35157,42
19,8084	39,0573	500	TOM	COBRJUD	9904,2	19528,65
22,8171	39,1018	900	TOM	COBRJUD	20535,39	35191,62
22,8051	39,0638	900	TOM	COBRJUD	20524,59	35157,42
17,535	35,4513	500	TOM	COBRJUD	8767,5	17725,65

20,035	35,4513	500	TOM	COBRJUD	10017,5	17725,65
22,535	35,4513	500	TOM	COBRJUD	11267,5	17725,65
26,1551	40,5991	500	TOM	COBRJUD	13077,55	20299,55
25,6321	38,849	500	TOM	COBRJUD	12816,05	19424,5
25,8041	38,849	500	TOM	COBRJUD	12902,05	19424,5
25,6321	37,449	500	TOM	COBRJUD	12816,05	18724,5
25,8041	37,449	500	TOM	COBRJUD	12902,05	18724,5
25,6321	36,049	500	TOM	COBRJUD	12816,05	18024,5
25,8041	36,049	500	TOM	COBRJUD	12902,05	18024,5
25,6321	34,649	500	TOM	COBRJUD	12816,05	17324,5
25,8041	34,649	500	TOM	COBRJUD	12902,05	17324,5
25,6321	33,249	500	TOM	COBRJUD	12816,05	16624,5
25,8041	33,249	500	TOM	COBRJUD	12902,05	16624,5
29,5169	40,5991	500	TOM	COBRJUD	14758,45	20299,55
29,886	38,849	500	TOM	COBRJUD	14943	19424,5
30,0581	38,849	500	TOM	COBRJUD	15029,05	19424,5
29,886	37,449	500	TOM	COBRJUD	14943	18724,5
30,0581	37,449	500	TOM	COBRJUD	15029,05	18724,5
29,886	36,049	500	TOM	COBRJUD	14943	18024,5
30,0581	36,049	500	TOM	COBRJUD	15029,05	18024,5
29,886	34,649	500	TOM	COBRJUD	14943	17324,5
30,0581	34,649	500	TOM	COBRJUD	15029,05	17324,5
29,886	33,249	500	TOM	COBRJUD	14943	16624,5
30,0581	33,249	500	TOM	COBRJUD	15029,05	16624,5
32,8711	40,599	500	TOM	COBRJUD	16435,55	20299,5
33,2282	38,849	500	TOM	COBRJUD	16614,1	19424,5
38,8486	38,849	500	TOM	COBRJUD	19424,3	19424,5
33,2282	37,449	500	TOM	COBRJUD	16614,1	18724,5
38,8486	37,449	500	TOM	COBRJUD	19424,3	18724,5
33,2282	36,049	500	TOM	COBRJUD	16614,1	18024,5
38,8486	36,049	500	TOM	COBRJUD	19424,3	18024,5
33,2282	34,649	500	TOM	COBRJUD	16614,1	17324,5
38,8486	34,649	500	TOM	COBRJUD	19424,3	17324,5
33,2282	33,249	500	TOM	COBRJUD	16614,1	16624,5
38,8486	33,249	500	TOM	COBRJUD	19424,3	16624,5
37,1469	40,5996	500	TOM	COBRJUD	18573,45	20299,8
37,516	38,849	500	TOM	COBRJUD	18758	19424,5
37,6881	38,849	500	TOM	COBRJUD	18844,05	19424,5
37,516	37,449	500	TOM	COBRJUD	18758	18724,5
37,6881	37,449	500	TOM	COBRJUD	18844,05	18724,5
37,516	36,049	500	TOM	COBRJUD	18758	18024,5
37,6881	36,049	500	TOM	COBRJUD	18844,05	18024,5
37,516	34,649	500	TOM	COBRJUD	18758	17324,5
37,6881	34,649	500	TOM	COBRJUD	18844,05	17324,5
37,516	33,249	500	TOM	COBRJUD	18758	16624,5
37,6881	33,249	500	TOM	COBRJUD	18844,05	16624,5
40,4164	40,599	500	TOM	COBRJUD	20208,2	20299,5
40,7855	38,849	500	TOM	COBRJUD	20392,75	19424,5
40,9575	38,849	500	TOM	COBRJUD	20478,75	19424,5

40,7855	37,449	500	TOM	COBRJUD	20392,75	18724,5
40,9575	37,449	500	TOM	COBRJUD	20478,75	18724,5
40,7855	36,049	500	TOM	COBRJUD	20392,75	18024,5
40,9575	36,049	500	TOM	COBRJUD	20478,75	18024,5
40,7855	34,649	500	TOM	COBRJUD	20392,75	17324,5
40,9575	34,649	500	TOM	COBRJUD	20478,75	17324,5
40,7855	33,249	500	TOM	COBRJUD	20392,75	16624,5
40,9575	33,249	500	TOM	COBRJUD	20478,75	16624,5
43,6053	38,2423	900	TOM	COBRJUD	39244,77	34418,07
8,0583	42,65	1640	NOBREAK	COBRJUD	13215,61	69946
13,3346	49,49	1100	TOM	COMUM1	14668,06	54439
14,6794	49,49	750	TOM	COMUM1	11009,55	37117,5
15,0738	48,785	100	TOM	COMUM1	1507,38	4878,5
14,8023	47,665	100	TOM	COMUM1	1480,23	4766,5
14,8023	16,165	100	TOM	COMUM1	1480,23	1616,5
13,3132	46,1824	250	TOM	COMUM1	3328,3	11545,6
15,0738	44,845	100	TOM	COMUM1	1507,38	4484,5
14,4723	44,465	1200	TOM	COMUM1	17366,76	53358
13,3346	42,64	1100	TOM	COMUM1	14668,06	46904
16,4768	48,47	100	TOM	COMUM1	1647,68	4847
16,6182	46,165	1200	TOM	COMUM1	19941,84	55398
16,4768	43,66	100	TOM	COMUM1	1647,68	4366
17,7934	42,64	1200	TOM	COMUM1	21352,08	51168
5,055633	47,12547	26	LUM	SALREUN	131,4464	1225,262
6,655381	47,12751	26	LUM	SALREUN	173,0399	1225,315
5,055381	45,52751	26	LUM	SALREUN	131,4399	1183,715
6,655381	45,52751	26	LUM	SALREUN	173,0399	1183,715
4,942849	44,00501	9	LUM	COBRJUD	44,48564	396,0451
6,767915	44,00501	9	LUM	COBRJUD	60,91124	396,0451
6,767915	43,035	9	LUM	COBRJUD	60,91124	387,315
4,942849	43,03501	9	LUM	COBRJUD	44,48564	387,3151
5,21554	42,09757	6	LUM	COBRJUD	31,29324	252,5854
6,21554	42,09757	6	LUM	COBRJUD	37,29324	252,5854
7,215539	41,71445	6	LUM	COBRJUD	43,29324	250,2867
5,21554	41,09757	6	LUM	COBRJUD	31,29324	246,5854
6,21554	41,09757	6	LUM	COBRJUD	37,29324	246,5854
7,263724	40,72108	6	LUM	COBRJUD	43,58235	244,3265
5,21554	40,09757	6	LUM	COBRJUD	31,29324	240,5854
6,21554	40,09757	6	LUM	COBRJUD	37,29324	240,5854
7,215539	39,71445	6	LUM	COBRJUD	43,29324	238,2867
5,21554	39,0761	6	LUM	COBRJUD	31,29324	234,4566
6,21554	39,09757	6	LUM	COBRJUD	37,29324	234,5854
7,215539	38,71445	6	LUM	COBRJUD	43,29324	232,2867
5,21554	38,09757	6	LUM	COBRJUD	31,29324	228,5854
6,21554	38,09757	6	LUM	COBRJUD	37,29324	228,5854
7,215539	37,71445	6	LUM	COBRJUD	43,29324	226,2867
5,21554	37,09757	6	LUM	COBRJUD	31,29324	222,5854
6,21554	37,09757	6	LUM	COBRJUD	37,29324	222,5854
7,215539	36,71445	6	LUM	COBRJUD	43,29324	220,2867

5,21554	36,09757	6	LUM	COBRJUD	31,29324	216,5854
6,21554	36,09757	6	LUM	COBRJUD	37,29324	216,5854
7,215539	35,71445	6	LUM	COBRJUD	43,29324	214,2867
5,21554	35,09757	6	LUM	COBRJUD	31,29324	210,5854
6,21554	35,09757	6	LUM	COBRJUD	37,29324	210,5854
7,215539	34,71445	6	LUM	COBRJUD	43,29324	208,2867
5,21554	34,09757	6	LUM	COBRJUD	31,29324	204,5854
6,21554	34,09757	6	LUM	COBRJUD	37,29324	204,5854
7,215539	33,71445	6	LUM	COBRJUD	43,29324	202,2867
5,21554	33,09757	6	LUM	COBRJUD	31,29324	198,5854
6,21554	33,09757	6	LUM	COBRJUD	37,29324	198,5854
4,047884	36,14749	5	LUM	COBRJUD	20,23942	180,7375
4,047884	34,67	5	LUM	COBRJUD	20,23942	173,35
4,047884	33,19251	5	LUM	COBRJUD	20,23942	165,9626
7,215539	32,71445	6	LUM	COBRJUD	43,29324	196,2867
8,215539	41,71445	6	LUM	COBRJUD	49,29324	250,2867
9,215539	41,71445	6	LUM	COBRJUD	55,29324	250,2867
10,21554	41,71445	6	LUM	COBRJUD	61,29324	250,2867
11,21554	41,71445	6	LUM	COBRJUD	67,29324	250,2867
8,215539	40,71445	6	LUM	COBRJUD	49,29324	244,2867
9,205602	40,71476	6	LUM	COBRJUD	55,23361	244,2886
10,21554	40,71445	6	LUM	COBRJUD	61,29324	244,2867
11,21554	40,71445	6	LUM	COBRJUD	67,29324	244,2867
8,215539	39,71445	6	LUM	COBRJUD	49,29324	238,2867
9,215539	39,71445	6	LUM	COBRJUD	55,29324	238,2867
10,21554	39,71445	6	LUM	COBRJUD	61,29324	238,2867
11,21554	39,71445	6	LUM	COBRJUD	67,29324	238,2867
8,215539	38,71445	6	LUM	COBRJUD	49,29324	232,2867
9,215539	38,71445	6	LUM	COBRJUD	55,29324	232,2867
10,21554	38,71445	6	LUM	COBRJUD	61,29324	232,2867
11,21554	38,71445	6	LUM	COBRJUD	67,29324	232,2867
8,215539	37,71445	6	LUM	COBRJUD	49,29324	226,2867
9,215539	37,71445	6	LUM	COBRJUD	55,29324	226,2867
10,21554	37,71445	6	LUM	COBRJUD	61,29324	226,2867
11,21554	37,71445	6	LUM	COBRJUD	67,29324	226,2867
8,215539	36,71445	6	LUM	COBRJUD	49,29324	220,2867
9,215539	36,71445	6	LUM	COBRJUD	55,29324	220,2867
10,21554	36,71445	6	LUM	COBRJUD	61,29324	220,2867
11,21554	36,71445	6	LUM	COBRJUD	67,29324	220,2867
8,215539	35,71445	6	LUM	COBRJUD	49,29324	214,2867
9,215539	35,71445	6	LUM	COBRJUD	55,29324	214,2867
10,21554	35,71445	6	LUM	COBRJUD	61,29324	214,2867
11,21554	35,71445	6	LUM	COBRJUD	67,29324	214,2867
8,215539	34,71445	6	LUM	COBRJUD	49,29324	208,2867
9,215539	34,71445	6	LUM	COBRJUD	55,29324	208,2867
10,21554	34,71445	6	LUM	COBRJUD	61,29324	208,2867
11,21554	34,71445	6	LUM	COBRJUD	67,29324	208,2867
8,215539	33,71445	6	LUM	COBRJUD	49,29324	202,2867
9,215539	33,71445	6	LUM	COBRJUD	55,29324	202,2867

10,21554	33,71445	6	LUM	COBRJUD	61,29324	202,2867
11,21554	33,71445	6	LUM	COBRJUD	67,29324	202,2867
8,215539	32,71445	6	LUM	COBRJUD	49,29324	196,2867
9,215539	32,71445	6	LUM	COBRJUD	55,29324	196,2867
10,21554	32,71445	6	LUM	COBRJUD	61,29324	196,2867
10,83588	32,71445	6	LUM	COBRJUD	65,01527	196,2867
12,4593	41,71445	6	LUM	COBRJUD	74,75579	250,2867
13,4593	41,71445	6	LUM	COBRJUD	80,75579	250,2867
14,4593	41,71445	6	LUM	COBRJUD	86,75579	250,2867
15,4593	41,71445	6	LUM	COBRJUD	92,75579	250,2867
12,4593	40,71445	6	LUM	COBRJUD	74,75579	244,2867
13,4593	40,71445	6	LUM	COBRJUD	80,75579	244,2867
14,4593	40,71445	6	LUM	COBRJUD	86,75579	244,2867
15,4593	40,71445	6	LUM	COBRJUD	92,75579	244,2867
12,4593	39,71445	6	LUM	COBRJUD	74,75579	238,2867
13,4593	39,71445	6	LUM	COBRJUD	80,75579	238,2867
14,4593	39,71445	6	LUM	COBRJUD	86,75579	238,2867
15,4593	39,71445	6	LUM	COBRJUD	92,75579	238,2867
12,4593	38,71445	6	LUM	COBRJUD	74,75579	232,2867
13,4593	38,71445	6	LUM	COBRJUD	80,75579	232,2867
14,4593	38,71445	6	LUM	COBRJUD	86,75579	232,2867
15,4593	38,71445	6	LUM	COBRJUD	92,75579	232,2867
12,4593	37,71445	6	LUM	COBRJUD	74,75579	226,2867
13,4593	37,71445	6	LUM	COBRJUD	80,75579	226,2867
14,4593	37,71445	6	LUM	COBRJUD	86,75579	226,2867
15,4593	37,71445	6	LUM	COBRJUD	92,75579	226,2867
12,4593	36,71445	6	LUM	COBRJUD	74,75579	220,2867
13,4593	36,71445	6	LUM	COBRJUD	80,75579	220,2867
14,4593	36,71445	6	LUM	COBRJUD	86,75579	220,2867
15,4593	36,71445	6	LUM	COBRJUD	92,75579	220,2867
12,38683	35,71445	6	LUM	COBRJUD	74,32097	214,2867
13,4593	35,71445	6	LUM	COBRJUD	80,75579	214,2867
14,4593	35,71445	6	LUM	COBRJUD	86,75579	214,2867
15,4593	35,71445	6	LUM	COBRJUD	92,75579	214,2867
12,4593	34,71445	6	LUM	COBRJUD	74,75579	208,2867
13,4593	34,71445	6	LUM	COBRJUD	80,75579	208,2867
14,4593	34,71445	6	LUM	COBRJUD	86,75579	208,2867
15,4593	34,71445	6	LUM	COBRJUD	92,75579	208,2867
12,4593	33,71445	6	LUM	COBRJUD	74,75579	202,2867
13,4593	33,71445	6	LUM	COBRJUD	80,75579	202,2867
14,4593	33,71445	6	LUM	COBRJUD	86,75579	202,2867
15,4593	33,71445	6	LUM	COBRJUD	92,75579	202,2867
12,4593	32,71445	6	LUM	COBRJUD	74,75579	196,2867
13,4593	32,71445	6	LUM	COBRJUD	80,75579	196,2867
14,4593	32,71445	6	LUM	COBRJUD	86,75579	196,2867
15,4593	32,71445	6	LUM	COBRJUD	92,75579	196,2867
16,2877	40,05457	6	LUM	COBRJUD	97,72621	240,3274
16,2877	39,05457	6	LUM	COBRJUD	97,72621	234,3274
16,2877	38,05457	6	LUM	COBRJUD	97,72621	228,3274

17,20465	40,05457	6	LUM	COBRJUD	103,2279	240,3274
17,20465	39,05457	6	LUM	COBRJUD	103,2279	234,3274
17,20465	38,05457	6	LUM	COBRJUD	103,2279	228,3274
18,12161	40,05457	6	LUM	COBRJUD	108,7296	240,3274
18,12161	39,05457	6	LUM	COBRJUD	108,7296	234,3274
18,12161	38,05457	6	LUM	COBRJUD	108,7296	228,3274
19,03856	40,05457	6	LUM	COBRJUD	114,2314	240,3274
19,03856	39,05457	6	LUM	COBRJUD	114,2314	234,3274
19,03856	38,05457	6	LUM	COBRJUD	114,2314	228,3274
19,95551	40,05457	6	LUM	COBRJUD	119,7331	240,3274
19,95551	39,05457	6	LUM	COBRJUD	119,7331	234,3274
19,95551	38,05457	6	LUM	COBRJUD	119,7331	228,3274
20,87246	40,05457	6	LUM	COBRJUD	125,2348	240,3274
20,87246	39,05457	6	LUM	COBRJUD	125,2348	234,3274
20,87246	38,05457	6	LUM	COBRJUD	125,2348	228,3274
21,78942	40,05457	6	LUM	COBRJUD	130,7365	240,3274
21,78942	39,05457	6	LUM	COBRJUD	130,7365	234,3274
21,78942	38,05457	6	LUM	COBRJUD	130,7365	228,3274
22,70637	40,05457	6	LUM	COBRJUD	136,2382	240,3274
22,70637	39,05457	6	LUM	COBRJUD	136,2382	234,3274
22,70637	38,05457	6	LUM	COBRJUD	136,2382	228,3274
23,62332	40,05457	6	LUM	COBRJUD	141,7399	240,3274
23,62332	39,05457	6	LUM	COBRJUD	141,7399	234,3274
23,62332	38,05457	6	LUM	COBRJUD	141,7399	228,3274
16,42378	36,0824	6	LUM	COBRJUD	98,5427	216,4944
16,42378	35,0824	6	LUM	COBRJUD	98,5427	210,4944
16,42378	34,0824	6	LUM	COBRJUD	98,5427	204,4944
17,32378	36,0824	6	LUM	COBRJUD	103,9427	216,4944
17,32378	35,0824	6	LUM	COBRJUD	103,9427	210,4944
17,32378	34,0824	6	LUM	COBRJUD	103,9427	204,4944
18,22378	36,0824	6	LUM	COBRJUD	109,3427	216,4944
18,22378	35,0824	6	LUM	COBRJUD	109,3427	210,4944
18,22378	34,0824	6	LUM	COBRJUD	109,3427	204,4944
19,12378	36,0824	6	LUM	COBRJUD	114,7427	216,4944
19,12378	35,0824	6	LUM	COBRJUD	114,7427	210,4944
19,12378	34,0824	6	LUM	COBRJUD	114,7427	204,4944
20,02378	36,0824	6	LUM	COBRJUD	120,1427	216,4944
20,03497	35,07027	6	LUM	COBRJUD	120,2098	210,4216
20,02378	34,0824	6	LUM	COBRJUD	120,1427	204,4944
20,92378	36,0824	6	LUM	COBRJUD	125,5427	216,4944
20,92378	35,0824	6	LUM	COBRJUD	125,5427	210,4944
20,92378	34,0824	6	LUM	COBRJUD	125,5427	204,4944
21,82378	36,0824	6	LUM	COBRJUD	130,9427	216,4944
21,82378	35,0824	6	LUM	COBRJUD	130,9427	210,4944
21,82378	34,0824	6	LUM	COBRJUD	130,9427	204,4944
22,72378	36,0824	6	LUM	COBRJUD	136,3427	216,4944
22,72378	35,0824	6	LUM	COBRJUD	136,3427	210,4944
22,72378	34,0824	6	LUM	COBRJUD	136,3427	204,4944
23,62378	36,0824	6	LUM	COBRJUD	141,7427	216,4944

23,62378	35,0824	6	LUM	COBRJUD	141,7427	210,4944
23,62378	34,0824	6	LUM	COBRJUD	141,7427	204,4944
24,49906	41,7225	6	LUM	COBRJUD	146,9944	250,335
25,49906	41,7225	6	LUM	COBRJUD	152,9944	250,335
26,49906	41,7225	6	LUM	COBRJUD	158,9944	250,335
27,49906	41,7225	6	LUM	COBRJUD	164,9944	250,335
24,57196	40,7225	6	LUM	COBRJUD	147,4318	244,335
25,49906	40,67953	6	LUM	COBRJUD	152,9944	244,0772
26,49906	40,7225	6	LUM	COBRJUD	158,9944	244,335
27,49906	40,7225	6	LUM	COBRJUD	164,9944	244,335
24,49906	39,7225	6	LUM	COBRJUD	146,9944	238,335
25,49906	39,7225	6	LUM	COBRJUD	152,9944	238,335
26,49906	39,7225	6	LUM	COBRJUD	158,9944	238,335
27,49906	39,7225	6	LUM	COBRJUD	164,9944	238,335
24,49906	38,7225	6	LUM	COBRJUD	146,9944	232,335
25,49906	38,7225	6	LUM	COBRJUD	152,9944	232,335
26,49906	38,7225	6	LUM	COBRJUD	158,9944	232,335
27,49906	38,7225	6	LUM	COBRJUD	164,9944	232,335
24,49906	37,7225	6	LUM	COBRJUD	146,9944	226,335
25,49906	37,7225	6	LUM	COBRJUD	152,9944	226,335
26,49906	37,7225	6	LUM	COBRJUD	158,9944	226,335
27,49906	37,70136	6	LUM	COBRJUD	164,9944	226,2081
24,49906	36,7225	6	LUM	COBRJUD	146,9944	220,335
25,49906	36,7225	6	LUM	COBRJUD	152,9944	220,335
26,49906	36,7225	6	LUM	COBRJUD	158,9944	220,335
27,49906	36,7225	6	LUM	COBRJUD	164,9944	220,335
24,49906	35,7225	6	LUM	COBRJUD	146,9944	214,335
25,49906	35,7225	6	LUM	COBRJUD	152,9944	214,335
26,4528	35,76016	6	LUM	COBRJUD	158,7168	214,561
27,49906	35,7225	6	LUM	COBRJUD	164,9944	214,335
24,49906	34,7225	6	LUM	COBRJUD	146,9944	208,335
25,49906	34,7225	6	LUM	COBRJUD	152,9944	208,335
26,49906	34,7225	6	LUM	COBRJUD	158,9944	208,335
27,49906	34,7225	6	LUM	COBRJUD	164,9944	208,335
24,49906	33,7225	6	LUM	COBRJUD	146,9944	202,335
25,49906	33,7225	6	LUM	COBRJUD	152,9944	202,335
26,49906	33,7225	6	LUM	COBRJUD	158,9944	202,335
27,49906	33,7225	6	LUM	COBRJUD	164,9944	202,335
24,49906	32,7225	6	LUM	COBRJUD	146,9944	196,335
25,49906	32,7225	6	LUM	COBRJUD	152,9944	196,335
26,49906	32,7225	6	LUM	COBRJUD	158,9944	196,335
27,09924	32,7225	6	LUM	COBRJUD	162,5954	196,335
28,49906	41,7225	6	LUM	COBRJUD	170,9944	250,335
29,49906	41,7225	6	LUM	COBRJUD	176,9944	250,335
30,49906	41,7225	6	LUM	COBRJUD	182,9944	250,335
31,49906	41,7225	6	LUM	COBRJUD	188,9944	250,335
28,49906	40,7225	6	LUM	COBRJUD	170,9944	244,335
29,49906	40,7225	6	LUM	COBRJUD	176,9944	244,335
30,49906	40,7225	6	LUM	COBRJUD	182,9944	244,335

31,49906	40,7225	6	LUM	COBRJUD	188,9944	244,335
28,49906	39,7225	6	LUM	COBRJUD	170,9944	238,335
29,49906	39,7225	6	LUM	COBRJUD	176,9944	238,335
30,49906	39,7225	6	LUM	COBRJUD	182,9944	238,335
31,49906	39,7225	6	LUM	COBRJUD	188,9944	238,335
28,49906	38,7225	6	LUM	COBRJUD	170,9944	232,335
29,49906	38,7225	6	LUM	COBRJUD	176,9944	232,335
30,49906	38,7225	6	LUM	COBRJUD	182,9944	232,335
31,49906	38,7225	6	LUM	COBRJUD	188,9944	232,335
28,49906	37,7225	6	LUM	COBRJUD	170,9944	226,335
29,49906	37,7225	6	LUM	COBRJUD	176,9944	226,335
30,49906	37,7225	6	LUM	COBRJUD	182,9944	226,335
31,49906	37,7225	6	LUM	COBRJUD	188,9944	226,335
28,49906	36,7225	6	LUM	COBRJUD	170,9944	220,335
29,49906	36,7225	6	LUM	COBRJUD	176,9944	220,335
30,49906	36,7225	6	LUM	COBRJUD	182,9944	220,335
31,49906	36,7225	6	LUM	COBRJUD	188,9944	220,335
28,49906	35,7225	6	LUM	COBRJUD	170,9944	214,335
29,49906	35,7225	6	LUM	COBRJUD	176,9944	214,335
30,49906	35,7225	6	LUM	COBRJUD	182,9944	214,335
31,49906	35,7225	6	LUM	COBRJUD	188,9944	214,335
28,49906	34,7225	6	LUM	COBRJUD	170,9944	208,335
29,49906	34,7225	6	LUM	COBRJUD	176,9944	208,335
30,49906	34,7225	6	LUM	COBRJUD	182,9944	208,335
31,49906	34,7225	6	LUM	COBRJUD	188,9944	208,335
28,49906	33,7225	6	LUM	COBRJUD	170,9944	202,335
29,49906	33,7225	6	LUM	COBRJUD	176,9944	202,335
30,49906	33,7225	6	LUM	COBRJUD	182,9944	202,335
31,49906	33,7225	6	LUM	COBRJUD	188,9944	202,335
28,49906	32,7225	6	LUM	COBRJUD	170,9944	196,335
29,41216	32,65711	6	LUM	COBRJUD	176,473	195,9427
30,49906	32,7225	6	LUM	COBRJUD	182,9944	196,335
31,49906	32,73999	6	LUM	COBRJUD	188,9944	196,4399
32,49906	41,7225	6	LUM	COBRJUD	194,9944	250,335
33,49906	41,7225	6	LUM	COBRJUD	200,9944	250,335
34,49906	41,7225	6	LUM	COBRJUD	206,9944	250,335
35,49906	41,7225	6	LUM	COBRJUD	212,9944	250,335
32,49906	40,7225	6	LUM	COBRJUD	194,9944	244,335
33,49906	40,7225	6	LUM	COBRJUD	200,9944	244,335
34,49906	40,7225	6	LUM	COBRJUD	206,9944	244,335
35,49906	40,7225	6	LUM	COBRJUD	212,9944	244,335
32,49906	39,7225	6	LUM	COBRJUD	194,9944	238,335
33,49906	39,7225	6	LUM	COBRJUD	200,9944	238,335
34,49906	39,7225	6	LUM	COBRJUD	206,9944	238,335
35,49906	39,7225	6	LUM	COBRJUD	212,9944	238,335
32,49906	38,7225	6	LUM	COBRJUD	194,9944	232,335
33,49906	38,7225	6	LUM	COBRJUD	200,9944	232,335
34,49906	38,7225	6	LUM	COBRJUD	206,9944	232,335
35,49906	38,7225	6	LUM	COBRJUD	212,9944	232,335

32,49906	37,7225	6	LUM	COBRJUD	194,9944	226,335
33,49906	37,68793	6	LUM	COBRJUD	200,9944	226,1276
34,49906	37,7225	6	LUM	COBRJUD	206,9944	226,335
35,49906	37,7225	6	LUM	COBRJUD	212,9944	226,335
32,49906	36,7225	6	LUM	COBRJUD	194,9944	220,335
33,49906	36,7225	6	LUM	COBRJUD	200,9944	220,335
34,49906	36,7225	6	LUM	COBRJUD	206,9944	220,335
35,49906	36,7225	6	LUM	COBRJUD	212,9944	220,335
32,49906	35,7225	6	LUM	COBRJUD	194,9944	214,335
33,49906	35,7225	6	LUM	COBRJUD	200,9944	214,335
34,49906	35,7225	6	LUM	COBRJUD	206,9944	214,335
35,49906	35,7225	6	LUM	COBRJUD	212,9944	214,335
32,5495	34,7225	6	LUM	COBRJUD	195,297	208,335
33,49906	34,7225	6	LUM	COBRJUD	200,9944	208,335
34,49906	34,7225	6	LUM	COBRJUD	206,9944	208,335
35,49906	34,7225	6	LUM	COBRJUD	212,9944	208,335
32,49906	33,7225	6	LUM	COBRJUD	194,9944	202,335
33,49906	33,7225	6	LUM	COBRJUD	200,9944	202,335
34,49906	33,7225	6	LUM	COBRJUD	206,9944	202,335
35,49906	33,7225	6	LUM	COBRJUD	212,9944	202,335
32,49906	32,7225	6	LUM	COBRJUD	194,9944	196,335
33,49906	32,7225	6	LUM	COBRJUD	200,9944	196,335
34,49906	32,7225	6	LUM	COBRJUD	206,9944	196,335
36,49906	41,7225	6	LUM	COBRJUD	218,9944	250,335
37,49906	41,7225	6	LUM	COBRJUD	224,9944	250,335
38,49906	41,7225	6	LUM	COBRJUD	230,9944	250,335
36,49906	40,7225	6	LUM	COBRJUD	218,9944	244,335
37,5115	40,76348	6	LUM	COBRJUD	225,069	244,5809
38,49906	40,7225	6	LUM	COBRJUD	230,9944	244,335
36,49906	39,7225	6	LUM	COBRJUD	218,9944	238,335
37,49906	39,7225	6	LUM	COBRJUD	224,9944	238,335
38,49906	39,7225	6	LUM	COBRJUD	230,9944	238,335
36,52306	38,7225	6	LUM	COBRJUD	219,1384	232,335
37,49906	38,7225	6	LUM	COBRJUD	224,9944	232,335
38,49906	38,7225	6	LUM	COBRJUD	230,9944	232,335
36,49906	37,7225	6	LUM	COBRJUD	218,9944	226,335
37,49906	37,7225	6	LUM	COBRJUD	224,9944	226,335
38,49906	37,7225	6	LUM	COBRJUD	230,9944	226,335
36,49906	36,7225	6	LUM	COBRJUD	218,9944	220,335
37,49906	36,7225	6	LUM	COBRJUD	224,9944	220,335
38,49906	36,7225	6	LUM	COBRJUD	230,9944	220,335
36,49906	35,7225	6	LUM	COBRJUD	218,9944	214,335
37,49906	35,7225	6	LUM	COBRJUD	224,9944	214,335
38,49906	35,7225	6	LUM	COBRJUD	230,9944	214,335
36,49906	34,7225	6	LUM	COBRJUD	218,9944	208,335
37,49906	34,7225	6	LUM	COBRJUD	224,9944	208,335
38,49906	34,7225	6	LUM	COBRJUD	230,9944	208,335
36,49906	33,7225	6	LUM	COBRJUD	218,9944	202,335
37,49906	33,7225	6	LUM	COBRJUD	224,9944	202,335

38,49906	33,7225	6	LUM	COBRJUD	230,9944	202,335
36,49906	32,7225	6	LUM	COBRJUD	218,9944	196,335
37,49906	32,7225	6	LUM	COBRJUD	224,9944	196,335
38,49906	32,7225	6	LUM	COBRJUD	230,9944	196,335
39,49906	41,7225	6	LUM	COBRJUD	236,9944	250,335
40,49906	41,7225	6	LUM	COBRJUD	242,9944	250,335
41,49906	41,7225	6	LUM	COBRJUD	248,9944	250,335
42,49906	41,7225	6	LUM	COBRJUD	254,9944	250,335
39,49906	40,7225	6	LUM	COBRJUD	236,9944	244,335
40,49906	40,7225	6	LUM	COBRJUD	242,9944	244,335
41,49906	40,7225	6	LUM	COBRJUD	248,9944	244,335
42,49906	40,7225	6	LUM	COBRJUD	254,9944	244,335
39,49906	39,7225	6	LUM	COBRJUD	236,9944	238,335
40,49906	39,7225	6	LUM	COBRJUD	242,9944	238,335
41,49906	39,7225	6	LUM	COBRJUD	248,9944	238,335
42,49906	39,7225	6	LUM	COBRJUD	254,9944	238,335
39,49906	38,7225	6	LUM	COBRJUD	236,9944	232,335
40,49906	38,7225	6	LUM	COBRJUD	242,9944	232,335
41,49906	38,7225	6	LUM	COBRJUD	248,9944	232,335
42,49906	38,7225	6	LUM	COBRJUD	254,9944	232,335
39,49906	37,7225	6	LUM	COBRJUD	236,9944	226,335
40,49906	37,7225	6	LUM	COBRJUD	242,9944	226,335
41,49906	37,7225	6	LUM	COBRJUD	248,9944	226,335
42,49906	37,7225	6	LUM	COBRJUD	254,9944	226,335
39,49906	36,7225	6	LUM	COBRJUD	236,9944	220,335
40,49906	36,7225	6	LUM	COBRJUD	242,9944	220,335
41,49906	36,7225	6	LUM	COBRJUD	248,9944	220,335
42,49906	36,7225	6	LUM	COBRJUD	254,9944	220,335
39,49906	35,7225	6	LUM	COBRJUD	236,9944	214,335
40,49906	35,7225	6	LUM	COBRJUD	242,9944	214,335
41,49906	35,7225	6	LUM	COBRJUD	248,9944	214,335
42,49906	35,7225	6	LUM	COBRJUD	254,9944	214,335
39,49906	34,7225	6	LUM	COBRJUD	236,9944	208,335
40,49906	34,7225	6	LUM	COBRJUD	242,9944	208,335
41,49906	34,7225	6	LUM	COBRJUD	248,9944	208,335
42,49906	34,7225	6	LUM	COBRJUD	254,9944	208,335
39,49906	33,7225	6	LUM	COBRJUD	236,9944	202,335
40,49906	33,7225	6	LUM	COBRJUD	242,9944	202,335
41,49906	33,7225	6	LUM	COBRJUD	248,9944	202,335
42,49906	33,7225	6	LUM	COBRJUD	254,9944	202,335
39,49906	32,7225	6	LUM	COBRJUD	236,9944	196,335
40,49906	32,7225	6	LUM	COBRJUD	242,9944	196,335
41,49906	32,7225	6	LUM	COBRJUD	248,9944	196,335
42,49906	32,7225	6	LUM	COBRJUD	254,9944	196,335
17,13331	41,74156	9	LUM	COBRJUD	154,1998	375,674
18,64931	41,74156	9	LUM	COBRJUD	167,8438	375,674
20,16531	41,74156	9	LUM	COBRJUD	181,4878	375,674
21,68131	41,74156	9	LUM	COBRJUD	195,1318	375,674
23,19731	41,74156	9	LUM	COBRJUD	208,7758	375,674

16,10744	32,73999	5	LUM	COBRJUD	80,53719	163,7
17,58493	32,73999	5	LUM	COBRJUD	87,92465	163,7
19,06242	32,73999	5	LUM	COBRJUD	95,31209	163,7
22,0174	32,73999	5	LUM	COBRJUD	110,087	163,7
23,49489	32,73999	5	LUM	COBRJUD	117,4744	163,7
13,50031	48,68625	9	LUM	COMUM1	121,5028	438,1762
14,55032	48,65938	9	LUM	COMUM1	130,9529	437,9344
14,02587	46,9425	9	LUM	COMUM1	126,2329	422,4825
15,77531	48,415	9	LUM	COMUM1	141,9778	435,735
15,77531	46,065	9	LUM	COMUM1	141,9778	414,585
15,77531	43,715	9	LUM	COMUM1	141,9778	393,435
13,47534	45,215	5	LUM	COMUM1	67,3767	226,075
14,07534	45,215	5	LUM	COMUM1	70,3767	226,075
14,67534	45,215	5	LUM	COMUM1	73,3767	226,075
13,32531	43,5025	5	LUM	COMUM1	66,62655	217,5125
14,02531	43,5025	5	LUM	COMUM1	70,12655	217,5125
14,72531	43,5025	5	LUM	COMUM1	73,62655	217,5125
16,83531	48,93588	5	LUM	COMUM1	84,17655	244,6794
17,90031	48,93588	5	LUM	COMUM1	89,50155	244,6794
18,88868	49,11625	5	LUM	COMUM1	94,44342	245,5813
18,88868	48,36875	5	LUM	COMUM1	94,44342	241,8438
16,83531	47,82763	5	LUM	COMUM1	84,17655	239,1382
17,90031	47,82763	5	LUM	COMUM1	89,50155	239,1382
18,70851	47,56917	5	LUM	COMUM1	93,54255	237,8458
19,35304	47,56917	5	LUM	COMUM1	96,76522	237,8458
16,83531	46,71939	5	LUM	COMUM1	84,17655	233,5969
17,92763	46,71939	5	LUM	COMUM1	89,63816	233,5969
18,70851	46,66917	5	LUM	COMUM1	93,54255	233,3458
19,35304	46,66917	5	LUM	COMUM1	96,76522	233,3458
16,95304	45,41084	5	LUM	COMUM1	84,76521	227,0542
17,90851	45,41084	5	LUM	COMUM1	89,54255	227,0542
18,70851	45,5075	5	LUM	COMUM1	93,54255	227,5375
19,35304	45,5075	5	LUM	COMUM1	96,76522	227,5375
16,95304	44,3025	5	LUM	COMUM1	84,76521	221,5125
17,90851	44,3025	5	LUM	COMUM1	89,54255	221,5125
18,70781	44,5975	5	LUM	COMUM1	93,53905	222,9875
19,35281	44,5975	5	LUM	COMUM1	96,76405	222,9875
16,95304	43,19417	5	LUM	COMUM1	84,76521	215,9708
17,90851	43,19417	5	LUM	COMUM1	89,54255	215,9708
18,70031	43,3425	5	LUM	COMUM1	93,50155	216,7125
19,35031	43,3425	5	LUM	COMUM1	96,75155	216,7125

—	POT TOTAL	65487		SOMA COORD.	1462384	2502814
—			SOMA/POT. TOTAL		22,33091	38,21849