

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS - *CAMPUS* AVANÇADO IPATINGA

BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Davina Flávia Gonçalves dos Anjos

Grasiele Pereira de Souza

**PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SUA INSERÇÃO NO
PLANEJAMENTO ENERGÉTICO BRASILEIRO**

Ipatinga

2023

DAVINA FLÁVIA GONÇALVES DOS ANJOS

GRASIELE PEREIRA DE SOUZA

**PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SUA INSERÇÃO NO
PLANEJAMENTO ENERGÉTICO BRASILEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao
Curso de Engenharia Elétrica do Instituto Federal
de Minas Gerais – *Campus* Avançado Ipatinga para
obtenção do grau de Bacharela em Engenharia
Elétrica.

Orientador: Ronaldo Guimarães

Ipatinga

2023

A599p Anjos, Davina Flávia Gonçalves dos; Souza, Grasielle Pereira de.

Programas de eficiência energética e sua inserção no planejamento energético brasileiro. Davina Flávia Gonçalves dos Anjos; Grasielle Pereira de Souza – 2023.

67f.;il.

Orientador: Ronaldo Guimarães.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus Ipatinga*, 2023.

1. Eficiência Energética. 2. Planejamento Energético. 3. Iluminação.
I. Guimarães, Ronaldo. II. Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus Ipatinga*. III. Título.

CDD 621.042

Catálogo: Rejane Valéria Santos - CRB-6/2907



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
Campus Avançado Ipatinga
Rua Maria Silva, n.º 125, Veneza - Ipatinga - MG - CEP 35.164-261
(31) 3829-8615 / (31) 97133-4399 - gabinete.ipatinga@ifmg.edu.br

ANEXO III

ATA DA DEFESA DO TCC

Aos 13 dias do mês de novembro de 2023, às 19:30 horas, na sala 204 do IFMG Campus Avançado Ipatinga, foi realizada a defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) pelo(a)/pelos(as) aluno(a)/alunos(as), sendo Grasiele e Davina com a nota 71,0 pela Banca Examinadora, que está condicionada ao cumprimento dos procedimentos pós-defesa do TCC.

O(A)/Os(As) aluno(a)/alunos(as) deverá(ão) apresentar o trabalho com as devidas modificações e no formato solicitado em 28 de novembro de 2023.

O(A)/Os(As) aluno(a)/alunos(as) está(ão) ciente(s) de que, caso não cumpra(m) os procedimentos pós-defesa de TCC até a data estipulada, sua(s) nota(s) será(ão) considerada(s) zero e a sua defesa será anulada. Também está(ão) ciente(s) de que o trabalho de conclusão de seu curso poderá ser divulgado pela instituição através dos seus meios de comunicação.

Observações pertinentes à defesa:

Fazer as revisões solicitadas pela banca.

NOME COMPLETO E ASSINATURA DOS COMPONENTES DA BANCA E DO DISCENTE ORIENTADO

Orientador: Ronaldo Guimarães Assinatura: [Assinatura]

Membro: Luciano Silva Assinatura: [Assinatura]

Membro: CARLOS RENATO MAGALHÃES DUARTE Assinatura: [Assinatura]

Aluno(a): Davina Flávia Gonçalves dos Anjos Assinatura: [Assinatura]

Aluno(a): Grasiele Pereira de Souza Assinatura: [Assinatura]

“O começo de todas as ciências é o espanto de
as coisas serem o que são”.

Aristóteles

RESUMO

O crescimento econômico de um país traz consigo os desafios sobre como gerar energia para a toda a população, atendendo suas necessidades sócios econômicas e promovendo ainda mais o seu desenvolvimento. Nesse contexto, os programas de eficiência energética tornam-se uma necessidade para um planejamento energético efetivo. Assim, durante este trabalho é mostrado os principais pontos abordados em um PEE (Programas de Eficiência Energética).

Este estudo fornece uma compreensão abrangente das políticas e iniciativas existentes, bem como seu impacto nas esferas socioeconômicas, incluindo custos energéticos, competitividade industrial e qualidade de vida. Além disso, uma simulação com base em dados reais e tendo como base a CPP (Chamada Pública para Projeto) Cemig 2023, é apresentada tendo como resultados uma economia de 158,16 MWh/ano e a redução de demanda de ponta de 32,08 KW, após adoção de medidas mais eficientes para iluminação, condicionamento ambiental e sistema motriz.

Palavras-Chave: Programas de Eficiência Energética, Crescimento Econômico, Planejamento Energético.

ABSTRACT

A country's economic growth brings with it the challenges of generating energy for the entire population, meeting its socio-economic needs and further promoting its development. In this context, energy efficiency programs have become a necessity for effective energy planning. Thus, this work shows the main points addressed in an EEP (Energy Efficiency Programs).

This study provides a comprehensive understanding of existing policies and initiatives, as well as their impact on socio-economic spheres, including energy costs, industrial competitiveness and quality of life. In addition, a simulation based on real data and on the Cemig 2023 CPP (Public Call for Projects) is presented, resulting in savings of 158.16 MWh/year and a reduction in peak demand of 32.08 KW, after adopting more efficient measures for lighting, environmental conditioning and the motor system.

Keywords: Energy Efficiency Programs, Economic Growth, Energy Planning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Trâmite Banco, Cliente e ESCO.....	20
Figura 2 - Etapas PROPEE.....	25
Figura 3 - Sistema Atual Iluminação.....	36
Figura 4 - Sistema Proposto Iluminação	37
Figura 5 - Benefícios Sistema de Iluminação.....	37
Figura 6 - Sistema Atual Condicionamento Ambiental	40
Figura 7 - Sistema Proposto Condicionamento Ambiental	41
Figura 8 - Benefícios Sistema Condicionamento Ambiental	41
Figura 9 - Sistema Motriz Atual.....	43
Figura 10 - Sistema Motriz Proposto	44
Figura 11 - Benefícios Motrizes.....	44
Figura 12 - Custos do Projeto.....	47
Figura 13 - Relação Custo-Benefício do Projeto.....	49
Gráfico 1 - Crescimento do consumo de energia elétrica	15
Gráfico 2 - Consumo Médio por Classe.....	16
Gráfico 3 - Consumo na rede vs PIB.....	17
Gráfico 4 - Consumo por região.....	19
Gráfico 5 - Receita Esco por País em 2018.....	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classes de Consumo	27
Tabela 2 - Tipologias e Características Projetos PEE	28
Tabela 3 - Regras RCB para tipos de projeto	30
Tabela 4 - Sistema Atual e Proposto Iluminação	34
Tabela 6 - Sistema Atual e Proposto Condicionamento Ambiental	38
Tabela 8 - Sistema Atual e Proposto Motrizes	42
Tabela 9 - Valores Mínimo e Máximo por Tipologia	45

LISTA E ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais
CPP – Chamada Pública para Projeto
DEC – Duração Equivalente de Interrupção por Consumidor
EE – Eficiência Energética
EPE – Empresa de Pesquisa Energética
ESC – *Energy Service Companies*
ESCO – Empresas de Conservação de Energia
FCP – Fator de Coincidência na Ponta
FEC – Frequência Equivalente de Interrupção por Consumidor
FLC – Fluorescente
GPI – Grande Projeto de Investimento
IEA – *International Energy Agency*
INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
LED – *Light Emitting Diode*
M&V – Medição e Verificação
MCSE – Manual de Contabilidade do Setor Elétrico
MME – Ministério de Minas e Energia
NBR – Norma técnica brasileira
NHO – Normas de Higiene Ocupacional
P&D – Pesquisa e Desenvolvimento
PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem
PEE – Programa de Eficiência Energética
PEEM – Programa de Eficiência Energética para Motores
PG – Planos de Gestão
PIB – Produto Interno Bruto
PIMVP – Protocolo Internacional de Medição e Verificação
PPA – Procedimentos Previamente Acordados
PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PRODEEM – Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios
PROPEE – Procedimentos de Programas de Eficiência Energética
RBC – Relação Benefício Custo

RCB – Relação Custo Benefício

RDP – Redução de Demanda na Ponta

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
1.1.	Justificativa	12
1.2.	Objetivos	13
1.3.	Estrutura do Trabalho.....	13
2.	DESENVOLVIMENTO	14
2.1.	Fundamentação Teórica Eficiência Energética no Contexto Brasileiro.....	14
2.2.	Consumo Energético Brasileiro.....	15
2.3.	Consumo de Energia Elétrica por Classe e Regiões Brasileiras.....	16
2.4.	Empresas de Serviço de Conservação de Energia (ESCOs)	19
2.4.1.	<i>ESCOs no Brasil.....</i>	22
2.5.	Programas de Eficiência Energética.....	23
2.6.	PROPEE (Procedimentos de Programas de Eficiência Energética)	24
2.6.1.	Módulo I – PROPEE	25
2.6.2.	<i>Módulo II – Gestão de Programa</i>	26
2.6.3.	<i>Módulo III – Seleção e Implantação de Projetos</i>	26
2.6.4.	<i>Módulo IV – Tipologias de Projetos</i>	27
2.6.5.	<i>Módulo V – Projetos Especiais</i>	28
2.6.6.	<i>Módulos VI – Projetos com fontes incentivadas</i>	29
2.6.7.	<i>Módulos VII – Cálculo de Viabilidade (RBC - Relação Benefício Custo e RCB – Relação Custo Benefício)</i>	29
2.6.8.	<i>Módulo VIII – Medição e Verificação.....</i>	30
2.6.9.	<i>Módulo IX – Avaliação dos Projetos e Programa</i>	31
2.6.10.	<i>Módulo X - Prestação de Contas.....</i>	31
2.7.	Projeto Simulado	32
2.7.1.	<i>Metas de economia do Projeto</i>	32
2.7.2.	<i>Metas de Iluminação</i>	33
2.7.2.1.	Fator de coincidência na ponta.....	34
2.7.2.2.	Energia economizada (EE).....	35
2.7.2.3.	Redução de demanda na ponta	35
2.7.2.4.	Simulação – Iluminação	36
2.7.3.	<i>Condicionamento Ambiental.....</i>	37
2.7.3.1.	Fator de coincidência na ponta.....	38

2.7.3.2. Energia economizada – Condicionamento Ambiental	38
2.7.3.3. Redução de demanda na ponta – Condicionamento Ambiental:	39
2.7.3.4. Simulação Condicionamento Ambiental	40
2.7.4. Sistemas Motrizes	41
2.7.4.1. Cálculo da estimativa do fator de coincidência na ponta	42
2.7.4.2. Energia economizada	42
2.7.4.3. Redução de demanda na ponta	43
2.7.4.4. Simulação Sistema Motriz.....	43
2.7.5. Custos do projeto	44
2.7.5.1. Custo Anualizado Total.....	45
2.7.6. Simulação dos custos do projeto	46
2.7.6.1. Relação custo-benefício do projeto (RCB).....	47
2.7.6.2. Benefício Anualizado	47
2.7.6.3. Relação custo-benefício:	48
2.8. Barreiras dos programas de eficiência energética no brasil.....	50
2.8.1. Barreiras Técnicas.....	50
2.8.2. Barreiras Econômico-financeira	50
2.8.3. Barreiras Institucionais.....	50
3. CONCLUSÃO	52
REFERÊNCIAS	53
APÊNDICE A – Planilha RCB Cemig 2023Simulação ProjetoTCC.....	57

1. INTRODUÇÃO

Eficiência significa fazer mais (ou, pelo menos, a mesma coisa) com menos, mantendo o conforto e a qualidade (EPE, 2023). Quando se discute energia, eficiência energética significa gerar a mesma quantidade de energia com menos recursos naturais ou obter o mesmo serviço com menos energia (EPE, 2023).

À medida que a consciência sobre os impactos negativos das práticas tradicionais aumenta, organizações e governos estão buscando soluções inovadoras (SIDI, 2023) para reduzir seus impactos buscando reduzir as perdas durante a conversão, transmissão e consumo. Em um contexto global de preocupações ambientais e mudanças climáticas, a eficiência energética emerge como uma ferramenta crucial para mitigar impactos negativos, ao mesmo tempo em que contribui para a segurança energética e a sustentabilidade.

No Brasil, a eficiência energética ganha crescente importância, impulsionada por uma matriz energética diversificada e pela necessidade de lidar com desafios ambientais e econômicos. O país tem implementado políticas e programas voltados para a melhoria da eficiência energética em diversos setores, desde a indústria até a infraestrutura urbana utilizando de programas como o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), o Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM), o Programa de Eficiência Energética para Motores (PEEM), Programa de Eficiência Energética da ANEEL (PEE) (DE SOUZA, 2009), todos esses que serão melhores detalhados na sessão 1.8. Programas de Eficiência Energética.

Com a conscientização sobre a importância de preservar recursos naturais e reduzir as emissões de gases de efeito estufa, o Brasil busca não apenas otimizar o consumo de energia, mas também promover inovações tecnológicas e práticas sustentáveis para garantir um futuro mais equilibrado e resiliente do ponto de vista energético.

1.1. Justificativa

A crescente preocupação global com a escassez de recursos naturais e as mudanças climáticas têm direcionado a atenção para a importância da eficiência energética como parte essencial de estratégias sustentáveis. No contexto brasileiro, em que a matriz energética é pouco diversificada e o consumo de eletricidade continua a aumentar, é imperativo explorar como os Programas de Eficiência Energética (PEE) podem influenciar o planejamento energético nacional.

Este estudo busca fornecer uma compreensão abrangente das políticas e iniciativas existentes, bem como seu impacto nas esferas socioeconômicas, incluindo custos energéticos, competitividade industrial e qualidade de vida.

1.2. Objetivos

O principal objetivo deste trabalho é apresentar os Programas de Eficiência Energética (PEE) na inserção do planejamento energético brasileiro, mostrar suas contribuições para a sustentabilidade, redução de consumo energético e alinhamento com metas nacionais e internacionais.

Os objetivos específicos são, por meio de uma simulação de um projeto fictício tendo como base a Chamada Pública para Projeto (CPP) Cemig 2023:

- Exemplificar de forma adequada as fases dos PEE (Programas de Eficiência Energética).
- Apresentar a metodologia de cálculo utilizada para esse tipo de projeto.
- Demonstrar a avaliação da economia de energia e redução de demanda na ponta com base nas ações de eficiência energética propostas no projeto.
- Identificar os principais desafios enfrentados na implementação dos Programas de Eficiência Energética.
- Mostrar como são feitos os principais cálculos para avaliar os benefícios dos projetos implementados.

1.3. Estrutura do Trabalho

Este trabalho está dividido em três grandes partes: introdução, desenvolvimento e conclusão.

Dentro da introdução, encontra-se uma introdução ao que é eficiência energética e o atual cenário brasileiro e global, além de conter a justificativa e os objetivos do desenvolvimento deste trabalho

No desenvolvimento, serão abordados o contexto atual brasileiro e a relação com a eficiência energética trazendo a fundamentação teórica deste trabalho, bem como uma apresentação dos Procedimentos de Eficiência Energética - PROPEE, que são os principais pontos abordados em cada um dos dez módulos, além de ser demonstrado através de um caso

simulado um exemplo de projeto de eficiência energética utilizando três usos finais, sendo eles: iluminação, climatização e motriz. Finalizando discutindo a respeito das barreiras dos programas de eficiência energética no Brasil serão discutidos quais são os principais desafios de avanço dos programas. Sendo essas barreiras técnicas, econômico-financeiras e institucionais.

E por fim, a conclusão irá resumir o resultado da pesquisa desenvolvida e da simulação. Demonstrando assim, se o trabalho desenvolvido obteve êxito ou não.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Fundamentação Teórica Eficiência Energética no Contexto Brasileiro

Para que um país se desenvolva é necessário que ele invista em grandes projetos. O desenvolvimento no Brasil, considerado tardio por muitos autores, começou de maneira efetiva quando o país encontrou a necessidade de fazer um planejamento regional, que visava o crescimento econômico e a criação de políticas sociais. Após, foi criado também para a contribuir com a evolução do país, o Grande Projeto de Investimento (GPI) que são “empreendimentos que apropriam recursos naturais e humanos em pontos específicos do território, cuja lógica econômica não corresponde às decisões tomadas no interior das regiões que recebem estes projetos, mas exteriores a estas populações que sofrem diretamente os efeitos do empreendimento” (VAINER; ARAÚJO, 1992, p. 34), que deu origem a diversas grande hidrelétricas brasileiras.

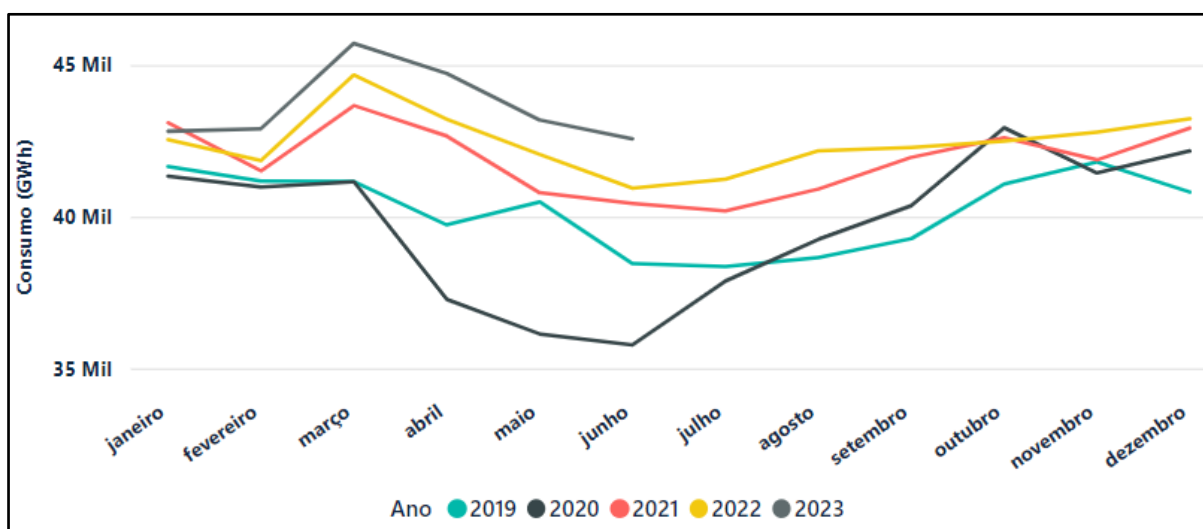
A expansão econômica no Brasil tem enfrentado um significativo aumento na demanda por energia, colocando cada vez mais em destaque o debate sobre como é possível gerar mais energia de maneira eficiente, ou seja, desempenhar as atividades que são necessárias para o crescimento e sobrevivência da sociedade, utilizando a menor quantidade de energia com a melhor qualidade possível.

A eficiência energética busca melhorar o uso das fontes de energia. Ela consiste no emprego de técnicas e processos capazes de usar a energia de um modo mais eficiente para obter um melhor desempenho na produção, ou consumo, de um serviço, ou bem, com menor gasto energético. Dessa forma, se reduzem custos e se aumenta a produtividade e a lucratividade (EPE, 2023).

2.2. Consumo Energético Brasileiro

A Empresa de Pesquisa Energética - EPE, disponibiliza trimestralmente um boletim sobre o consumo de eletricidade no Brasil, com o objetivo de disseminar informações sobre os principais movimentos do mercado de eletricidade no país. Na edição número 13, correspondente ao primeiro trimestre de 2023, foi analisado o comportamento nas classes de consumo comercial, industrial e residencial, de janeiro a março de 2023, na conjuntura econômica e da dinâmica do mercado de eletricidade no Brasil e em suas regiões. O gráfico 1 demonstra o crescimento do consumo de energia elétrica em comparação com os anos anteriores:

Gráfico 1 - Crescimento do consumo de energia elétrica



Fonte: EPE (2023)

O consumo energético é distribuído entre diversos setores, cada um desempenhando um papel crucial na demanda global. O setor industrial, que abriga atividades manufatureiras e processos produtivos, representa uma parte substancial do consumo. Além disso, o setor de transporte, impulsionado principalmente por combustíveis fósseis, e o setor residencial e comercial, que engloba o consumo de eletricidade em lares e edifícios comerciais, também contribuem significativamente para o panorama energético que será tratado de maneira mais detalhada mais à frente.

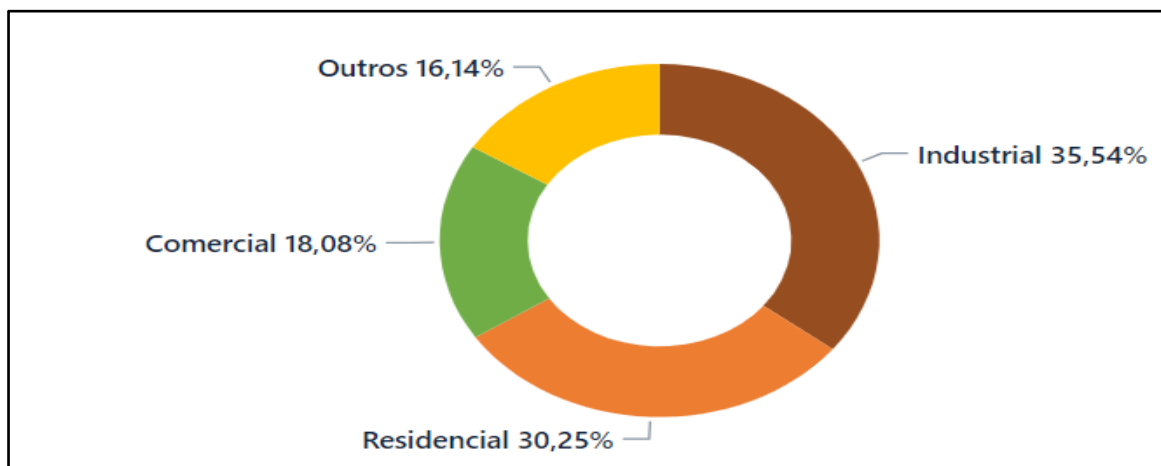
Apesar de sua diversidade energética, o Brasil enfrenta desafios no que diz respeito à eficiência energética, segurança do fornecimento e mitigação das mudanças climáticas. À medida que a nação se esforça para sustentar o crescimento econômico enquanto reduz o impacto ambiental, políticas e estratégias voltadas para a promoção da eficiência, a transição

para fontes de energia mais limpas e o monitoramento rigoroso do consumo energético desempenham um papel crucial para moldar um futuro energético mais equilibrado e sustentável.

2.3. Consumo de Energia Elétrica por Classe e Regiões Brasileiras

Com base no boletim trimestral de consumo de eletricidade (EPE, 2023), do primeiro trimestre de 2023, o consumo de eletricidade apresentou expansão de 1,8% no primeiro trimestre de 2023, quando comparado com o mesmo trimestre do ano anterior. Entre as principais classes de consumo, destaca-se a expansão de 3,5% registrada na classe residencial, além do crescimento de 2,0% no consumo da classe comercial e de 1,8% no consumo da classe industrial. No mesmo trimestre, o PIB brasileiro expandiu 4,0%, na comparação com o mesmo período de 2022, com forte contribuição da agropecuária (19%) e contribuições positivas dos serviços (2,9%) e da indústria (1,9%). O crescimento de 3,5% no consumo da classe residencial é compatível com a expansão da demanda medida pelo indicador de consumo das famílias, a qual foi positivamente afetada pela melhora nos indicadores de trabalho em relação ao mesmo trimestre de 2022, com redução da taxa de desocupação (de 11,1% para 8,8%) e aumento dos rendimentos médios reais (7,4%). O aumento de 1,8% no consumo de eletricidade da classe industrial veio em sintonia com a alta de 1,9% observada no valor adicionado da indústria no mesmo trimestre. No que diz respeito à classe comercial, a expansão de 2,0% no consumo de eletricidade do trimestre foi acompanhada do crescimento de 2,9% no valor adicionado de serviços. O gráfico 2 traz a distribuição do consumo médio por classe de maneira clara:

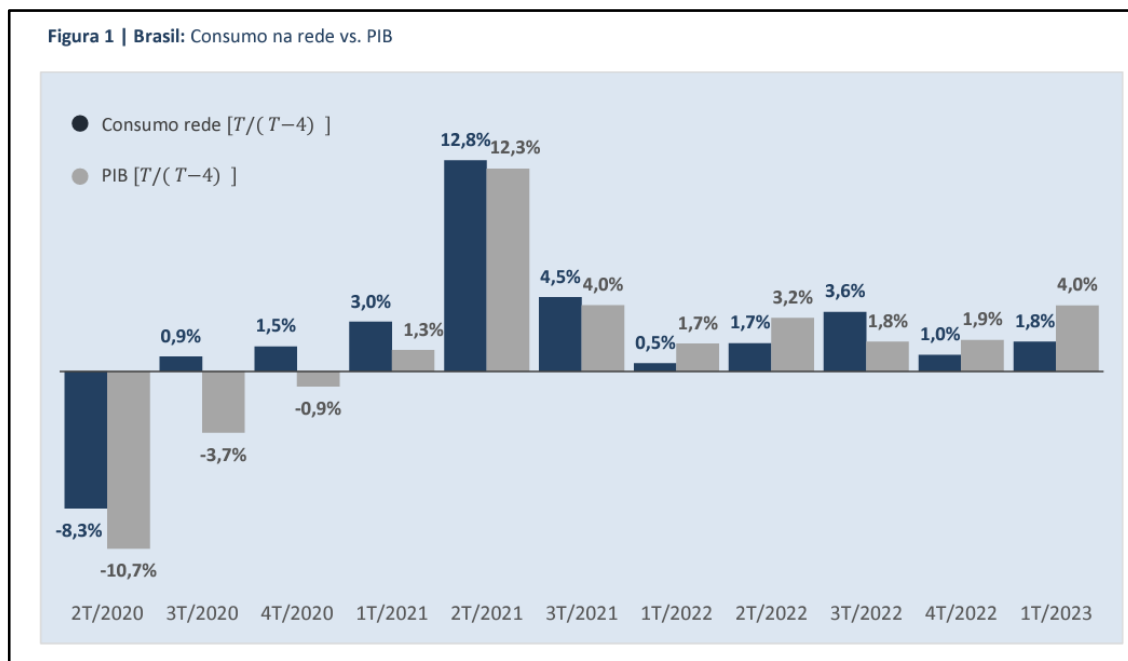
Gráfico 2 - Consumo Médio por Classe



Fonte: EPE (2023)

O gráfico 3 foi retirado do boletim trimestral de consumo de eletricidade e relaciona o consumo na rede em comparação com o PIB brasileiro a partir do segundo trimestre de 2020 até o primeiro trimestre de 2023, o mais recente até a data de elaboração deste trabalho.

Gráfico 3 - Consumo na rede vs PIB



Fonte: EPE (2023)

Ao observar o gráfico vê-se a relação do PIB e com o crescimento da demanda por energia elétrica, vez que, com mais atividades industriais e comerciais maior é a necessidade do uso de equipamentos, dispositivos e outras atividades que necessitam da energia elétrica para seu perfeito funcionamento e, como demonstrado nos parágrafos anteriores estes são grandes consumidores de energia que irão movimentar diretamente no crescimento econômico do país.

Algumas distribuidoras implementaram programas de redução de perdas, o que ajudou a melhorar a eficiência na entrega de energia elétrica. Isso significa que menos energia foi perdida durante o processo de distribuição, resultando em um maior suprimento disponível para consumo residencial. Outro fator importante para um bom resultado no primeiro trimestre de 2023 foi a melhoria da qualidade de operação das distribuidoras, evidenciada pela redução do DEC (Duração Equivalente de Interrupção por Consumidor) e do FEC (Frequência Equivalente de Interrupção por Consumidor) (ANEEL, 2023). Isso significa que houve menos interrupções no fornecimento de energia elétrica para os consumidores residenciais, o que incentivou o aumento do consumo.

A região Norte (+5,7%) foi a que teve a maior expansão no consumo de energia elétrica da classe no primeiro trimestre de 2023, assim como em 2022 (+7,7%). O crescimento do consumo da região foi puxado por: Pará (+8,3%), Tocantins (+6,5%), Rondônia (+6,0%) e Amazonas (+5,3%). (EPE, 2023).

A região Nordeste (+0,2%) manteve o seu consumo praticamente estável no primeiro trimestre de 2023, enquanto em 2022 registrou a menor taxa de variação de consumo. Os Estados que tiveram taxas positivas na região foram: Alagoas (+7,4%), Piauí (+2,9%), Paraíba (+2,8%) e Bahia (+1,3%). (EPE, 2023).

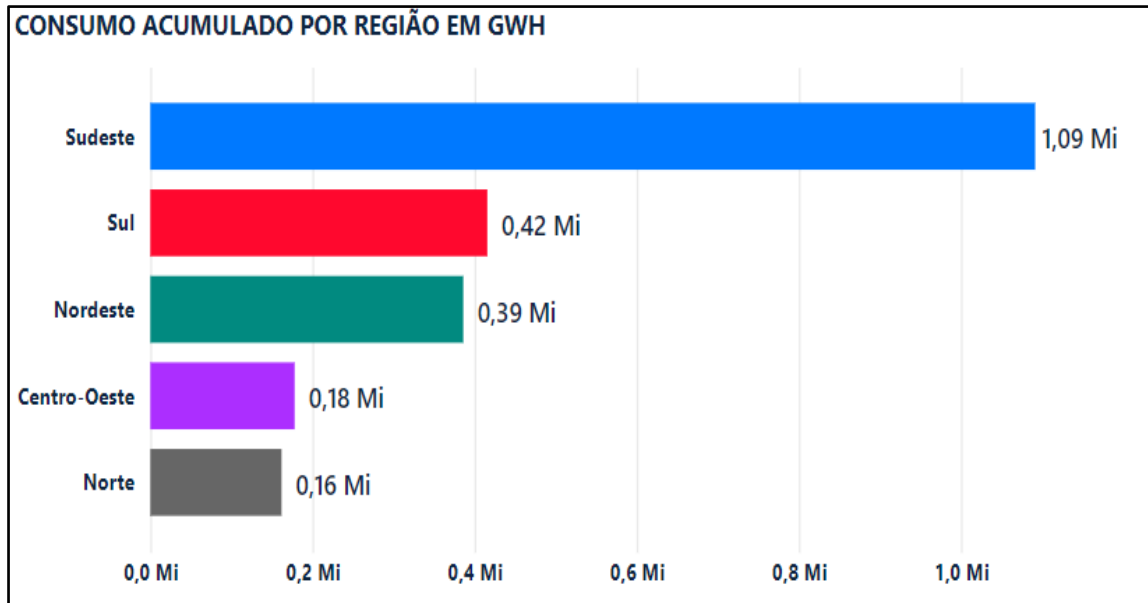
O Sudeste (+2,1%) desacelerou o consumo em relação aos três trimestres anteriores. Minas Gerais (+4,5%), Espírito Santo (+3,6%) e São Paulo (+2,3%) puxaram o consumo no Sudeste. Somente, o Rio de Janeiro (-0,4%) registrou queda no consumo do trimestre na região. (EPE, 2023).

No Sul (+3,2%), o consumo acelerou em relação ao trimestre anterior e todos os estados anotaram aumento do consumo de eletricidade da classe: Santa Catarina (+6,0%), Rio Grande do Sul (+3,5%) e Paraná (+0,8%). (EPE, 2023).

No Centro-Oeste (-1,1%), somente o Distrito Federal anotou aumento do consumo no trimestre. Mato Grosso do Sul (-6,2%), Mato Grosso (-2,0%) e Goiás (-0,9%) registraram queda do consumo no trimestre. Foi a primeira retração do consumo da região desde o segundo trimestre de 2021. (EPE, 2023).

O gráfico 4 abaixo extraído do relatório trimestral da EPE ilustra os dados apresentados, mostrando um compilado geral de como foi o consumo por região:

Gráfico 4 - Consumo por região



Fonte: EPE (2023)

O crescimento do consumo em todo o país refletido diretamente na necessidade de maiores investimentos no setor energético, em políticas eficientes que contribuam para que programas de eficiência energética sejam efetivadas e colocadas em prática pelos principais consumidores de energia elétrica: setores comercial e industrial.

2.4. Empresas de Serviço de Conservação de Energia (ESCOs)

As Empresas de Serviços de Conservação de Energia ou *Energy Service Companies* (ESCOs) surgiram no final dos anos 1970 nos Estados Unidos, com a finalidade de promover serviços de Eficiência Energética (EE). As ESCOs se propõem a reduzir a conta de energia de seus clientes, sem reduzir o seu nível de conforto e garantindo a qualidade de abastecimento e suprimento (BULLOCK et. al, 2001).

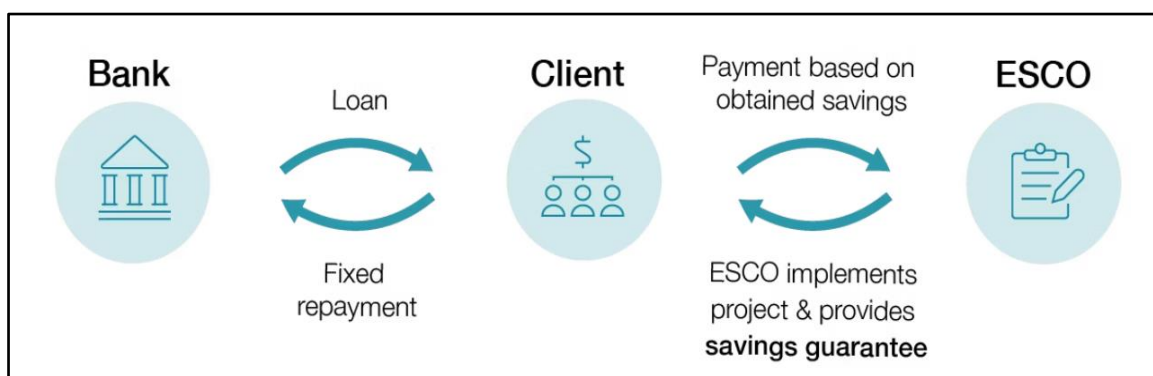
Uma ESCO pode ser considerada qualquer empresa que propõe soluções de eficiência energética a fim de alcançar a redução no consumo energético por meio de projetos podendo assumir o risco de performance e/ou crédito para o cliente. Normalmente, a ESCO é encarregada do planejamento, construção e financiamento desses projetos. A ESCO diferencia-se de outras empresas que oferecem melhorias no setor energético pois utiliza a metodologia de contratação por desempenho (MACIEL, 2021)

A IEA - *International Energy Agency* é uma organização internacional intergovernamental com sede em Paris, criada em 1974 (GOLD ENERGY, 2023). O seu mandato declarado é manter a estabilidade do fornecimento internacional de petróleo, embora a sua missão se tenha alargado nos últimos anos para dar ênfase à promoção de fontes de energia renováveis.

A IEA produz relatórios acerca do desenvolvimento da eficiência no mundo, através de gráficos, tabelas e ilustrações, divulga o que há de novo no mercado energético e o que está acontecendo em relação aos esforços realizados ao redor do mundo.

A Figura 1 a seguir descreve como é feito o trâmite entre banco, cliente e ESCO:

Figura 1 - Trâmite Banco, Cliente e ESCO



Fonte: IEA (2023)

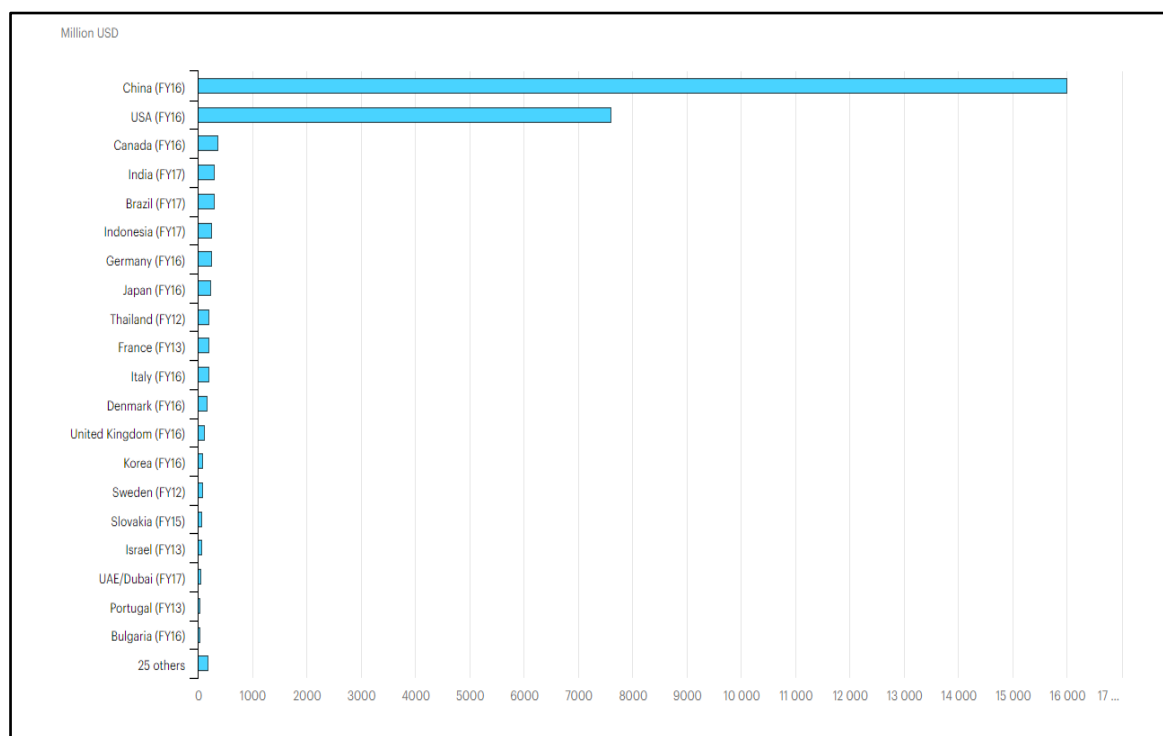
O banco é responsável pelo empréstimo ao cliente que utilizará o dinheiro para obter projetos e financiamento dos serviços das ESCOs. As ESCOs são responsáveis por elaborar e implementar projetos de eficiência energética, e como ilustrado, após a implementação o cliente fica responsável pelo pagamento ao banco, retorno esse perceptível com a economia trazida pelos projetos implementados. É importante ressaltar que essa é uma abordagem internacional, mostrando de maneira geral como é feito o processo entre banco, cliente e ESCOs, podendo variar de acordo com a regulamentação de cada país.

De acordo com a apuração mais recente disponível no site da IEA, o valor do mercado global das ESCOs cresceu 8% para 28,6 mil milhões de dólares em 2017, contra 26,8 mil milhões de dólares em 2016. A China continua a sustentar o mercado mundial das ESCOs, crescendo 11% para 16,8 mil milhões de dólares em 2017. O mercado dos Estados Unidos, onde as ESCOs operam há mais de 30 anos, cresceu para 7,6 mil milhões de dólares em 2017.

Na Europa, o mercado das ESCOs continua um pouco subdesenvolvido em comparação com outras regiões importantes, representando 10% do total global (IEA, 2018).

O gráfico 5, retirado do site da IEA, traz o detalhamento da receita da ESCO por país do ano de 2018, o mais recente disponível. É possível destacar no quinto lugar a participação do Brasil com receita de aproximadamente 300 milhões de dólares por ano proveniente das ESCOs.

Gráfico 5 - Receita Esco por País em 2018



Fonte: IEA (2018)

A política governamental é um motor fundamental da atividade das ESCOs e pode influenciar o fato de os projetos das ESCOs serem realizados no setor privado ou público. Na China, os incentivos políticos têm impulsionado o envolvimento das ESCOs no setor privado, enquanto as políticas de compras governamentais têm sido uma barreira ao desenvolvimento do mercado das ESCOs no setor público. Na América do Norte, por outro lado, a atividade das ESCOs no setor público floresceu, uma vez que os proprietários de ativos do setor público conseguem obter dívida em condições favoráveis, que pode ser utilizada para financiar contratos de ESCO (IEA, 2018).

Tais ações de governos são vitais para reduzir o risco de que os preços mais baixos da energia possam prejudicar os esforços de eficiência energética. As políticas de eficiência, devidamente integradas às políticas de energia renovável, precisarão continuar se expandindo e se fortalecendo.

2.4.1. ESCOs no Brasil

A crise econômica nos anos 90, levou o mercado de serviços de eficiência energética a uma baixa. Neste momento, muitas empresas passaram para outras áreas de consultoria, como a engenharia ambiental e controles prediais. Muitas abandonaram totalmente a consultoria ou reduziram drasticamente sua escala de operações. Durante os últimos anos a situação tornou-se mais favorável, incluindo a queda da inflação, preços de energia mais altos e mais estáveis e a reativação de programas de fomento. A preocupação com a possibilidade de racionamento também estimula o interesse de clientes. Em consequência disto, o número e a atividade das empresas de serviços de eficiência energética têm aumentado (HIDD, 2015).

No Brasil, as Empresas de Serviço de Conservação de Energia (ESCOs) desempenham um papel importante na promoção da eficiência energética e na redução do consumo de energia em diversos setores. Elas têm crescido em relevância à medida que o país busca aprimorar sua matriz energética e enfrentar desafios relacionados à demanda crescente de energia e à necessidade de sustentabilidade.

O governo brasileiro tem implementado políticas e programas para promover a eficiência energética e incentivar a atuação das ESCOs. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) coordena o Programa de Eficiência Energética (PEE), que financia projetos de conservação e uso eficiente de energia elétrica, muitas vezes envolvendo a participação de ESCOs.

As ESCOs no Brasil atuam em diversos setores, como:

- eficiência energética em edifícios comerciais e industriais;
- otimização de sistemas de iluminação pública;
- implementação de projetos de eficiência em processos industriais;
- integração de energias renováveis em instalações, entre outros.

As ESCOs no Brasil desempenham um papel essencial na promoção da eficiência energética e na redução do consumo de energia. Sua atuação abrange vários setores da economia, oferecendo soluções personalizadas para reduzir os custos operacionais das empresas, melhorar a eficiência e cumprir objetivos de sustentabilidade.

2.5. Programas de Eficiência Energética

Para mitigar os impactos desse crescimento na demanda energética, o Brasil tem implementado diversos programas de eficiência energética em diversos setores da economia. Entre alguns dos principais esforços governamentais estão:

- Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL): Coordenado pelo Ministério de Minas e Energia, tem como foco promover a eficiência energética no setor elétrico por meio da disseminação de tecnologias e práticas mais eficientes. O programa abrange diversos setores, incluindo a promoção de produtos eletrodomésticos mais eficientes, sistemas de iluminação eficientes e etiquetagem de eficiência energética (MME, 2023).
- Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE): Liderado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), o PBE tem como objetivo informar o consumidor sobre a eficiência energética de produtos, promovendo a escolha de equipamentos mais eficientes além de contribuir para a redução do consumo de energia elétrica. O PBE abrange uma ampla gama de produtos, como eletrodomésticos, lâmpadas, veículos e edificações (MME, 2023).
- Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM): tem como objetivo incentivar a eficiência energética em estados e municípios por meio de projetos que visam a otimização do uso de energia elétrica e a redução de custos. O programa apoia ações de melhoria da eficiência energética em prédios públicos, iluminação pública, saneamento básico e outras áreas de competência municipal (MME, 2023).
- Programa de Eficiência Energética para Motores (PEEM): Sob coordenação da ANEEL, o PEEM busca promover a eficiência energética por meio da substituição de motores elétricos ineficientes por equipamentos mais eficientes, reduzindo o consumo de energia e os custos operacionais. O programa atua principalmente no setor industrial e comercial, incentivando a adoção de motores elétricos de alta eficiência (MME, 2023).
- Programa de Eficiência Energética da ANEEL (PEE): O PEE é coordenado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e tem como objetivo financiar projetos que promovam o uso eficiente da energia elétrica em diversos setores, buscando a redução do consumo e o aumento da eficiência energética. O programa abrange iniciativas nos setores residencial, comercial, industrial e de serviços, com ações que

vão desde a troca de equipamentos ineficientes até a implantação de sistemas de gestão energética em edifícios e indústrias (MME, 2023).

Dessa maneira, considera-se o PEE e sua inserção no planejamento energético brasileiro como o principal foco deste trabalho. No qual será apresentado os principais pontos dos seus módulos e os cálculos de viabilidade de alguns usos finais.

2.6. PROPEE (Procedimentos de Programas de Eficiência Energética)

Os projetos de eficiência energética são assegurados mediante contrato entre as concessionárias do serviço de distribuição de energia elétrica pública com a ANEEL. Entre as obrigações e encargos estabelecidos, é possível destacar que anualmente concessionárias devem aplicar o montante de no mínimo 0,5% de sua receita operacional líquida em ações que tenham como objetivo potencializar a redução do desperdício de energia elétrica, o que consiste no Programa de Eficiência Energética das Empresas de distribuição. As diretrizes para elaboração dos Programas são aquelas definidas na Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, bem como aquelas contidas nas resoluções da ANEEL específicas para eficiência energética.

O Procedimento do Programa de Eficiência Energética - PROPEE - é dividido em 10 módulos que descrevem desde a sua concepção e estruturação, passando pela gestão, seleção e implantação até o controle e fiscalização dos projetos que são submetidos. O seu principal propósito é apresentar e definir instruções que deverão ser seguidas pelas distribuidoras, promovendo o uso eficiente e racional de energia elétrica em todos os setores da economia brasileira.

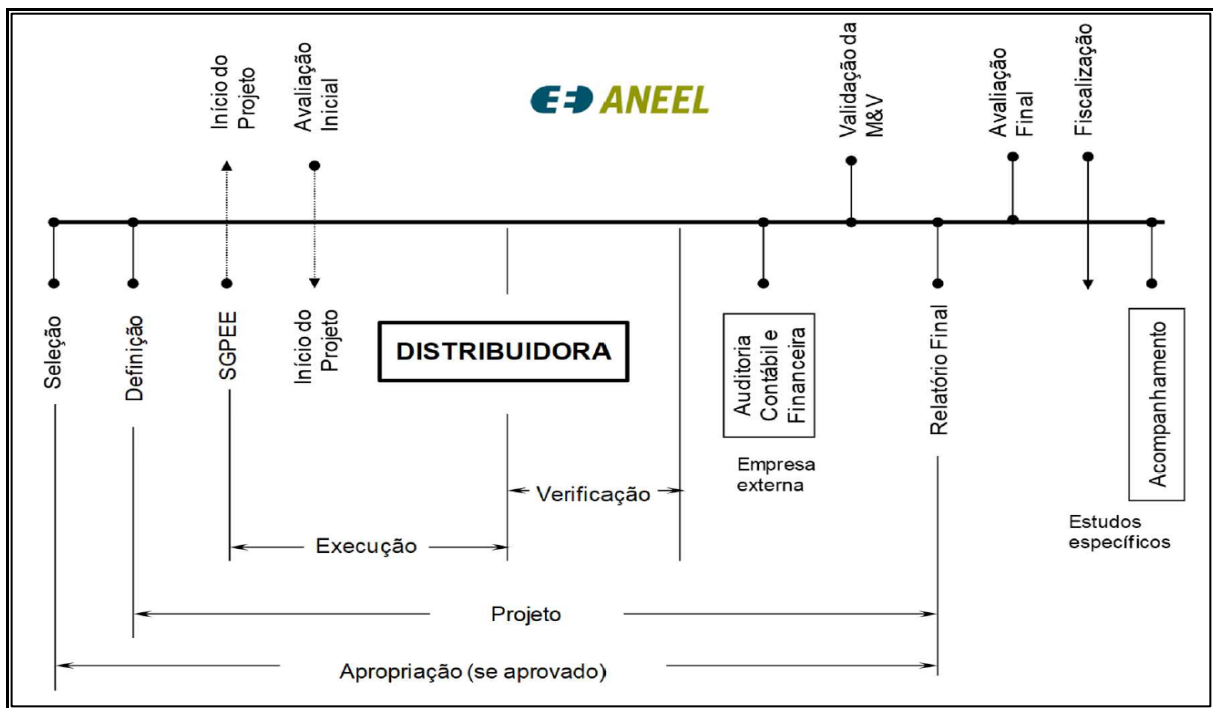
Os módulos possuem como alvo as concessionárias e permissionárias de energia elétrica, uma vez que, elas avaliam e acompanham a execução do projeto de eficiência energética, no entanto, as Empresa de Serviços de Conservação de Energia (ESCOs) devem possuir conhecimento de todo o procedimento para que possam obter êxito na escrita dos projetos.

Para maior embasamento será apresentado nos próximos tópicos os módulos da terceira versão do PROPEE em acordo com Resolução Normativa nº 892/2020 vigente desde 24/08/2020, sendo esta a versão mais atualizada até a data de execução deste trabalho, dando ênfase nos principais objetivos de cada módulo.

2.6.1. Módulo I – PROPEE

No primeiro módulo do PROPEE são apresentados os objetivos gerais dos Programas de Eficiência Energética, além de introduzir o propósito geral da criação do PROPEE bem como os fundamentos legais e as etapas que consistem do PEE apresentadas de maneira ilustrativa na figura 2.

Figura 2 - Etapas PROPEE



Fonte: ANEEL (2023)

A etapa de seleção é a primeira, tratando das atividades de prospecção, pré diagnóstico e seleção de projetos, podendo ser feita por meio de Chamada Pública ou diretamente pela distribuidora. A próxima fase definirá as ações de eficiência energética a serem implantadas com suas análises técnicas e de M&V (Medição e Verificação) com uma data inicial para medição da economia gerada com o projeto. Na fase de cadastro é feito o carregamento na base da PEE da ANEEL, procedimento esse que deve ser feito observando o manual de instruções para Geração e Envio de Dados de Projetos de Eficiência Energética disponível no site da ANEEL. Os projetos que demandam avaliação inicial deverão ser submetidos a avaliação prévia pela ANEEL para posterior cadastramento na base, se autorizado.

Na fase de execução ocorrerá o cadastramento da data de início do projeto e implementação das ações de eficiência definidas na base da PEE da ANEEL. Em seguida, na

fase de M&V deverá ser elaborado um relatório contendo informações sobre o comissionamento das ações que será validado por alguma instituição capacitada e isenta a critério da ANEEL (ANEEL, 2023).

As etapas finais consistem na auditoria contábil e financeira com submissão de relatório sobre gastos na execução do projeto, de acordo com o Manual dos Procedimentos Previamente Acordados para Auditoria Contábil e Financeira de Projetos, Planos e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento – P&D e Eficiência Energética – EE (PPA). Deve ser entregue um relatório final contendo os resultados obtidos após conclusão do projeto e da fase inicial do período determinado para economia das atividades de M&V que será carregado juntamente com o relatório de M&V na base de dados do PEE da ANEEL. E por fim, deverá existir uma avaliação final, a fim de verificar e avaliar a continuidade das ações de eficiência executadas (ANEEL, 2023).

2.6.2. Módulo II – Gestão de Programa

No módulo II serão apresentados os planos gerenciais que regem o PEE e como os recursos serão distribuídos aos Planos de Gestão (PG) das distribuidoras incluindo fontes e limites de receitas dos PG, as despesas que são permitidas, bem como estabelecer regras de marketing e divulgação dos resultados alcançados com as implementações dos projetos de eficiência (ANEEL, 2023).

Um ponto importante a ser ressaltado neste módulo é a Audiência Pública que deverá ser publicada contendo informações sobre os resultados das atividades implementadas e o saldo da conta do PEE. Essa Audiência Pública permite que seja colhida sugestões para realização de novos projetos de eficiência energética bem como apresentar resultados dos projetos realizados no ano anterior, dando visibilidade ao PEE e transparência.

2.6.3. Módulo III – Seleção e Implantação de Projetos

Neste módulo são apresentadas as orientações de seleção dos projetos junto às concessionárias, com suas especificações e formas de implantação (ANEEL, 2023). A Resolução 556/2013 da ANEEL estabelece uma aplicação mínima de 50% do investimento obrigatório nas unidades consumidoras que pertencem às duas classes de maior consumo no mercado de energia. A distribuidoras com mercado inferior a 1.000 GWh/ano estarão isentas

da obrigação. Para a seleção de projetos, ao menos uma vez por ano deverá ser feita a Chamada Pública para as classes de consumo elegíveis que estão listadas na tabela 1 a seguir:

Tabela 1 - Classes de Consumo

Classe de consumo	Observações
Rural	Todas as classes
Industrial	
Comercial e Serviços	E outras atividades
Residencial	Excluídas as beneficiadas com a TSEE
Serviço Público	
Poder Público	Federal, Estadual e Municipal
Iluminação Pública	

Fonte: (ANEEL, 2023).

A Chamada Pública de Projetos é a forma de selecionar os projetos de PEE tornando o processo transparente e democrático para escolha e implementação de projetos, e pode ser executada por qualquer parte interessada, sendo uma única distribuidora, consumidores, comerciantes, ESCOs e outros. É interessante ressaltar que caso não exista proposta de projetos que se qualifiquem e contemplem todo o recurso disponível, a concessionária pode definir outros projetos em qualquer setor ou topologia, atendendo às regras vigentes do Programa.

2.6.4. Módulo IV – Tipologias de Projetos

Cada projeto possui características diferentes tanto na execução para o desenvolvimento da eficiência energética quanto para a forma de contratação. Essas características são tratadas no Módulo IV do PROPEE. O PEE inclui projetos em todos os setores da economia e suas classes de consumo. Alguns devem conter características especiais e dedicadas.

A tabela 2, extraída do PROPEE, disponibilizado pela ANEEL em seu site apresenta de maneira geral a estrutura de projetos, com indicação das sessões onde são detalhados os respectivos projetos.

Tabela 2 - Tipologias e Características Projetos PEE

Tipologias	Ação de eficiência energética (Seção 4.2)						Características especiais (Seção 5.1)				Investimento (Seção 3.1)		Prospecção preferencial (seção 3.2)	
	Melhoria de Instalação	Reciclagem	Treinamento e Capacitação	Bônus para equipamento eficiente	Gestão Energética	Geração com Fontes Incentivadas	Aquecimento solar	Prioritário	Grande Relevância	Piloto	Cooperativo	Contrato de Desempenho Energético	Contratação a Fundo perdido	Chamada Pública de Projetos
Industrial														
Comércio e Serviços													Possível	
Poder Público														
Serviços Públicos												Possível		
Rural													Possível	
Residencial	Condomínio				Condomínio							Possível		
Baixa Renda												Possível		
Gestão Energética Municipal														
Iluminação Pública												Possível		
Educacional														

Não há previsão no regulamento

Regra Geral

Permitidos em casos específicos

Fonte: (ANEEL, 2023)

Além disso, este módulo estabelece as diretrizes para os projetos por tipo de ação de eficiência energética envolvida: melhoria de instalação e seus usos finais além da gestão energética.

2.6.5. Módulo V – Projetos Especiais

Este módulo abordará tópicos sobre projetos que por sua relevância ou característica atípica, precisam de atenção especial tanto da distribuidora quanto do regulador (ANEEL, 2023). O módulo tratará de quatro tipos de projetos separadamente e com mais detalhes:

- Projetos Prioritários que possuem como finalidade o teste, incentivo ou definição de ações de destaque como política pública para aumentar a eficiência energética do país.
- Projeto de Grande Relevância, que são os que possuem impacto socioambiental relevante apresentando contribuições claras e significativas para o mercado de energia elétrica.
- Projeto Piloto, que inclui projetos inovadores, promissores ou inéditos, que irão posteriormente buscar a uma execução em grande escala.
- Projeto Cooperativo que trata de projetos envolvendo mais de uma distribuidora objetivando economias de grande escala e melhorias das práticas na qualidade dos projetos realizados.

Mais detalhes particulares de cada tipo de projeto são abordados neste módulo com instruções e procedimentos claros para criação e execução deles.

2.6.6. Módulos VI – Projetos com fontes incentivadas

No Módulo VI do PROPEE 2020 aborda procedimentos direcionados a projetos de eficiência energética que incluem a geração de energia a partir de fonte incentivada de energia, que pode ser definida como fontes com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração unificada, estabelecidas pela Resolução 482/2012.

O módulo apresentará quais são os dados que deverão ser enviados para a ANEEL para compor parte da geração, os critérios para um projeto ser aprovado para apoio pelo PEE e por fim irá estabelecer os requisitos a considerar para apuração dos resultados da parte de geração do projeto.

2.6.7. Módulos VII – Cálculo de Viabilidade (RBC - Relação Benefício Custo e RCB – Relação Custo Benefício)

Neste módulo serão tratados os diferentes fatores e forma de cálculo da viabilidade econômica de cada projeto realizado no contexto do PEE, que, ao longo do trabalho será também demonstrado mais a fundo os cálculos de acordo com os diferentes tipos de usos finais, mostrando também as variações que podem ocorrer conforme a aplicabilidade do cálculo. O principal critério apresentado para esse tipo de avaliação é o RCB (Relação Custo-Benefício) que um projeto consegue propiciar, o benefício considerado é a valoração da energia economizada e da redução da demanda na ponta durante a vida útil do projeto para o sistema elétrico.

De acordo com o PROPEE 2020, deve ser previsto um benefício aferido de no mínimo 25% maior que o custo do projeto, portanto, menor ou igual a 0,8%. É tratado nesse módulo também algumas exceções à regra de RCB menor ou igual a 0,8 que está resumida a tabela 3.

Tabela 3 - Regras RCB para tipos de projeto

Tipo de Projeto	Regra de RCB
Contrato de Desempenho	Menor ou igual a 0,9
Projeto Piloto	Sem limite para RCB
Educacional	RCB não obrigatório
Gestão Energética Municipal	RCB não obrigatório
Fontes Incentivadas	RCB menor ou igual a 1,0

Fonte: Ana Elisa (2018)

Em caso de um projeto possuir mais de um uso final, cada uso final terá seu RCB calculado para posteriormente ser feito um único RCB para o projeto inteiro.

2.6.8. Módulo VIII – Medição e Verificação

O Módulo VIII do PROPEE traz como principal objetivo o estabelecimento de diretrizes para as atividades de Medição e Verificação (M&V) que devem ser empregadas em todos os projetos do PEE, para que assim possa ser realizada a avaliação dos resultados energéticos (ANEEL, 2023).

Ao longo do módulo são apresentados os fundamentos e fases do processo de M&V no PEE apresentando as questões da M&V, sua relação com o PIMVP - Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (EVO, 2012) e o PEE e as fases constitutivas da M&V em projetos do PEE.

É importante ressaltar que o PIMVP não determina como as medições devem ser feitas, pois existe uma grande diversidade de situações, no entanto, ele determina alguns requisitos básicos que merecem atenção, para que se possa selecionar as variáveis e opções disponíveis para avaliar a eficiência energética do projeto em questão.

O Plano de Medição e Verificação trata-se de um relatório técnico que concentra as informações relativas aos métodos, condições e procedimentos de análise dos dados, tanto no período antecedente à execução das medidas de eficiência energética, como posteriormente, no período de verificação da quantidade de energia economizada, ou seja, plano M&V define detalhadamente, de forma transparente e precisa toda a estratégia de Medição e Verificação, constituindo, assim, um documento que assegura a qualidade de todo o processo e dos resultados obtidos.

2.6.9. Módulo IX – Avaliação dos Projetos e Programa

Este módulo é voltado para as concessionárias, pois determina tanto os critérios de avaliação dos projetos do PEE como também os critérios de avaliação do programa de eficiência energética de cada concessionárias (ANEEL, 2023).

Neste capítulo estarão detalhadas três importantes etapas para a avaliação completa dos projetos e do programa como um todo:

- Avaliação inicial: em que são estabelecidos os critérios e projetos que deverão ser submetidos, trata-se de projetos que possuem alguma complexidade e incerteza que seja necessária uma avaliação específica;
- Avaliação final: que será realizada após o envio dos relatórios de M&V, Final e de Auditoria Contábil e Financeira e o seu resultado;
- Avaliação do Programa: que consiste na verificação e documentação dos resultados e impactos obtidos pelas ações do programa e a avaliação de cumprimento de objetivos. É uma das principais etapas do processo, em que será julgado o mérito do projeto em termos de resultados alcançados e adequação dos investimentos realizados.

Existem critérios e condições para o encaminhamento dos projetos para a Avaliação Inicial e Final e para os tipos de avaliação, que podem ser de forma simplificada ou detalhada.

2.6.10. Módulo X - Prestação de Contas

O último módulo do PROPEE estabelece procedimentos para prestação de contas de investimentos realizados no PEE que deverão ser obedecidos conforme especificações do Manual de Contabilidade do Setor Elétrico (MCSE) (ANEEL, 2023).

Para o controle da aplicação de recursos, é necessário que o reconhecimento contábil das obrigações ocorra simultaneamente a dos itens que compõem a Receita Operacional, independente do desembolso financeiro dos recursos.

Após a fiscalização a ANEEL elaborará um relatório de fiscalização, tendo como resultado a constatação de conformidades ou não conformidades frente aos regulamentos presentes no PEE.

2.7. Projeto Simulado

As leis nº 9.991/2000, 13.203/2015, 13.280/2016 e 14.120/2021 tornam aplicável anualmente o valor de 0,14% da receita líquida anual da distribuidora de energia para o incremento de eficiência energética. Sendo assim, o Programa de Eficiência Energética (PEE) é executado anualmente e regulamentado pelas Resoluções Normativas da ANEEL nº 830, de 23 de outubro de 2018, nº 920 de 23 de fevereiro de 2021, nº 1.059 de 7 de fevereiro de 2023.

A fim de exemplificar e compreender de forma adequada as fases dos PEE (Programas de Eficiência Energética), foi simulado um projeto fictício tendo como base a CPP Cemig 2023. O site da CEMIG disponibiliza todos os recursos necessários para a realização do projeto, sendo eles:

- PROPEE.
- Regulamento da CPP.
- Especificações Técnica da CPP.
- Roteiro de Diagnóstico Energético.
- Planilha RCB.
- Guia de M&V.

Além de utilizar os recursos apresentados pela CEMIG, o projeto seguiu todos os regulamentos e especificações técnicas presentes no edital. Portanto, apesar de ser uma simulação fictícia se aproxima da realidade dos PEE avaliados pela distribuidora de energia.

Por ser um projeto de exemplificação não foi realizada a etapa de levantamento. Logo, optou-se por utilizar 3 usos finais como demonstrativo. Sendo eles:

- Iluminação.
- Condicionamento Ambiental.
- Motrizes.

A relação de equipamentos existentes foi levantada a fim de exemplificar uma pequena indústria. Logo, a tipologia do projeto é considerada industrial.

2.7.1. Metas de economia do Projeto

A metodologia de cálculo que será apresentada logo a seguir é baseada no PROPEE 2020 e na chamada pública CEMIG 2023 disponível para consulta no site da distribuidora. O

índice de viabilidade do projeto adotado pela Cemig Distribuição S.A. é a RCB (Relação Custo-Benefício). Logo os cálculos que serão apresentados abaixo são baseados nessa metodologia.

As metas de economia dos projetos de eficiência energéticas são definidas de acordo com o cálculo de três indicadores, sendo eles:

- Fator de coincidência na ponta (FCP): corresponde ao percentual daqueles equipamentos que estão em funcionamento no horário de ponta. O valor deve estar sempre entre 0 e 1 e será utilizado para o cálculo de redução da demanda de ponta. (Cemig, 2023);
- Energia Economizada (EE): corresponde a redução do consumo energético provocada pela implantação de uma ação de eficiência energética. (ANEEL, 2023);
- Redução de demanda na ponta: redução de demanda média no horário de ponta da distribuidora, causada pela implantação de ações de eficiência energética (ANEEL, 2023).

2.7.2. Metas de Iluminação

Dentre as ações que podem promover a eficácia e a eficiência de sistemas de iluminação destaca-se como a principal sendo a adequação da tecnologia de iluminação em razão das atividades desenvolvidas no local. Além de proporcionar maior conforto aos consumidores, a substituição de lâmpadas convencionais por lâmpadas LED reduz de maneira significativa o consumo de eletricidade. Isso é possível devido ao fato de que modelos mais eficientes de lâmpadas apresentam o mesmo fluxo luminoso com potências menores, possibilitando assim a redução do consumo de energia elétrica.

Após revisão NBR ISSO/CIE 8995-1 e a NHO-11 pode-se fazer a relação de equivalência das lâmpadas convencionais por LED. Sendo assim, a equivalência foi realizada considerando a mesma quantidade de lâmpadas sendo adequados à tecnologia LED.

A iluminação da unidade consumidora apresenta lâmpadas obsoletas, com grande perda luminosa e energética. As lâmpadas utilizadas no local são as fluorescentes compactas de 20W, as incandescentes de 40W, as fluorescentes tubulares de 32W e 28W com reatores eletrônicos. Devido à grande economia de energia e a melhoria de iluminação que trará à unidade consumidora optou-se por trabalhar toda a iluminação com uso do LED.

Como as luminárias no local podem ser utilizadas para o uso das lâmpadas propostas não está incluso nesta proposta a substituição delas. Os reatores não serão mais utilizados devido às características de operação das lâmpadas LED.

O regime de funcionamento continuará o mesmo, possíveis campanhas de conscientização no local após as ações de eficiência energética não foram contabilizadas como economia de energia.

As seguintes ações de eficiência energética, bem como as tecnologias aplicadas encontram-se na tabela 4:

Tabela 4 - Sistema Atual e Proposto Iluminação

SISTEMA ATUAL				SISTEMA PROPOSTO		
EQUIPAMENTO	FLUXO LUMINOSO	QUANTIDADE		EQUIPAMENTO	FLUXO LUMINOSO	QUANTIDADE
FLC compacta	920lm	208	PARA	LED BULBO 8W	920lm	208
FLC T8 1.20m	2050lm	350	PARA	LED T8 18 W	2050lm	350
FLC T5 1.20m	1050lm	400	PARA	LED T5 15W	1150lm	400
Incandescente	920lm	31	PARA	LED BULBO 8W	920lm	31

Fonte: Elaborado pelas autoras (2023)

A tabela 4 mostra a proposta de substituição de lâmpadas convencionais por lâmpadas LED. Nota-se que a quantidade de equipamentos será mantida, substituindo apenas os equipamentos atuais por equipamentos mais eficientes, conforme PROCEL.

2.7.2.1. Fator de coincidência na ponta

A equação (1) é utilizada para o cálculo do FCP do sistema de iluminação (Cemig, 2023):

Sendo:

$$FCP = \frac{nm * nd * nup}{792} \quad (1)$$

- FCP - fator de coincidência na ponta.
- nm - número de meses, ao longo do ano, de utilização em horário de ponta (≤ 12 meses).

- nd - número de dias, ao longo do mês, de utilização em horário de ponta (≤ 22 dias).
- nup - número de horas de utilização em horário de ponta (≤ 3 horas).
- 792 - número de horas de ponta disponíveis ao longo de 1 ano.

2.7.2.2. Energia economizada (EE)

A equação (2) é utilizada para o cálculo da Energia Economizada para o sistema de iluminação (Cemig, 2023):

$$EE = \left[\sum_{Sistema\ i} (qa_i * pa_i * ha_i) - \sum_{Sistema\ i} (qp_i * pp_i * hp_i) \right] * 10^{-6} \quad (2)$$

Sendo:

- EE - Energia economizada (MWh/ano).
- qa_i - número de lâmpadas no sistema i atual.
- pa_i - potência da lâmpada e reator no sistema i atual (W).
- ha_i - tempo de funcionamento do sistema i atual (h/ano).
- qp_i - número de lâmpadas no sistema i proposto.
- pp_i - potência da lâmpada e reator no sistema i proposto (W).
- hp_i - tempo de funcionamento do sistema i proposto (h/ano).

2.7.2.3. Redução de demanda na ponta

A equação (3) é utilizada para o cálculo da redução de demanda na ponta para o sistema de iluminação (Cemig, 2023):

$$RDP = \left[\sum_{Sistema\ i} (qa_i * pa_i * FCPa_i) - \sum_{Sistema\ i} (qp_i * pp_i * FCPp_i) \right] * 10^{-3} \quad (3)$$

Sendo:

- RDP - redução de demanda na ponta (kW).
- FCPai - fator de coincidência na ponta no sistema i atual.
- FCPpi - fator de coincidência na ponta no sistema i proposto.

2.7.2.4. Simulação – Iluminação

Apresenta-se neste item a avaliação da economia de energia e a redução de demanda na ponta com base nas ações de eficiência energética propostas. Inicialmente, apresenta-se o resumo das metas e benefícios.

A figura 3 demonstra os resultados simulados para o sistema atual:

Figura 3 - Sistema Atual Iluminação

ILUMINAÇÃO - SISTEMA ATUAL			TOTAL	ilumin1	ilumin2	ilumin3	ilumin4
0							
1	Tipo de equipamento / tecnologia			FLC Compacta	Incandescente	FLC T8 1,20m	FLC T5 1,20m
	Quantidade de luminárias		989	208	31	350	400
2	Lâmpadas	Potência W	pla_i	20,00	40,00	32,00	28,00
		Quantidade	qla_i	208	31	700	800
3	Reatores	Potência W	pra_i	0,00	0,00	3,00	10,00
		Quantidade	qra_i	0	0	372	475
4	Potência instalada kW		Pa_i	4,16	1,24	23,52	27,15
	Tempo de utilização do sistema, em um dia h/dia			12,00	12,00	12,00	12,00
5	Dias de utilização do sistema, em um ano dia/ano			264,00	264,00	264,00	264,00
	Funcionamento h/ano		ha_i	3.168,00	3.168,00	3.168,00	3.168,00
	Horas de utilização em horário de ponta, em um dia h/dia		$nupa_i$	2,00	2,00	2,00	2,00
	Dias úteis de utilização em horário de ponta, em um mês dia/mês		nda_i	22,00	22,00	22,00	22,00
6	Meses de utilização em horário de ponta, em um ano mês/ano		nma_i	12,00	12,00	12,00	12,00
	Potência média na ponta kW		da_i	37,38	2,77	0,83	15,68
	Fator de coincidência na ponta		$FCPa_i$		0,67	0,67	0,67
7	Energia consumida MWh/ano		Ea_i	177,62	13,18	3,93	74,50
8	Demanda média na ponta kW		Da_i	37,38	2,77	0,83	15,68

Fonte: Planilha de simulação RCB (2023)

A simulação do sistema atual mostra um resultado de 177,62 MWh/ano de energia consumida e 37,38 kW de demanda média na ponta. A figura 4 demonstra os resultados simulados para o sistema proposto:

Figura 4 - Sistema Proposto Iluminação

ILUMINAÇÃO - SISTEMA PROPOSTO				TOTAL	ilumin 1	ilumin 2	ilumin 3	ilumin 4
9 Tipo de equipamento / tecnologia					LED Bulbo	LED Bulbo	LED T8 1,20	LED T5 1,20m
Quantidade de luminárias				989	208	31	350	400
10 Lâmpadas	Potência	W	plp_i		8,00	8,00	18,00	15,00
	Quantidade		qlp_i	1.739	208	31	700	800
11 Reatores	Potência	W	prp_i		0,00	0,00	0,00	0,00
	Quantidade		qrp_i	0	0	0	0	0
12 Potência instalada		kW	Pp_i	26,51	1,66	0,25	12,60	12,00
Tempo de utilização do sistema, em um dia					12,00	12,00	12,00	12,00
13 Dias de utilização do sistema, em um ano					264,00	264,00	264,00	264,00
Funcionamento		h/ano	hp_i		3.168,00	3.168,00	3.168,00	3.168,00
Horas de utilização em horário de ponta, em um dia					2,00	2,00	2,00	2,00
Dias úteis de utilização em horário de ponta, em um mês					22,00	22,00	22,00	22,00
14 Meses de utilização em horário de ponta, em um ano					12,00	12,00	12,00	12,00
Potência média na ponta		kW	dp_i	17,67	1,11	0,17	8,40	8,00
Fator de coincidência na ponta					0,67	0,67	0,67	0,67
15 Energia consumida		MWh/ano	Ep_i	83,99	5,27	0,79	39,92	38,02
16 Demanda média na ponta		kW	Dp_i	17,67	1,11	0,17	8,40	8,00

Fonte: Planilha de simulação RCB (2023)

A simulação do sistema proposto mostra um resultado de 83,99 MWh/ano de energia consumida e 17,67 kW de demanda média na ponta. A figura 5 demonstra os benefícios simulados:

Figura 5 - Benefícios Sistema de Iluminação

ILUMINAÇÃO - RESULTADOS ESPERADOS				TOTAL	ilumin 1	ilumin 2	ilumin 3	ilumin 4
17 Redução de demanda na ponta	kW	RDP_i	19,70	1,66	0,66	7,28	10,10	
18 Custo evitado de demanda (CED) =	828,22	%	$RDP_i\%$	52,71%	60,00%	80,00%	46,42%	55,80%
19 Energia economizada	MWh/ano	EE_i	93,63	7,91	3,14	34,58	48,00	
20 Custo da energia evitada (CEE) =	437,93	%	$EE_i\%$	52,71%	60,00%	80,00%	46,42%	55,80%
Benefício anualizado iluminação		R\$	B_{ILUM}	57.320,25	4.841,01	1.923,99	21.171,68	29.383,56

Fonte: Planilha de simulação RCB (2023)

A simulação dos resultados esperados mostra uma redução de demanda de ponta de 52.71% e uma energia economizada de 437,93 MWh/ano.

2.7.3. Condicionamento Ambiental

O objetivo de um PEE com uso final de climatização é a substituição de condicionadores de ar antigos por equipamentos tipo *split* eficientes. Segundo a NBR 16.401-2-2008 os projetos de sistemas de ar-condicionado devem proporcionar o conforto térmico adequado e a redução de gastos com a energia elétrica. Após revisão da norma brasileira considerou-se as condições de conforto térmico aceitáveis, tendo em vista a temperatura operativa, velocidade do ar e a umidade relativa do ar no local. Sendo assim, optou-se pela

substituição da mesma quantidade de equipamentos com mesma potência de refrigeração, porém como melhor índice de desempenho.

Observa-se que os aparelhos atualmente instalados são antigos e apresentam grande perda de energia, ocasionando em um maior tempo de funcionamento devido às características atuais deficitárias deles. Como diversos locais precisam estar climatizados por boa parte do tempo diário optou-se por trabalhar com a substituição dos atuais por aparelhos que reduzissem o consumo de energia e melhorassem a climatização dos locais.

Devido à grande economia de energia e a melhoria da climatização que trará à unidade consumidora optou-se por trabalhar com aparelhos tipo *Split* com tecnologia *inverter* mais eficientes de acordo com o selo PROCEL, sendo as ações de eficiência energética, bem como as tecnologias aplicadas neste uso final apresentado na tabela 6:

Tabela 5 - Sistema Atual e Proposto Condicionamento Ambiental

SISTEMA ATUAL				SISTEMA PROPOSTO		
EQUIPAMENTO	EE	QUANTIDADE		EQUIPAMENTO	EE	QUANTIDADE
Split 9.000 BTU/h	3,13	5	PARA	Split 9.000 BTU/h	3,82	5
Split 9.000 BTU/h	2,83	10	PARA	Split 9.000 BTU/h	3,82	10
Split 9.000 BTU/h	3,04	5	PARA	Split 9.000 BTU/h	3,82	5
Split 12.000 BTU/h	3,01	2	PARA	Split 12.000 BTU/h	3,20	2
Split 12.000 BTU/h	2,60	10	PARA	Split 12.000 BTU/h	3,20	10
Split 18.000 BTU/h	3,02	12	PARA	Split 18.000 BTU/h	3,33	12
Split 30.000 BTU/h	2,82	3	PARA	Split 30.000 BTU/h	3,62	3

Fonte: Elaborado pelas autoras (2023)

A tabela 6 mostra a proposta de substituição de condicionadores de ar antigos por modelos mais novos e eficientes, conforme tabela PROCEL. Nota-se que a quantidade de equipamentos do sistema atual e do sistema proposto foi mantida.

2.7.3.1. Fator de coincidência na ponta

Para o cálculo do FCP do sistema de condicionamento ambiental (Cemig, 2023) é também utilizada a equação (1), citada durante a parte de iluminação, apenas é destacado que as variáveis utilizadas, são variáveis de condicionamento ambiental.

2.7.3.2. Energia economizada – Condicionamento Ambiental

A equação (4) apresenta o cálculo da energia economizada para o sistema de condicionamento ambiental (Cemig,2023):

$$EE = \left[\sum_{\text{Sistema } i} (qa_i * pua_i * ha_i) - \sum_{\text{Sistema } i} (qp_i * pup_i * hp_i) \right] * 10^{-3} \quad (4)$$

Sendo:

- EE - Energia economizada (MWh/ano).
- qa_i - quantidade de aparelhos no sistema i atual.
- Pua_i - potência média utilizada do aparelho no sistema i atual (kW).
- ha_i - tempo de funcionamento do sistema i atual (h/ano).
- qp_i - quantidade de aparelhos no sistema i proposto.
- Pup_i - potência média utilizada do aparelho no sistema i proposto (kW).
- hp_i - tempo de funcionamento do sistema i proposto (h/ano).

Para o cálculo da EE do sistema de condicionamento ambiental (Cemig, 2023) é também utilizada a equação (2), citada durante a parte de iluminação, apenas é destacado que as variáveis utilizadas, são variáveis de condicionamento ambiental.

2.7.3.3. Redução de demanda na ponta – Condicionamento Ambiental:

A equação (5) apresenta o cálculo da redução de demanda na ponta para o sistema de condicionamento ambiental (Cemig, 2023):

$$RDP = \left[\sum_{\text{Sistema } i} (qa_i * pa_i * FCPa_i) - \sum_{\text{Sistema } i} (qp_i * pp_i * FCPp_i) \right] \quad (5)$$

Sendo:

- RDP - redução de demanda na ponta (kW);
- $FCPa_i$ - fator de coincidência na ponta no sistema i atual;
- $FCPp_i$ - fator de coincidência na ponta no sistema i proposto.

Para o cálculo da EE do sistema de condicionamento ambiental (Cemig, 2023) é também utilizada a equação (3), citada durante a parte de iluminação, apenas é destacado que as variáveis utilizadas, são variáveis de condicionamento ambiental.

2.7.3.4. Simulação Condicionamento Ambiental

Apresenta-se neste item a avaliação da economia de energia e redução de demanda na ponta com base nas ações de eficiência energética propostas. Inicialmente, apresenta-se o resumo das metas e benefícios.

A figura 6 demonstra os resultados simulados para o sistema atual:

Figura 6 - Sistema Atual Condicionamento Ambiental

CONDICIONAMENTO AMBIENTAL - SISTEMA ATUAL									
0		TOTAL	cond 1	cond 2	cond 3	cond 4	cond 5	cond 6	cond 7
1	Tipo de equipamento / tecnologia		Rheem Split	York Split	Komeco Split	Rheem Split	Gree Split	Comfee Split	Komeco Split
2	Potência nominal de refrigeração BTU/h	pa_i	9.000	9.000	9.000	12.000	12.000	18.000	30.000
3	Coefficiente de eficiência energética W/W	ca_i	3,13	2,83	3,04	3,01	2,60	3,02	2,82
4	Quantidade	qa_i	47	5	10	5	2	10	12
5	Potência instalada kW	Pa_i	64,03	4,21	9,32	4,34	2,34	13,52	20,96
6	Fator de utilização			0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
7	Potência média utilizada kW	Pua_i	51,23	3,37	7,45	3,47	1,87	10,82	16,77
	Tempo de utilização do sistema, em um dia h/dia			12,00	12,00	8,00	8,00	8,00	8,00
8	Dias de utilização do sistema, em um ano dia/ano			365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	365,00
	Funcionamento h/ano	ha_i		4.380,00	4.380,00	2.920,00	2.920,00	2.920,00	2.920,00
	Horas de utilização em horário de ponta, em um dia h/dia	$nupa_i$		2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Dias úteis de utilização em horário de ponta, em um mês dia/mês	nda_i		22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00
9	Meses de utilização em horário de ponta, em um ano mês/ano	nma_i		12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
	Fator de coincidência na ponta	$FCPa_i$		0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
10	Energia consumida MWh/ano	Ea_i	165,39	14,76	32,65	10,13	5,46	31,59	48,95
11	Demanda média na ponta kW	Da_i	34,15	2,25	4,97	2,31	1,25	7,21	11,18

Fonte: Planilha de simulação RCB (2023)

A simulação do sistema atual de condicionamento ambiental mostra um resultado de 165,39 MWh/ano de energia consumida e 34,15 kW de demanda média na ponta. A figura 7 demonstra os resultados simulados para o sistema proposto:

Figura 7 - Sistema Proposto Condicionamento Ambiental

CONDICIONAMENTO AMBIENTAL - SISTEMA PROPOSTO			TOTAL	cond 1	cond 2	cond 3	cond 4	cond 5	cond 6	cond 7
12	Tipo de equipamento / tecnologia			Springer Carrier Midea	Springer Carrier Midea	Springer Carrier Midea	Springer Carrier Midea	Springer Carrier Midea	Springer Carrier Midea	Springer Carrier Midea
13	Potência nominal de refrigeração	BTU/h	pp_i	9.000	9.000	9.000	12.000	12.000	18.000	30.000
14	Coefficiente de eficiência energética	W/W	cp_i	3,82	3,82	3,82	3,20	3,20	3,33	3,62
15	Quantidade		qp_i	47	5,00	10,00	5,00	2	10	12
16	Potência instalada	kW	Pp_i	53,28	3,45	6,90	3,45	2,20	10,99	19,01
17	Fator de utilização			0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
18	Potência média utilizada	kW	Pup_i	42,62	2,76	5,52	2,76	1,76	8,79	15,20
	Tempo de utilização do sistema, em um dia	h/dia		9,60	9,60	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40
19	Dias de utilização do sistema, em um ano	dia/ano		365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	365,00
	Funcionamento	h/ano	hp_i	3.504,00	3.504,00	2.336,00	2.336,00	2.336,00	2.336,00	2.336,00
	Horas de utilização em horário de ponta, em um dia	h/dia	$nupp_i$	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
	Dias úteis de utilização em horário de ponta, em um mês	dia/mês	ndp_i	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00
20	Meses de utilização em horário de ponta, em um ano	mês/ano	nmp_i	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
	Fator de coincidência na ponta		FCp_i	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
21	Energia consumida	MWh/ano	Ep_i	109,25	9,68	19,35	6,45	4,11	20,53	35,52
22	Demanda média na ponta	kW	Dp_i	22,73	1,47	2,95	1,47	0,94	4,69	8,11

Fonte: Planilha de simulação RCB (2023)

A simulação do sistema proposto de condicionamento ambiental mostra um resultado de 109,25 MWh/ano de energia consumida e 22,73 kW de demanda média na ponta. A figura 8 demonstra os benefícios simulados:

Figura 8 - Benefícios Sistema Condicionamento Ambiental

CONDICIONAMENTO AMBIENTAL - RESULTADOS ESPERADOS			TOTAL	cond 1	cond 2	cond 3	cond 4	cond 5	cond 6	cond 7
23	Redução de demanda na ponta	kW	RDP_i	11,42	0,77	2,02	0,84	0,31	2,52	3,07
24	Custo evitado de demanda (CED) = 828,22	%	$RDP_i\%$	33,43%	34,45%	40,73%	36,34%	24,75%	35,00%	27,45%
25	Energia economizada	MWh/ano	EE_i	56,14	5,09	13,30	3,68	1,35	11,06	13,44
26	Custo da energia evitada (CEE) = 437,93	%	$EE_i\%$	33,94%	34,45%	40,73%	36,34%	24,75%	35,00%	27,45%
Benefício anualizado condicionamento ambiental			B_{COND}	34.042,41	2.867,90	7.500,77	2.308,28	846,92	6.932,64	8.425,03

Fonte: Planilha de simulação RCB (2023)

A simulação dos resultados esperados mostra um uma redução de demanda de ponta de 33,43% e uma energia economizada de 56,14 MWh/ano.

2.7.4. Sistemas Motrizes

Consideram-se os motores como um dos maiores consumidores de energia das indústrias. A substituição de motores antigos por modelos mais eficientes implica na redução do consumo de energia devido ao aumento do fator de potência e alto rendimento dos atuais equipamentos modernos. A tabela 8 apresenta o sistema atual e o proposto pelo PEE.

Tabela 6 - Sistema Atual e Proposto Motrizes

SISTEMA ATUAL				SISTEMA PROPOSTO		
EQUIPAMENTO	RENDIMENTO NOMINAL	QUANTIDADE		EQUIPAMENTO	RENDIMENTO NOMINAL	QUANTIDADE
Motor 50 CV	92,40%	1	PARA	Motor 50 CV	94,60%	1

Fonte: Elaborado pelas autoras (2023)

A tabela 8 mostra a proposta de substituição de um motor de 50 CV 92,40% de rendimento nominal para um motor de 50 CV de 94,60% de rendimento nominal.

2.7.4.1. Cálculo da estimativa do fator de coincidência na ponta

Para o cálculo do FCP para o sistema motriz foi utilizado a equação (1) já apresentada.

2.7.4.2. Energia economizada

Para o cálculo da energia economizada para o sistema motriz foi utilizado a equação (4) já apresentada, observando a utilização do fator 0,736 acrescentado como multiplicador na equação para converter a unidade de medida, de cv (cavalo vapor) para watts. Dessa maneira as variáveis tomam os seguintes significados:

- EE - Energia economizada (MWh/ano).
- q_{a_i} - número de motores no sistema i atual.
- p_{a_i} - potência do motor no sistema i atual (cv).
- γ_{a_i} - carregamento do motor no sistema i atual.
- η_{a_i} - rendimento do motor no sistema i atual.
- h_{a_i} - tempo de funcionamento do sistema i atual (h/ano).
- 0,736 - Conversão de cv para kW (kW/cv).
- q_{p_i} - número de motores no sistema i proposto.
- p_{p_i} - potência do motor no sistema i proposto (cv).
- γ_{p_i} - carregamento do motor no sistema i proposto.
- η_{p_i} - rendimento do motor no sistema i proposto.
- h_{p_i} - tempo de funcionamento do sistema i proposto (h/ano).

2.7.4.3. Redução de demanda na ponta

Para o cálculo da redução de demanda na ponta para o sistema motriz foi utilizado a equação (5) já apresentada, observando a utilização do fator 0,736 acrescentado como multiplicador na equação para converter a unidade de medida, de cavalo vapor para watts. Dessa maneira as variáveis tomam os seguintes significados:

- RDP - redução de demanda na ponta (kW).
- FCPa - fator de coincidência na ponta no sistema i atual.
- FCPp - fator de coincidência na ponta no sistema i proposto.

2.7.4.4. Simulação Sistema Motriz

Apresenta-se neste item a avaliação da economia de energia e redução de demanda na ponta com base nas ações de eficiência energética propostas. Inicialmente, apresenta-se o resumo das metas e benefícios.

A figura 9 demonstra os resultados simulados para o sistema atual:

Figura 9 - Sistema Motriz Atual

SISTEMAS MOTRIZES - SISTEMA ATUAL				TOTAL	motor 1
0					
1	Potência do motor	cv	pa_i		50
2	Carregamento	%	γa_i		75,00%
3	Rendimento nominal	%	ηna_i		92,40%
3a	Rendimento no ponto de carregamento	%	ηa_i		91,50%
4	Quantidade		qa_i	1	1
5	Potência instalada	kW	Pa_i	39,83	39,83
6	Potência média utilizada	kW	Pua_i	30,16	30,16
	Tempo de utilização do sistema, em um dia	h/dia			24,00
7	Dias de utilização do sistema, em um ano	dia/ano			365,00
	Funcionamento	h/ano	ha_i		8.760,00
	Horas de utilização em horário de ponta, em um dia	h/dia	$nupa_i$		3,00
	Dias úteis de utilização em horário de ponta, em um mês	dia/mês	nda_i		22,00
8	Meses de utilização em horário de ponta, em um ano	mês/ano	nma_i		12,00
	Fator de coincidência na ponta		$FCPa_i$		1,00
9	Energia consumida	MWh/ano	Ea_i	264,24	264,24
10	Demanda média na ponta	kW	Da_i	30,16	30,16

Fonte: Planilha de simulação RCB (2023)

A simulação do sistema atual de condicionamento ambiental mostra um resultado de 264,24 MWh/ano de energia consumida e 30,16 kW de demanda média na ponta. A figura 10 demonstra os resultados simulados para o sistema proposto:

Figura 10 - Sistema Motriz Proposto

SISTEMAS MOTRIZES - SISTEMA PROPOSTO				TOTAL	motor 1
11	Potência do motor	cv	pp_i		50
12	Carregamento	%	yp_i		75,00%
13	Rendimento nominal	%	ηnp_i		94,60%
13a	Rendimento no ponto de carregamento	%	ηp_i		94,50%
14	Quantidade		qp_i	1	1
15	Potência instalada	kW	Pp_i	38,90	38,90
16	Potência média utilizada	kW	Pup_i	29,21	29,21
	Tempo de utilização do sistema, em um dia	h/dia			24,00
17	Dias de utilização do sistema, em um ano	dia/ano			365,00
	Funcionamento	h/ano	hp_i		8.760,00
	Horas de utilização em horário de ponta, em um dia	h/dia	$nupp_i$		3,00
18	Dias úteis de utilização em horário de ponta, em um mês	dia/mês	ndp_i		22,00
	Meses de utilização em horário de ponta, em um ano	mês/ano	nmp_i		12,00
	Fator de coincidência na ponta		FCp_i		1,00
19	Energia consumida	MWh/ano	Ep_i	255,85	255,85
20	Demanda média na ponta	kW	Dp_i	29,21	29,21

Fonte: Planilha de simulação RCB (2023)

A simulação do sistema proposto de condicionamento ambiental mostra um resultado de 255,85 MWh/ano de energia consumida e 29,21 kW de demanda média na ponta. A figura 11 demonstra os benefícios simulados:

Figura 11 - Benefícios Motrizes

SISTEMAS MOTRIZES - RESULTADO ESPERADO				TOTAL	motor 1
21	Redução de demanda na ponta	kW	RDP_i	0,96	0,96
22	Custo evitado de demanda (CED) = 828,22	%	$RDP_i\%$	3,17%	3,17%
23	Energia economizada	MWh/ano	EE_i	8,39	8,39
24	Custo da energia evitada (CEE) = 437,93	%	$EE_i\%$	3,17%	3,17%
Benefício anualizado sistemas motrizes			R\$ B_{MOTOR}	4.466,64	4.466,64

Fonte: Planilha de simulação RCB (2023)

A simulação dos resultados esperados mostra um uma redução de demanda de ponta de 3,17% e uma energia economizada de 8,39 MWh/ano.

2.7.5. Custos do projeto

Este tópico irá descrever como são calculados os indicadores dos custos do projeto. Além de descrever os valores totais dos custos diretos e indiretos simulados. O regulamento da CPP Cemig (2023) estabelece os valores mínimos e máximos para as variadas tipologias de projeto, conforme a tabela 9.

Tabela 7 - Valores Mínimo e Máximo por Tipologia

TIPOLOGIA	RECURSOS	VALOR MÍNIMO POR PROJETO (PEE)	VALOR MÁXIMO POR PROJETO (PEE)
Industrial	R\$ 15 milhões	R\$ 250 mil	R\$ 5 milhões
Residencial (condomínios)	R\$ 8 milhões	R\$ 250 mil	R\$ 2 milhões
Residencial (itinerante)	R\$ 2 milhões	R\$ 1 milhão	R\$ 2 milhões
Comércio e Serviços	R\$ 5 milhões	R\$ 250 mil	R\$ 2 milhões
Poder Público	R\$ 5 milhões	R\$ 250 mil	R\$ 2 milhões
Serviços Públicos	R\$ 5 milhões	R\$ 250 mil	R\$ 2 milhões
Rural	R\$ 5 milhões	R\$ 250 mil	R\$ 2 milhões
Iluminação Pública	R\$ 5 milhões	R\$ 250 mil	R\$ 2 milhões

Fonte: Regulamento CPP Cemig (2023)

Por se tratar de um projeto de tipologia industrial o custo do projeto deverá obedecer ao valor mínimo de R\$ 250.000,00 (duzentos e cinquenta mil reais) e o valor máximo de R\$ 5.000.000,00 (cinco milhões de reais).

2.7.5.1. Custo Anualizado Total

O cálculo do custo anualizado total segue a metodologia descrita no módulo 7 do PROPEE e o roteiro de diagnóstico energético CEMIG 2023, conforme é demonstrado na equação 6:

$$CA_T = \sum_n CA_n \quad (6)$$

Sendo:

- CA_T - custo anualizado total (R\$/ano).
- CA_n - custo anualizado de cada equipamento incluindo custos relacionados (R\$/ano).

O cálculo do custo anualizado de cada equipamento incluindo custos relacionados é demonstrado na equação 7.

$$CA_n = CE_n * \frac{CT}{CE_T} * FRC_u \quad (7)$$

Sendo:

- CE_n - custo de cada equipamento (R\$).
- CT - custo total do projeto (R\$).
- CE_T - custo total em equipamentos (R\$).
- FRC_u - fator de recuperação do capital para u anos (1/ano).
- u - vida útil dos equipamentos (ano).

O cálculo do custo total em equipamentos é demonstrado na equação 8:

$$CE_T = \sum_n CE_n \quad (8)$$

O cálculo do fator de recuperação do capital para u anos é demonstrado na equação 9:

$$FRC_u = \frac{i * (1 + i)^u}{(1 + i)^u - 1} \quad (9)$$

Sendo:

- i - taxa de desconto considerada (1/ano).

2.7.6. Simulação dos custos do projeto

Os custos dos projetos foram baseados em orçamentos reais do mercado atual, sendo que estão totalmente detalhados na Planilha RCB Cemig 2023 demonstrada no APÊNDICE A. Na figura 11 encontra-se os custos previstos do projeto separados pelos usos finais:

Figura 12 - Custos do Projeto

POR USO FINAL		CUSTOS DO PEE		RECUR		
		R\$	%	Iluminação	Condicionamento ambiental	Sistemas motrizes
CUSTOS DIRETOS - EX ANTE						
Materiais e equipamentos	Previsto	R\$ 297.948,58	57,78%	R\$ 45.087,56	R\$ 179.500,00	R\$ 73.361,02
Mão de obra própria - CEMIG	Previsto	R\$ 52.666,30	10,21%	R\$ 7.969,82	R\$ 31.728,97	R\$ 12.967,52
Mão de obra de terceiros	Previsto	R\$ 96.350,00	18,69%	R\$ 38.140,41	R\$ 36.053,21	R\$ 22.156,38
Administração Própria - CEMIG	Previsto	R\$ 20.578,61	3,99%	R\$ 3.114,09	R\$ 12.397,64	R\$ 5.066,87
Auditoria Contábil e Financeira - CEMIG	Previsto	R\$ 2.000,00	0,39%	R\$ 302,65	R\$ 1.204,91	R\$ 492,44
Custos diretos	Previsto	R\$ 469.543,49	91,06%	R\$ 94.614,54	R\$ 260.884,73	R\$ 114.044,23
CUSTOS INDIRETOS - EX ANTE						
Marketing	Previsto	R\$ 2.470,00	0,48%	R\$ 373,78	R\$ 1.488,06	R\$ 608,16
Treinamento e capacitação	Previsto	R\$ 6.250,00	1,21%	R\$ 945,79	R\$ 3.765,33	R\$ 1.538,88
Descarte de materiais	Previsto	R\$ 17.875,00	3,47%	R\$ 3.475,00	R\$ 9.400,00	R\$ 5.000,00
Medição e verificação	Previsto	R\$ 19.500,00	3,78%	R\$ 7.500,00	R\$ 6.000,00	R\$ 6.000,00
Custos indiretos	Previsto	R\$ 46.095,00	8,94%	R\$ 12.294,57	R\$ 20.653,39	R\$ 13.147,04
Custo total do PEE - Ex ante	Previsto	R\$ 515.638,49	100,00%	R\$ 106.909,11	R\$ 281.538,12	R\$ 127.191,27

Fonte: Planilha de simulação RCB (2023)

Conforme mostra a figura 11 o valor total do projeto simulado é de R\$ 515.638,49, obedecendo assim a regulamentação de custos por tipologia de projeto. Nota-se que o custo de materiais e equipamentos corresponde a cerca de 58% do custo total do projeto, tendo como base valores do mercado atual no ano de 2023.

Os custos indiretos especificados conforme edital da CPP CEMIG (2023) que regulamenta todas as rubricas do projeto.

2.7.6.1. Relação custo-benefício do projeto (RCB)

Conforme mencionado no tópico 2.6.9 quando um projeto possui mais de um uso final será calculado a RCB individual dos sistemas e logo após a RCB total. O item 11.1.2.1 do regulamento da CPP CEMIG 2023 para projetos de eficiência energética estabelece um limitador de 0,75 para a relação projetos de tipologia industrial. Logo a RCB simulada deverá ser menor que 0,75.

2.7.6.2. Benefício Anualizado

Os benefícios são avaliados sobre a ótica do sistema elétrico (sociedade), valorando as economias de energia e redução de demanda pela tarifa do sistema de bandeiras tarifárias de energia e é dado de acordo com a equação (10) apresentada.

$$BA_T = (EE * CEE) + (RDP * CED) \quad (10)$$

Sendo:

- BA_T - benefício anualizado (R\$/ano).
- EE - Energia anual economizada (MWh/ano).
- CEE - custo unitário da energia economizada (R\$/MWh).
- RDP - redução de demanda em horário de ponta (kW).
- CED - custo unitário evitado de demanda (R\$/kW ano).

2.7.6.3. Relação custo-benefício:

O cálculo da relação custo-benefício segue a metodologia descrita no módulo 7 do PROPEE e o roteiro de diagnóstico energético CEMIG 2023, conforme é demonstrado na equação (11):

$$RCB = \frac{CA_T}{BA_T} \quad (11)$$

Sendo:

- RCB - relação custo-benefício.
- CA_T - custo anualizado total (R\$/ano).
- BA_T - benefício anualizado (R\$/ano).

RCB simulada:

A figura 12 mostra a simulação da RCB por sistema e a RCB total do projeto:

Figura 13 - Relação Custo-Benefício do Projeto

CÁLCULO DA RELAÇÃO CUSTO-BENEFÍCIO						
Uso final	EE Energia economizada MWh/ano	RDP Redução de demanda na ponta kW	CA _{T PEE} Custo anualizado PEE	BA _T Benefício anualizado total	RCB _{PEE} Por uso final PEE	RCB _{PEE}
Iluminação	93,63	19,70	R\$ 9.116,19	R\$ 57.320,25	0,16	0,73
Condicionamento ambiental	56,14	11,42	R\$ 46.295,70	R\$ 34.042,41	1,36	
Sistemas motrizes	8,39	0,96	R\$ 14.832,76	R\$ 4.466,64	3,32	
Sistemas de refrigeração	0,00	0,00	R\$ -	R\$ -	0,00	
Aquecimento solar de água	0,00	0,00	R\$ -	R\$ -	0,00	
Equipamentos hospitalares	0,00	0,00	R\$ -	R\$ -	0,00	
Fotovoltaico	0,00	0,00	R\$ -	R\$ -	0,00	
Outros	0,00	0,00	R\$ -	R\$ -	0,00	
Total	158,16	32,08	R\$ 70.244,66	R\$ 95.829,30	0,73	
Avaliação preliminar do projeto conforme chamada pública		RCB permitido, mas ao menos um uso final possui RCB acima do limitador				

Fonte: Planilha de simulação RCB (2023)

Nota-se, na figura 12, que apesar dos usos finais de condicionamento ambiental e sistemas motrizes ultrapassarem o limitador de 0,75 para a RCB o indicador total do projeto é de 0,73. Logo, o projeto se torna viável para ser avaliado e posteriormente executado. Além disso, pode-se observar que no projeto proposto o uso final Iluminação irá proporcionar uma maior economia de energia, sendo 93,63 MWh/ano, seguido do condicionamento ambiental com 56,14 MWh/ano e, por fim, sistemas motrizes com 8,39 MWh/ano.

2.8. Barreiras dos programas de eficiência energética no Brasil

Entende-se que existe diversas barreiras que impedem o avanço dos programas de eficiência energética no Brasil. Sendo que três delas serão comentadas neste tópico, sendo elas: barreiras técnicas; barreiras econômico-financeiras e barreiras institucionais.

2.8.1. Barreiras Técnicas

Tendo em vista os últimos resultados das chamadas públicas CEMIG de projetos de eficiência energética conclui-se que as barreiras técnicas ainda é um problema no Brasil. A qualidade dos diagnósticos energéticos mostra-se como um dos principais motivos de reprovações de PEE. Reprovações devido erros de linguajar técnico, erros de especificações técnicas, faltas de documentos de habilitação do projeto e descumprimentos dos regulamentos da CPP são apresentados como eventos recorrentes.

Além disso destaca-se os valores de equipamentos com tecnologias eficientes custam cerca mais que os equipamentos padrões vendidos no mercado brasileiro. Logo, a relação de custo-benefício pode ser prejudicada devido os altos preços dos produtos com selos de eficiência energética.

2.8.2. Barreiras Econômico-financeira

O tempo de retorno econômico de investimentos em PEE torna-se uma barreira para o avanço dos PEE. Visto que, grande parte das empresas privadas possuem lógicas organizacionais baseadas em lucro. Não levando em conta os demais benefícios ao longo dos anos de investimentos em eficiência energética.

Além disso, os recursos dos programas de eficiência energética são limitados de acordo com a tipologia dos projetos. Sendo assim, vários projetos aprovados se encontram em cadastro de reservas das chamadas públicas.

2.8.3. Barreiras Institucionais

A destinação de 1% da receita anual das concessionárias de energia deve ser obrigatoriamente para investimentos em programas de eficiência energética, regra criada pelo governo federal. Contudo, a porcentagem se torna insuficiente tendo em vista o grande potencial de oportunidades existentes no país. Ademais, a falta de incentivos governamentais,

como divulgações para conhecimento populacional intensifica a cultura do desperdício nas áreas de utilização de energia.

3. CONCLUSÃO

No cenário de competição de mercado atual, torna-se crucial investir em eficiência energética, pois essa ferramenta coopera com a otimização do consumo de energia e a eficiência de uma instalação, com tecnologias capazes de racionalizar os altos consumos e aumentar o tempo de vida dos equipamentos.

O principal objetivo da Chamada Pública é tornar o processo decisório de escolha dos projetos e consumidores beneficiados pelo PEE mais transparente e democrático, promovendo mais participação da sociedade. Por meio desse instrumento, todos os interessados podem apresentar suas propostas.

Os objetivos propostos no trabalho foram alcançados com sucesso. Sendo eles apresentar os programas de eficiência energética no contexto brasileiro e demonstrar como é realizado na prática um projeto dessa categoria.

Foram simulados três usos finais, sendo eles: iluminação, climatização e sistemas motrizes. Os resultados obtidos mostram que a economia de energia proposta do projeto simulado é de 158,16 MWh/ano e a redução de demanda de ponta total de 32,08 kW. Sendo assim, a RDP em valores percentuais por uso final foi de 52,71%, 33,43% e 3,17%, para o sistema de iluminação, condicionamento ambiental e motrizes, respectivamente. Além disso, foi comprovada a relação custo-benefício do projeto de 0,73, atendendo assim aos critérios da chamada pública Cemig 2023.

Apesar de existir grandes desafios para o crescimento qualitativo e quantitativo de programas de eficiência energética, o Brasil possui grandes expectativas de crescimento de demanda energética. Com isso, os recursos para os PEE tendem a crescer e a quantidade de projetos também.

Trabalhos futuros podem estudar a fundo a projeção de economia provinda desses programas. Visto que, muitos projetos já foram executados em todo o Brasil. Logo, os benefícios podem ser estudados de forma detalhada através dos relatórios de medição e verificação recebidos pelas concessionárias de energia e pela ANEEL.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 50001:2011 - Sistemas de gestão de energia** – Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/CIE 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho internos - Parte 1: Interior**. Rio de Janeiro, 2013.

Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, 2023. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/>. Acesso em 10 de ago. de 2023.

ANEEL 2023 - Procedimentos dos Programas de Eficiência Energética e de Pesquisa e Desenvolvimento. Disponível em <https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-conteudos/procedimentos-regulatorios/procedimentos-ee-ped>. Acesso em 18 de novembro de 2023.

Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica - ABRADEE, 2023. Disponível em: <https://www.abradee.com.br/>. Acesso em 23 de ago. de 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16.401: instalações de ar condicionado – sistemas centrais e unitários - parte 1 (projetos das instalações), parte 2 (parâmetros de conforto térmico)**. Rio de Janeiro, 2008.

BRASIL. **Lei nº 13.203, de 8 de dezembro de 2015**. Institui a Contribuição para o Desenvolvimento da Indústria Cinematográfica Nacional (CONDECINE), altera a Lei nº 8.685, de 20 de julho de 1993. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 de dezembro de 2015.

BRASIL. **Lei nº 13.280, de 3 de maio de 2016**. Dispõe sobre as diretrizes para a elaboração e execução da Lei Orçamentária de 2017 e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 4 de maio de 2016.

BRASIL. **Lei nº 14.120, de 17 de março de 2021.** Dispõe sobre o combate ao assédio sexual nos meios de transporte público coletivo e altera a Lei nº 4.117, de 27 de agosto de 1962. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 de março de 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000.** Dispõe sobre a universalização do serviço telefônico fixo comutado prestado no regime público. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 de julho de 2000.

BULLOCK, C.; George, C. **A Guide to Energy Service Companies.** Editora Faimont Press, 2001.

CAVALCANTE, Mariana Mendes. **PEE nas chamadas públicas das concessionárias de energia elétrica reguladas pela ANEEL.** 2017.

COUTO, Ana Elisa Rodrigues do et al. **Implementação de contratos de desempenho energético em projetos de eficiência energética no setor público.** 2019.

DE SOUZA, Hamilton Moss et al. Reflexões sobre os principais programas em eficiência energética existentes no Brasil. **Revista Brasileira de energia**, v. 15, p. 7-26, 2009.

Empresa de Pesquisa Energética - EPE, 2023. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/>> Acesso em 20 de ago. de 2023.

Energéticos: Uma Comparação Entre os Mercados do Reino Unido e do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Planejamento Energético. 2015.

EPE, 2023. **Boletim Trimestral de Consumo de Eletricidade** Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/boletim-trimestral-de-consumo-de-eletricidade>> Acesso em 18 de novembro de 2023.

EPE, 2023. **Eficiência Energética** Disponível em <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/eficiencia-energetica>>. Acesso 18 de novembro de 2023.

EVO – EFFICIENCY VALUATION ORGANIZATION. **Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance – Conceitos e Opções para a Determinação de Economias de Energia e de Água** - vol. 1 - EVO 10000 – 1:2012 (Br). Sofia: EVO, 2012.

GELLER, H.; **Efficient Electricity Use: A development Strategy for Brazil** American Council for an Energy-Efficient Economy-ACEEE. 1991.

Gold Energy. **Agência Internacional de Energia (AIE)** Disponível em <<https://goldenergy.pt/glossario/agenciainternacionalenergiaaie/#:~:text=Os%20principais%20objetivos%20da%20Ag%C3%Aancia,membros%2C%20ind%C3%BAstria%20e%20organiza%C3%A7%C3%B5es%20internacionais>>. Acesso em 18 de novembro de 2023.

HIDD, Gabriel Vianna; FERRAZ, Clarice. **O Mercado das Empresas de Serviços IEA, 2023. Energy Service Companies (ESCOs)**. Disponível em <<https://www.iea.org/reports/energy-service-companies-escos-2>>. Acesso em 18 de novembro de 2023.

IEA, **Breakdown of ESCO revenue by country (most recent year available)**, IEA, Paris, 2018 <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/breakdown-of-esco-revenue-by-country-most-recent-year-available>, IEA. Licence: CC BY 4.0. Acesso em 24 de novembro de 2023

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2023. Disponível em: <<https://ibge.gov.br/>>. Acesso em 14 de ago. de 2023.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2023. Disponível em: <<http://www.inpe.br/>> . Acesso em 25 de ago. de 2023.

MACIEL, Renata Albuquerque. **Eficiência energética de edificações no contexto brasileiro: o papel das Empresas de Serviços de Energia–ESCOs**. 2021.

Ministério de Minas e Energia (MME) 2023. **Ações e Programas**. Disponível em <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/ee/acoes-e-programas>> Acesso em 18 de novembro de 2023.

NHO - Norma de higiene ocupacional. **NHO-11 Avaliação dos níveis de iluminação em ambientes internos de trabalho**. São Paulo, 2018.

SIDI, 2023. Como as tecnologias de hoje podem garantir a Eficiência Energética e tornar o mundo mais sustentável? Disponível em: <<https://www.sidi.org.br/o-papel-da-eficiencia-energetica-na-transicao-para-um-mundo-sustentavel/>>. Acesso 18 de novembro de 2023.

VAINER, C. B.; ARAUJO, F. G. B. de. **Grandes projetos hidrelétricos e desenvolvimento regional**. Rio de Janeiro: CEDI, 1992.

APÊNDICE A – Planilha RCB Cemig 2023 Simulação Projeto TCC

PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - CHAMADA PÚBLICA DE PROJETOS			
IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO			
Concessionária	Cemig Distribuição S.A.	CNPJ	06.981.180/0001-16
Nome do projeto	Simulação - TCC Davina e Grasielle		
Tipologia do projeto	Industrial	Taxa de desconto (i)	8,00%
IDENTIFICAÇÃO DO CONSUMIDOR BENEFICIADO			
Nome	Simulação		
Endereço	Simulação		
CNPJ	00.000.000/0000-00		
Número do Cliente	0000000000		
Responsável	xxxxxx		
Telefone	(00) 0000-0000	e-mail	
Localização	IPATINGA		
Forma de Contratação	Fundo Perdido		
Porte de empresa	Não se aplica (fundo perdido)		
Modalidade tarifária	Tarifa verde		
Subgrupo tarifário	A4 - De 2,3 kV a 25 kV		
IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELO PROJETO			
Nome da empresa	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx		
Endereço	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx		
CNPJ	00.000.000/0000-00		
Responsável técnico	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx		
Telefone	(00) 0000-0000	e-mail	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
AValiação EX ANTE - RESUMO DAS AÇÕES PREVISTAS NO PROJETO			
VALORES DE CEE E CED - EX ANTE			
CEE =	437,93	R\$/MWh	Fator de carga 70,00%
CED =	828,22	R\$/kW ano	Constante k 0,15
Resolução homologatória Aneel	3.202	Resolução publicada em	23/05/2023
CUSTO TOTAL DO PEE	R\$ 515.638,49	Valor total do projeto	R\$ 515.638,49
ENERGIA ECONOMIZADA	158,16 MWh/ano	Custo da energia economizada	3.260,32 R\$/MWh
REDUÇÃO DE DEMANDA NA PONTA	32,08 kW	Custo da demanda evitada	16.074,24 R\$/kW
RCB_{LIMITE} = 0,75		RCB_{EX ANTE} = 0,73	

ILUMINAÇÃO - SISTEMA ATUAL					TOTAL	ilumin1	ilumin2	ilumin3	ilumin4	ilumin5
0										
1	Tipo de equipamento / tecnologia						FLC Compacta	Incandescente	FLC T8 1,20m	FLC T5 1,20m
	Quantidade de luminárias					989	208	31	350	400
2	Lâmpadas	Potência	W	pla_i			20,00	40,00	32,00	28,00
		Quantidade		qla_i	1.739		208	31	700	800
3	Reatores	Potência	W	pra_i			0,00	0,00	3,00	10,00
		Quantidade		qra_i	847		0	0	372	475
4	Potência instalada	kW		Pa_i	56,07		4,16	1,24	23,52	27,15
	Tempo de utilização do sistema, em um dia	h/dia					12,00	12,00	12,00	12,00
5	Dias de utilização do sistema, em um ano	dia/ano					264,00	264,00	264,00	264,00
	Funcionamento	h/ano		ha_i			3.168,00	3.168,00	3.168,00	3.168,00
	Horas de utilização em horário de ponta, em um dia	h/dia		$nupa_i$			2,00	2,00	2,00	2,00
	Dias úteis de utilização em horário de ponta, em um mês	dia/mês		nda_i			22,00	22,00	22,00	22,00
6	Meses de utilização em horário de ponta, em um ano	mês/ano		nma_i			12,00	12,00	12,00	12,00
	Potência média na ponta	kW		da_i	37,38		2,77	0,83	15,68	18,10
	Fator de coincidência na ponta			$FCPa_i$			0,67	0,67	0,67	0,67
7	Energia consumida	MWh/ano		Ea_i	177,62		13,18	3,93	74,50	86,01
8	Demanda média na ponta	kW		Da_i	37,38		2,77	0,83	15,68	18,10

ILUMINAÇÃO - SISTEMA PROPOSTO					TOTAL	ilumin 1	ilumin 2	ilumin 3	ilumin 4	ilumin 5
9	Tipo de equipamento / tecnologia						LED Bulbo	LED Bulbo	LED T8 1,20	LED T5 1,20m
	Quantidade de luminárias					989	208	31	350	400
10	Lâmpadas	Potência	W	plp_i			8,00	8,00	18,00	15,00
		Quantidade		qlp_i	1.739		208	31	700	800
11	Reatores	Potência	W	prp_i			0,00	0,00	0,00	0,00
		Quantidade		qrp_i	0		0	0	0	0
12	Potência instalada	kW		Pp_i	26,51		1,66	0,25	12,60	12,00
	Tempo de utilização do sistema, em um dia	h/dia					12,00	12,00	12,00	12,00
13	Dias de utilização do sistema, em um ano	dia/ano					264,00	264,00	264,00	264,00
	Funcionamento	h/ano		hp_i			3.168,00	3.168,00	3.168,00	3.168,00
	Horas de utilização em horário de ponta, em um dia	h/dia		$nupp_i$			2,00	2,00	2,00	2,00
	Dias úteis de utilização em horário de ponta, em um mês	dia/mês		ndp_i			22,00	22,00	22,00	22,00
14	Meses de utilização em horário de ponta, em um ano	mês/ano		nmp_i			12,00	12,00	12,00	12,00
	Potência média na ponta	kW		dp_i	17,67		1,11	0,17	8,40	8,00
	Fator de coincidência na ponta			$FCPp_i$			0,67	0,67	0,67	0,67
15	Energia consumida	MWh/ano		Ep_i	83,99		5,27	0,79	39,92	38,02
16	Demanda média na ponta	kW		Dp_i	17,67		1,11	0,17	8,40	8,00

ILUMINAÇÃO - RESULTADOS ESPERADOS					TOTAL	ilumin 1	ilumin 2	ilumin 3	ilumin 4	ilumin 5
17	Redução de demanda na ponta	kW		RDP_i	19,70		1,66	0,66	7,28	10,10
18	Custo evitado de demanda (CED) =	828,22	%	RDP_i %	52,71%		60,00%	80,00%	46,42%	55,80%
19	Energia economizada	MWh/ano		EE_i	93,63		7,91	3,14	34,58	48,00
20	Custo da energia evitada (CEE) =	437,93	%	EE_i %	52,71%		60,00%	80,00%	46,42%	55,80%
Benefício anualizado iluminação					R\$ B_{ILUM}	57.320,25	4.841,01	1.923,99	21.171,68	29.383,56

RCB_{ILUM}	0,16
RCB_{CEE}	0,73

ILUMINAÇÃO									
CUSTOS DIRETOS									
MATERIAIS E EQUIPAMENTOS					ORIGEM DOS RECURSOS				
Materiais e equipamentos		Vida útil (anos)	Quantidade	Preço unitário	PEE	Terceiros		Consumidor	Total
1	LED BULBO SW	15,00	239	R\$ 13,08	R\$ 3.125,13				R\$ 3.125,13
2	LED T8 18 W	15,00	700	R\$ 15,37	R\$ 10.762,44				R\$ 10.762,44
3	LED T5 15W	15,00	800	R\$ 39,00	R\$ 31.200,00				R\$ 31.200,00
4					R\$ -				R\$ -
5					R\$ -				R\$ -
6					R\$ -				R\$ -
7					R\$ -				R\$ -
8					R\$ -				R\$ -
9					R\$ -				R\$ -
10					R\$ -				R\$ -
11					R\$ -				R\$ -
Materiais e equipamentos					R\$ 45.087,56	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 45.087,56
MÃO DE OBRA E ADMINISTRAÇÃO PRÓPRIA					ORIGEM DOS RECURSOS				
Mão de obra própria					R\$ 7.969,82				R\$ 7.969,82
Auditoria Contábil e Financeira					R\$ 302,65				R\$ 302,65
Mão de obra de terceiros			Quantidade	Preço unitário	PEE	Terceiros	Consumidor	Total	
1	Diagnóstico Energético - Rateio				R\$ 3.783,17	R\$ -	R\$ -	R\$ 3.783,17	
2	Gerenciamento do Projeto - Rateio				R\$ 1.210,61	R\$ -	R\$ -	R\$ 1.210,61	
3	Relatório Final - Rateio				R\$ 756,63	R\$ -	R\$ -	R\$ 756,63	
4	Instalação Lâmpada LED Bulbo SW	239	R\$ 10,00	R\$ 2.390,00				R\$ 2.390,00	
5	Instalação Lâmpada T8 18W	700	R\$ 20,00	R\$ 14.000,00				R\$ 14.000,00	
6	Instalação Lâmpada T5 15W	800	R\$ 20,00	R\$ 16.000,00				R\$ 16.000,00	
7					R\$ -			R\$ -	
Mão de obra de terceiros					R\$ 38.140,41	R\$ -	R\$ -	R\$ 38.140,41	
Administração Própria					R\$ 3.114,09			R\$ 3.114,09	
Sub total - Mão de obra e administração própria					R\$ 49.526,97	R\$ -	R\$ -	R\$ 49.526,97	
Sub total - Custos diretos					R\$ 94.614,54	R\$ -	R\$ -	R\$ 94.614,54	
CUSTOS INDIRETOS									
CUSTOS INDIRETOS					ORIGEM DOS RECURSOS				
Marketing					R\$ 373,78	R\$ -	R\$ -	R\$ 373,78	
Treinamento e capacitação					R\$ 945,79	R\$ -	R\$ -	R\$ 945,79	
Descarte de materiais			Quantidade	Preço unitário	PEE	Terceiros	Consumidor	Total	
1	FLC compacta		219	R\$ 1,90	R\$ 416,10			R\$ 416,10	
2	FLC T8 1,20 metros		700	R\$ 2,00	R\$ 1.400,00			R\$ 1.400,00	
3	FLC T5 1,20 metros		800	R\$ 2,00	R\$ 1.600,00			R\$ 1.600,00	
4	Incandescentes		31	R\$ 1,90	R\$ 58,90			R\$ 58,90	
5					R\$ -			R\$ -	
6					R\$ -			R\$ -	
Descarte de materiais					R\$ 3.475,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 3.475,00	
Medição e verificação					R\$ 7.500,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 7.500,00	
Sub total - Custos indiretos					R\$ 12.294,57	R\$ -	R\$ -	R\$ 12.294,57	
Custos iluminação					R\$ 106.909,11	R\$ -	R\$ -	R\$ 106.909,11	

ILUMINAÇÃO									
CUSTOS ANUALIZADOS									
MATERIAIS E EQUIPAMENTOS					ORIGEM DOS RECURSOS				
Materiais e equipamentos	Vida útil	FRC	CA _{AVE}	CA _{PRM}					
1 LED BULBO SW	15,00	0,11683	R\$ 631,87	R\$ 631,87					
2 LED T8 18 W	15,00	0,11683	R\$ 2.176,04	R\$ 2.176,04					
3 LED T5 15W	15,00	0,11683	R\$ 6.308,28	R\$ 6.308,28					
4		0,00000	R\$ -	R\$ -					
5		0,00000	R\$ -	R\$ -					
6		0,00000	R\$ -	R\$ -					
7		0,00000	R\$ -	R\$ -					
8		0,00000	R\$ -	R\$ -					
9		0,00000	R\$ -	R\$ -					
10		0,00000	R\$ -	R\$ -					
11		0,00000	R\$ -	R\$ -					
Custo anualizado total iluminação					CA _{ILUM}	R\$ 9.116,19	R\$ 9.116,19		

RCB _{ILUM}	0,16
RCB _{PRM}	0,73

CONDICIONAMENTO AMBIENTAL - SISTEMA ATUAL				TOTAL	cond 1	cond 2	cond 3	cond 4	cond 5	cond 6	cond 7	cond 8
0												
1	Tipo de equipamento / tecnologia				Rheem Split	York Split	Komeco Split	Rheem Split	Gree Split	Comfee Split	Komeco Split	
2	Potência nominal de refrigeração	BTU/h	pa_i		9.000	9.000	9.000	12.000	12.000	18.000	30.000	
3	Coeficiente de eficiência energética	W/W	ca_i		3,13	2,83	3,04	3,01	2,60	3,02	2,82	
4	Quantidade		qa_i	47	5	10	5	2	10	12	3	
5	Potência instalada	kW	Pa_i	64,03	4,21	9,32	4,34	2,34	13,52	20,96	9,35	0,00
6	Fator de utilização				0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	
7	Potência média utilizada	kW	Pua_i	51,23	3,37	7,45	3,47	1,87	10,82	16,77	7,48	0,00
	Tempo de utilização do sistema, em um dia	h/dia			12,00	12,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	
8	Dias de utilização do sistema, em um ano	dia/ano			365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	
	Funcionamento	h/ano	ha_i		4.380,00	4.380,00	2.920,00	2.920,00	2.920,00	2.920,00	2.920,00	0,00
	Horas de utilização em horário de ponta, em um dia	h/dia	$nupa_i$		2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
9	Dias úteis de utilização em horário de ponta, em um mês	dia/mês	nda_i		22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	
	Meses de utilização em horário de ponta, em um ano	mês/ano	nma_i		12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	
	Fator de coincidência na ponta		$FCPa_i$		0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,00
10	Energia consumida	MWh/ano	Ea_i	165,39	14,76	32,65	10,13	5,46	31,59	48,95	21,84	0,00
11	Demanda média na ponta	kW	Da_i	34,15	2,25	4,97	2,31	1,25	7,21	11,18	4,99	0,00

CONDICIONAMENTO AMBIENTAL - SISTEMA PROPOSTO				TOTAL	cond 1	cond 2	cond 3	cond 4	cond 5	cond 6	cond 7	cond 8
12	Tipo de equipamento / tecnologia				Springer Carrier Midea	Springer Carrier Midea	Springer Carrier Midea	Springer Carrier Midea	Springer Carrier Midea	Springer Carrier Midea	Springer Carrier Midea	
13	Potência nominal de refrigeração	BTU/h	pp_i		9.000	9.000	9.000	12.000	12.000	18.000	30.000	
14	Coeficiente de eficiência energética	W/W	cp_i		3,82	3,82	3,82	3,20	3,20	3,33	3,62	
15	Quantidade		qp_i	47	5,00	10,00	5,00	2	10	12	3	
16	Potência instalada	kW	Pp_i	53,28	3,45	6,90	3,45	2,20	10,99	19,01	7,28	0,00
17	Fator de utilização				0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	
18	Potência média utilizada	kW	Pup_i	42,62	2,76	5,52	2,76	1,76	8,79	15,20	5,83	0,00
	Tempo de utilização do sistema, em um dia	h/dia			9,60	9,60	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40	
19	Dias de utilização do sistema, em um ano	dia/ano			365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	
	Funcionamento	h/ano	hp_i		3.504,00	3.504,00	2.336,00	2.336,00	2.336,00	2.336,00	2.336,00	0,00
	Horas de utilização em horário de ponta, em um dia	h/dia	$nupp_i$		1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	
20	Dias úteis de utilização em horário de ponta, em um mês	dia/mês	ndp_i		22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	
	Meses de utilização em horário de ponta, em um ano	mês/ano	nmp_i		12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	
	Fator de coincidência na ponta		$FCPp_i$		0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,00
21	Energia consumida	MWh/ano	Ep_i	109,25	9,68	19,35	6,45	4,11	20,53	35,52	13,61	0,00
22	Demanda média na ponta	kW	Dp_i	22,73	1,47	2,95	1,47	0,94	4,69	8,11	3,11	0,00

CONDICIONAMENTO AMBIENTAL - RESULTADOS ESPERADOS				TOTAL	cond 1	cond 2	cond 3	cond 4	cond 5	cond 6	cond 7	cond 8
23	Redução de demanda na ponta	kW	RDp_i	11,42	0,77	2,02	0,84	0,31	2,52	3,07	1,88	0,00
24	Custo evitado de demanda (CED) = 828,22	%	RDp_i	33,43%	34,45%	40,73%	36,34%	24,75%	35,00%	27,45%	37,68%	0,00%
25	Energia economizada	MWh/ano	EE_i	56,14	5,09	13,30	3,68	1,35	11,06	13,44	8,23	0,00
26	Custo da energia evitada (CEE) = 437,93	%	EE_i	33,94%	34,45%	40,73%	36,34%	24,75%	35,00%	27,45%	37,68%	0,00%
Benefício anualizado condicionamento ambiental				B_{COND}	34.042,41	2.867,90	7.500,77	2.308,28	846,92	6.932,64	8.425,03	5.160,86

RCB_{COND}	1,36
RCB_{CEE}	0,73

Simulação - TCC / CondAmbBenef
Classificação: Público

CONDICIONAMENTO AMBIENTAL									
CUSTOS DIRETOS									
MATERIAIS E EQUIPAMENTOS				ORIGEM DOS RECURSOS					
Materiais e equipamentos	Vida útil (anos)	Quantidade	Preço unitário	PEE	Terceiros	Consumidor	Total		
1 Springer Carrier Midea 9000 BTU/h	10,00	20	R\$ 2.600,00	R\$ 52.000,00			R\$	52.000,00	
2 Springer Carrier Midea 12000 BTU/h	10,00	12	R\$ 3.260,00	R\$ 39.120,00			R\$	39.120,00	
3 Springer Carrier Midea 18.000 BTU/h	10,00	12	R\$ 5.490,00	R\$ 65.880,00			R\$	65.880,00	
4 Springer Carrier Midea 30.000 BTU/h	10,00	3	R\$ 7.500,00	R\$ 22.500,00			R\$	22.500,00	
5				R\$ -			R\$	-	
6				R\$ -			R\$	-	
7				R\$ -			R\$	-	
8				R\$ -			R\$	-	
9				R\$ -			R\$	-	
10				R\$ -			R\$	-	
Materiais e equipamentos				R\$ 179.500,00	R\$ -	R\$ -	R\$	179.500,00	
MÃO DE OBRA E ADMINISTRAÇÃO PRÓPRIA				ORIGEM DOS RECURSOS					
Mão de obra própria				R\$ 31.728,97			R\$	31.728,97	
Auditoria Contábil e Financeira				R\$ 1.204,91			R\$	1.204,91	
Mão de obra de terceiros	Quantidade	Preço unitário	PEE	Terceiros	Consumidor	Total			
1 Diagnóstico Energético - Rateio			R\$ 15.061,32	R\$ -	R\$ -	R\$	15.061,32		
2 Gerenciamento do Projeto - Rateio			R\$ 4.819,62	R\$ -	R\$ -	R\$	4.819,62		
3 Relatório Final - Rateio			R\$ 3.012,26	R\$ -	R\$ -	R\$	3.012,26		
4 Instalação Condicionadores de Ar	47	R\$ 280,00	R\$ 13.160,00			R\$	13.160,00		
5			R\$ -			R\$	-		
6			R\$ -			R\$	-		
7			R\$ -			R\$	-		
Mão de obra de terceiros			R\$ 36.053,21	R\$ -	R\$ -	R\$	36.053,21		
Administração Própria			R\$ 12.397,64			R\$	12.397,64		
Sub total - Mão de obra e administração própria			R\$ 81.384,73	R\$ -	R\$ -	R\$	81.384,73		
Sub total - Custos diretos			R\$ 260.884,73	R\$ -	R\$ -	R\$	260.884,73		
CUSTOS INDIRETOS				ORIGEM DOS RECURSOS					
Marketing			R\$ 1.488,06	R\$ -	R\$ -	R\$	1.488,06		
Treinamento e capacitação			R\$ 3.765,33	R\$ -	R\$ -	R\$	3.765,33		
Descarte de materiais	Quantidade	Preço unitário	PEE	Terceiros	Consumidor	Total			
1 Descarte Condicionadores de Ar	47	R\$ 200,00	R\$ 9.400,00			R\$	9.400,00		
2			R\$ -			R\$	-		
3			R\$ -			R\$	-		
Descarte de materiais			R\$ 9.400,00	R\$ -	R\$ -	R\$	9.400,00		
Medição e verificação			R\$ 6.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$	6.000,00		
Sub total - Custos indiretos			R\$ 20.653,39	R\$ -	R\$ -	R\$	20.653,39		
Custos condicionamento ambiental			R\$ 281.538,12	R\$ -	R\$ -	R\$	281.538,12		

CONDICIONAMENTO AMBIENTAL									
CUSTOS ANUALIZADOS									
MATERIAIS E EQUIPAMENTOS				ORIGEM DOS RECURSOS					
Materiais e equipamentos	Vida útil	FRC	CA _{reg}	CA _{ord}					
1 Springer Carrier Midea 9000 BTU/h	10,00	0,14903	R\$ 13.411,57	R\$ 13.411,57					
2 Springer Carrier Midea 12000 BTU/h	10,00	0,14903	R\$ 10.089,63	R\$ 10.089,63					
3 Springer Carrier Midea 18.000 BTU/h	10,00	0,14903	R\$ 16.991,43	R\$ 16.991,43					
4 Springer Carrier Midea 30.000 BTU/h	10,00	0,14903	R\$ 5.803,08	R\$ 5.803,08					
5		0,00000	R\$ -	R\$ -					
6		0,00000	R\$ -	R\$ -					
7		0,00000	R\$ -	R\$ -					
8		0,00000	R\$ -	R\$ -					
9		0,00000	R\$ -	R\$ -					
10		0,00000	R\$ -	R\$ -					
Custo anualizado total condicionamento ambiental				CA_{cond}	R\$ 46.295,70	R\$	46.295,70		

RCB _{ord}	1,36
RCB _{reg}	0,73

SISTEMAS MOTRIZES - SISTEMA ATUAL						
0				TOTAL	motor 1	motor 2
1	Potência do motor	cv	pa_i		50	
2	Carregamento	%	γa_i		75,00%	
3	Rendimento nominal	%	ηna_i		92,40%	
3a	Rendimento no ponto de carregamento	%	ηa_i		91,50%	
4	Quantidade		qa_i	1	1	
5	Potência instalada	kW	Pa_i	39,83	39,83	0,00
6	Potência média utilizada	kW	Pua_i	30,16	30,16	0,00
Tempo de utilização do sistema, em um dia					24,00	
Dias de utilização do sistema, em um ano					365,00	
Funcionamento					8.760,00	0,00
Horas de utilização em horário de ponta, em um dia					3,00	
Dias úteis de utilização em horário de ponta, em um mês					22,00	
Meses de utilização em horário de ponta, em um ano					12,00	
Fator de coincidência na ponta					1,00	0,00
9	Energia consumida	MWh/ano	Ea_i	264,24	264,24	0,00
10	Demanda média na ponta	kW	Da_i	30,16	30,16	0,00

SISTEMAS MOTRIZES - SISTEMA PROPOSTO						
				TOTAL	motor 1	motor 2
11	Potência do motor	cv	pp_i		50	
12	Carregamento	%	γp_i		75,00%	
13	Rendimento nominal	%	ηnp_i		94,60%	
13a	Rendimento no ponto de carregamento	%	ηp_i		94,50%	
14	Quantidade		qp_i	1	1	
15	Potência instalada	kW	Pp_i	38,90	38,90	0,00
16	Potência média utilizada	kW	Pup_i	29,21	29,21	0,00
Tempo de utilização do sistema, em um dia					24,00	
Dias de utilização do sistema, em um ano					365,00	
Funcionamento					8.760,00	0,00
Horas de utilização em horário de ponta, em um dia					3,00	
Dias úteis de utilização em horário de ponta, em um mês					22,00	
Meses de utilização em horário de ponta, em um ano					12,00	
Fator de coincidência na ponta					1,00	0,00
19	Energia consumida	MWh/ano	Ep_i	255,85	255,85	0,00
20	Demanda média na ponta	kW	Dp_i	29,21	29,21	0,00

SISTEMAS MOTRIZES - RESULTADO ESPERADO						
				TOTAL	motor 1	motor 2
21	Redução de demanda na ponta	kW	RDP_i	0,96	0,96	0,00
22	Custo evitado de demanda (CED) = 828,22	%	$RDP_i\%$	3,17%	3,17%	0,00%
23	Energia economizada	MWh/ano	EE_i	8,39	8,39	0,00
24	Custo da energia evitada (CEE) = 437,93	%	$EE_i\%$	3,17%	3,17%	0,00%
Benefício anualizado sistemas motrizes				R\$ B_{MOTOR}	4.466,64	4.466,64

RCB_{MOTOR}	3,32
---------------	------

SISTEMAS MOTRIZES									
CUSTOS DIRETOS									
MATERIAIS E EQUIPAMENTOS					ORIGEM DOS RECURSOS				
Materiais e equipamentos	Vida útil (anos)	Quantidade	Preço unitário		PEE	Terceiros	Consumidor	Total	
1 M01 - Preparação de massa - Bomba 034 BCM 004 - 50CV 4P (preparado para inversor)	15,00	1	R\$ 15.466,05		R\$ 15.466,05			R\$ 15.466,05	
2 Quadro de Comando com Inversor para M34 - Preparação de massa - Bomba 034 BCM 004 - 50 CV 4P	15,00	1	R\$ 47.118,97		R\$ 47.118,97			R\$ 47.118,97	
3 Transmissor para M34 - Preparação de massa - Bomba 034 BCM 004 - 50 CV 4P	15,00	1	R\$ 10.776,00		R\$ 10.776,00			R\$ 10.776,00	
4					R\$ -			R\$ -	
5					R\$ -			R\$ -	
6					R\$ -			R\$ -	
Materiais e equipamentos					R\$ 73.361,02	R\$ -	R\$ -	R\$ 73.361,02	
MÃO DE OBRA E ADMINISTRAÇÃO PRÓPRIA					ORIGEM DOS RECURSOS				
Mão de obra própria					R\$ 12.967,52			R\$ 12.967,52	
Auditoria Contábil e Financeira					R\$ 492,44			R\$ 492,44	
Mão de obra de terceiros	Quantidade	Preço unitário			PEE	Terceiros	Consumidor	Total	
1 Diagnóstico Energético - Rateio					R\$ 6.155,51	R\$ -	R\$ -	R\$ 6.155,51	
2 Gerenciamento do Projeto - Rateio					R\$ 1.969,76	R\$ -	R\$ -	R\$ 1.969,76	
3 Relatório Final - Rateio					R\$ 1.231,10	R\$ -	R\$ -	R\$ 1.231,10	
4 Instalação M01 - Preparação de massa - Bomba 032BCM 003 - 50CV 4P	150	R\$ 32,00			R\$ 4.800,00			R\$ 4.800,00	
5 Instalação Quadro de Comando com Inversor para M34 - Preparação de massa - Bomba 034 BCM 004 - 50 CV 4P	100	R\$ 80,00			R\$ 8.000,00			R\$ 8.000,00	
6 Instalação Transmissor para M34 - Preparação de massa - Bomba 034 BCM 004 - 50 CV 4P					R\$ -			R\$ -	
7					R\$ -			R\$ -	
8					R\$ -			R\$ -	
9					R\$ -			R\$ -	
10					R\$ -			R\$ -	
Mão de obra de terceiros					R\$ 22.156,38	R\$ -	R\$ -	R\$ 22.156,38	
Administração Própria					R\$ 5.066,87			R\$ 5.066,87	
Sub total - Mão de obra e administração própria					R\$ 40.683,21	R\$ -	R\$ -	R\$ 40.683,21	
Sub total - Custos diretos					R\$ 114.044,23	R\$ -	R\$ -	R\$ 114.044,23	
CUSTOS INDIRETOS					ORIGEM DOS RECURSOS				
Marketing					R\$ 608,16	R\$ -	R\$ -	R\$ 608,16	
Treinamento e capacitação					R\$ 1.538,88	R\$ -	R\$ -	R\$ 1.538,88	
Descarte de materiais	Quantidade	Preço unitário			PEE	Terceiros	Consumidor	Total	
1 Descarte carcaça motor 01	1	R\$ 5.000,00			R\$ 5.000,00			R\$ 5.000,00	
2					R\$ -			R\$ -	
3					R\$ -			R\$ -	
Descarte de materiais					R\$ 5.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 5.000,00	
Medição e verificação					R\$ 6.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 6.000,00	
Sub total - Custos indiretos					R\$ 13.147,04	R\$ -	R\$ -	R\$ 13.147,04	
Custos sistemas motrizes					R\$ 127.191,27	R\$ -	R\$ -	R\$ 127.191,27	

SISTEMAS MOTRIZES						
CUSTOS ANUALIZADOS						
MATERIAIS E EQUIPAMENTOS			ORIGEM DOS RECURSOS			
Materiais e equipamentos	Vida útil	FRC	CA _{PEE}	CA _{TERC}	CA _{CONS}	CA _{TOTAL}
1 M01 - Preparação de massa - Bomba 034 BCM 004 - 50CV 4P (prepa	15,00	0,11683	R\$ 3.127,06	R\$ 3.127,06		
2 Quadro de Comando com Inversor para M34 - Preparação de massa	15,00	0,11683	R\$ 9.526,92	R\$ 9.526,92		
3 Transmissor para M34 - Preparação de massa - Bomba 034 BCM 00	15,00	0,11683	R\$ 2.178,78	R\$ 2.178,78		
4		0,00000	R\$ -	R\$ -		
5		0,00000	R\$ -	R\$ -		
6		0,00000	R\$ -	R\$ -		
Custo anualizado total sistemas motrizes			CA_{TOTAL} R\$ 14.832,76	R\$ 14.832,76		

RCB _{MOTRIZ}	3,32
RCB _{MT}	0,73

SERVIÇOS DE TERCEIROS					
CUSTOS INDIRETOS			ORIGEM DOS RECURSOS		
Serviços de Terceiros	Preço	PEE	Terceiros	Consumidor	Total
1 Diagnóstico Energético	R\$ 25.000,00	R\$ 25.000,00			R\$ 25.000,00
2 Gerenciamento do Projeto	R\$ 8.000,00	R\$ 8.000,00			R\$ 8.000,00
3 Relatório Final	R\$ 5.000,00	R\$ 5.000,00			R\$ 5.000,00
DIVISÃO DOS CUSTOS POR USO FINAL			ORIGEM DOS RECURSOS		
DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO					
Diagnóstico Energético iluminação		R\$ 3.783,17	R\$ -	R\$ -	R\$ 3.783,17
Diagnóstico Energético condicionamento ambiental		R\$ 15.061,32	R\$ -	R\$ -	R\$ 15.061,32
Diagnóstico Energético sistemas motrizes		R\$ 6.155,51	R\$ -	R\$ -	R\$ 6.155,51
Diagnóstico Energético sistemas de refrigeração		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Diagnóstico Energético aquecimento solar de água		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Diagnóstico Energético equipamentos hospitalares		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Diagnóstico Energético fotovoltaico		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Diagnóstico Energético outros		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -

MARKETING						
CUSTOS INDIRETOS			ORIGEM DOS RECURSOS			
Marketing	Quantidade	Preço unitário	PEE	Terceiros	Consumidor	Total
1 Placa de Obra			R\$ -			R\$ -
2 Adesivos em vinil (interruptor, monitor, ar condicionado)			R\$ -			R\$ -
3 Adesivos em vinil - Equipamentos maior porte			R\$ -			R\$ -
4 Placa de aço inox - Equipamentos maior porte			R\$ -			R\$ -
5 Placa de inauguração			R\$ -			R\$ -
6 PLACA DE OBRA - PÇ MED: 3 X 1,50 M	1	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00			R\$ 1.000,00
7 ADESIVOS EM VINIL - IMPRESSOS MED: 6 X 2 CM	300	R\$ 1,40	R\$ 420,00			R\$ 420,00
8 PLACA DE INAUGURAÇÃO DE OBRA INOX MED: 60 X 40 CM	1	R\$ 963,00	R\$ 963,00			R\$ 963,00
9 ADESIVOS IMPRESSOS MED: 8 X 5 CM	30	R\$ 2,90	R\$ 87,00			R\$ 87,00
10			R\$ -			R\$ -
11			R\$ -			R\$ -
12			R\$ -			R\$ -
13			R\$ -			R\$ -
14			R\$ -			R\$ -
15			R\$ -			R\$ -
16			R\$ -			R\$ -
17			R\$ -			R\$ -
18			R\$ -			R\$ -
19			R\$ -			R\$ -
20			R\$ -			R\$ -
Marketing			R\$ 2.470,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 2.470,00
DIVISÃO DOS CUSTOS POR USO FINAL			ORIGEM DOS RECURSOS			
Marketing iluminação			R\$ 373,78	R\$ -	R\$ -	R\$ 373,78
Marketing condicionamento ambiental			R\$ 1.488,06	R\$ -	R\$ -	R\$ 1.488,06
Marketing sistemas motrizes			R\$ 608,16	R\$ -	R\$ -	R\$ 608,16
Marketing sistemas de refrigeração			R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Marketing aquecimento solar de água			R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Marketing equipamentos hospitalares			R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Marketing fotovoltaico			R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Marketing outros			R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
		Marketing	R\$ 2.470,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 2.470,00

TREINAMENTO E CAPACITAÇÃO							
CUSTOS INDIRETOS			ORIGEM DOS RECURSOS				
Treinamento e capacitação	Quantidade	Preço unitário	PEE	Terceiros	Consumidor	Total	
1 Treinamento	25	R\$ 250,00	R\$ 6.250,00			R\$	6.250,00
2			R\$ -			R\$	-
3			R\$ -			R\$	-
4			R\$ -			R\$	-
5			R\$ -			R\$	-
6			R\$ -			R\$	-
7			R\$ -			R\$	-
8			R\$ -			R\$	-
9			R\$ -			R\$	-
10			R\$ -			R\$	-
11			R\$ -			R\$	-
12			R\$ -			R\$	-
13			R\$ -			R\$	-
14			R\$ -			R\$	-
15			R\$ -			R\$	-
16			R\$ -			R\$	-
17			R\$ -			R\$	-
18			R\$ -			R\$	-
19			R\$ -			R\$	-
20			R\$ -			R\$	-
Treinamento e capacitação			R\$ 6.250,00	R\$ -	R\$ -	R\$	6.250,00
DIVISÃO DOS CUSTOS POR USO FINAL			ORIGEM DOS RECURSOS				
Treinamento e capacitação iluminação			R\$ 945,79	R\$ -	R\$ -	R\$	945,79
Treinamento e capacitação condicionamento ambiental			R\$ 3.765,33	R\$ -	R\$ -	R\$	3.765,33
Treinamento e capacitação sistemas motrizes			R\$ 1.538,88	R\$ -	R\$ -	R\$	1.538,88
Treinamento e capacitação sistemas de refrigeração			R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$	-
Treinamento e capacitação aquecimento solar de água			R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$	-
Treinamento e capacitação equipamentos hospitalares			R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$	-
Treinamento e capacitação Fotovoltaico			R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$	-
Treinamento e capacitação outros			R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$	-
Treinamento e capacitação			R\$ 6.250,00	R\$ -	R\$ -	R\$	6.250,00

MEDIÇÃO E VERIFICAÇÃO							
ILUMINAÇÃO							
PERÍODO DE LINHA DE BASE			ORIGEM DOS RECURSOS				
Medição e verificação	Preço Total	PEE	Terceiros	Consumidor	Total		
1 Plano de M&V	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00			R\$	1.000,00	
2 Medições de linha de base	R\$ 2.500,00	R\$ 2.500,00			R\$	2.500,00	
Medição e verificação iluminação - Período de linha de base		R\$ 3.500,00	R\$ -	R\$ -	R\$	3.500,00	
PERÍODO DE DETERMINAÇÃO DA ECONOMIA			ORIGEM DOS RECURSOS				
Medição e verificação	Preço Total	PEE	Terceiros	Consumidor	Total		
1 Relatório de M&V	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00			R\$	1.500,00	
2 Medições de determinação a economia	R\$ 2.500,00	R\$ 2.500,00			R\$	2.500,00	
Medição e verificação iluminação - Período de determinação da economia		R\$ 4.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$	4.000,00	
Medição e verificação iluminação		R\$ 7.500,00	R\$ -	R\$ -	R\$	7.500,00	
CONDICIONAMENTO AMBIENTAL							
PERÍODO DE LINHA DE BASE			ORIGEM DOS RECURSOS				
Medição e verificação	Preço Total	PEE	Terceiros	Consumidor	Total		
1 Plano de M&V	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00			R\$	1.000,00	
2 Medições de linha de base	R\$ 2.000,00	R\$ 2.000,00			R\$	2.000,00	
Medição e verificação condicionamento ambiental - Período de linha de base		R\$ 3.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$	3.000,00	
PERÍODO DE DETERMINAÇÃO DA ECONOMIA			ORIGEM DOS RECURSOS				
Medição e verificação	Preço Total	PEE	Terceiros	Consumidor	Total		
1 Relatório de M&V	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00			R\$	1.000,00	
2 Medições de determinação a economia	R\$ 2.000,00	R\$ 2.000,00			R\$	2.000,00	
Medição e verificação condicionamento ambiental - Período de determinação da economia		R\$ 3.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$	3.000,00	
Medição e verificação condicionamento ambiental		R\$ 6.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$	6.000,00	
SISTEMAS MOTRIZES							
PERÍODO DE LINHA DE BASE			ORIGEM DOS RECURSOS				
Medição e verificação	Preço Total	PEE	Terceiros	Consumidor	Total		
1 Plano de M&V	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00			R\$	1.000,00	
2 Medições de linha de base	R\$ 2.000,00	R\$ 2.000,00			R\$	2.000,00	
Medição e verificação sistemas motrizes - Período de linha de base		R\$ 3.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$	3.000,00	
PERÍODO DE DETERMINAÇÃO DA ECONOMIA			ORIGEM DOS RECURSOS				
Medição e verificação	Preço Total	PEE	Terceiros	Consumidor	Total		
1 Relatório de M&V	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00			R\$	1.000,00	
2 Medições de determinação a economia	R\$ 2.000,00	R\$ 2.000,00			R\$	2.000,00	
Medição e verificação sistemas motrizes - Período de determinação da economia		R\$ 3.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$	3.000,00	
Medição e verificação sistemas motrizes		R\$ 6.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$	6.000,00	
Medição e verificação		R\$ 19.500,00	R\$ -	R\$ -	R\$	19.500,00	

Simulação - TCC / M&V
Classificação: Público

TIPO DE CUSTOS		CUSTOS TOTAIS		ORIGEM DOS RECURSOS		
		R\$	%	Recursos do PEE	Recursos de terceiros	Recursos do consumidor
CUSTOS DIRETOS - EX ANTE						
Materiais e equipamentos	Previsto	R\$ 297.948,58	57,78%	R\$ 297.948,58	R\$ -	R\$ -
Mão de obra própria - CEMIG	Previsto	R\$ 52.666,30	10,21%	R\$ 52.666,30	R\$ -	R\$ -
Mão de obra de terceiros	Previsto	R\$ 96.350,00	18,69%	R\$ 96.350,00	R\$ -	R\$ -
Administração Própria - CEMIG	Previsto	R\$ 20.578,61	3,99%	R\$ 20.578,61	R\$ -	R\$ -
Auditoria Contábil e Financeira - CEMIG	Previsto	R\$ 2.000,00	0,39%	R\$ 2.000,00	R\$ -	R\$ -
Custos diretos	Previsto	R\$ 469.543,49	91,06%	R\$ 469.543,49	R\$ -	R\$ -
CUSTOS INDIRETOS - EX ANTE						
Marketing	Previsto	R\$ 2.470,00	0,48%	R\$ 2.470,00	R\$ -	R\$ -
Treinamento e capacitação	Previsto	R\$ 6.250,00	1,21%	R\$ 6.250,00	R\$ -	R\$ -
Descarte de materiais	Previsto	R\$ 17.875,00	3,47%	R\$ 17.875,00	R\$ -	R\$ -
Medição e verificação	Previsto	R\$ 19.500,00	3,78%	R\$ 19.500,00	R\$ -	R\$ -
Custos indiretos	Previsto	R\$ 46.095,00	8,94%	R\$ 46.095,00	R\$ -	R\$ -
Custo total do projeto - Ex ante	Previsto	R\$ 515.638,49	100,00%	R\$ 515.638,49	R\$ -	R\$ -
VALORES LIMITE PARA OS RECURSOS DO PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA					LIMITADOR %	VALOR %
Mão de obra de terceiros / Custo total com recursos do PEE					35%	18,69%
Medição e verificação / Custo total com recursos do PEE					5%	3,78%
Marketing/ Custo total com recursos do PEE					2%	0,48%
Treinamento e capacitação / Custo total com recursos do PEE					2,5%	1,21%

CÁLCULO DA RELAÇÃO CUSTO-BENEFÍCIO						
Uso final	EE Energia economizada MWh/ano	RDP Redução de demanda na ponta kW	CA _{T PEE} Custo anualizado PEE	BA _T Benefício anualizado total	RCB _{PEE} Por uso final PEE	RCB _{PEE}
Iluminação	93,63	19,70	R\$ 9.116,19	R\$ 57.320,25	0,16	0,73
Condicionamento ambiental	56,14	11,42	R\$ 46.295,70	R\$ 34.042,41	1,36	
Sistemas motrizes	8,39	0,96	R\$ 14.832,76	R\$ 4.466,64	3,32	
Sistemas de refrigeração	0,00	0,00	R\$ -	R\$ -	0,00	
Aquecimento solar de água	0,00	0,00	R\$ -	R\$ -	0,00	
Equipamentos hospitalares	0,00	0,00	R\$ -	R\$ -	0,00	
Fotovoltaico	0,00	0,00	R\$ -	R\$ -	0,00	
Outros	0,00	0,00	R\$ -	R\$ -	0,00	
Total	158,16	32,08	R\$ 70.244,66	R\$ 95.829,30	0,73	
Avaliação preliminar do projeto conforme chamada pública		RCB permitido, mas ao menos um uso final possui RCB acima do limitador				