

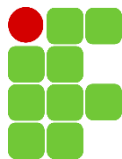
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CAMPUS PALMAS**

ESTER ÁGAR SANTOS NORONHA

**MEDIDAS DE GESTÃO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO CONSUMO DE ENERGIA
ELÉTRICA EM EDIFICAÇÕES PÚBLICAS**

PALMAS – TO

2022



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CAMPUS PALMAS**

ESTER ÁGAR SANTOS NORONHA

**MEDIDAS DE GESTÃO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO CONSUMO DE ENERGIA
ELÉTRICA EM EDIFICAÇÕES PÚBLICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Elétrica do Instituto Federal do Tocantins, Campus Palmas, como exigência à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Lima Albuquerque
Coorientador: Prof. Me. Felipe Tozzi Bittencourt

PALMAS – TO

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

N852m Noronha, Ester Ágar Santos
MEDIDAS DE GESTÃO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO
CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM EDIFICAÇÕES PÚBLICAS /
Ester Ágar Santos Noronha. – Palmas, TO, 2022.
59 p. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus
Palmas, Palmas, TO, 2022.

Orientador: Dr. Fábio Lima Albuquerque
Coorientador: Me. Felipe Tozzi Bittencourt

1. Eficiência energética. 2. Gestão energética. 3. Eficiência do gasto
público. I. Albuquerque, Fábio Lima. II. Bittencourt, Felipe Tozzi. III.
Título.

CDD 621

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e
pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a).

ESTER ÁGAR SANTOS NORONHA

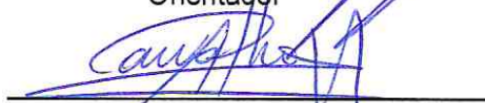
**MEDIDAS DE GESTÃO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO CONSUMO DE ENERGIA
ELÉTRICA EM EDIFICAÇÕES PÚBLICAS**

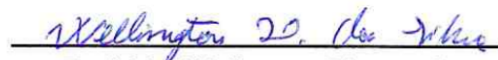
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Elétrica do Instituto Federal do Tocantins, Campus Palmas, como exigência à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovado em: 20/06/2022

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Fábio Lima de Albuquerque
Orientador


Prof. Me. Adail Pereira Carvalho
Membro da Banca Avaliadora


Prof. Me. Wellington Dias da Silva
Membro da Banca Avaliadora

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradecer à minha mãe, Laodiceia de Melo Santos, que me deu a vida, carinho e amor, além da oportunidade de estudar.

A minha irmã, Sara Santos, pela parceria e que me acompanhou nestes 5 anos de graduação, sendo a primeira a acreditar que a apresentação deste trabalho chegaria.

Agradeço aos meus amigos e colegas de classe, pelos inúmeros momentos de felicidade e companheirismo durante todo o período de graduação.

Ao meu companheiro, Wellington Mayer, por todo o amor e incentivo para a realização deste trabalho, não tenho palavras para expressar tamanha gratidão.

A todos os professores do IFTO – Campus Palmas que nunca mediram esforços em prol do conhecimento, em especial aos meus orientadores Prof. Dr. Fábio Lima Albuquerque e Prof. Me. Felipe Tozzi Bittencourt.

RESUMO

A eficiência energética tornou-se assunto prioritário mundialmente, incluindo o Brasil. O tema é de relevância, pois alia a economia de energia com a redução de custos, além de promover boas práticas para a comunidade. O presente trabalho buscou identificar e discorrer medidas de gestão e eficiência energética em edificações públicas, visto que estas apresentam potencial de economia e este recurso corresponde a uma parte das despesas desses órgãos. Com o intuito de implementar estas medidas, realizou-se um estudo de caso na sede da Prefeitura Municipal de Goiatins. Por fim, calculou-se o custo do investimento e aplicaram-se ferramentas de estudo econômico para determinação da viabilidade do projeto. Algumas das medidas apresentaram melhorias como a mudança tarifária de energia e a troca das lâmpadas existentes que manifestaram, respectivamente, uma economia anual de R\$3.331,20 e R\$498,24.

Palavras-chave: Eficiência energética, Gestão energética, Eficiência do gasto público.

ABSTRACT

Energy efficiency has become a priority issue worldwide, including in Brazil. This theme is relevant because it combines energy savings with cost reduction, besides promoting good practices for the community. The present work sought to identify and discuss energy management and efficiency measures in public buildings, since they present savings potential and this resource correspond to a part of the expenses of these places. In order to put the measures into practice, a case study was conducted at Prefeitura Municipal de Goiatins. Finally, the investment cost was calculated and economic study tools were applied to determine the project's feasibility. Some of the measures showed improvements such as the energy tariff change and the exchange of existing light bulbs which resulted, respectively, savings of R\$3.331,20 and R\$498,24.

Keywords: Energy efficiency, Energy management, Efficiency of public spending,

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Energia Armazenada (EAR) em % no Subsistema Sudeste/Centro-Oeste 2001-2021.	
.....	19
Figura 2 - Perfil de consumo das edificações públicas.....	21
Figura 3 - Subgrupos de alta tensão	23
Figura 4 - Subgrupos de baixa tensão.....	24
Figura 5 - Etapas de uma investigação energética.....	27
Figura 6 - Modalidades tarifárias de alta tensão.....	33
Figura 7 - Contrato desajustado de demanda	34
Figura 8 - Selo Procel	36
Figura 9 - Etiqueta de Eficiência Energética	37
Figura 10 - Fachada da Prefeitura Municipal de Goiatins.....	40
Figura 11 - Curva de carga do estudo de caso.....	42
Figura 12 - Exemplo de ar-condicionado tipo Split existente	47
Figura 13 - Exemplo de ar-condicionado tipo Janela existente.....	47
Figura 14 - Corredor principal da Prefeitura de Goiatins.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo de energia elétrica por setor 2016-2020 em GWh _____	13
Tabela 2 - Marcos públicos de eficiência energética no Brasil _____	17
Tabela 3 - Ações de eficiência energética _____	39
Tabela 4 - Características do fornecimento e consumo de energia elétrica da edificação _____	41
Tabela 5 - Tarifas de energia elétrica da concessionária ETO _____	41
Tabela 6 - Análise de consumo para modalidade tarifária branca _____	43
Tabela 7 - Sistema de iluminação existente _____	44
Tabela 8 - Sistema de iluminação proposto _____	44
Tabela 9 - Investimento inicial para o sistema de iluminação _____	45
Tabela 10 - Viabilidade do projeto do sistema de iluminação _____	46
Tabela 11 - Sistema de climatização existente _____	48
Tabela 12 - Sistema de Climatização proposto _____	49
Tabela 13 - Investimento inicial do sistema de climatização _____	49
Tabela 14 - Viabilidade do projeto de climatização _____	50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Problema de pesquisa	13
1.2 Justificativa	13
1.3 Objetivos	14
1.3.1 Objetivo Geral.....	14
1.3.2 Objetivos Específicos	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1 Programas e iniciativas públicas de eficiência energética no Brasil.....	15
2.2 Escassez hídrica	18
2.3 A energia elétrica nas edificações públicas	19
2.3.1 Contratação de energia elétrica.....	19
2.3.2 Perfil de consumo	21
2.3.3 Controle de custos de energia elétrica	21
2.4 Conceitos básicos tarifários de energia elétrica.....	22
2.4.1 Classificação dos consumidores	23
2.4.2 Modalidades Tarifárias	24
2.4.3 Postos Tarifários	25
2.5 O sistema de Gestão Energética.....	26
2.5.1 Investigação energética.....	26
2.5.2 Análise de investimentos	28
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	30
3.1 Tipo de pesquisa	30
3.2 Coleta de dados.....	30
3.3 Tratamento e análise de dados.....	30

4 MEDIDAS DE GESTÃO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES PÚBLICAS	32
4.1 Enquadramento do contrato de demanda e tarifa de energia	32
4.2 Análise de troca de equipamentos elétricos energeticamente ineficientes	34
4.2.1 Análise do sistema de iluminação	34
4.2.2 Análise do sistema de climatização	36
4.3 Conscientização dos usuários quanto ao uso da energia elétrica.....	38
5 ESTUDO DE CASO E RESULTADOS	40
5.1 Apresentação do local de estudo	40
5.2 Resultados por enquadramento do contrato de demanda e tarifa de energia.....	40
5.3 Resultados por troca de equipamentos elétricos energeticamente ineficientes	43
5.3.1 Sistema de Iluminação	43
5.3.2 Sistema de Climatização	46
5.4 Resultados por conscientização dos usuários quanto ao uso da energia elétrica	51
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
7 REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

A administração pública tem como objetivo essencial garantir que o bem-estar da sociedade seja alvo dos seus atos. Nesta conjuntura, está previsto o uso eficiente dos recursos públicos. O gasto público nacional é provido mediante tributação advinda da população. Por este motivo, é desejável que esta verba seja eficaz (realize determinada função e/ou objetivo), e principalmente, eficiente (conclua certa função de maneira coesa com o menor custo possível). O sistema tributário nacional pode ser considerado agressivo e elevado, tornando ainda mais pertinente a presença de uma gestão que busque a eficiência desses gastos para a população brasileira (PEREIRA FILHO; PIANTO; SOUZA, 2010).

O acompanhamento da gestão orçamentária do setor público brasileiro é algo relativamente recente. Com a consolidação da Constituição Pública Federal em 1988, a viabilidade da criação de um sistema de controle mais preciso dos gastos públicos iniciou-se, pois no artigo 37 da Constituição brasileira retrata que a eficiência na administração pública é um dos princípios a serem obedecidos (BRASIL, 1988). Todavia, foi somente em 2011 que o Conselho Federal de Contabilidade (CFC) publicou a NBC T (Norma Brasileira de Contabilidade) 16.11, onde foi aprovado o Sistema de Informação de Custos do Setor Público (SICSP). De acordo com essa norma, um dos objetivos do SICSP engloba a mensuração, avaliação e registro de custos dos órgãos, produtos e serviços ligados ao setor público (CFC, 2012).

Neste âmbito, garantindo um bom uso dos recursos públicos, é de importância a redução e prevenção de desperdícios de energia elétrica no setor público, a fim de garantir que o Estado realize seu trabalho de forma eficiente. De acordo a EPE (2021a), Empresa de Pesquisa Energética, a eficiência energética traz além de um menor gasto de energia, menores impactos econômicos, ambientais, sociais e culturais. Uma gestão consciente neste setor é imprescindível para que a sociedade seja beneficiada de forma geral. “Aumentar a produtividade do Estado significa fazer cada vez mais pela população com cada vez menos recursos. Não existe brasileiro que não queira que o Estado produza mais para a população, independentemente de sua ideologia.” (FALCONI, 2008).

No ano de 2001, o conceito de eficiência energética alcançou um novo patamar, a crise energética em decorrência da escassez de chuvas nos principais reservatórios das hidrelétricas do país, denominada “Crise do Apagão”, motivou o governo a executar medidas mais severas

relacionadas à energia elétrica. Uma delas foi o Decreto nº 4.059, de dezembro de 2001, que regulamentou níveis em relação ao consumo de energia e eficiência energética de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no país (BRASIL, 2001a).

Desde então, a dependência energética do Brasil diante das hidrelétricas não se alterou, segundo o Relatório do Balanço Energético Nacional, documento produzido pela EPE, a geração hidráulica em 2020 ocupou 65,2% da matriz energética brasileira, representando um aumento de 0,3% em relação ao ano anterior (EPE, 2021b).

À vista disso, o setor energético brasileiro passou a enfrentar desde 2020 novamente uma carência de chuvas, originando uma nova crise hídrica. O Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) relata que os reservatórios das usinas hidrelétricas estão em níveis extremamente baixos em relação a sua capacidade de armazenamento, sobretudo os reservatórios do subsistema Sudeste/Centro-Oeste que, segundo o Ministério de Minas e Energia (MME), este é responsável por aproximadamente 70% da geração hídrica do país (MME, 2021).

Em consequência disso, o custo de energia elétrica no país aumenta proporcionalmente com a crise hídrica. Em agosto de 2021, com a Resolução nº 3, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e a Câmara de Regras Excepcionais para Gestão Hidroenergética (CREG), divulgaram um novo patamar de bandeira tarifária, a “Bandeira Escassez Hídrica” no valor de R\$ 14,20 a cada 100 quilowatt-hora (kWh) consumidos, representando um aumento de quase 50% em relação à tarifa anterior (BRASIL, 2021a). Além disso, com a Resolução nº 2, do mesmo ano, houve a divulgação do Programa de Incentivo à Redução Voluntária do Consumo de Energia Elétrica para as unidades consumidoras pertencentes ao Sistema Interligado Nacional (SIN) (BRASIL, 2021b).

A Tabela 1 apresenta o consumo em gigawatt-hora (GWh) de energia elétrica nos principais setores brasileiros nos últimos 5 anos. Os dados foram retirados do Balanço Energético Nacional 2021 e do Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2020, ambos produzidos pela EPE. Nota-se que o setor público (iluminação, poder e serviço público) representou 9,86% do consumo total em 2019.

Tabela 1 - Consumo de energia elétrica por setor 2016-2020 em GWh

SETOR / ANO	2016	2017	2018	2019	2020
Residencial	132.872	134.369	137.615	142.781	148.173
Industrial	165.314	167.397	169.625	167.684	166.335
Comercial	87.873	88.292	88.630	92.076	82.522
Rural	27.267	28.135	29.168	28.870	30.908
Poder Público	15.096	15.052	15.076	15.752	12.764
Iluminação Pública	15.034	15.443	15.691	15.849	15.463
Serviço Público	14.970	15.196	15.778	15.957	16.345
Consumo Próprio	3.354	3.278	3.237	3.258	3.128

Fonte: EPE (2020-2021b)

Neste âmbito, onde o país enfrenta um período de estiagem cíclica ocasionando um baixo nível nos reservatórios nacionais e que os gastos relacionados à energia elétrica no setor público atingem valores pertinentes à avaliação, apresenta-se neste trabalho, medidas para trabalhar a gestão e eficiência no consumo de energia elétrica nas edificações públicas.

1.1 Problema de pesquisa

Sabe-se que a energia elétrica é um dos recursos primordiais para um bom funcionamento do setor público e que o custo dela representa parte das despesas de uma edificação pública. Apesar disso, não se tem dado importância para um consumo otimizado desse insumo nestes estabelecimentos. Neste sentido, questiona-se: quais métodos podem ser adotados em edificações públicas para trabalhar a gestão e eficiência energética?

1.2 Justificativa

A gestão eficiente e eficaz dos recursos públicos é resultado direto das boas medidas adotadas pelos gestores. Desta maneira, torna-se possível evitar desvios e desperdícios, além de promover o controle dos mesmos. Dentre esses, está a energia elétrica que, com o aumento de preço

desse recurso e a escassez cíclica e persistente dos reservatórios de hidrelétricas em território nacional, admite-se que o seu uso de forma racional promove benefícios para a sociedade brasileira. Portanto, é imprescindível que haja uma gestão energética de qualidade nas edificações públicas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral descrever métodos práticos para que edificações públicas busquem uma gestão de energia elétrica de qualidade, a fim de usufruírem de forma racional e eficiente, assegurando que, desta maneira, o nível de rendimento nestes locais não seja afetado negativamente.

1.3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- Discorrer métodos para trabalhar gestão e eficiência energética em edificações públicas;
- Verificar a aplicação dos métodos abordados por meio de um estudo de caso;
- Desenvolver estudos técnicos e econômicos para a redução de energia nos sistemas elétricos presentes;
- Elaborar e discorrer recomendações e conclusões para a inserção dos projetos de gestão eficiência energética.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Programas e iniciativas públicas de eficiência energética no Brasil

A discussão mundial sobre eficiência energética teve seu primeiro impulso na metade do século XX. Os choques do petróleo na década de 70 nomearam-se como as primeiras grandes crises de suprimentos energéticos e que compeliram várias nações a questionar suas fontes de energia (BNDES, 2006). Desde então, os países desenvolvidos introduziram novas ações e políticas voltadas para a temática, pois houve uma profunda reorganização da trajetória do desenvolvimento tecnológico da sociedade industrial em direção a inovações poupadoras de energia (FURTADO, 1995).

O Brasil apresentou seu grande passo em relação à eficiência energética em 1981 com o lançamento do Programa de Conservação de Energia no Setor Industrial (CONSERVE). O mesmo era voltado para indústria e buscava fomentar a conservação de energia no setor, além da promoção do uso de produtos eficientes e fontes energéticas nacionais (MME, 2011). Todavia, o programa CONSERVE enfrentou distorções internas sendo atingido pela crise econômica na década de 80. Os enfoques do programa estabeleceram-se em termos de substituição energética, causando prejuízo da diretriz primordial de conservação de energia. Além disso, em virtude da burocracia dos processos envolvidos no período da recessão em 1981 a 1985, houve uma subutilização dos recursos concedidos ao programa. Entretanto, o programa foi importante para dar uma sinalização para o governo quanto à falta de uma posição clara quanto aos rumos das políticas econômicas e energéticas (MME; EPE, 2007).

Segundo o Ministério da Economia (ME), em 1984 o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) lançou de forma precursora aos fabricantes nacionais a adesão de etiquetas para seus produtos, estabelecendo uma forma de categorizar o padrão de eficiência dos mesmos. Assim, estabeleceu-se o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), que ganhou dois grandes aliados, o Programa Nacional de Eficiência de Energia (PROCEL) em 1985 e o CONPET (Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural) em 1991 (ME, 2021).

Neste âmbito, o PBE elevou-se a um patamar de obrigatoriedade com a lei nº 10.295, de outubro de 2001, conhecida como a Lei de Eficiência Energética. Assim, o INMETRO passou a

ter a responsabilidade de firmar programas de avaliação da conformidade compulsórios na área de desempenho energético (ME, 2021). Afirmando a eficiência energética no país, essa regulamentação declara que o Poder Executivo tinha o encargo de assentar padrões máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos que consomem energia fabricados ou comercializados no país (BRASIL, 2001b).

No ano de 2012, os residentes brasileiros ganharam um novo incentivo para a economia, conscientização e autossustentabilidade. Lançada pela ANEEL, a Resolução Normativa nº 482 permitiu aos cidadãos a possibilidade de gerar sua própria energia usando fontes renováveis, referindo-se a micro e minigeração distribuídas de energia elétrica. Além disso, a resolução trouxe consigo uma forma de redução de custos, os chamados créditos de energia. Com isso, os consumidores podem usufruir da sua energia gerada e caso a mesma for superior à consumida, este valor pode ser compensado posteriormente (ANEEL, 2012).

Com a evolução de leis a programas, os resultados puderam ser visíveis em âmbito nacional. Segundo o relatório dos resultados do PROCEL, as ações do programa economizaram cerca de 195,2 bilhões de kWh desde o ano da sua criação até 2020 (ELETROBRAS, 2020a).

Visando o futuro da gestão energética, em 2007 a EPE lançou o Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030) que, segundo ele, visa o planejamento a longo prazo no setor de energia além da evolução da demanda total de energéticos, possibilitando cálculos de eficiência energética no país durante o período. Projeções do PNE demonstram que as edificações devem contribuir nos próximos anos cerca de 60% dos ganhos totais de eficiência elétrica, enquanto o setor industrial deve ser responsável por quase 40% (ELETROBRAS, 2020a).

A Tabela 2 apresenta os marcos públicos relacionados à eficiência energética no Brasil.

Tabela 2 - Marcos públicos de eficiência energética no Brasil

ANO	MARCO	FINALIDADE
1981	Programa de Conservação de Energia no Setor Industrial (CONSERVE)	▪ Conservação de energia no setor industrial; ▪ Uso de produtos eficientes; ▪ Busca por fontes energéticas nacionais.
1984	Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)	▪ Racionalização do uso dos diversos tipos de energia no país; ▪ Informação aos consumidores sobre a eficiência energética de cada produto.
1985	Programa Nacional de Eficiência de Energia (PROCEL)	▪ Promoção do uso eficiente da energia elétrica; ▪ Combate ao desperdício.
1991	Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET)	▪ Desenvolvimento e integração das ações que visem a racionalização do uso dos derivados de petróleo e do gás natural.
2001	Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001	▪ Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia.
2012	Resolução Normativa ANEEL nº 482	▪ Estabelecimento de condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída; ▪ Apresentação do sistema de compensação de energia elétrica.

Fonte: ANEEL (2012), Brasil (2001b), ME (2021) e MME (2011)

2.2 Escassez hídrica

A geração hidráulica, considerada uma fonte renovável, é o principal suporte da matriz elétrica brasileira. De acordo com dados levantados pelo Balanço Energético Nacional (BEN), relatório fornecido anualmente pela EPE, as fontes renováveis representaram, em 2020, 84,8% da oferta interna de eletricidade no país e a fonte hídrica é responsável por 65,2% deste montante (BEN, 2021).

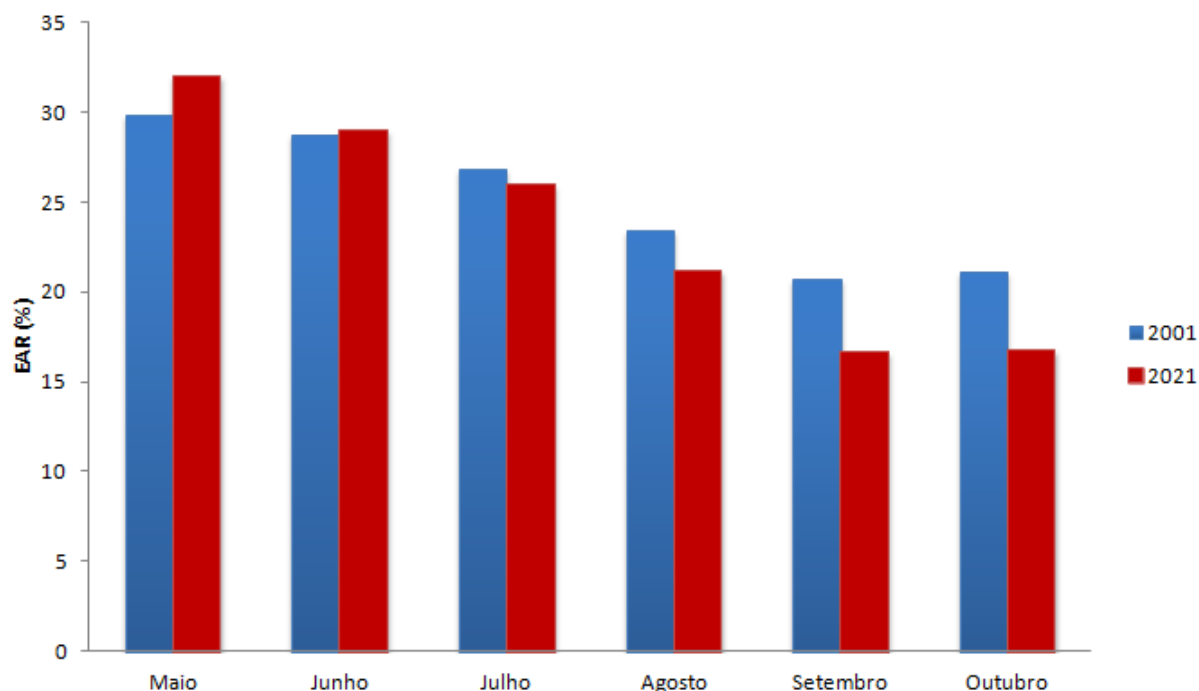
Apesar do benefício em termos ambientais, as épocas de seca extrema nos últimos anos desamparam o país devido sua dependência da hidroeletricidade. Com isso, é notório que o fornecimento de energia elétrica no Brasil é vulnerável a essa escassez hídrica (SILVA et al., 2016). O país apresenta uma estação seca com seu auge nos meses de julho e agosto na maior parte do seu território. Assim a minimização dos níveis dos reservatórios equivalentes de todos os subsistemas é um resultado já previsto. O pouco volume de escoamento às vazões afluentes aos rios impede a elevação dos níveis dos reservatórios de forma natural (MME, 2021).

No ano de 2001, o Brasil enfrentou uma de suas crises severas, denominada a “Crise do Apagão”. Entre os principais agentes estava a falta de chuvas nas nascentes dos rios em Minas Gerais, pertencente ao Subsistema Sudeste/Centro-Oeste, principal fornecedor da geração hídrica do país. Em seguimento, a Presidência da República publicou em maio de 2001 a Medida Provisória nº 2.147, assim ficou estabelecida a criação da Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (GCE) com o objetivo de executar medidas de caráter emergencial para garantir o equilíbrio entre a oferta e a demanda de energia elétrica. Todos os setores brasileiros foram compelidos a adotar iniciativas estabelecidas. Os incisos VI e IX do art. 2 afirma que a GCE tem a competência de estabelecer além de limites do uso de energia, a inserção de racionamento e suspensão do fornecimento de energia, podendo ser ele individual ou coletivo (BRASIL, 2001c).

Em 2021, os reservatórios brasileiros resistem novamente a uma nova baixa, atingindo níveis extremamente baixos em relação à sua capacidade de armazenamento. Os dados quantitativos dessa declinação podem ser representados por meio da Energia Armazenada (EAR), que, conforme o ONS (2021a), constitui a energia disponível em um sistema de reservatórios, calculada a partir da energia produzível. O gráfico da Figura 1 demonstra um comparativo entre o Subsistema Sudeste/Centro-Oeste em 2001 e em 2021 nos meses de maio a outubro. Nota-se que,

a partir de julho, os níveis dos reservatórios em 2021 atingiram valores demasiadamente baixos, tendo seu ápice em setembro com apenas 16,69% de EAR em comparação com 20,69% em 2001.

Figura 1 - Energia Armazenada (EAR) em % no Subsistema Sudeste/Centro-Oeste 2001-2021.



Fonte: ONS (2021b)

2.3 A energia elétrica nas edificações públicas

2.3.1 Contratação de energia elétrica

Com o inciso XXI, art. 37 da Constituição Federal, estabeleceu-se que devem ser contratadas, mediante licitação pública, as obras, serviços, compras e alienações da administração pública direta e indireta. Assim, os contratos de fornecimento de energia elétrica em órgãos públicos se alinham com a lei nº 8.666 de 21 de junho de 1993, também denominada como “Lei das licitações”, regulamentadora deste inciso.

Destacado no art. 3 da lei nº 8.666, um dos princípios da licitação pública é a seleção da proposta mais vantajosa para a administração. No contexto energético, é notória a presença de impasses na contratação de energia elétrica em virtude de ser uma única distribuidora de energia em determinadas regiões. Por isso, a lei declara, em seu art. 24 inciso XXII, que a licitação se torna dispensável na contratação de fornecimento ou suprimento de energia elétrica com concessionário, permissionário ou autorizado (BRASIL, 1993).

Neste âmbito, surge-se a Resolução Normativa ANEEL nº 1000, de 7 dezembro de 2021, que determina, de forma atualizada e consolidada, condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica a serem aplicadas pelos consumidores, concessionárias e permissionárias. A diferença das duas últimas é estabelecida, respectivamente, com os incisos XVI e LV do art. 2, que enquanto uma é o agente titular de concessão federal para prestar o serviço público de distribuição de energia elétrica, a outra é o agente titular de permissão federal para prestar o serviço público de distribuição de energia elétrica. Ambas podem ser denominadas como “distribuidora” (ANEEL, 2021).

A Resolução Normativa nº 1000 designa, de forma explícita, termos importantes para o entendimento do leitor, tais como tipos de demanda e modalidades tarifárias. É possível visualizar também que, de acordo com o art. 4, a distribuidora possui o encargo de classificar a unidade consumidora de energia de modo a garantir que seja aplicada a tarifa adequada por direito (ANEEL, 2021). Com esta classificação, o órgão público, sendo de alta tensão, pode estabelecer um contrato de fornecimento de energia, no qual estará inserida a modalidade tarifária, demanda contratada e prazo de validade além de condições especiais determinadas em um acordo entre a distribuidora e o órgão (ELETROBRAS, 2020b).

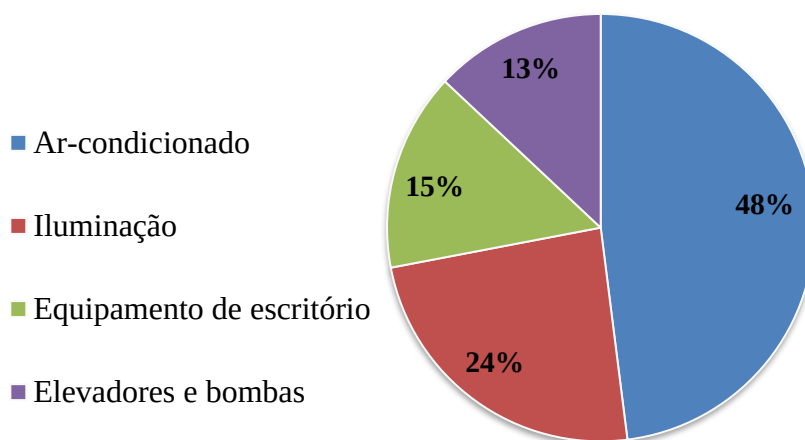
Para o melhor enquadramento de contrato de fornecimento de energia para os órgãos públicos é necessário levar em consideração diversos fatores. Segundo o Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão (MP), o tamanho da organização, a estrutura do prédio, a instalação elétrica utilizada, o sistema de ar-condicionado e a quantidade de pessoas que o frequentam afetam diretamente o consumo de energia. Portanto, devem ser analisados a fim de garantir o contrato adequado, buscando o princípio de economicidade e eficiência (MP, 2012).

2.3.2 Perfil de consumo

A identificação do perfil de consumo em edificações públicas se sujeita a diversos fatores. Esta análise está ligada a dois fatores principais: a administração dos sistemas energéticos presentes e ao nível de conscientização sobre o uso racional da energia dos usuários que usufruem do local. Com relação ao primeiro fator, as características arquitetônicas, eficiência energética dos equipamentos e o fator clima são presentes. Além disso, as atribuições das quais o local se destina influencia diretamente no consumo (ELETROBRAS, 2020b).

Apesar das particularidades presentes em cada local, pode-se identificar, na generalidade, que os edifícios públicos possuem certo perfil de consumo. Este consumo está representado no gráfico da Figura 2. Percebe-se que os aparelhos de ar-condicionado regem a maior parte do gráfico, destacando a influência da temperatura da região onde o edifício está localizado.

Figura 2 - Perfil de consumo das edificações públicas



Fonte: Eletrobras (2020b)

2.3.3 Controle de custos de energia elétrica

De acordo com Paiva (2004), o controle governamental na administração pública é de responsabilidade dos próprios gestores e entidades responsáveis pelos atos administrativos, além dos órgãos específicos para controle, sendo ele externo ou interno. Neste âmbito, está a Lei de

Responsabilidade Fiscal nº 101, de 15 de dezembro de 2000 que assegura, dentre suas principais vertentes, o encargo da administração pública aplicar os princípios de controle da gestão orçamentária (BRASIL, 2000).

Como o intuito de gerenciar o gasto público de forma mais responsável, o Governo Federal divulgou em março de 2015 o Decreto nº 8.540, que dispõe de medidas de racionalização do gasto público nos contratos relacionados à aquisição de bens e serviços. De acordo com o art. 4 dessa lei, a administração pública federal tem como dever manter o controle dos gastos de energia elétrica, como a análise e adequação de contratos de demanda além da promoção e execução de ações com o objetivo de reduzir o consumo (BRASIL, 2015).

Neste âmbito, o ME lançou em 2019 o projeto “Eficiência do Gasto”. Para uma melhor difusão, fez-se parceria com o Núcleo de P&D para Excelência e Transformação da Administração Pública (NEXT/UnB). Os principais objetivos do projeto eram dispor de orientações pertinentes para os administradores e servidores do âmbito público sobre uma gestão eficiente de energia (PORTAL DE COMPRAS DO GOVERNO FEDERAL, 2019).

A partir da iniciativa do projeto, um estudo feito com 664 contratos de energia da administração pública federal nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Distrito Federal mostrou que apenas 163 contratos, correspondente a menos de 25%, modificaram seu contrato de demanda no período de janeiro de 2015 a março de 2019. Nota-se que muitas edificações públicas não seguem de forma regular o art. 4 do Decreto nº 8.540. Com isso, é possível visualizar o potencial de economia presente a partir do investimento de um estudo sobre o perfil de consumo destes locais (PORTAL DE COMPRAS DO GOVERNO FEDERAL, 2019).

2.4 Conceitos básicos tarifários de energia elétrica

O mercado de energia é composto por dois ambientes: Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e Ambiente de Contratação Livre (ACL), também conhecido como mercado livre de energia. No ACR os consumidores, denominados consumidores cativos, compram energia unicamente da concessionária local por preços regulados pela ANEEL. Já no ACL, os clientes, denominados consumidores livres, selecionam livremente o seu fornecedor, bem como todos os serviços relacionados à contratação de energia (AGUIAR, 2008).

Acerca do ACR, este possui dois grandes grupos de consumidores: A e B. A ANEEL é responsável pela separação e classificação das diferentes classes destes clientes, que pagarão pelo uso de energia elétrica de acordo com sua modalidade tarifária, horários de consumo e nível de tensão. Estas informações serão discutidas nas seções seguintes.

2.4.1 Classificação dos consumidores

A ANEEL classifica os consumidores a partir do nível de tensão no qual estão acoplados. Assim, os mesmos podem ser considerados uma unidade consumidora de baixa tensão, também conhecidos como grupo B, onde o fornecimento de tensão é inferior a 2,3 kV e que são cobrados pela energia consumida (tarifa monômnia), ou de alta tensão, denominados grupo A, superior a 2,3 kV em que são cobrados tanto pela demanda quanto pela energia consumida (ANEEL, 2010; ELETROBRAS, 2001).

Com relação aos subgrupos, os consumidores do grupo A são definidos a partir do nível de tensão enquanto o grupo B a qual assistência se destinam. As Figuras 3 e 4 ilustram os subgrupos presentes.

Figura 3 - Subgrupos de alta tensão

Subgrupo A1	• Atendimento em tensão igual ou superior a 230 kV
Subgrupo A2	• Atendimento em tensão de 88 kV a 138 kV
Subgrupo A3	• Atendimento em tensão de 69 kV
Subgrupo A4	• Atendimento em tensão de 2,3 kV a 44 kV
Subgrupo AS	• Atendimento em tensão inferior a 2,3 kV (sistema subterrâneo)

Fonte: ANEEL (2010)

Figura 4 - Subgrupos de baixa tensão

Fonte: ANEEL (2010)

2.4.2 Modalidades Tarifárias

Segundo a ANEEL (2010), modalidade tarifária é um agrupamento de tarifas extensíveis às componentes de consumo de energia elétrica e demanda de potência ativas. O enquadramento por usuário está suscetível a diversos parâmetros que podem enquadrá-lo de forma compulsória ou optativa a outras modalidades.

- **Modalidade tarifária convencional:** aplicada aos consumidores do grupo B e caracterizada por uma única tarifa de consumo de energia, independentemente das horas de utilização ao longo do dia.
- **Modalidade tarifária branca:** aplicada aos consumidores do grupo B e caracterizada por tarifas de consumo de energia diferentes vinculado ao horário de utilização ao longo do dia, sendo vedada a aplicação nas subclasses de baixa renda residencial, iluminação pública e pela modalidade de pré-pagamento.
- **Modalidade tarifária horária verde:** aplicada aos consumidores do grupo A e caracterizada por uma tarifa de consumo e outra de demanda de energia, sendo a de consumo vinculada a valores diferentes de acordo com o horário de utilização ao longo do dia. É aplicada de forma optativa às unidades consumidoras com o nível de tensão menor a 69 kV.

- **Modalidade tarifária horária azul:** aplicada aos consumidores do grupo A e caracterizada por uma tarifa de consumo e outra de demanda de energia, sendo ambas vinculadas a valores diferentes de acordo com o horário de utilização ao longo do dia. É aplicada de forma compulsória às unidades consumidoras com o nível de tensão maior ou igual a 69 kV.

As unidades consumidoras do grupo A também podem optar pelo faturamento com a aplicação da tarifa convencional, disponíveis para o grupo B, contanto que se enquadre em alguns dos critérios (ANEEL, 2021):

- a) O montante das potências nominais dos transformadores da unidade for menor ou igual a 112,5 kVA.
- b) O montante das potências nominais dos transformadores da unidade for menor ou igual a 1125 kVA, no caso da subclasse cooperativa de eletrificação rural.
- c) Se a atividade desenvolvida na unidade consumidora for de exploração de serviços de hotelaria e pousada e estiver situada em área de veraneio ou turismo, neste caso, a potência nominal dos transformadores não é levada em consideração.
- d) Se o local for destinado a prática de atividades esportivas ou parque de exposições agropecuárias possuindo a carga instalada dos refletores utilizados para iluminação for maior ou igual a 2/3 da carga instalada total.

2.4.3 Postos Tarifários

Com o intuito de minimizar os gastos relacionados à energia elétrica, além de evitar um possível sobrecarregamento da rede da distribuidora devido à alta demanda, surge os postos tarifários. Assim, o consumidor irá pagar diferentes valores de tarifa ao longo do dia. Os postos são nomeados como Ponta e Fora Ponta para consumidores do grupo A, existindo também o posto Intermediário para os consumidores do Grupo B. Os períodos são previamente definidos pela distribuidora de energia local.

- **Horário Ponta:** posto tarifário de maior valor com a duração de 3 horas diárias consecutivas. O mesmo não possui vigência nos sábados, domingos e feriados nacionais.

- **Horário Fora Ponta:** posto tarifário de menor valor delimitado pelas horas complementares.
- **Posto Tarifário Intermediário:** tarifa de valor mediano que compreende uma hora anterior e posterior do horário Ponta, totalizando 2 horas não consecutivas.

2.4.4 Demanda

De acordo com a ANEEL (2021), demanda pode ser definida como a média das potências elétricas ativas ou reativas máximas medidas no decorrer de um tempo especificado. Com isso, a Resolução nº 1.000 da ANEEL estabelece os seguintes conceitos no que tange a demanda e potência ativa:

- **Potência ativa:** quantia de energia elétrica requerida por unidade de tempo, em kW.
- **Demanda contratada:** demanda de potência ativa que a distribuidora deve fornecer obrigatoriamente no ponto de conexão, respeitando as condições fixadas em contratos, em kW.
- **Demanda medida:** maior demanda de potência ativa aplicada ou exigida pela carga ou geração, inteirada em períodos de 15 minutos durante o período de faturamento, em kW.

2.5 O sistema de Gestão Energética

2.5.1 Investigação energética

O mercado de energia requer cada vez mais atenção das empresas em geral e seus respectivos gestores, pois é necessário compreender os fatores, tendências e perspectivas energéticas no Brasil e no exterior, sabendo que pode haver uma discrepância entre a oferta e demanda de energia. Diante disso, torna-se fundamental que a gestão energética de uma instalação seja realizada assentando planos de curto, médio e longo prazo (MARQUES et al., 2007).

Para dar início à otimização energética, faz-se um diagnóstico da realidade energética do local em estudo, assim será possível realçar as prioridades, introduzir projetos e acompanhar os

resultados de forma frequente. As instalações novas e as já existentes estão sujeitas a essa avaliação, pois servirá tanto de caráter preventivo quanto de corretivo (MARQUES et al., 2007).

A investigação energética, de uma forma geral, pode ser realizada conforme as etapas descritas na Figura 5.

Figura 5 - Etapas de uma investigação energética



Fonte: Marques et al. (2007)

Percebe-se que esta listagem possui a pretensão de, por meio de uma análise energética, realizar uma separação da situação real (informações encontradas), dos estudos prospectivos (condições a serem atingidas). Com relação à efetivação destas etapas, pode-se fazê-las de forma autônoma e até mesmo por profissionais diferentes. Todavia, a estrutura apresentada é maleável, ou seja, conforme os andamentos das avaliações, pode-se apresentar sugestões e alternativas viáveis para a racionalização dos sistemas elétricos, térmicos e mecânicos (MARQUES et al., 2007).

2.5.2 Análise de investimentos

Diante de um cenário em que a implantação de ações e projetos torna-se preferencial a fim de empreender a gestão e eficiência energética, é imprescindível que os responsáveis pela tomada de decisões analisem a viabilidade dessas intervenções. Segundo Rodrigues et al. (2003), de um ponto de vista econômico, um projeto torna-se viável se o investimento cobrir, no mínimo, seu custo de oportunidade, isto é, o custo do capital que o financia, seja o capital próprio, de terceiros ou ambos.

O gestor de uma instalação deve conhecer os principais métodos e suas respectivas fórmulas com o intuito de deliberar sobre a viabilidade econômica de um novo projeto. Na esfera acadêmica e corporativa destaca-se o valor presente líquido (VPL), o Payback e a taxa interna de retorno (TIR), que serão retratados a seguir.

O VPL, também denominado valor atual líquido (VAL), é o método mais receitado pelos especialistas da área financeira, pois o mesmo leva em consideração o valor temporal do dinheiro (o montante de dinheiro presente hoje não valerá o mesmo amanhã, devido aos juros), não sofre influência de decisões paralelas (preferências do gestor, métodos de contabilização, rentabilidade da atividade atual) e emprega todos os fluxos de caixa futuros gerados pelo projeto. Este método fornece ao investidor a quantia de dinheiro desejado ter no momento para desistir de tal projeto (FONSECA; BRUNI, 2003).

Se o VPL for positivo o projeto pode ser aceito, se for negativo, deve ser rejeitado. O VPL pode ser dado pela Equação 1 (FONSECA; BRUNI, 2003).

$$VPL = \sum_{i=1}^n \frac{C_t}{(1 + TMA)^t} \quad (1)$$

Onde:

C_i = fluxo de caixa futuro da data i

TMA = taxa mínima de atratividade

t = período correspondente ao fluxo de caixa

O método Payback é baseado na representação do tempo de recuperação do montante do investimento inicial. É obtido através do cálculo de quantos anos será necessário para que os fluxos de caixa futuros acumulados se igualem ao do presente. Para este método, são utilizadas duas

formas: Payback simples e Payback descontado. A diferença entre eles está na consideração do valor temporal do dinheiro que, no caso, é o Payback descontado (FONSECA; BRUNI, 2003).

A TIR, também denominada de taxa de retorno de fluxo de caixa atualizado, é um índice que independe da taxa de juros do mercado financeiro. É inerente ao projeto, por isso se sujeita apenas dos fluxos de caixas projetados, remunerando o investimento e tornando nulo o valor presente líquido dos fluxos de caixa. Isto é, é a taxa que iguala o VPL de um projeto a zero (FONSECA; BRUNI, 2003). A TIR pode ser descrita pela Equação 2.

$$0 = - \text{valor do investimento} + \sum_{i=1} \frac{\text{Fluxo de Caixa}_i}{1 + (TIR)^i} \quad (2)$$

Com a TIR encontrada, deve-se fazer uma comparação com a taxa de desconto no momento da decisão do investimento. Para o projeto estudado torna-se viável, a TIR deverá ser maior que o custo de oportunidade (FONSECA; BRUNI, 2003). Assim temos como preceito geral:

$TIR > \text{taxa de desconto} \rightarrow \text{Investimento viável}$

$TIR = \text{taxa de desconto} \rightarrow \text{Investimento indiferente}$

$TIR < \text{taxa de desconto} \rightarrow \text{Investimento inviável}$

Este critério fornece o mesmo produto que o método do VPL. Assim, temos:

$TIR > \text{taxa de desconto} \rightarrow \text{VPL positivo}$

$TIR = \text{taxa de desconto} \rightarrow \text{VPL nulo}$

$TIR < \text{taxa de desconto} \rightarrow \text{VPL negativo}$

Conclui-se que a TIR é uma taxa que depende puramente do montante e da data de ocorrência dos fluxos de caixa do projeto (FONSECA; BRUNI, 2003).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Tipo de pesquisa

Este trabalho tem como finalidade abordar métodos que visam tornar as edificações públicas mais eficientes de um ponto de vista energético através de uma gestão de energia de qualidade.

Com base neste objetivo, a classificação de pesquisa para execução deste trabalho foi definida como pesquisa exploratória. Segundo Selltiz et al. (1967 apud GIL, 2002, p.41), esse tipo de pesquisa tem como principal propósito o aperfeiçoamento de ideias e que, por ser bastante flexível, possibilita considerações variadas a respeito do tema estudado.

3.2 Coleta de dados

Para a coleta de dados foram utilizados dois métodos: pesquisa bibliográfica e estudo de caso. Nos dois tipos, utilizou-se a abordagem tanto a qualitativa quanto a quantitativa.

A pesquisa bibliográfica foi proveniente de dados coletados em dissertações, diretrizes e legislações pertinentes ao assunto abordado, com o intuito de discorrer sobre os métodos descritos no desenvolvimento deste trabalho.

Com relação à aplicação do método de estudo de caso, este visou executar as propostas descritas no desenvolvimento. Assim, realizou-se uma análise técnico-econômica para verificar a viabilidade da aplicação dos mesmos. O estudo de caso foi realizado na sede da Prefeitura Municipal da cidade de Goiatins, localizada na região norte do estado do Tocantins.

3.3 Tratamento e análise de dados

A partir da pesquisa bibliográfica, identificou-se e desenvolveu-se de forma coesa medidas pertinentes para gestão e eficiência energética no desenvolvimento do presente trabalho. Com relação ao estudo de caso, o tratamento de dados foi executado mediante planilhas elaboradas no Excel, resultando na criação de tabelas e gráficos. Primeiramente, foi feita uma análise dos dados coletados no local. Em seguida, efetuou-se uma consulta dos métodos de modo a aplicá-los.

Com a implementação das ações, examinaram-se os resultados tanto técnicos quanto financeiros. A respeito do cálculo da viabilidade econômica, foram utilizadas ferramentas de estudo econômico, como o VPL, o Payback descontado e a TIR.

4 MEDIDAS DE GESTÃO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES PÚBLICAS

4.1 Enquadramento do contrato de demanda e tarifa de energia

Para dar início a eficiência energética em uma edificação pública, faz-se necessário uma análise sobre a estrutura tarifária presente bem como a viabilidade de modificação da mesma.

Caso a edificação pública em estudo seja de baixa tensão, pode-se considerar a adesão da Tarifa Branca que, segundo a ANEEL (2015), pode diminuir os gastos relacionados à energia elétrica, além de evitar um possível sobrecarregamento da rede da distribuidora devido à existência dos postos tarifários Ponta (P), Fora Ponta (FP) e intermediário (I), que são definidos pela distribuidora de energia e possuem horários distintos.

É imprescindível que a unidade consumidora realize um estudo sobre seu perfil de consumo antes de adotar a Tarifa Branca, delimitando os horários em que há maior demanda de energia. Caso a edificação pública de baixa tensão tenha um consumo elevado nos horários P, é recomendado manter-se na Tarifa Convencional. Salienta-se também que o processo de adesão desta modalidade tarifária é gratuito (ANEEL, 2015).

Com relação às edificações públicas de alta tensão, faz-se necessário analisar em qual modalidade tarifária é mais adequada para a edificação, pois o perfil de consumo de energia elétrica depende de vários fatores, previsíveis ou não, em uma edificação. As modalidades disponíveis são a horo-sazonal verde, azul ou ainda, em alguns casos, a convencional aplicada aos consumidores do grupo B.

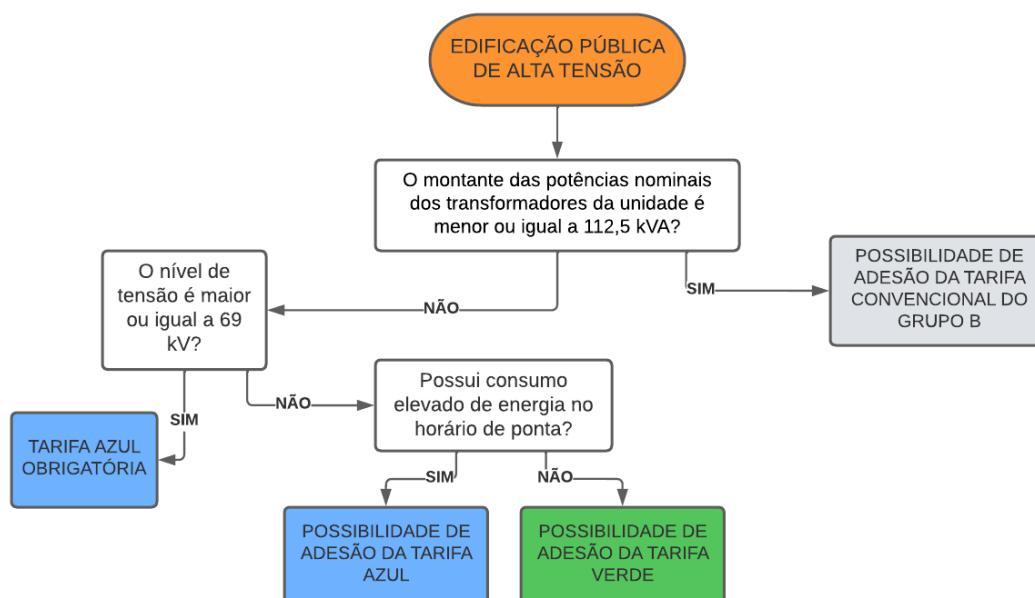
O sistema horo-sazonal é caracterizado pela aplicabilidade de diferentes tarifas diretamente ligadas ao horário do dia ou período do ano. Possui como propósito fornecer ao consumidor a possibilidade de consumir energia elétrica nos horários fora ponta e em períodos onde a ocorrência de chuvas é mais elevada, barateando este recurso, promovendo também, a racionalização (CARÇÃO, 2011).

Os consumidores do grupo A ainda podem optar pelo sistema de faturamento convencional, modalidade aplicada ao grupo B, desde que siga os critérios pré-determinados pela ANEEL, desta

forma, a edificação pública não estará sujeita a diferentes valores de tarifas ao longo dia, podendo baratear seu consumo de energia.

Como critério geral, tem-se a Figura 6 como orientação para escolha da estrutura tarifária.

Figura 6 - Modalidades tarifárias de alta tensão



Fonte: ANEEL (2021); MP (2015)

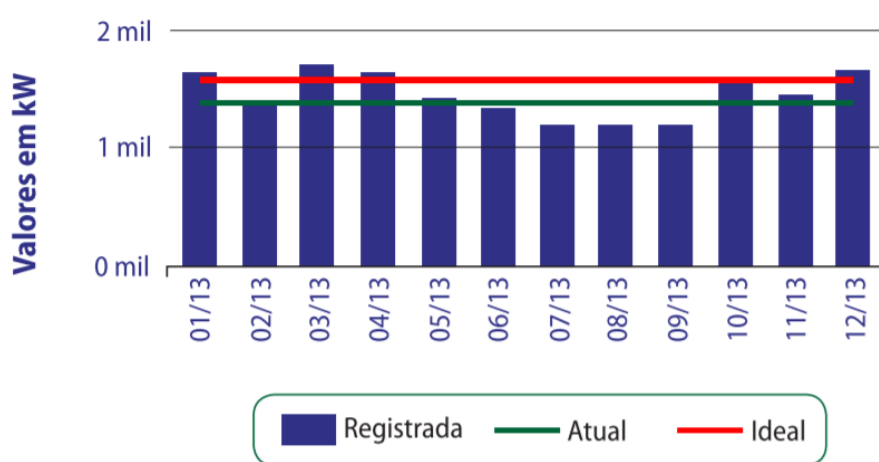
No que tange a contratação de demanda para as edificações públicas do grupo A, é importante salientar que um contrato devidamente ajustado impede gastos dispensáveis, pois o valor final da conta de energia é composto também pela parcela de demanda ultrapassada da previamente estabelecida. A ultrapassagem é um valor cobrado a mais na conjuntura em que a demanda medida excede em mais de 5% a demanda contratada (ANEEL, 2021).

As alterações dos contratos de demanda, sejam elas de aumento ou redução, devem ser solicitadas a distribuidora de energia. Com relação ao aumento de demanda, é necessário a requisição com o prazo de antecedência de 15 a 30 dias, seguindo os critérios dispostos, para unidades consumidoras menores do que 69 kV; e 45 dias para as demais unidades. Já para a redução de demanda, o prazo se estende a 90 dias para o subgrupo AS ou A4 e 180 dias para os demais (ANEEL, 2021).

Depreende-se que, a edificação pública estará com o contrato devidamente ajustado se os valores de demanda de potência contratada e medida mensalmente estejam com valores próximos

ou iguais. Para isso, deve-se analisar contas de energia anteriores e traçar a linha de igualdade entre os números avaliados (ELETROBRAS, 2011; MP, 2015). A Figura 7 ilustra um exemplo de contrato desajustado para fins de estudo e aplicação, nota-se que a atual demanda contratada, representada pela linha verde, é constantemente ultrapassada, resultando em supérfluos relacionados à tarifa de ultrapassagem. Por fim, tem-se a linha vermelha, demonstrando que seria ideal o aumento do valor em kW deste contrato de demanda.

Figura 7 - Contrato desajustado de demanda



Fonte: MP (2015)

4.2 Análise de troca de equipamentos elétricos energeticamente ineficientes

Os sistemas de iluminação e os aparelhos de ar-condicionado regem a maior parte do consumo de energia elétrica de uma edificação pública, conforme a Figura 2 presente na seção 2.3.2. Por isso, serão apresentadas medidas de eficiência energética destes equipamentos a fim de aprimorar o desempenho energético em edificações públicas.

4.2.1 Análise do sistema de iluminação

A iluminação é definida como um sistema que converte energia elétrica em energia luminosa, de modo a fornecer um ambiente apropriado visualmente para realizações de tarefas a

ele submetidas. Por isso, tendo em vista a gestão e eficiência energética, é imprescindível que essa conversão seja feita utilizando a menor quantidade de energia possível, garantindo que as condições visuais e de conforto não sejam afetadas negativamente (LOUÇANO, 2009).

Uma das formas de avaliação de um sistema de iluminação é ter conhecimento das características e condições dos componentes utilizados, dessa forma, o mesmo deve fornecer luminosidade de qualidade de forma eficiente.

No mercado atual, os diodos emissores de luz (LEDs) representam a melhor alternativa de adesão. Segundo o fabricante Solelux (2022), a economia diante da utilização de LEDs pode chegar a 95%. Apesar de apresentar um valor de custo mais elevado, este tipo de lâmpada fornece o retorno do investimento inicial (Payback) rapidamente fomentando sua viabilidade econômica devido aos seguintes fatores:

- **Consumo de energia das lâmpadas:** 01 lâmpada fluorescente tubular de 40 watts (W) pode ser substituída por 01 lâmpada LED de 18 W resultando na economia de 22 W por hora.
- **Despesas com reposição:** a lâmpada LED (7ª geração) apresenta vida útil de cerca de 70 mil horas enquanto a fluorescente compacta e tubular apresenta, respectivamente, 10 e 7 mil horas.
- **Consumo dos ares-condicionados:** a lâmpada LED apresenta baixa emissão de calor (transformação de energia elétrica em joule), conseqüentemente, demandará menos a refrigeração do local. Estima-se que, a cada 3,5 W de energia abatida resulta em uma economia de 1 W no consumo do ar-condicionado.
- **Descarte:** não há necessidade de um descarte especial com relação à lâmpada LED devido a inexistência de metais pesados em sua composição, vantagem em relação as lâmpadas fluorescentes.

Desta forma, têm-se os seguintes passos para a análise do sistema de iluminação em edificações públicas:

1. Levantamento dos dados gerais do local em estudo;
2. Levantamento de quais lâmpadas são utilizadas;
3. Quantificação do consumo das lâmpadas presentes;

4. Avaliação dos dispositivos sobre a possibilidade de troca por lâmpadas LED, bem como a análise de quais serão mantidos;
5. Avaliação técnico-econômica dos materiais necessários e mão de obra;
6. Elaboração de conclusões e recomendações.

4.2.2 Análise do sistema de climatização

O conforto térmico bem como a qualidade do ar são coeficientes significativos no que diz respeito à qualidade de ambientes, influenciando diretamente na produtividade dos trabalhadores presentes (ROELOFSEN, 2002). Por isso, torna-se imprescindível a aplicação da eficiência energética nos aparelhos de ar condicionado, visto que, além de fornecerem bem-estar às pessoas ligadas à edificação, representam quase metade do consumo de energia em uma edificação pública.

Uma das formas de avaliação destes aparelhos é a partir da consulta do Selo Procel de Economia de Energia. Esta ferramenta, criada pelo PROCEL, possui como propósito fornecer ao consumidor de maneira clara e eficaz o conhecimento sobre a eficiência dos equipamentos e eletrodomésticos disponíveis no mercado, ou seja, a identificação daqueles que consomem menos energia.

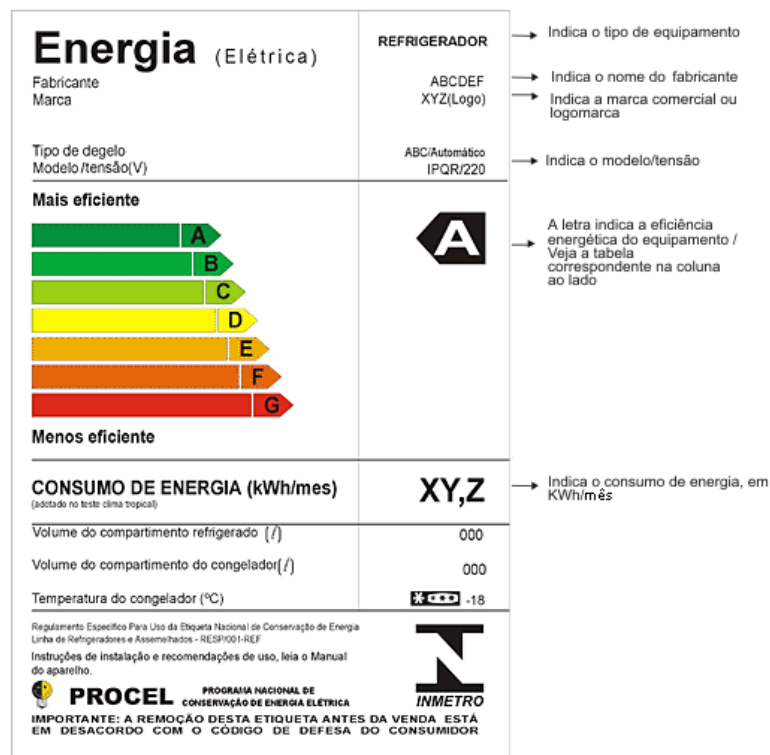
Figura 8 - Selo Procel



Fonte: Eletrobras (2022)

Gerenciado pelo INMETRO, em parceria com o selo Procel, está o PBE, que disponibiliza etiquetas determinadas a partir de categoriais quanto ao desempenho dos equipamentos elétricos, sendo a categoria A, a mais eficiente (ELETROBRAS, 2022). A Figura 9 ilustra um exemplo de etiqueta de para dispositivos elétricos e suas respectivas características.

Figura 9 - Etiqueta de Eficiência Energética



Fonte: ME (2021)

Atualmente, no quesito modelo de ar-condicionado, o tipo split é o mais presente no mercado. O mesmo é conhecido pela divisão da evaporadora (unidade interna) e condensadora (unidade externa), melhorando o conforto acústico.

Com o intuito de impulsionar a economia energética dos aparelhos split surgiu-se a tecnologia inverter ou VRF (Volume de Refrigerante Variável). Seu funcionamento baseia-se de maneira análoga ao split convencional. Todavia, o seu compressor nunca é desligado. Desse modo, há um controle de velocidade no motor do compressor do ar-condicionado, fazendo com que o mesmo funcione em velocidades baixas. Estima-se que a eficiência energética da tecnologia inverter varia de 40 a 60% a mais que o split convencional.

Tendo em vista o custo de aquisição de aparelhos de climatização mais eficientes, é necessário apurar a viabilidade técnico-econômica a partir da análise de aparelhos são utilizados atualmente, se estão em pleno funcionamento e por fim averiguar a possibilidade de troca, podendo ela ser no cenário atual ou em algum cenário futuro. Com isso, têm-se os seguintes passos para análise dos ares-condicionados:

1. Levantamento dos dados gerais do local em estudo;
2. Levantamento de quais aparelhos de ar-condicionado são utilizados;
3. Quantificação do consumo dos ares-condicionados presentes;
4. Avaliação dos aparelhos sobre a possibilidade de troca para ares-condicionados com tecnologia inverter ou outro mais eficiente, bem como a análise de quais serão mantidos;
5. Avaliação técnico-econômica dos materiais necessários e mão de obra;
6. Elaboração de conclusões e recomendações.

4.3 Conscientização dos usuários quanto ao uso da energia elétrica

As medidas de conscientização no que tange aos usuários que usufruem da energia elétrica nas edificações públicas têm como propósito instruir estes quanto ao uso eficiente e racional deste recurso. Apesar de muitas vezes postergadas, estas práticas são imprescindíveis, visto que mesmo com a apresentação e investimento de novas intervenções, estas podem não apresentar retornos esperados devido à falta de treinamento dos usuários (ALVAREZ, 1998).

Ainda que os indivíduos se encontrem entre os aspectos que afetam diretamente o uso de energia elétrica em edificações, há uma dispersão de compromisso diante dos efeitos causados por suas ações, isso, pois, não são responsáveis pelo pagamento direto das contas de energia (JAZIZADEH et al. 2012). Nas edificações públicas, destacam-se como os usuários os próprios servidores, os agentes públicos e, indiretamente, a população em geral.

Para que os indivíduos utilizem a energia elétrica de forma mais eficiente, é preciso primeiramente que os mesmos possuam conhecimento das ações. Desta forma, terão responsabilidade sobre suas escolhas e saberão as consequências de seus novos hábitos. Isso se estende tanto ao contexto econômico quanto ambiental (GYBERG; PALM, 2009).

A Tabela 3 apresenta ações práticas que os indivíduos presentes em edificações públicas podem adotar visando à diminuição do consumo de energia elétrica e consequentemente,

aumentando a eficiência energética. Os dados foram retirados do decreto nº 10.779, de 25 de agosto de 2021, que visa a redução do consumo de energia elétrica.

Tabela 3 - Ações de eficiência energética

Iluminação	▪ Desligar a iluminação dos locais que não estiverem em uso; ▪ Não utilizar iluminação elétrica quando estiver disponível iluminação natural; ▪ Utilizar sensores de presença em locais de baixa movimentação, como corredores, garagens e banheiros; ▪ Manter lâmpadas e luminárias limpas de modo a garantir o maior aproveitamento da iluminação.
Climatização	▪ Limitação do resfriamento a 24°C e de aquecimento a 20°C; ▪ Desligar o aparelho de ar-condicionado quando o ambiente estiver desocupado; ▪ Manter as portas e as janelas fechadas quando o aparelho de ar-condicionado estiver ligado; ▪ Aproveitar apenas a ventilação natural nos dias com temperaturas amenas.
Computadores e Impressoras	▪ Programar o computador para o menor consumo de energia elétrica possível quando deixar de ser utilizado por alguns minutos; ▪ Desligar o monitor, a impressora, o estabilizador, a caixa de som, o microfone e outros acessórios sempre que não estiverem em uso.
Elevadores	• Utilizar, sempre que possível, as escadas para acesso aos primeiros pavimentos e para subir ou descer poucos andares; • Acionar apenas um elevador.

Fonte: Brasil (2021)

5 ESTUDO DE CASO E RESULTADOS

5.1 Apresentação do local de estudo

Goiatins é um município brasileiro localizado ao norte do estado do Tocantins com uma população de aproximadamente 13 mil habitantes. Dentre as edificações públicas de responsabilidade municipal, a sede da Prefeitura Municipal foi escolhida devido seu alto consumo mensal de energia elétrica. A Figura 10 ilustra a fachada da edificação.

Figura 10 - Fachada da Prefeitura Municipal de Goiatins



Fonte: Cedido pela prefeitura (2022)

5.2 Resultados por enquadramento do contrato de demanda e tarifa de energia

A partir dos dados adquiridos por meio da prefeitura, constatou-se a modalidade tarifária da edificação, bem como seu consumo, apresentados na Tabela 4. O consumo médio foi calculado a partir da média aritmética simples das 12 últimas faturas de energia. Verificou-se também, para fins de conhecimento do perfil de consumo, que o horário de funcionamento do local é das 7:00 às 13:00.

Tabela 4 - Características do fornecimento e consumo de energia elétrica da edificação

Edificação pública	Prefeitura Municipal De Goiatins
Grupo/Subgrupo	Convencional Baixa Tensão - B3
Classe/Subclasse	Poder Público
Ligação	Trifásico
Consumo Médio (kWh)	2495,00
Horário de funcionamento	7:00 – 13:00 Segunda à Sexta

Fonte: Elaboração própria (2022)

A tarifação de energia desta unidade consumidora, conforme apresentada na Seção 2.4.1, é composta apenas pela parcela de consumo. Portanto, as tarifas aplicadas pela concessionária local, Energisa Tocantins (ETO), em conformidade com a Resolução Homologatória nº 2.889, de 29 de junho de 2021, estão expressas na Tabela 5. A partir das análises das faturas de energia, determinaram-se os valores das tarifas com impostos para desenvolver cálculos mais concretos.

Tabela 5 - Tarifas de energia elétrica da concessionária ETO

Tarifa Baixa Tensão – B3	Valor da tarifa (R\$/kWh)	Valor da tarifa com impostos (R\$/kWh)
Convencional	0,66799	0,92525
Branca (Ponta)	1,65287	2,28939
Branca (Intermediário)	1,03050	1,42734
Branca (Fora Ponta)	0,54188	0,75055

Fonte: ANEEL (2021)

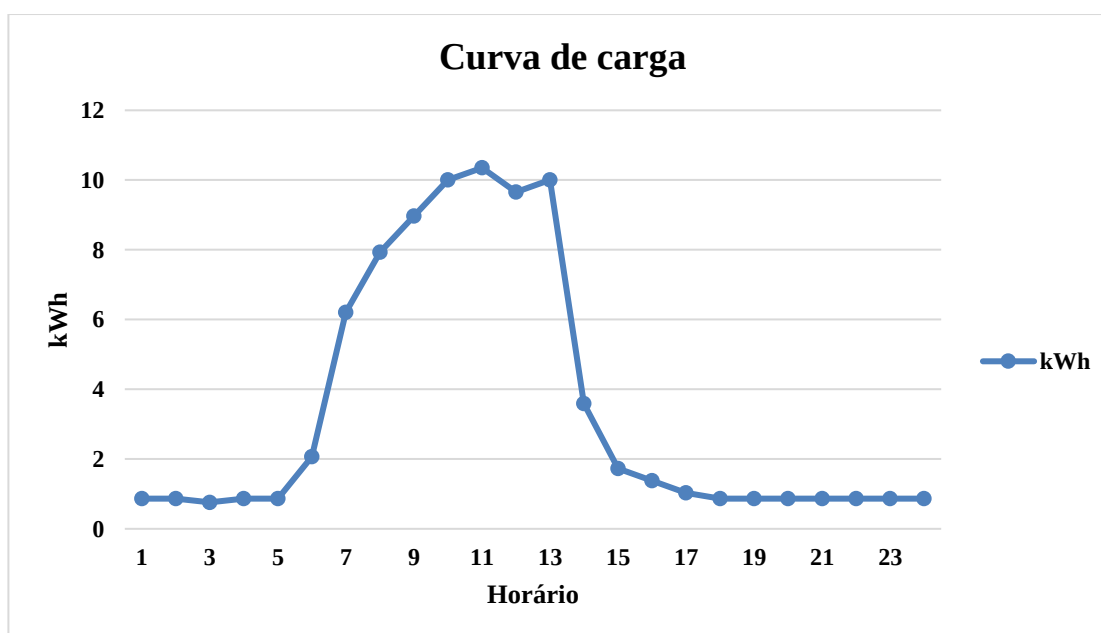
Como pode ser observado na Tabela 5, as tarifas de cada modalidade apresentam valores consideravelmente distintos. A Tarifa Branca no seu horário fora ponta é 18,88% menor que a tarifa convencional. Em contrapartida, as tarifas do horário intermediário e ponta são, respectivamente, 54,27% e 147,44% maiores.

Em síntese, infere-se que caso a unidade consumidora possua a possibilidade de concentrar suas atividades no horário fora ponta evitando assim, os horários intermediários e fora ponta, pode-se haver uma diminuição da conta de energia com a contratação da tarifa branca. O estudo de caso apontado demonstra potencial de adoção da tarifa, pois possui suas atividades concentradas em horário comercial, isto é, finalizam suas atribuições até no máximo às 18:00.

Para o estudo da aplicabilidade da tarifa branca faz-se necessário determinar uma estimativa da curva de carga do local em análise. Segundo o estudo realizado e publicado por Francisquini (2006), a curva de carga deste tipo de consumidores é representada por uma maior demanda durante o horário comercial, apresentando um declive no horário no almoço. Horários fora do comercial são marcados pelo baixo consumo marcado apenas por iluminação e refrigeração.

À vista disso, obteve-se uma previsão da curva de carga do local de estudo, ilustrada da Figura 11.

Figura 11- Curva de carga do estudo de caso



Fonte: Elaboração própria (2022)

A partir da análise do gráfico da Figura 11 e das tarifas apresentadas na Tabela 5, elaborou-se a análise de consumo para a modalidade tarifária branca, descrita na Tabela 6. Segundo informações da concessionária ETO (2022), o horário de ponta compreende das 18:00 às 20:59, enquanto os horários intermediários das 17:00 às 17:59 e das 21:00 às 21:59.

Por meio da Tabela 6, apresenta-se uma economia na adesão da tarifa branca de 12,45%, equivalente a cerca R\$277,60. Com isso, tem-se que a edificação em estudo poupará R\$3.331,20 anualmente, dado que o processo de adesão desta modalidade tarifária é gratuito.

Tabela 6 - Análise de consumo para modalidade tarifária branca

	Consumo total (kWh)	Valor Tarifa	Total
Tarifa Convencional	2.495	R\$0,92525	R\$ 2.308,50
FATURA TOTAL			R\$ 2.308,50
Tarifa de Ponta	77,62	R\$2,28939	R\$ 177,71
Tarifa Intermediária	56,92	R\$1,42734	R\$ 81,25
Tarifa Fora Ponta	2360,92	R\$0,75055	R\$ 1.771,92
FATURA TOTAL			R\$ 2.030,90

Fonte: Elaboração própria (2022)

5.3 Resultados por troca de equipamentos elétricos energeticamente ineficientes

5.3.1 Sistema de Iluminação

Para a análise do sistema de iluminação da edificação em estudo, coletou-se a quantidade e a potência de cada lâmpada e, para determinação do consumo mensal, atribuiu-se que cada lâmpada fique ligada por aproximadamente 6 horas diárias 22 dias ao mês. A Tabela 7 apresenta as informações coletadas.

Tabela 7 - Sistema de iluminação existente

Sistema existente	Quantidade de lâmpadas	Potência total (W)	Consumo mensal (kWh)
Lâmpada LED T80 20 W	4	80	10,56
Lâmpada LED TKL 9 W	4	36	4,752
Lâmpada fluorescente 865 20 W	3	60	7,92
Lâmpada fluorescente TKS 45 W	10	450	59,4
Lâmpada fluorescente E25.2 25 W	4	100	13,2
TOTAL			95,832

Fonte: Elaboração própria (2022)

Com os dados apresentados na Tabela 7, observa-se que a edificação já faz o uso de lâmpadas LED, todavia ainda apresenta parte de sua iluminação proveniente de lâmpadas fluorescentes, demonstrando potencial de economia.

Neste âmbito, a Tabela 8 expõe o sistema de iluminação proposto. Nela, apresenta-se a quantidade de lâmpadas LED e suas especificações, as quais substituirão as lâmpadas fluorescentes existentes, mantendo o padrão de iluminação. Visando a economia, as luminárias serão mantidas. As linhas em verde representam as lâmpadas que serão mantidas e em rosa as que serão trocadas.

Tabela 8 - Sistema de iluminação proposto

Sistema proposto	Quantidade de lâmpadas	Potência total (W)	Consumo mensal (kWh)
Lâmpada LED T8 20 W	4	80	10,56
Lâmpada LED TKL 9 W	4	36	4,752
Lâmpada LED TKL 10 W	3	30	3,96
Lâmpada LED T80 20 W	10	200	26,4
Lâmpada LED TKL 10 W	4	40	5,28
TOTAL			50,952

Fonte: Elaboração própria (2022)

Com os dados apresentados na Tabela 8, estima-se que a substituição das lâmpadas fluorescentes por LEDs acarreta uma redução no consumo mensal de 46,83% que equivale a 44,88 kWh. A Tabela 9 demonstra os custos de investimento total necessário para a execução do sistema de iluminação proposto com os dados da tabela 8.

Com relação ao material necessário, uma pesquisa de mercado foi realizada para a determinação do custo médio da lâmpada LED T80 20W. Já a lâmpada LED TKL 10 W, o valor base foi retirado do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) de abril de 2022.

A determinação do custo geral com a mão de obra foi contabilizada a partir do valor por hora de serviço prestado de um eletricitista. Os valores base para o cálculo também foram retirados do SINAPI. Supondo que o tempo necessário para trocar cada lâmpada seja de aproximadamente 2 minutos, serão necessários cerca de 34 minutos para as 17 lâmpadas.

Tabela 9 - Investimento inicial para o sistema de iluminação

Descrição	Quantidade	Valor unitário	Investimento
Lâmpada LED TKL 10 W	7 unidades	R\$10,00	R\$70,00
Lâmpada LED T80 20W	10 unidades	R\$20,11	R\$201,10
Eletricista	0,56 horas	R\$21,48	R\$12,02
TOTAL			R\$283,12

Fonte: Caixa Econômica Federal (2022)

Para o cálculo da viabilidade econômica do sistema proposto, primeiramente, considerou-se a tarifa de energia com impostos de abril de 2022 no valor de R\$0,92525 por kWh na tarifa convencional. Assim, sabendo que a substituição das lâmpadas fluorescentes pelas lâmpadas LED proporcione uma eficiência 44,88 kWh, a economia mensal é de R\$41,52.

Com o auxílio do Excel, foram mensurados 3 indicadores de viabilidade econômica dispostos na seção 2.5.2, sendo eles o VPL, a TIR e o Payback descontado. Adotou-se como TMA a taxa básica de juros, conhecido como taxa Selic (Sistema Especial de Liquidação e Custódia). Segundo o Banco Central do Brasil (2022), em maio de 2022 o mercado passa a prever Selic a 12,75%. A partir da Equação 1 e 2, obtiveram-se os valores de fluxo de caixa, expressos na Tabela 10.

Tabela 10 - Viabilidade do projeto do sistema de iluminação

Investimento Inicial	R\$283,12
Economia Mensal	R\$41,52
Economia Anual	R\$498,24
Taxa Selic Anual	12,75%

ANO	Fluxo de caixa simples	VPL acumulado
0	-R\$283,12	-R\$283,12
1	R\$498,24	R\$158,78
2	R\$498,24	R\$550,71
3	R\$498,24	R\$898,31
4	R\$498,24	R\$1.206,61
5	R\$498,24	R\$1.480,05
TIR	175%	
Payback descontado	0,6 anos ou 7,25 meses	
VPL	R\$4.011,34	

Fonte: Elaboração própria (2022)

Considerando um horizonte de análise de 5 anos, o Payback descontado do projeto é de aproximadamente 0,6 anos ou 7,25 meses. Conforme descrito na seção 2.5.2, com a TIR apresentando um valor maior que a taxa mínima de atratividade, neste caso a Selic, juntamente com o VPL positivo, o projeto é economicamente viável.

5.3.2 Sistema de Climatização

No que tange ao sistema de climatização, a edificação em estudo apresentou diferentes modelos de diferentes padrões de eficiência energética. As Figuras 12 e 13 ilustram alguns exemplos dos ares-condicionados presentes.

Figura 12 - Exemplo de ar-condicionado tipo Split existente



Fonte: Cedido pela prefeitura (2022)

Figura 13 - Exemplo de ar-condicionado tipo Janela existente



Fonte: Cedido pela prefeitura (2022)

Percebe-se que a Figura 12 expõe um equipamento com o selo Procel descrito na seção 4.2.2, indicando uma boa eficiência energética. Já a Figura 13 ilustra um equipamento aparentemente antigo, além de demonstrar que o local onde está instalado apresenta fendas que possam dificultar a conservação da temperatura do ambiente, aumentando o consumo de energia.

A Tabela 11 apresenta as informações dos sistemas de climatização existente no local de estudo. Coletou-se a quantidade e a potência de cada equipamento e, para determinação do

consumo mensal, atribuiu-se que cada ar-condicionado funcione em média 6 horas diárias durante 22 dias ao mês, devido ao perfil de funcionamento da edificação.

Tabela 11 - Sistema de climatização existente

Sistema Existente	Quantidade	Potência (W)	Consumo mensal (kWh)
Ar-condicionado 7.500 BTUs tipo Janela	1	527	69,564
Ar-condicionado 7.000 BTUs tipo Janela	1	720	95,04
Ar-condicionado 12.000 BTUs tipo Split	1	1085	143,22
Ar-condicionado 12.000 BTUs tipo Split	1	730	96,36
Ar-condicionado 12.000 BTUs tipo Split	1	687	90,684
Ar-condicionado 9.000 BTUs tipo Split	1	570	75,24
Ar-condicionado 10.000 BTUs tipo Janela	1	680	89,76
TOTAL			659,868

Fonte: Elaboração Própria (2022)

Com os dados e fotos obtidas a partir da prefeitura, constatou-se que os aparelhos foram comprados de forma esporádica e que alguns deles foram adquiridos em menos de dois anos. Neste âmbito, apresenta-se uma proposta de troca dos aparelhos mais antigos por novos modelos com a tecnologia inverter, mantendo a capacidade de refrigeração. Estas informações estão contidas na Tabela 12. As linhas em verde representam os aparelhos de ar-condicionado que serão mantidos e em rosa os que serão trocados.

A base de dados para determinação do consumo mensal dos novos aparelhos foi a tabela de eficiência energética dos produtos aprovados pelo PBE disponibilizado pelo ME.

Tabela 12 - Sistema de Climatização proposto

Sistema Proposto	Quantidade	Potência nominal (W)	Consumo mensal (kWh)
Ar-condicionado 7.500 BTUs tipo Janela	1	527	69,564
Ar-condicionado 7.000 BTUs tipo Split inverter	1	444	58,608
Ar-condicionado 12.000 BTUs tipo Split	1	1.085	143,22
Ar-condicionado 12.000 BTUs tipo Split	1	730	96,36
Ar-condicionado 12.000 BTUs tipo Split	1	687	90,684
Ar-condicionado 9.000 BTUs tipo Split	1	570	75,24
Ar-condicionado 10.000 BTUs tipo Split inverter	1	600	79,2
TOTAL			612,876

Fonte: ME (2022)

Com os dados apresentados na Tabela 12, a substituição dos aparelhos atuais por aparelhos com a tecnologia inverter acarreta uma redução no consumo mensal de 47 kWh. A Tabela 13 demonstra os custos de investimento total necessário para a troca dos aparelhos de ar-condicionado.

A determinação do custo geral com a mão de obra foi contabilizada a partir do valor por hora de serviço prestado de um mecânico de refrigeração e um ajudante especializado. Os valores base para o cálculo foram retirados do SINAPI.

Tabela 13 - Investimento inicial do sistema de climatização

Descrição	Quantidade	Custo unitário	Investimento
Ar-condicionado 7.000 BTUs tipo Split inverter	1	1290	R\$1.290,00
Ar-condicionado 10.000 BTUs Tipo Split inverter	1	1970,22	R\$1.970,22
Acessórios Para Instalação	2	80,53	R\$161,06
Mecânico de refrigeração	4,68	21,36	R\$99,96
Ajudante especializado	4,68	17,66	R\$82,64
TOTAL			R\$3.603,88

Fonte: Caixa Econômica Federal (2022)

Para o cálculo da viabilidade econômica do sistema proposto, utilizou-se o mesmo critério da seção 5.3.1. No que tange a economia mensal, a troca dos aparelhos de ar-condicionado acarreta uma economia mensal de 47 kWh, equivalente a R\$43,48.

Com o auxílio do Excel, foram mensurados 3 indicadores de viabilidade econômica dispostos na seção 2.5.2, sendo eles o VPL, a TIR e o Payback descontado. A partir da Equação 1 e 2, obtiveram-se os valores de fluxo de caixa, expressos na Tabela 14.

Tabela 14 - Viabilidade do projeto de climatização

Investimento Inicial	R\$3.603,88
Economia Mensal	R\$43,48
Economia Anual	R\$521,76
Taxa Selic Anual	12,75%

ANO	Fluxo de caixa simples	VPL acumulado
0	-R\$3.603,88	-R\$3.603,88
1	R\$521,76	-R\$3.111,65
2	R\$521,76	-R\$2.647,29
3	R\$521,76	-R\$2.645,77
4	R\$521,76	-R\$2.232,49
5	R\$521,76	-R\$1.842,60
6	R\$521,76	-R\$1.842,51
7	R\$521,76	-R\$1.842,51
8	R\$521,76	-R\$1.515,15
9	R\$521,76	-R\$1.206,32
10	R\$521,76	-R\$914,97
TIR	7%	
Payback descontado	>30 anos	
VPL	-R\$16.083,67	

Fonte: Autoria Própria (2022)

Considerando um horizonte de análise de 10 anos, o projeto apresentou o valor da TIR menor que a taxa mínima de atratividade e, consequentemente, o VPL negativo. No tocante ao Payback descontado, o tempo de retorno mostrou superior ao valor da vida útil destes aparelhos. Desta forma, o projeto é considerado economicamente inviável.

5.4 Resultados por conscientização dos usuários quanto ao uso da energia elétrica

Apesar das seções 5.2 e 5.3.1 demonstrarem resultados de viabilidade econômica, é imprescindível que os usuários ligados ao local de estudo colaborem ativamente para garantir resultados satisfatórios de eficiência energética.

Com relação à adesão da tarifa branca descrita na seção 5.2, é fundamental que as pessoas responsáveis por fechar o local no fim do expediente garantam que o mínimo de aparelhos elétricos esteja conectado à energia, além de lâmpadas acesas.

No que tange as ações de eficiência energética, avisos, cartazes e adesivos educativos próximos aos equipamentos elétricos são alternativas de baixo custo que podem chamar atenção dos indivíduos e trazem resultados satisfatórios. Os corredores, tendo um exemplo ilustrado na Figura 14, também são locais apropriados devido à alta circulação.

Figura 14 - Corredor principal da Prefeitura de Goiatins



Fonte: Cedido pela prefeitura (2022)

Aplicando os atos descritos na Tabela 10, recomenda-se que a edificação pública em estudo aplique todos aqueles ligados à iluminação, climatização, computadores e impressoras.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No cenário nacional, a matriz energética brasileira é formada predominantemente por fontes de energias renováveis, sendo o destaque a fonte hidráulica. Todavia, esta é dependente dos reservatórios das hidrelétricas que são frequentemente afetados pela demanda de chuva. À vista disso, percebe-se que nas últimas décadas políticas públicas com o intuito de promover a eficiência e reduzir o consumo de energia nos setores brasileiros são imprescindíveis para equilibrar a razão entre a oferta e a demanda de energia.

No âmbito das edificações públicas, ficou demonstrado que a aplicação das medidas de eficiência energética possui importância tanto social, quanto econômica, dado que é dever da administração usufruir dos recursos públicos da melhor maneira possível, sendo que estes são provenientes da população.

O presente trabalho revelou o potencial de economia de energia existente nas edificações públicas, pois há diversas maneiras práticas para a obtenção de resultados satisfatórios de quanto à eficiência energética, sejam por análises detalhadas das tarifas de energia e equipamentos elétricos quantas ações dos usuários que fazem o uso do local.

Evidencia-se no estudo de caso que a análise detalhada das tarifas disponíveis para cada categoria de consumidor pode ofertar uma economia aparente, além de não necessitar de um investimento inicial, apenas a solicitação da concessionária local.

Esclareceu-se também no estudo que o investimento em aparelhos energeticamente eficientes proporciona vantagem econômica, como a aquisição de lâmpadas LEDs. Já no sistema de climatização, mesmo que tenha demonstrando inviabilidade, recomenda-se que ao final da vida útil dos presentes equipamentos, realiza-se a troca para os aparelhos de ar-condicionado com tecnologia inverter.

É possível inferir também que, o comportamento dos usuários ligados ao local impacta diretamente no bom resultado da mudança tarifária e troca de equipamento, pois estes terão a responsabilidade de administrar o consumo de energia e consequentemente, garantir a economia prevista ou próxima a ela.

Por fim, com o intuito de fomentar a eficiência energética após a aplicação das ações práticas descritas no presente trabalho, recomenda-se que a edificação pública estude a possibilidade de adesão da geração fotovoltaica, isto pois, além de diminuir os gastos da fatura de energia elétrica, contribui para um desenvolvimento sustentável.

Considerando a diversidade de ações que promovam a gestão energética em edificações públicas, sugere-se para trabalhos futuros a aplicação das medidas em outros setores públicos, como o de educação e saúde. Com isso, é possível estabelecer instruções mais precisas para cada esfera, propiciando uma implementação facilitada pelos gestores.

7 REFERÊNCIAS

AGUIAR, Osmani de Souza. **O mercado brasileiro de energia elétrica: critérios de decisão na migração de consumidores para o ambiente de contratação livre**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/3965/1/arquivo3652_1.pdf>. Acesso em: 25 maio 2022.

ALVAREZ, André Montero. **Metodologia de diagnóstico energético**. GEPEA. USP. São Paulo, 1998.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Estrutura Tarifária para os serviços de Distribuição de Energia Elétrica**. Brasília, 2010. Disponível em: <<https://www.energisa.com.br/Institucional/PublishingImages/Paginas/conselho-consumidores/Tarifas%20-%20Sum%C3%A1rio%20Executivo.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2022.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Homologatória nº 2.889, de 29 de junho de 2021**. Brasília, 2021.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa nº 1000, de 7 de dezembro de 2021**. Diário Oficial da União, DF, 20 dez. 2021, seção 1, p. 206, ed. 238. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-normativa-aneel-n-1.000-de-7-de-dezembro-de-2021-368359651>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa nº 482, de 17 abril de 2012**. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2021.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Tarifa Branca**. Brasília, 2015. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/tarifa-branca>>. Acesso em: 18 jan. 2022.

BCB – BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Taxa Selic**. Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/taxaselic>>. Acesso em: 24 maio 2022.

BNDES. **BNDES Setorial n. 23 mar. 2006**. Rio de Janeiro, RJ, p. 235-266, mar. 2006. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/1303>>. Acesso em: 10 set. 2021.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 10 out. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 10.779, de 25 de agosto de 2021**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 25 ago. 2021. Seção 1, p. 1. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/decreto/d10779.htm>. Acesso em: 15 mar. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 4.059, de 19 de dezembro de 2001.** Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 20 dez. 2001a. Seção 1, p. 5. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2001/d4059.htm>. Acesso em: 10 out. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 8.540, de 9 de outubro de 2015.** Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 13 out. 2015. Seção 1, p. 1. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/decreto/d8540.htm>. Acesso em: 21 out. 2021.

BRASIL. **Lei complementar nº 101, de 15 de dezembro de 2000.** Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 5 de maio de 2000, Seção 1, p. 46. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp101.htm>. Acesso em: 13 out. 2021.

BRASIL. **Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001.** Diário Oficial da União, DF, 18 out. 2001b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10295.htm>. Acesso em: 14 out. 2021.

BRASIL. **Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993.** Diário Oficial da União, DF, 22 jun. 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8666cons.htm>. Acesso em: 14 out. 2021.

BRASIL. **Medida Provisória nº 2.147, de 15 de maio de 2001.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 16 mai. 2001c. Seção 1, p. 2. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/antigas_2001/2147.htm>. Acesso em: 20 out. 2021.

BRASIL. **Resolução nº 2, de 31 de agosto De 2021.** Câmara De Regras Excepcionais Para Gestão Hidroenergética. Brasil, 31 ago. 2021b. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-2-de-31-de-agosto-de-2021-341960096>>. Acesso em: 10 out. 2021.

BRASIL. **Resolução nº 3, de 31 De agosto de 2021.** Câmara De Regras Excepcionais Para Gestão Hidroenergética. Brasil, 31 ago. 2021a. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-3-de-31-de-agosto-de-2021-341960205>>. Acesso em: 10 out. 2021.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI: Catálogo de Composições Analíticas.** Brasília, 2022.

CARÇÃO, J. F. C. **Tarifas de energia elétrica no Brasil.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-31102011-121410/publico/Dissertacao_Joao_Francisco_de_C_Carcao.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2022.

CFC - CONSELHO FEDERAL DE CONTABILIDADE. **Normas brasileiras de contabilidade: contabilidade aplicada ao setor público: NBCs T 16.1 a 16.11.** Brasília: Conselho Federal de

Contabilidade, 2012. Disponível em: <https://cfc.org.br/wp-content/uploads/2018/04/Publicacao_Setor_Publico.pdf>. Acesso em: 10 set. 2021.

ELETROBRAS. **Orientações Gerais para Conservação de energia elétrica em prédios públicos**. Rio de Janeiro: ELETROBRAS, 2020b. Disponível em: <http://www.sef.sc.gov.br/arquivos_portal/assuntos/9/manual_procel_predios_publicos.pdf>. Acesso em: 20 out. 2021.

ELETROBRAS. **Relatório de resultados do PROCEL 2021: ano-base 2020**. Rio de Janeiro: ELETROBRAS, 2020a.

ELETROBRAS. **Selo Procel**. Rio de Janeiro: ELETROBRAS, 2022. Disponível em: <<http://www.procel.gov.br/main.asp?TeamID={88A19AD9-04C6-43FC-BA2E-99B27EF54632}>>. Acesso em: 27 jan. 2022.

ETO - ENERGISA TOCANTINS. **Tarifa branca**. Palmas, 2022. Disponível em: <<https://www.energisa.com.br/Paginas/informacoes/sua-conta/tarifa-branca.aspx>>. Acesso em: 24 maio 2022.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2020**. Rio de Janeiro: EPE, 2020. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202020.pdf#search=energia%20el%C3%A9trica>>. Acesso em: 10 set. 2021.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2021**. Rio de Janeiro: EPE, 2021b. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-596/BEN2021.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2021.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Eficiência Energética**. Rio de Janeiro: EPE, 2021a. Disponível em <[https://www.epe.gov.br/pt/abcedenergia/eficiencia-energetica#:~:text=Quando%20se%20discute%20energia%2C%20defici%C3%Aancia,trabalho%22\)%20com%20menos%20energia.](https://www.epe.gov.br/pt/abcedenergia/eficiencia-energetica#:~:text=Quando%20se%20discute%20energia%2C%20defici%C3%Aancia,trabalho%22)%20com%20menos%20energia.)>. Acesso em: 10 set. 2021.

FALCONI, Vicenti. **A Gestão do Setor Público e a Competitividade Brasileira**. São Paulo, 13 de nov. de 2008. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/qualidade_na_gestao/noticias/?p=12848>. Acesso em: 10 set. 2021.

FONSECA, Yonara Daltro da; BRUNI, Adriano Leal. **Técnicas de avaliação de investimentos: uma breve revisão da literatura**. Portal de Desenvolvimento da Bahia, 2003. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/25449/1/T%c3%a9nicas%20de%20avalia%c3%a7%c3%a3o%20de%20investimentos%20uma%20breve%20revis%c3%a3o%20da%20literatura.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2021.

FRANCISQUINI, Aislan Antonio. **Estimação de curvas de carga em pontos de consumo e em transformadores de distribuição**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira, p.94. 2006. Disponível em: <https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaelettrica/pos-graduacao/161_dissertacao_aislan_antonio_francisquini.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2022.

FURTADO, André. **Opções Tecnológicas e o Desenvolvimento do Terceiro Mundo. Desenvolvimento e Natureza, estudos para uma sociedade sustentável**. São Paulo, 1995. Disponível em: <http://www.ufbaecologica.ufba.br/arquivos/livro_desenvolvimento_natureza.pdf>. Acesso em: 10 set. 2021.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Ed. Atlas, 2002.

GYBERG, P.; PALM, J. **Influencing households' energy behaviour – how is this done and on what premises?** 2009. Energy Policy, vol. 37, no. 7, p. 2807-2813.

JAZIZADEH, F.; KAVULYA, G.; KWAK, J.; BECERIK-GERBER, B.; TAMBE, M.; WOOD, W. **Human-Building Interaction for Energy Conservation in Office Buildings**. Construction Research Congress, 2012.

LOUÇANO, Nelson Ramos. **Eficiência energética em edifícios: gestão do sistema iluminação**. Bragança, ESTIG: 2009. Dissertação de Mestrado em Engenharia Industrial. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/2017/1/Lou%c3%a7ano_Nelson.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2022.

MARQUES, M. C. S.; HADDAD, J.; MARTINS, A. R. S. **Eficiência Energética: teoria & prática**. Itajubá: FUPAI, 2007. p. 224.

ME – MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Conheça mais sobre a etiquetagem do PBE**. Brasília: ME, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/avaliacao-da-conformidade/programa-brasileiro-de-etiquetagem/conheca-mais-sobre-a-etiqueta-do-pbe>>. Acesso em: 09 fev. 2022.

ME - MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Conheça o programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE**. Brasília: ME, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/avaliacao-da-conformidade/programa-brasileiro-de-etiquetagem/conheca-o-programa>>. Acesso em: 14 out. 2021.

ME – MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Tabelas de eficiência energética**. Brasília: ME, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/avaliacao-da-conformidade/programa-brasileiro-de-etiquetagem/tabelas-de-eficiencia-energetica>>. Acesso em: 25 maio 2022.

MESTRIA, Mario; VARGAS, Murillo. **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS: ILUMINAÇÃO E REFRIGERAÇÃO**. XXXV Encontro Nacional De Engenharia De Produção. Fortaleza, CE, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2015. Disponível em:

<https://www.voltimum.com.br/sites/www.voltimum.com.br/files/pdflibrary/ee_iluminacaorefrig eracao_2015.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2022.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro: Julho/2021**. Brasília: MME, 2021.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Plano Nacional de Eficiência Energética**. Brasília: MME, 2011.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA; EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília: MME; EPE, 2007. Disponível em: <<http://antigo.mme.gov.br/documents/36208/468569/11.+Efici%C3%Aancia+Ener%C3%A9tica+2028PDF%29.pdf/e59fd613-db70-044f-dee5-d66a208cb3b5?version=1.0>>. Acesso em: 20 out. 2021.

MP - MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, DESENVOLVIMENTO E GESTÃO. **Coletânea De Melhores Práticas De Gestão Do Gasto Público**. 3ª Edição. Brasília, 2012. Disponível em: <https://www.ufpr.br/portafulpr/wp-content/uploads/2013/03/coletanea_de_melhores_praticas_de_gestao_do_gasto_publico.pdf>. Acesso em: 20 out. 2021.

MP - MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. **Cartilha Energia: como analisar gastos com energia elétrica**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Assessoria Especial para Modernização da Gestão, Central de Compras. Brasília: MP, 2015. Disponível em: <<https://www.energisa.com.br/Normas%20Tcnicas/cartilha%20de%20energia%20v%2003.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2022.

ONS - OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. **Energia Armazenada**. Brasília: ONS, 2021b. Disponível em: <http://www.ons.org.br/Paginas/resultados-da-operacao/historico-da-operacao/energia_armazenada.aspx>. Acesso em: 10 out. 2021.

ONS - OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. **Glossário**. Brasília: ONS, 2021a. Disponível em: <<http://www.ons.org.br/paginas/conhecimento/glossario>>. Acesso em: 10 out. 2021.

PAIVA, Rodrigo Márcio Medeiros. **O controle social na administração pública: Propostas Para Estruturar e Estimular o Seu Desenvolvimento**. Monografia (Curso de Especialização em Controladoria Aplicada ao Setor Público) - Universidade Federal da Paraíba. UFPB, 2004. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/19571173-Rodrigo-marcio-medeiros-paiva-o-controle-social-na-administracao-publica-propostas-para-estruturar-e-estimular-o-seu-desenvolvimento.html>>. Acesso em: 14 out. 2021.

PEREIRA FILHO, Oliveira A.; TANNURI-PIANTO, Maria Eduarda; SOUSA, Maria da Conceição S. de. **Medidas de custo-eficiência dos serviços subnacionais de segurança pública**

no Brasil: 2001-2006. Economia Aplicada, v. 14, n. 3, p. 313-338, 2010. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/ecoa/article/view/1051/1063>>. Acesso em: 10 set. 2021.

PORTAL DE COMPRAS DO GOVERNO FEDERAL. **Contratação ótima de energia.** Brasília, 2019. Disponível em: <<https://antigo.comprasgovernamentais.gov.br/index.php/eficiencia-do-gasto/noticias-de-eficiencia-do-gasto/1203-contratacao-otima-de-energia>>. Acesso em: 13 out. 2021.

RODRIGUES, M. P.; MACHADO, M.; LACEY, J.; COSTA JR., N. C. A. **Estimativa do Custo de Capital Próprio de Pequenas Empresas através do Método CAPM.** EGEPE – Encontro de Estudos Sobre Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas. 3º ed. 2003. Brasília. Anais. UEM/Uel/UnB, 2003, p. 509-520. Disponível em: <<https://anegepe.org.br/wp-content/uploads/2021/09/36.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2021.

ROELOFSEN, P. **The impact of office environments on employee performance: the design of the workplace as a strategy for productivity enhancement.** Journal of Facilities Management, 2002.

SELLTIZ, Claire; [et al.]. **Métodos de pesquisa nas relações sociais.** São Paulo: Ed. Herder, 1967.

SILVA, R.C.; MARCHI NETO, I.; SEIFERT, S. S. **Electricity supply security and the future role of renewable energy sources in Brazil.** Renewable And Sustainable Energy Reviews, [s.l.], v. 59, p.328-341, jun. 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032116000290>>. Acesso em: 10 out. 2021.

SOLELUX. **Conceitos Básicos.** São Paulo, 2022. Disponível em: <<http://www.solelux.com.br/tecnologia-led/economia/>>. Acesso em: 20 jan. 2022.