

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA ADMINISTRAÇÃO E SOCIOECONÔMICAS – ESAG
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO

Curso: MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO

Área de Especialidade:

Políticas Públicas e Desenvolvimento

**ANÁLISE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO COMBATE AO
DESPERDÍCIO DE ENERGIA ELÉTRICA A FIM DE PROPOR
A REDUÇÃO DO CONSUMO NA FATURA DE ENERGIA**

004.249.939-96

Florianópolis

2023

1. INTRODUÇÃO

A escassez dos recursos energéticos disponíveis, a necessidade de preservar o meio ambiente e ao mesmo tempo a crescente demanda por energia são os fatores motivacionais para os programas de uso racional de energia (PEE CELESC, 2023). Assim, desde 1.998 o Governo Federal, por meio da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, criou um programa nacional de combate ao desperdício e incentivo ao uso racional de energia, denominado Programa de Eficiência Energética – PEE ANEEL. Para viabilizar a aplicação do programa, a ANEEL conta com a participação, por meio da lei 9.991 de 24 de julho 2000, de que as concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica são obrigadas a aplicar anualmente um montante de sua receita líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico (PEE ANEEL, 2023).

O PEE regulado pela ANEEL tem como objetivo principal promover o uso eficiente e racional de energia elétrica em todos os setores da economia, por meio de projetos que demonstrem a importância e a viabilidade econômica de ações de combate ao desperdício de energia e de melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e usos finais de energia. Busca-se, em última instância, a transformação do mercado de energia elétrica, estimulando a demanda por equipamentos energeticamente eficientes e a criação de hábitos e práticas racionais de uso da energia elétrica.

A Celesc Distribuição, concessionária de energia elétrica, que atende, total ou parcialmente, 285 municípios de Santa Catarina, contabilizando mais de 3 milhões de unidades consumidoras (junho/2022), tem contribuído nos últimos anos com o programa ANEEL, através da publicação de edital, convocando entidades nas esferas públicas e privadas para a apresentação de projetos de eficiência energética dentro de critérios técnico-econômicos definidos pela ANEEL nos Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE (ANEEL,2013).

Os principais pontos a serem atingidos pelos PEE visam o combate ao desperdício de energia ao longo do dia e a redução de demanda no horário de ponta (18h30 – 21h30). No horário de ponta, existe uma demanda elevada por energia, ocasionado pela utilização simultânea de diversos equipamentos, como Chuveiros Elétricos, Geladeiras, Ferros Elétricos, Ar Condicionado, Iluminação, e ainda, o consumo Industrial, Comercial e Iluminação Pública. Fora do horário de ponta o sistema elétrico chega a ficar subutilizado.

Tendo em vista a relevância e a representatividade do consumo de energia elétrica das edificações das Prefeituras, da Iluminação Pública; das universidades, escolas de ensino infantil e fundamental e dos hospitais de esfera pública, é importante considerar ainda que as contas de

energia elétrica desses consumidores são pagas com recursos públicos e que, dado o caráter de prestação de serviço à sociedade, esses consumidores, em geral, possuem grande visibilidade, o que pode servir de exemplo e disseminar novas iniciativas voltadas às ações de eficiência energética em outros tipos de consumidores, como os residenciais e comércio e serviços de caráter particular.

Segundo o PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), estima que cada prédio público das três esferas de poder (federal, estadual e municipal) tem potencial de economizar pelo menos 20% do que é consumido atualmente (SANTOS, 2018). No entanto, há necessidade de realização de diagnóstico energético nas edificações para avaliar as condições de uso da energia elétrica, e propor alterações que promovam o uso eficiente, por meio de modernização das instalações elétricas, assim como a troca de equipamentos e sistemas energeticamente ineficientes, bem como, treinamento e capacitação dos consumidores nestes ambientes do uso eficiente da energia elétrica.

a) Oportunidade que motiva a necessidade da pesquisa

Entende-se necessária e oportuna uma atuação mais incisiva no sentido de estimular a realização de ações de eficiência energética em Unidades Consumidoras de energia elétrica que contemplem edificações públicas maximizando o benefício energético e o social proporcionado pelo Programa ANEEL.

Assim, busca-se tratar e selecionar neste trabalho/pesquisa alguns assuntos sobre a avaliação de eficiência em serviço, análise de eficiência de equipamentos, economia de energia elétrica, uso racional de energia nos equipamentos, a gestão da qualidade dos equipamentos utilizados em esfera pública e a visão futura de excelência operacional direcionada a Gerenciamento de Projetos.

b) Objetivos da pesquisa

Nos itens b.1 e b.2 são destacados os objetivos geral e específico.

b.1) Objetivo geral

Promover o uso eficiente e racional de energia elétrica por meio de Diagnóstico Energético, em Unidade Consumidora, que demonstrem a importância e a viabilidade econômica de ações de combate ao desperdício de energia elétrica afim de propor a redução de consumo e de melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e usos finais de energia.

b.2) Objetivos específicos

- i. Propor a conscientização do uso de energia elétrica;
- ii. Propor equipamentos mais eficientes nas instalações;

- iii. Reduzir os custos na fatura de energia elétrica;
- iv. Disseminar os conceitos de eficiência energética;
- v. Propor o descartar de materiais ineficientes energeticamente segundo a política de resíduos sólidos;
- vi. Propor após efficientização da UC, fonte renovável de geração de energia.

2. JUSTIFICATIVA

Com a redução do consumo de energia elétrica e a redução da demanda no horário de ponta, em UCs, espera-se melhorar a distribuição de energia pelas características de redução de carregamento dos ramais, adequar o nível de tensão dentro dos critérios estabelecidos pelo PRODIST e postergar obras de recondução estabelecidos pelo setor de planejamento da empresa de distribuição.

Além do mais, enfatizar a utilização do Selo PROCEL de energia que permite ao consumidor conhecer, entre os equipamentos e eletrodomésticos à disposição no mercado, os mais eficientes e que consomem menos energia.

Tornar as informações mais acessíveis aos envolvidos do projeto e a disseminação dos assuntos que norteiam a eficiência energética, tais como, Redução do consumo de energia (carga instalada antiga x carga instalada atual), a economia financeira com a redução do consumo pelos equipamentos efficientizados, a redução do desperdício de energia elétrica. E as questões ambientais envolvidas na redução do consumo relacionados a redução de gases causadores do efeito estufa.

A relevância desta oportunidade de pesquisa em entregar um produto economicamente viável, diante da relação custo-benefício, deixa indicado que para o setor público e sociedade a redução do consumo de energia elétrica que venha trazer a economia financeira e destinar este recurso a outras atividades afim do setor governamental, é de grande valia na dedicação deste trabalho.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na fundamentação teórica foi buscado embasar trabalhos consagrados e pesquisas de autores representativos em análises nos aspectos práticos e teóricos no contexto envolvente de Eficiência Energética. Parte da pesquisa foi realizada no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), dada a densidade e a disponibilização de acervo da produção científica nacional e internacional. E também, em

trabalhos apresentados em congressos e simpósios devido grande número de experiência prática encontrado com este assunto.

Além da utilização do portal da CAPES, também foi utilizado pesquisas com palavras-chave (Sistemas de Eficiência Energética e *energy efficiency system*) realizados em mecanismos de pesquisa como Google, Yandex, entre outros.

Segundo Gouveia (2008), a eficiência energética pressupõe a implementação de estratégias e medidas para combater o desperdício de energia ao longo do seu processo de transformação e no decorrer da respectiva cadeia de valor, desde o momento em que a energia é extraída até ser utilizada pelos consumidores finais.

De acordo com o Programa Nacional de Eficiência, o PNEf, “eficiência energética refere-se a ações de diversas naturezas que culminam na redução da energia necessária para atender as demandas da sociedade por serviços de energia sob a forma de luz, calor/frio, acionamento, transportes e uso em processos” (EPE, p. 1, 2011). Em complemento a isso, o documento afirma que ela “objetiva, em síntese, atender às necessidades da economia com menor uso de energia primária e, portanto, menor impacto da natureza” (EPE, p. 1, 2011).

Reafirmando isso, o Atlas da Eficiência Energética descreve que “[...] eficiência energética compõe uma das estratégias para se atender à demanda energética. Evitar o desperdício e realizar mais serviços energéticos com a mesma quantidade de energia resulta em ganhos de competitividade e benefícios para toda a sociedade” (EPE, p. 13, 2019). Já para Battles (p. 56, 1999), “[...] Eficiência Energética tem lugar quando os inputs de energia são reduzidos para um dado nível de produtos e/ou serviços ou existe um aumento dos bens e/ou serviços para um dado montante de inputs de energia”.

4. PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

No procedimento metodológico são descritos os objetivos estabelecidos no trabalho, caracterizando o tipo de pesquisa e detalhando os procedimentos adotados em cada etapa, definindo, desta forma, a proposta de um modelo de análise e gestão do projeto.

Também vale ressaltar que, segundo Gil (1994), a pesquisa bibliográfica possibilita o alcance de informações, permitindo a utilização de dados dispersos em várias publicações de maneira a auxiliar na construção conceitual do estudo proposto.

Ao aplicar a metodologia, espera-se verificar por meio de análise dos dados levantados dos equipamentos ineficientes instalados nas UCs, propor a efficientização e consequentemente, a economia de energia esperada.

Basicamente, além dos estudos da relação de custo-benefício do projeto, uma das ações propostas consistem na substituição dos antigos e ineficientes equipamentos por sistemas mais modernos, utilizando geralmente, novas tecnologias, nos usos finais do consumo de energia da unidade consumidora em análise, assim destacam-se: iluminação por meio de lâmpadas, condicionador de ar, chuveiros com resistência elétrica, refrigeradores, motores, autoclaves em hospitais, entre outros. E para agregar ainda mais a economia de energia, verificam-se a possibilidade de instalação de aquecimento solar de água e fonte incentivada através de sistema fotovoltaico.

O estudo delimita-se ao estado de Santa Catarina onde a concessionária de energia elétrica atende suas Unidades Consumidoras (UCs) e classifica-os conforme a tipologia: industrial, residencial, comércio e serviços, poder público, rural, serviços públicos e iluminação pública. E o público alvo a fazer parte do trabalho será uma das UCs que contempla a tipologia de comércio e serviço ou poder público.

Por meio de realização de diagnóstico energético, utilizando-se o PIMVP, serão avaliadas as condições de uso da energia elétrica, e para esta atividade utilizam-se medidores de energia específicos para cada equipamento estudado. Feito o levantamento inicial, em UC selecionada, elabora-se o diagnóstico energético, ou seja, um plano de ação onde se propõe ajustes ou alterações que promovam o uso eficiente de energia.

4.1 O Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (PIMVP)

Segundo o PIMVP 2017 se constitui de uma apresentação estruturada de princípios e termos comuns que são básicos para qualquer bom processo de Medição e Verificação (M&V) - no entanto, ele não define as atividades de M&V para cada aplicação. Cada projeto de M&V deve ser elaborado individualmente de acordo com os objetivos e precisão desejada das ações de economia de energia ou de água. Este projeto individual é registrado no Plano de M&V e as economias são determinadas e relatadas conforme ali definido.

4.1.1 Estrutura do PIMVP

As economias de energia ou redução de demanda não podem ser medidas diretamente porque a economia representa a ausência de consumo de energia. Ao contrário, as economias são determinadas por meio da comparação do consumo ou demanda medidos antes e depois da implementação de um programa, fazendo-se os ajustes adequados para as mudanças nas condições de uso. A comparação do consumo ou demanda antes e depois da implementação, figura 1, deve ser feita em uma base consistente, usando a seguinte equação 1 geral da M&V:

Economia de energia =	(Energia do Período da Linha de Base	
	– Energia do Período de Determinação da Economia)	(Eq. 1)
	± Ajustes	

A boa prática requer que a M&V seja integrada adequadamente ao processo de identificar, desenvolver, comprar os equipamentos e serviços necessários, instalar e operar as ações de eficiência energética.

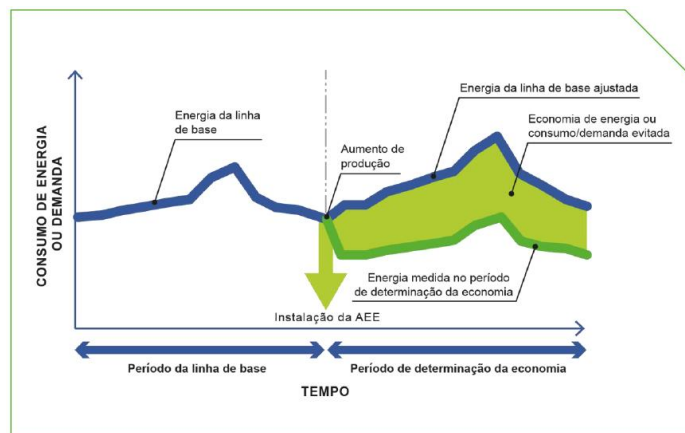


Figura 1 – Economia de energia ou Consumo ou Demanda de Energia Evitada

A fronteira de medição para determinação da economia de energia pode ser determinada para a instalação inteira ou uma parte dela, dependendo das características da Ação de Eficiência Energética (AEE) e o objetivo da determinação da economia.

4.1.2 Seleção dos Períodos de Medição

a) Período da Linha de Base

O período da linha de base deve ser selecionado com certa importância, pois aspectos devem ser estabelecidos:

- Representar os modos operacionais da instalação ou dos equipamentos em um ciclo de operação normal; o período deve expressar um ciclo operacional completo, desde o consumo de energia e demanda máximos até os mínimos.
- Incluir somente períodos de tempo nos quais os fatos que determinam a variação da energia, tanto fixos como variáveis, sejam conhecidos na instalação.
- Coincidir com o período imediatamente anterior ao compromisso de realizar a AEE.
- Apoiar o planejamento da própria AEE.

b) Período de Determinação da Economia

O desenvolvedor do Plano de M&V e relatórios de economia deve determinar a extensão do período de determinação da economia. Este período deve englobar pelo menos um ciclo

operacional normal dos equipamentos ou instalação para caracterizar completamente a efetividade da economia de energia nos modos operacionais normais.

Independentemente da extensão do período de determinação da economia, os medidores usados para a M&V podem permanecer instalados e fornecer dados operacionais para o gerenciamento da instalação e detectar eventuais futuras mudanças no desempenho energético.

4.1.3 Opções do PIMVP

O PIMVP fornece quatro Opções para determinar a economia de energia (A, B, C e D), PIMVP, 2017. A escolha da opção envolve várias considerações, incluindo a localização da fronteira de medição da AEE. Tabela 1 resume as quatro opções detalhadas nesta seção.

Opção do PIMVP	Definição	Cálculo da economia	Aplicação típica
A. Isolação da AEE: medição dos parâmetros chave	A economia é determinada pela medição no campo dos parâmetros chave, que definem o consumo de energia ou demanda dos sistemas afetados pela AEE ou o sucesso do projeto.	Cálculo de engenharia da energia da linha de base e do período de determinação da economia baseado em: medições de curto prazo a contínua dos parâmetros e valores estimados	AEE de iluminação onde a potência é o parâmetro chave medido e as horas de operação estimadas com base na programação da instalação e hábito dos ocupantes.
B. Isolação da AEE: medição de todos os parâmetros	A economia é determinada pela medição no campo do consumo de energia e demanda e/ou variáveis independentes ou proxies dos sistemas afetados pela AEE	Medições de curto prazo a contínua da energia dos períodos de linha de base e determinação, ou cálculos de engenharia usando medições de proxies do consumo da energia e demanda.	Aplicação de acionador de velocidade variável em motor para ajustar a vazão de bomba. Medir a potência com um wattímetro instalado na alimentação elétrica do motor, com leituras a cada minuto. Medir por uma semana na linha de base para verificar a potência constante. Medir durante o período de determinação o consumo e a demanda.
C. Toda a instalação	A economia é determinada pela medição do consumo de energia e demanda de toda a instalação pelo medidor da concessionária.	Análise dos dados do medidor da concessionária nos períodos de linha de base e determinação da economia.	Programas de gestão energética multifacetados afetando muitos sistemas energéticos em uma instalação. Medir o consumo de energia e demanda com os medidores das concessionárias de gás e energia elétrica por doze meses na linha de base e durante o período de determinação da economia.
D. Simulação calibrada	A economia é determinada através da simulação do consumo de energia e demanda de toda a instalação ou parte dela.	Simulação do consumo de energia e demanda calibrada com dados horários ou mensais da conta de energia. Medidores em usos finais e medições de desempenho podem ser usados para refinar o modelo	Programas de gestão energética multifacetados afetando muitos sistemas energéticos em uma instalação onde não havia medidores no período da linha de base.

Tabela 1 – Opções para determinar a economia de energia (A, B, C e D)

5. VIABILIDADE / IMPLEMENTAÇÃO

Para viabilizar esta oportunidade e implementação de forma prática o proposto a pesquisa de mestrado, a Celesc Distribuição, concessionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica, tem por obrigação, anualmente, aplicar o valor equivalente a 0,40% de sua receita operacional líquida (ROL) anual no desenvolvimento de programa para o incremento da eficiência energética no uso final de energia elétrica, por meio de projetos executados em instalações de consumidores.

Neste intuito, de elaborar trabalho junto a Distribuidora, almeja-se estudar e desenvolver o assunto abordado nesta proposta voltado a políticas públicas e desenvolvimento na escolha de uma Unidade Consumidora de algum município de Santa Catarina.

Desta forma, com a aplicação de trabalho prático, espera-se alcançar os objetivos geral e específico propostos, e disseminar, principalmente, o comportamento das pessoas no que tange o uso final de energia, ou seja, obter o melhor desempenho na produção de um serviço com o menor consumo de energia possível é a base do conceito de eficiência energética.

Além da intenção da efetiva redução do consumo de energia elétrica e redução de demanda no horário de ponta de edificações municipais, com modernização de suas instalações elétricas, melhoria nos processos e redução dos gastos públicos, espera-se impulsionar o mercado de produtos energeticamente eficientes e de serviços voltados a ações de eficiência energética. E também, com esta economia financeira esperada no projeto, aplicar em outras áreas, onde o público alvo a fazer parte do trabalho será uma das UCs que contempla a tipologia de comércio e serviço (Hospitais, escolas, APAEs, Iluminação Pública, entre outras) ou poder público.

Outro resultado, não menos importante deste tipo de projeto, consiste em impulsionar a etiquetagem de edificações no Brasil, por meio do uso do Selo Procel para edificações e da etiqueta do Programa Brasileiro de Etiquetagem voltado para edificações – PBE Edifica.

6. CRONOGRAMA

O cronograma de execução das atividades do mestrado está baseado na proposta de desenvolver uma pesquisa e obter resultados práticos no final do trabalho, tomando como referência a metodologia e a aplicabilidade dos determinados tipos de projetos elaborados conforme o PROPEE, Módulo 4 - Tipologias de Projeto; e o Programa de Eficiência Energética CELESC/ANEEL.

Para a tipologia de projeto que envolve a categoria comércio e serviços e poder público, principais assuntos que envolvem esta proposta de trabalho de mestrado, são programados 12

meses para execução do projeto. E para os projetos que envolvam a instalação de Geração de Energia elétrica com fontes incentivadas, o sistema fotovoltaico, o prazo de execução passa a ser 24 meses, motivo este adicionado de 12 meses, devido a necessidade de um ciclo anual de medição do sistema integrado em funcionamento nas instalações, e comprovando assim, o devido funcionamento e garantia do projeto proposto.

Nas tabelas 2, 3 e 4, respectivamente, destacam-se um modelo de cronograma físico, cronograma financeiro e custos por categoria do projeto.

Tabela 2 – cronograma físico

Etapas	Meses											
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Etapas 1	xxx	xxx										
Etapas 2			xxx	xxx	xxx							
Etapas 3					xxx	xxx	xxx					
Etapas 4								xxx	xxx	xxx		
Etc.										xxx	xxx	xxx

Tabela 3 – cronograma financeiro

Etapas	Meses												Total
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
Etapas 1	proj.	R\$xx	R\$xx										R\$xx
	PEE	R\$xx	R\$xx										R\$xx
Etapas 2	proj.			R\$xx	R\$xx	R\$xx							R\$xx
	PEE			R\$xx	R\$xx	R\$xx							R\$xx
Etapas 3	proj.					R\$xx	R\$xx	R\$xx					R\$xx
	PEE					R\$xx	R\$xx	R\$xx					R\$xx
etc.	proj.										R\$xx	R\$xx	R\$xx
	PEE										R\$xx	R\$xx	R\$xx
Total	proj.	R\$xx	R\$xx	R\$xx	R\$xx	R\$xx	R\$xx	R\$xx	R\$xx	R\$xx	R\$xx	R\$xx	R\$xx
	PEE	R\$xx	R\$xx	R\$xx	R\$xx	R\$xx	R\$xx	R\$xx	R\$xx	R\$xx	R\$xx	R\$xx	R\$xx

Tabela 4 - Custos por Categoria Contábil e Origens dos Recursos

Tipo de Custo		Custos Totais		Origem dos Recursos		
		R\$	%	Recursos Próprios	Recursos de Terceiros	Recursos do Consumidor
Custos Diretos						
Materiais/Equipamentos	Previsto					
Mão de Obra Própria	Previsto					
Mão de Obra de terceiros	Previsto					
Transporte	Previsto					
Custos Indiretos						
Administração Própria	Previsto					
Marketing	Previsto					
Treinamento e Capacitação	Previsto					
Descarte de materiais	Previsto					
Medição & Verificação	Previsto					
Outros Custos Indiretos	Previsto					
Auditoria	Previsto					
TOTAL			100%			

7. REFERÊNCIAS

PEE CELESC. Sobre o Programa de Eficiência Energética ANEEL / Celesc. Disponível em: <https://pee.celesc.com.br/sobre-o-programa>. Acessado em 29/03/2023.

PEE ANEEL. Conheça o Programa de Eficiência Energética (PEE) da ANEEL. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/eficiencia-energetica/pee>. Publicado em 23/02/2022.

ANEEL. Agência Nacional De Energia Elétrica - Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE. 10 Módulos. Brasília – DF: ANEEL, 2013.

SANTOS, Altair. Enfim, prédios públicos acordam para a sustentabilidade. Fonte: <https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/enfim-predios-publicos-acordam-para-a-sustentabilidade/> (26 de dezembro de 2018), acessado em 29/03/2023.

GOUVEIA, João Pedro Costa Luz Baptista. Certificados brancos: análise e contributos para a sua aplicação em Portugal. Ano 2008. Tese de Doutorado.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. Plano Nacional de Eficiência Energética. Premissas Diretrizes Básicas, Ano 2011. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/spe/publicacoes/plano-nacional-de-eficiencia-energetica/documentos>. Acesso em: 29 de março de 2023.

EPE. Atlas da Eficiência Energética Brasil. Brasília. 2019. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/atlas-da-eficiencia-energetica-brasil-2019>. Acesso em: 29 de março de 2023.

GIL, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 1994.

PIMVP. Protocolo Internacional De Medição E Verificação De Performance, Conceitos Básicos. Setembro 2017. EVO 10000 – 1:2016 (BR). *Efficiency Valuation Organization* 2016/2017.