



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA - UFPB
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

GILSON LAURENTINO DA SILVA

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM ESCOLAS
PÚBLICAS MUNICIPAIS E ESTADUAIS DE MACEIÓ -
ALAGOAS**

João Pessoa

2015

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM ESCOLAS PÚBLICAS MUNICIPAIS E ESTADUAIS DE MACEIÓ - ALAGOAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Moreira da Silva.

Coorientador: Prof. Dr. Miguel Otavio B. Campelo de Melo

.

João Pessoa

2015

S586a Silva, Gilson Laurentino da.
Avaliação da eficiência energética em escolas públicas
municipais e estaduais de Maceió - Alagoas / Gilson Laurentino
da Silva.- João Pessoa, 2015.
131f. : il.
Orientador: Ricardo Moreira da Silva
Coorientador: Miguel Otavio B. Campelo de Melo
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT
1. Engenharia de produção. 2. Consumo de energia elétrica.
3. Demanda elétrica. 4. Eficiência energética - escolas
municipais e estaduais - Maceió-AL.

UFPB/BC

CDU: 62:658.5(043)

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM ESCOLAS PÚBLICAS MUNICIPAIS E ESTADUAIS DE MACEIÓ - ALAGOAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção – Área de concentração: Tecnologia, trabalho e organizações.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Moreira da Silva - UFPB

Orientador

Prof. Dr. Antônio Souto Coutinho - UFPB

Examinador Interno

Prof. Dr. Miguel Otavio B. Campelo de Melo - UFPE

Examinador externo

AGRADECIMENTOS

A Deus, porque sei que me levou nos braços durante todo esse tempo. Obrigado por cuidar de mim guiando meus passos e conquistas.

À minha família, pelo incentivo ao crescimento e desenvolvimento profissional. Vocês são a razão de tudo!

À minha mãe que nunca desiste de acreditar em mim e meu pai (*in memoriam*) por ter sido um exemplo de luta e determinação enquanto esteve comigo. À minha amada esposa, pela tranquilidade e determinação nos momentos difíceis e às minhas filhas pelos seus desempenho na vida.

Aos amigos, pela torcida e encorajamento à realização dos meus sonhos. Sempre bom tê-los por perto.

Em especial às amigas, Fernanda Arantes e Ionara Stefani, que estiveram presentes em vários momentos; obrigado pela mão estendida e disposição em compartilhar os seus conhecimentos comigo.

Aos meus orientadores, professores e amigos Dr. Ricardo Moreira da Silva e Dr. Miguel Otavio B. Campelo de Melo, pelas orientações, ensinamentos, compreensão e entendimento em todo período desta pesquisa.

À banca de examinadores, por contribuírem com sugestões valiosas para as melhorias deste trabalho, tanto na fase de qualificação, quanto na defesa final.

Aos meus colegas de curso, em virtude do companheirismo e cumplicidade, que foram a motivação ao termino deste trabalho.

À secretária do PPGE, Ana, pelo esforço e dedicação frente à secretaria que faz toda a diferença. Agradeço pela acolhida generosa desde o primeiro instante em que nos conhecemos.

RESUMO

Esta dissertação tem como objetivo avaliar a eficiência energética em escolas públicas municipais e estaduais de Maceió, capital alagoana. Realizou-se por meio da verificação dos seguintes elementos: iluminação interna, cor das paredes, altura da área (plano de trabalho) de leitura dos alunos, altura e localização das lâmpadas e ventiladores, bem como a potência elétrica de cada equipamento. A pesquisa foi realizada em 10 escolas municipais e 10 escolas estaduais da cidade de Maceió, envolvendo mais de 200 ambientes – salas de aulas, diretoria, cozinha, banheiro e área de lazer. Destacando as cargas das principais de consumo nas escolas têm como base a iluminação, ventiladores, refrigeradores, condicionadores de ar e freezers. Em primeira observação, verificou-se que não há eficiência, visto que os administradores, funcionários e professores não são capacitados para fomentar a eficiência energética e têm uma mentalidade de que no setor público não precisa ter consciência do consumo responsável de energia elétrica. Concluindo que existe uma ampla possibilidade de serem adotados alguns métodos, no sentido de reduzir o consumo de energia elétrica nas escolas pesquisadas – capacitando todos os atores envolvidos com a área de educação fundamental; substituindo equipamentos antigos, por outros com certificação de eficiência energética; estimulando o aproveitamento da iluminação natural; e bem como adequando a estrutura física para um melhor nível de eficiência energética. Com esse perfil de consumo, torna-se possível a introdução da eficiência energética no âmbito escolar, atingindo êxito no racionamento de energia elétrica e a aplicação de um programa de eficiência energética, visando a redução da demanda elétrica e o consumo dos recursos naturais e, conseqüentemente, diminuindo os gastos públicos



Palavras-chave: Consumo de energia elétrica. Demanda elétrica. Eficiência energética. Escolas públicas municipais e estaduais.

ABSTRACT

The objective of this dissertation is to evaluate the energetic efficiency in municipal and federal public schools of Maceió, capitol city of Alagoas. It was only possible due to the verification of these elements: intern lightning, wall colors, the height of the reading area (work plan) of the students, height and position of the lamps and fans, as well as the electric efficiency of each device. The research was made in 10 municipal schools of Maceió, involving more than 200 environments – classrooms, boardroom, kitchen, bathroom and leisure area. Highlighting the main electric charges consumed in schools: lights, fans, refrigerators, air conditioning and freezers. Initially, no efficiency was observed, for the administrators, teachers and other employees were unable to tell the power efficiency and demonstrated no concern about the expenses of the public machine with electricity. There for, the possibility of adopting saving methods exists – capacitating all involved in junior schools, replacing old devices with new ones, electric efficiency certificated; stimulating electric rationing with use of natural lighting through changes in the physical structure of the school. With this electric consumption pattern it's possible to introduce methods the electric efficiency in the school environment, accomplishing efficient rationing of energy through reduction of electric demand and natural resources consumption and, consequently, reducing public expenses.

Keywords: Electric consumption. Electric demand. Electric efficiency. Public municipal and federal schools.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estratégias de mudanças na curva de carga por programas de GLD.....	38
Figura 2 - Diversas formas da energia	46
Figura 3 - Percurso da energia.....	47
Figura 4 - Temperatura de cor correlata da luz	55
Figura 5 - Modelos de lâmpadas.	57
Figura 6 – Representação das lâmpadas tubulares com menor diâmetro	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação da escolas municipais de Maceió/participantes.....	50
Quadro 2 - Relação das escolas estaduais de Maceió/participantes.....	51
Quadro 3 – Fatores de reflexão radiante das diversas cores (refletância)	55
Quadro 4 – Refletâncias de paredes e tetos	55
Quadro 5 – Resumo das variáveis a serem investigadas.....	57
Quadro 6 – Comparação entre lâmpada fluorescente tubular de 20 W e compacta de 11 W	58
Quadro 7 – Quadro comparativo entre lâmpada fluorescente tubular de 40 e compacta de 43 W	59
Quadro 8 – Demanda energética e horário da medição das escolas municipais e estaduais de Maceió.....	62
Quadro 9 – Resumo da economia anual com a substituição nas escolas municipais pesquisadas.....	69
Quadro 10 - Resumo da economia anual com a substituição nas escolas estaduais pesquisadas.....	76
Quadro 11 - Resumo da economia anual com as substituições nas escolas municipais e estaduais pesquisadas.....	80
Quadro 12 - Tempo de retorno do investimento nas escolas municipais.	82
Quadro 13 - Tempo de retorno do investimento nas escolas estaduais.....	82

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução do consumo de eletricidade no Brasil	17
Gráfico 2 – Comparação entre as cargas atuais das escolas municipais e proposta pesquisada	66
Gráfico 3 – Consumo antes e depois da substituição das cargas nas escolas municipais.	68
Gráfico 4 – Gasto por equipamento antes e depois da substituição das cargas nas escolas municipais	69
Gráfico 5 - Percentagem da economia anual (R\$ 92.564,45) para cada equipamento das escolas municipais pesquisadas.	70
Gráfico 6 - Percentagem do investimento (R\$ 273.694,00) para cada equipamento das escolas municipais pesquisadas.	70
Gráfico 7 – Comparação da demanda elétrica antes e depois da substituição nas escolas estaduais.	73
Gráfico 8 – Consumo elétrico antes e depois da substituição das cargas nas escolas estaduais.	75
Gráfico 9 - Valor pago pelo consumo de energia atual e da proposta.....	75
Gráfico 10 - Percentagem da economia anual (R\$ 155.210,91) para cada equipamento das escolas estaduais pesquisadas.	77
Gráfico 11 - Percentagem do investimento (R\$ 320.434,50) para cada equipamento das escolas estaduais pesquisadas.	77
Gráfico 12 - Percentagem do consumo atual por equipamentos das escolas municipais.	79
Gráfico 13 - Percentagem do consumo atual por equipamentos das escolas estaduais.	79
Gráfico 14 – Comparativo de cargas das escolas municipais e estaduais	80
Gráfico 15 - Percentagem da economia anual (R\$ 155.210,91) para cada equipamento das escolas estaduais pesquisadas.	81
Gráfico 16 - Percentagem do investimento (R\$ 320.434,50) para cada equipamento das escolas estaduais pesquisadas.	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Peculiaridade de demanda de potência e de consumo	29
Tabela 2 – Análise das variáveis observadas nas escolas municipais.	64
Tabela 3 - Resumo do quadro atual de carga geral nas escolas municipais pesquisadas.....	65
Tabela 4 – Resumo da proposta para substituição nas escolas municipais.....	66
Tabela 5 – Valores de consumo atual de energia elétrica nas escolas municipais...67	
Tabela 6 – Valores após a substituição nas escolas municipais.	68
Tabela 7 - Investimento para substituição das lâmpadas e equipamentos nas escolas municipais.....	70
Tabela 8 – Resumo das variáveis das escolas estaduais pesquisadas.	71
Tabela 9 – Resumo do quadro geral atual das escolas estaduais pesquisadas.	72
Tabela 10 – Resumo do quadro de cargas com propostas para substituição nas escolas estaduais.	73
Tabela 11 – Atuais valores de consumo elétrico nas escolas estaduais	74
Tabela 12 – Valores do consumo elétrico à substituição nas escolas estaduais pesquisadas.....	74
Tabela 13 – Custo para substituição das lâmpadas e equipamentos nas escolas estaduais pesquisadas.	76
Tabela 14 – Visualização dos casos pesquisados.	78

LISTA DE SIGLAS

ACD	Análise Condicionada da Demanda
AMFORP	<i>American & Foreign Power Company</i>
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
Av.	Avenida
BPA	Boneville Power Administration
CAPES	Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior
CFC	Clorofluorcarbonetos
CHESF	Companhia Hidroelétrica do São Francisco
CLP	Controlador Lógico Programável
CNAEE	Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica
CONPET	Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados de Petróleo e do Gás Natural
DOE	Departamento de Energia dos EUA
DSM	<i>Demand Side Management</i>
EE	Eficiência Energética
ELETROBRÁS	Centrais Elétricas Brasileiras S.A
EUA	Estados Unidos da América
GERE	Grupo Executivo do Programa Nacional de Racionalização da Produção e do Uso de Energia
GLD	Gerenciamento pelo Lado da Demanda
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação Científica e Tecnológica
IEA	<i>International Energy Agency</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i> (diodo emissor de luz)
LIGHT	<i>Traction, Light and Power</i>
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
MV	Variável Manipulada
NUTEK	Ministério de Desenvolvimento Tecnológico e Industrial da Suécia
PAC	Plano de Aceleração do Crescimento
PND	Plano Nacional do Desenvolvimento
PPH	Pesquisas de Posse e Hábitos de Consumo de Energia
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

PROKNOW-C Knowledge Development Process-Construtivist

PV	Variável de Processo
RCB	Relação de Custo Benefício
SIN	Sistema Interligado Nacional
S/N	Sem número
TWh	Terawatts-hora
UNCED	<i>United Nations Conference on Environment and Development</i>
UNSDSN	<i>United Nations Sustainable Development Solutions Network</i>
W	Watts

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Contexto do problema	16
1.2	Justificativa	18
1.3	Objetivos.....	24
1.3.1	Objetivo geral	24
1.3.2	Objetivos específicos.....	24
1.4	Organização do trabalho	24
2	HISTÓRICO E CONSIDERAÇÕES GERAIS	26
2.1	Breves considerações sobre consumo energético	26
2.1	Primórdios do uso eficiente de energia elétrica no mundo voltado para o consumidor	30
2.2	A reforma do setor elétrico e a eficiência energética.....	37
2.3	Evolução do setor elétrico no Brasil	40
2.4	A eficiência energética: Conceitos e definições.....	44
3	PROCEDIMENTOS E ROTEIROS METODOLÓGICOS	48
3.1	Classificação da pesquisa	48
3.2	Área da pesquisa.....	49
3.2.1	Escolas Pesquisadas	50
3.3	Sujeitos da pesquisa: população e amostra	50
3.4	Técnica metodológica.....	51
3.5	O consumo de energia elétrica.....	52
3.6	Variáveis investigadas.....	54
3.6.1	Iluminação interna: forma de medir e parâmetro	54
3.6.2	Cores das paredes	55
3.6.3	Pé direito da sala de aula.....	56
3.6.4	Altura da área de leitura dos alunos: plano de trabalho.....	56
3.6.5	Altura e localização das lâmpadas	56
3.6.6	Altura e localização dos ventiladores.....	56
3.6.7	Potência elétrica (Watts) de cada equipamento	57
3.7	Quadro resumo das variáveis.....	57
3.8	Tipos de lâmpadas	57
3.8.1	Lâmpadas incandescente convencionais	59
3.8.2	Lâmpadas halógenas	59
3.8.3	Lâmpadas fluorescentes tubulares	60
3.8.4	Lâmpadas fluorescente compactas	60
4	RESULTADOS ALCANÇADOS.....	61
4.1	Resultados e discussão.....	61
4.2	Levantamento de dados	62
4.3	Caracterização do consumo das escolas	63
4.3.1	Escolas municipais	63
4.3.2	Escolas estaduais.....	71
4.3.3	Comparação das escolas municipais e estaduais	78
4.4	Tempo de retorno do investimento	82

5	ANÁLISE DE DADOS.....	83
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	85
6.1	PERSPECTIVAS FUTURAS	87
6.1.1	Cuidados	87
6.1.2	Convênios.....	87
6.2	Prioridades	88
6.2.1	Escolas municipais.....	88
6.2.2	Escolas estaduais.....	88
	REFERÊNCIAS	89
	APÊNDICE A - Levantamento das cargas elétricas das Escolas estaduais de Maceió-Alagoas.....	96
	APÊNDICE B - Levantamento das cargas elétricas das Escolas Municipais de Maceió-Alagoas.....	106
	APÊNDICE C - Levantamento dos dados elétricos das lâmpadas fluorescentes tubular e compactas	116
	APÊNDICE D - Fotos de escolas Municipais e Estaduais de Maceió-Alagoas	120
	APÊNDICE E - Cartilha Educativa.....	124

1 INTRODUÇÃO

Com o advento do avanço tecnológico, a humanidade vem pautando sua existência, em virtude do seu comportamento consumista, utilizando, cada vez mais, em sua rotina, aparatos eletroeletrônicos dependentes da energia elétrica para funcionarem, cuja finalidade é sanar as demandas das atividades ordinárias do homem.

A energia elétrica assume, historicamente, a condição de indispensabilidade na sociedade, imediatista e usufrutuária da tecnologia de ponta, que vive em um ambiente artificial, nos centros urbanos ou rurais, onde cada vez mais o natural é degradado. Cada vez mais, é indispensável e estratégica – por garantir a soberania da nação e suprir todas as demandas que exigirem energia. Porém, o crescimento desenfreado da população mundial reflete diretamente no consumo de energia. O consumo exigido atualmente para suprir as necessidades do homem vem aumentado consideravelmente, principalmente em países em desenvolvimento.

Segundo Souza (2009), o aumento do número de habitantes do planeta Terra ocasiona impactos negativos na demanda de energia disponibilizada, para consumo, mesmo com alguns países desenvolvidos adotando políticas de conservação de energia mais eficientes. De acordo com Kwang e Masri (2010), o aumento da população e da economia mundial exige uma disponibilidade maior de energia elétrica. Assim, é esperado que o consumo de eletricidade, no mundo inteiro, vai aumentar de 13.934 Terawatts-hora (TWh), em 2001 para 24.673 TWh, em 2025, a uma taxa de elevação média anual de 2,4%, afirma Xue *et al.* (2004). Em 1980, o mundo consumia cerca de 5.710 TWh e, em 2008, atingiu a marca de 16.819 TWh.

Estudos da *International Energy Agency* (IEA), publicados em 2010, mostram que esse número vai aumentar para cerca de 23.189 TWh em 2020, podendo alcançar níveis, em 2035, de 30.329 TWh. Assim, a tendência da demanda mundial de energia elétrica é apresentar um crescimento diretamente proporcional ao número de habitantes e seus aparatos tecnológicos, cuja consequência da geração de energia elétrica, para suprir as necessidades humanas, são os impactos negativos ao meio ambiente – degradação, escassez dos recursos naturais, poluição e devastação da natureza favoreceram o efeito estufa, cujo resultado é o aquecimento global e as mudanças climáticas.

Os países, com seus respectivos governos, preocupados com estes problemas ambientais e diante da urgência em fomentar a redução da produção dos combustíveis tradicionais, exigiram políticas públicas e que a comunidade científica adotassem medidas, a exemplo do Protocolo de Kyoto¹, para adoção de formas alternativas, ecologicamente corretas, que evitem ou, pelo menos, amenizem as dificuldades geradas pela passiva falta de energia elétrica mundial (DAS *et al*, 2005).

Os impactos ambientais estão colocando em risco a sobrevivência do planeta, da natureza e dos seres que nele habitam, inclusive o homem. Na busca de amenizar os efeitos nocivos provocados pelo homem, surgem avanços em pesquisas científicas que possibilitam a produção de energia a partir de fontes renováveis, menos poluentes e que conscientização da humanidade na busca por uma existência pautada em um comportamento ético-ambiental.

O fator econômico se apresenta e se define pela ruptura tecnológica característica da chamada terceira revolução técnico-industrial. A denominada revolução informática promove mudanças radicais na área do conhecimento, [...] passa a ocupar um lugar central nos processos de desenvolvimento (MEC, 2000, p. 5).

A tendência mundial é que as fontes de energia e as tecnologias de produção e geração transformem-se, poluindo menos, em virtude de uma nova compreensão, teórica e prática, da responsabilidade do homem no processo de degradação do meio ambiente e do seu comprometimento em amenizar os impactos ambientais, estimulado pela incorporação das novas tecnologias em seu cotidiano. A sociedade e cada indivíduo que a compõe devem adotar comportamentos responsáveis que possibilitem a redução no consumo de energia, evitando o desperdício.

A economia de energia é atualmente um assunto de grande interesse, tanto pelos aspectos econômicos, como também pelo desafio acadêmico. No Brasil, ocorreu o 'apagão elétrico' de 2001 e, por isso, a população brasileira, atualmente, preocupa-se com a sobrecarga de energia provocada pelo consumo não coordenado de equipamentos de informática, eletrodomésticos, eletroeletrônicos e aparelhos de ar condicionados, dentre outros (SILVA, 2011).

¹O Protocolo de Kyoto foi apresentado em 1997, na cidade japonesa de Kyoto. Na ocasião, 167 países participaram, oitenta e quatro países aderiram ao Protocolo, em prol da diminuição da emissão de gases na biosfera terrestre. Os outros países vêm aderindo paulatinamente.

Com o objetivo de evitar eventos como o ocorrido em 2001, o Ministério de Minas e Energia, através de sua Secretaria-Executiva mantida pela Eletrobrás, implantou, o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), instituído por Decreto Presidencial, em 8 de dezembro de 1993, com o intuito de "indicar os equipamentos que apresentem níveis ótimos de eficiência energética, denominado de Selo Verde de Eficiência Energética".² Nesse sentido, Eficiência Energética (EE) deve ser entendida, de acordo com Ministério do Meio Ambiente (MMA), como:

Por definição, a eficiência energética consiste da relação entre a quantidade de energia empregada em uma atividade e aquela disponibilizada para sua realização. A promoção da eficiência energética abrange a otimização das transformações, do transporte e do uso dos recursos energéticos, desde suas fontes primárias até seu aproveitamento. Adotam-se, como pressupostos básicos, a manutenção das condições de conforto, de segurança e de produtividade dos usuários, contribuindo, adicionalmente, para a melhoria da qualidade dos serviços de energia e para a mitigação dos impactos ambientais.³

De fato, buscando contribuir para a EE, as associações de fabricantes de equipamentos e consumidores de energia foram ouvidos, durante o processo de elaboração dos critérios para a categorização do Selo Procel, pelas Secretarias-Executivas do Procel e pelo Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados de Petróleo e do Gás Natural (CONPET). Posteriormente, a proposta foi submetida ao Grupo Executivo do Programa Nacional de Racionalização da Produção e do Uso de Energia (GERE) para ser descrita como regulamentação de um Decreto, definindo a forma, conteúdo e operacionalização do Selo Verde de Eficiência Energética,

Esta iniciativa legitima o comprometimento em fomentar novas descobertas que possibilitem a fabricação de aparelhos eletroeletrônicos que consumam menos energia, para garantir o seu perfeito funcionamento. Os fabricantes destes equipamentos perceberam que os cidadãos/consumidores estão dando preferência

² Foi estipulado um prazo de 120 dias após a publicação do Decreto. Informação disponível em: <<http://www.legis.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=138586>>, e acessado em 31 de agosto de 2014.

³ Informação disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/energia/eficiencia-energetica>>. Acesso em: 15 jan 2015.

para os que consomem menos energia para funcionarem, tanto por uma questão econômica quanto ecológica.

Todavia, os administradores públicos colocam a questão da eficiência energética em segundo plano, pois, a princípio, não traz a visibilidade como a inauguração de uma obra civil, mas é sabido que, para haver o sucesso dos programas de eficiência energética, é fundamental o envolvimento e a colaboração de todos os envolvidos, quer em setores públicos ou privados. No Brasil, o setor público consumiu, em 2011, 9,2% do total de energia elétrica do país, ou seja, 28.452 GWh. Estima-se que o consumo de energia elétrica em prédios públicos represente 80% do total consumido pelo setor público (BRASIL, 2002).

O Procel expande-se atuando por diversos segmentos, sejam eles públicos ou privados. No que concerne ao setor público, o Procel atua em focos como: iluminação pública, prédios públicos e gestão energética municipal, sempre objetivando promover o uso eficiente de energia elétrica das unidades consumidoras ligadas à prefeitura, identificando oportunidades de economia de energia elétrica, diminuindo desperdícios, o uso de equipamentos comprovadamente mais eficientes, e maior conscientização da eficiente utilização de energia pelos usuários.

Portanto, o Procel foi planejado a partir de diferentes elementos, cujo resultado final é a redução do consumo energético. Atualmente, o crescimento constante da demanda energética acaba por penalizar os pequenos consumidores sem considerar sua necessidade ou mesmo importância. Ressalta-se que, na elaboração de um planejamento, principalmente formulado pelo poder público, devem-se considerar a perspectiva de mercado, forças tecnológicas e preferências e atendimento das necessidades dos consumidores.

A estratégia de gestão de negócios é formada a partir da concepção de diversos elementos, tendo como foco as necessidades de um determinado mercado de massa, em constante evolução. Vale salientar que a realização da visão exige persistência, inovação e comprometimento financeiro. Tellis e Golder (2002) sugerem que a visão envolve uma perspectiva de mercado que transcende o cenário atual, pois a transformação de mercado depende das forças tecnológicas e das preferências dos consumidores. A nova visão pode sugerir uma forma como a própria empresa influencia o mercado no atendimento das necessidades e preferências dos consumidores.

Esta pesquisa realizou um levantamento da demanda por cargas elétricas em 10 escolas municipais e 10 estaduais da cidade de Maceió, visando avaliar o impacto e a utilização de políticas de efficientização no consumo de energia elétrica nestas instituições de ensino, utilizando a técnica do controle da demanda e a estrutura física das escolas. Esse estudo foi realizado entre os meses de maio e julho de 2015, envolvendo mais de 200 ambientes escolares – sala de aulas, diretoria, cozinha, banheiro e área de lazer.

Entre as cargas levantadas nesse estudo, percebe-se que o consumo de energia elétrica nas escolas pesquisadas consiste, basicamente, por iluminação artificial dos ambientes, utilização dos ventiladores, refrigeradores, condicionadores de ar e freezers. Observou-se que existe uma ampla possibilidade de serem adotados alguns métodos, no sentido de reduzir o consumo de energia elétrica, melhorando a eficiência energética. Porém, com a cautela de não interferir, negativamente, nos índices avaliativos do processo ensino aprendizagem realizados para comprovar a eficiência escolar na formação acadêmica do corpo discente.

Assim, a adoção de medidas que estimulem a redução da demanda de energia elétrica, no âmbito escolar, não prejudica a qualidade do processo de ensino e aprendizagem e, menos ainda, no rendimento acadêmico dos alunos. Dentre os consumidores de energia elétrica do Brasil, estão as instituições de ensino fundamental, público e privado, cuja missão é de promover o progresso, cultural e socioeconômico local, regional e nacional, através das atividades de ensinos, pesquisa e conscientização constante para reduzir o consumo de energia, pois todos devem contribuir para evitar o aumento do consumo e o desperdício, ou seja, as instituições escolares também devem se enquadrar nesse novo modelo de Eficiência Energética, contribuindo para multiplicar as informações entre a comunidade interna, docentes e discentes.

A gestão escolar tem que avaliar o desempenho da eficiência energética nas suas tomadas de decisão, buscando alternativas viáveis para a diminuição dos seus custos financeiros e dos impactos socioambientais. Nessa perspectiva, a estruturação da escola tem que servir de modelo a ser reproduzido, além dos muros físicos da instituição. Por isso, é de suma importância que a gestão pública esteja em sintonia com os avanços tecnológicos e a legislação vigente desta temática.

Este estudo viabiliza o gerenciamento do consumo de energia nas escolas municipais e estaduais de Maceió, pois estes prédios públicos apresentam consumos expressivos. Porém, pode se tornar em exemplo na economia de energia, caso utilizem sistema de controle que possibilite a otimização do consumo energético e, conseqüentemente, a redução nos gastos públicos.

A compreensão da forma como é cobrada a energia elétrica e como são calculados os valores apresentados nas faturas de energia elétrica é fundamental para a tomada de decisão em relação a projetos de eficiência energética. A despesa desse bem reflete o modo como a energia elétrica é utilizada, e sua análise por um período de tempo adequado permite estabelecer relações importantes entre hábitos e consumo. Dadas as alternativas de enquadramento tarifário disponíveis para alguns consumidores, o conhecimento da formação da fatura e dos hábitos de consumo permite escolher a forma de tarifação mais adequada e que resulta em menor despesa com a energia elétrica. Além de otimizar o consumo, esta iniciativa poupa recursos naturais, pois 86% da energia no mundo tem origem fóssil; diminui os custos de produção; elimina desperdícios e melhora os indicadores de produtividade da empresa.

A pesquisa teórica foi executada em duas etapas: uma elaborada com o estudo e a análise de textos com abordagem geral sobre racionalização, racionamento de energia e o uso eficiente de energia voltada para o consumidor nas escolas municipais e estaduais de Maceió; e outra voltada para uma abordagem mais específica, dedicada aos diferentes enfoques e métodos para a modelagem do consumo e da curva de carga de energia elétrica por uso final. Na pesquisa teórica sobre a abordagem geral do uso eficiente de energia, verifica-se, na literatura técnica, que os estudos mais fundamentados sobre o assunto surgiram a partir da primeira crise de petróleo, em 1973.

1.1 Contexto do problema

A energia elétrica é indispensável e estratégica – por garantir a soberania da nação e suprir todas as demandas que exigirem energia. Porém, o crescimento desenfreado da população mundial reflete diretamente no consumo de energia. O

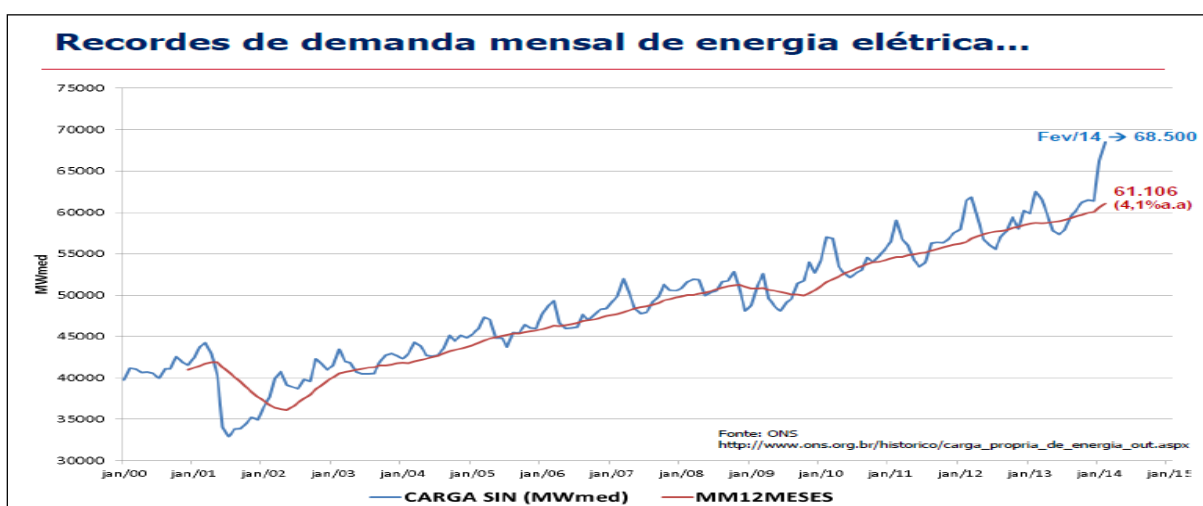
consumo exigido atualmente para suprir as necessidades do homem vem aumentado consideravelmente, principalmente em países em desenvolvimento.

Por isso, a energia elétrica desempenha um papel fundamental na vida humana, proporcionando oportunidade e alternativas, tanto para a comunidade como para o indivíduo. Sem uma fonte confiável de energia e de custo aceitável, a economia de uma determinada região não pode desenvolver-se plenamente.

Desde a Revolução Industrial, nos meados do século XIX, houve aumento do uso da energia e expansão da economia. O crescimento econômico necessitava de um aumento contínuo de energia, tornou-se um grande problema para países em desenvolvimento, como o Brasil, pelos elevados investimentos na direção da oferta da energia.

Ainda que, com a crise do petróleo nos anos 80, os países tenham acordado para a necessidade de desvincular o crescimento econômico do consumo de energia e estimular o investimento na melhoria da eficiência do uso de energia para retardar o investimento, fato é que o consumo de energia elétrica continuou a crescer de forma significativa, conforme apresenta o gráfico 1:

Gráfico 1 - Evolução do consumo de eletricidade no Brasil



Fonte: http://www.ons.org.br/historico/carga_propria_de_energia_out.aspx.

Reconhecidamente, o setor energético produz impactos ambientais em toda sua cadeia de desenvolvimento, desde a captação de recursos naturais para seus processos de produção até seus usos finais. Dentre os problemas ambientais, a energia tem participação nos principais.

Nesse contexto de necessidade de redução do consumo de energia elétrica, a principal contribuição dessa dissertação é apresentar um estudo que possibilite aos administradores públicos enxergarem onde pode haver EE, buscando melhoria de consumo. A Análise Condicionada da Demanda (ACD) será a metodologia utilizada. Esse modelo é uma ferramenta adequada para todo processo decisório, abrangendo medidas e políticas, tanto de EE como de racionamento de energia elétrica envolvendo instituições públicas. Diante do exposto e da situação atual das escolas municipais de Maceió, há condições de praticar EE sem prejudicar o ensino-aprendizagem?

1.2 Justificativa

Os estudos acadêmicos que abordam a temática ambiental e os efeitos consequentes da degradação do meio ambiente apontam o setor energético como sendo um dos responsáveis pelos impactos ambientais – desde a sua produção até o consumo final. A utilização de energias menos poluentes e renováveis – solar, eólica e hidroelétrica dentre outras, são instrumentos que amenizam os impactos ambientais e auxiliam na preservação dos recursos naturais para assegurar às futuras gerações reservas energéticas e condições climáticas favoráveis à vida.

Os efeitos nocivos decorrentes da degradação do meio ambiente fomentaram descontentamento na sociedade, exigindo de todos mudanças comportamentais – comportamento sustentável e adesão à sustentabilidade. O desenvolvimento sustentável ultrapassa as questões ambientais, pois influencia, cada vez mais, o âmbito social. Os problemas ambientais estão associados à condição sociocultural da população. Os países desenvolvidos, em sua maioria, são referências nos desenvolvimentos sustentáveis.

O conceito de desenvolvimento sustentável vem sendo construído, historicamente, segundo Jonas (2006), estabelecendo parâmetros da filosofia da biologia, contrariando a concepção errônea que diferencia o homem da natureza, demonstrando uma continuidade dos filósofos da natureza, uma atualização com o avanço científico, propondo um ensaio de uma ética para a civilização tecnológica.

O comportamento humano não se limita mais à sua própria natureza, demasiadamente humana, pois sua vida depende das coisas existentes não

humanas – a natureza. O modo de agir da humanidade começa a ser pautado na concepção da perpetuação de sua existência no planeta, conservando as condições naturais que propiciem um ambiente favorável à vida, bem como à qualidade do meio ambiente necessária para o equilíbrio da natureza.

A comunidade internacional, desde 1992, com a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, *United Nations Conference on Environment and Development* (UNCED), realizada no Brasil, na capital do Estado do Rio de Janeiro, elaborou acordos internacionais em prol do desenvolvimento sustentável e da preservação do meio ambiente (JOHNSON, 1993). Em 1997, em Kyoto, no Japão, foi elaborado o Tratado de Kyoto, estipulando a meta de reduzir em 5%, em relação aos níveis registrados em 1990, a emissão de dióxido de carbono na atmosfera terrestre.

Porém, este protocolo priorizou ações nos países considerados desenvolvidos, não incluiu os países em desenvolvimento. Entrou em vigor em 16 de Fevereiro de 2005, com a assinatura da Rússia, no final de 2004 (UNSDSN, 2013). Assim, os países responsáveis pela maior parte da emissão total de dióxido de carbono, cerca de 55%, comprometeram-se em legitimar o documento, mesmo sem a participação dos Estados Unidos da América (EUA), país desenvolvido responsável por, aproximadamente, 30% da emissão deste gás poluente.

De acordo com a *United Nations Sustainable Development Solutions Network* (UNSDSN), que pode ser traduzido por 'Rede de Soluções para o Desenvolvimento Sustentável da ONU'⁴:

A SDSN apóia totalmente a visão da Rio+20 sobre o desenvolvimento sustentável como um conceito holístico englobado pelas quatro dimensões da sociedade: desenvolvimento econômico (incluindo o fim da extrema pobreza), inclusão social, sustentabilidade ambiental e boa governança incluindo paz e segurança. As sociedades visam alcançar todas as quatro dimensões. [...] Fraca governança e insegurança podem também facilmente afetar o progresso dos objetivos econômicos, sociais e ambientais. (UNSDSN, 2013, p. 1)

⁴ "A Rede de Soluções para Desenvolvimento Sustentável (SDSN) envolve cientistas, engenheiros, líderes de empresas e sociedade civil e profissionais ligados à resolução de problemas baseados em evidências. Promove iniciativas para soluções que demonstrem o potencial da inovação técnica e de negócios para apoiar o desenvolvimento sustentável " (UNSDSN, 2013, p. 1)

Em relação à sustentabilidade ambiental, a comunidade internacional precisa diminuir o uso de combustível fóssil na produção de energia, aumentar o emprego de tecnologias, fontes de energia renováveis, eficiência energética, em toda sua cadeia produtiva e estabelecer políticas públicas para fomentar a redução do consumo de energia proveniente de fontes fósseis, não renováveis e poluentes, evidenciando o desenvolvimento sustentável. A gestão governamental, inclusive as municipais, com suas inúmeras instituições de ensino, devem adaptar-se ao desenvolvimento sustentável e incentivar práticas que otimizem e controlem o consumo de energia – eficiência energética, para desacelerar o crescente consumo de energia elétrica no Brasil.

O consumo de energia elétrica também está relacionado aos aparelhos eletroeletrônicos do ambiente e os hábitos dos indivíduos que os utilizam. A eficiência energética do aparato tecnológico e o comportamento da população são os maiores responsáveis pelo consumo de energia. Com o avanço tecnológico, os aparelhos vêm demandando cada vez menos energia para funcionarem, pois cada versão lançada apresenta maior eficiência energética.

A principal contribuição dessa pesquisa é apresentar uma análise que permita aos administradores públicos otimizar o consumo de energia elétrica nas escolas Municipais e Estaduais de Maceió, orientando-os, a partir das informações apresentadas neste estudo, pautadas na estrutura física das escolas, nas especificações técnicas dos aparelhos e nos hábitos da comunidade escolar. No intuito de reduzir o consumo de energia elétrica, sem prejudicar o processo de ensino e aprendizagem.

Os resultados obtidos com esse estudo podem auxiliar aos Gestores Municipais e Estaduais, na tomada de decisão, para a aplicação de medidas que promovam o uso eficiente da energia elétrica, proporcionando economia financeira e contribuindo com a preservação do meio ambiente, cujo resultado, em curto prazo, é a redução do valor da conta de energia, fomentando, no âmbito escolar, o comportamento sustentável, o comprometimento ético-ambiental e o cumprimento da legislação vigente.

Dentre as fontes de energia, essa pesquisa debruça-se na energia elétrica, usada em aparelhos simples, tais como: lâmpadas, motores elétricos, geladeira, condicionador de ar, televisores e computadores, dentre outros. Estes equipamentos

se alimentam de energia elétrica e a transformam em outra forma, por exemplo, luminosa na lâmpada, mecânica na geladeira. Porém, uma parte dela sempre é desperdiçada durante tais processos.

O Brasil, desde 1993, com a elaboração do Procel, segue critérios para reger normas que estipulem condições para classificar a eficiência energética dos aparelhos fabricados.

No entanto, ao refletir sobre a gestão de um programa de tamanha extensão, Macedo (2002) lembra dos princípios básicos da gestão da produtividade envolvendo medição, identificação e análise de fatores determinantes e a definição e aplicação de propostas de superação de gargalos. Segundo Blackwell *et al* (2000) a eficácia da gestão estratégica depende do conhecimento sobre o comportamento do consumidor base. É de fundamental importância conhecer o consumidor para formular subsídios que favoreçam a tomada de decisões em prol de atingir resultados sustentáveis em longo prazo. "As variáveis que afetam o comportamento de consumo são: recursos do consumidor, conhecimento, atitudes, motivação, personalidade". (MACEDO, 2002, p. 3).

A criação de um selo de qualidade e eficiência energética do aparelho eletroeletrônico possibilita que o consumidor possa utilizar este critério quando for adquirir o produto. Os consumidores, em geral, privado e público, devem observar as especificações técnicas, inclusive em relação ao Procel. Ressalta-se que o Programa inclui campanhas de conscientização de consumidores e capacitação de professores, para que ensinem como não desperdiçar a energia elétrica, além do apoio a projetos de otimização do sistema elétrico em prédios públicos.

Entretanto, os órgãos públicos, historicamente, quando aplicam recursos para obras de ampliação e reformas de suas instalações, não levam em conta projetos de eficiência energética. Isto se deve ao fato de que as despesas com energia elétrica fazem parte do custeio das instituições. Assim, a economia obtida com projeto de eficiência energética não se reverte para o próprio órgão, fato este que desestimula os gestores.

Depreende-se, então, que o Procel tem apresentado dificuldades em atender seus objetivos; assim, pode-se supor que sua visão tenha sido comprometida ou, minimamente, atualizada, pois as decisões de um programa desse porte deveriam estar voltadas a atender a população brasileira e as metas governamentais, desde

que equipassem as pessoas com as ferramentas e informações necessárias para a realização do trabalho de forma eficiente. Conhecendo a realidade do consumo e desperdício de energia elétrica das escolas públicas da rede municipal de Maceió - AL, visto no trabalho de campo piloto, esta pesquisa se justifica por possibilitar a tomada de decisão buscando uma análise da EE do consumo de energia elétrica, através da criação de um sistema de controle.

Um sistema de controle é basicamente um sistema entrada(s)-saída(s). O sistema a ser controlado é, em geral, chamado de processo ou planta. O processo é um sistema dinâmico, ou seja, seu comportamento é descrito matematicamente por um conjunto de equações diferenciais. Como exemplos de sistemas dinâmicos, pode-se destacar, entre outros: os sistemas elétricos. A entrada do processo é chamada de variável de controle ou variável manipulada (MV) e a saída do processo é chamada de variável controlada ou variável de processo (PV).

A filosofia básica de um sistema de controle é unir o resultado da leitura dos elementos sensores com a ação dos elementos atuadores. Eles recebem as informações lidas dos sensores para saber o atual estado do processo, executa cálculos e lógicas pré-definidas, também chamadas de lei de controle e envia o resultado para os atuadores, de modo que a situação atual do processo seja modificada para que se atinja um ponto de operação próximo do desejado.

Para projetar um controlador, são utilizadas diversas ferramentas computacionais, técnicas e teorias de controle. As ferramentas computacionais permitem que o processo seja simulado em um computador para que os parâmetros do controlador possam ser projetados sem a necessidade de utilizar o processo real. Uma vez projetado o controlador, é implementado e validado no processo real.

Na atualidade, o uso dos sistemas de controle é disseminado: desde uma simples boia que controla o nível de um tanque d'água até os sistemas digitais das aeronaves mais sofisticadas. Para implementar sistemas de controle, são utilizados dispositivos como microcontrolador, Controlador Lógico Programável (CLP) e microprocessador, entre outros. Estes dispositivos possuem em comum, entradas e saídas (portas de entrada/saída), que servem para realizar a comunicação com os dispositivos periféricos (sensores e atuadores).

Estas portas de entrada/saída também podem ser destinadas a realizar a comunicação com outros sistemas, a fim de fornecer dados de leitura dos sensores

ou até receber instruções externas para os atuadores. A integração destes conhecimentos técnicos permite que o projeto desenvolva ferramentas e serviços que garantam uma significativa redução de custos e atendam às necessidades básicas para a redução do consumo de energia elétrica nas Escolas pesquisadas, 10 Municipais e 10 Estaduais, em Maceió. Espera-se, por fim, contribuir na tomada de decisão dos respectivos gestores públicos em relação à demanda energética das escolas pesquisadas, ao definir o perfil de consumo dessas instituições de ensino e ressaltar a importância do uso da otimização para promover a eficiência energética e a redução do consumo de energia elétrica.

O resultado dessa pesquisa de mestrado está materializado na elaboração de uma cartilha educativa que apresenta as recomendações desenvolvidas nesse estudo em prol de um melhor desempenho energético nas instituições de ensino, com o objetivo de elevar o nível de eficiência energética a partir da estrutura física, especificações técnicas dos aparelhos eletroeletrônicos, cumprimento da legislação vigente e mudanças comportamentais da população interna – discentes, docentes e funcionários.

O conhecimento da desagregação do consumo de energia elétrica nas escolas municipais e estaduais de Maceió, decorrente dos diversos equipamentos que funcionam alimentados por energia elétrica e da sua estrutura de preferência de consumo se constitui numa importante ferramenta de apoio à decisão em relação às seguintes questões: Como quantificar a energia não consumida pela implantação da política de racionalização do consumo de energia elétrica nas escolas municipais e estaduais de Maceió, Como quantificar a redução do pico da curva da carga pela implantação da política de racionalização do consumo de energia elétrica, Como quantificar a quantidade de dióxido de carbono que deixam de ser liberados com a implantação da política de racionalização do consumo de energia elétrica, Como quantificar a postergação de investimento na oferta de energia que deixou de ser realizada pela implantação da política de racionalização do consumo de energia elétrica nas escolas pesquisadas, na ocorrência de um racionamento de energia, qual o impacto de um conjunto de medidas a serem adotadas no conjunto global de elétrica, que tipo de consumidor pode reduzir com facilidade seu consumo numa determinada meta (por exemplo 30%) e que tipo de consumidor pode atender à mesma meta estabelecida.

O trabalho proposto nesta pesquisa utiliza a metodologia CDA para desagregar o consumo de energia elétrica de cada equipamento de utilização, por meio de uma modelagem *bottom-up*, nas escolas municipais e estaduais de Maceió. As escolas municipais e estaduais de Maceió não foram contempladas por estudos acadêmicos e nem pelas Pesquisas de Posse e Hábitos de Consumo de Energia⁵ (PPH), realizadas pela Eletrobrás no período de 2004/2006, para a elaboração de um modelo, para o consumo de energia elétrica, utilizando metodologia CDA.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Avaliar a eficiência energética nas escolas municipais e estaduais de Maceió, buscando subsídios para futuras tomadas de decisão na melhoria de desempenho energético.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Identificar a demanda de energia elétrica em escolas;
2. Conhecer o comportamento dos usuários da energia elétrica em escolas, seus hábitos, interesses e conhecimento de eficiência energética;
3. Analisar o perfil de consumo nas edificações em escolas

1.4 Organização do trabalho

Para a adequada consecução do estudo, esta dissertação foi fundamentada em seis capítulos, de modo a contribuir para o entendimento de seu desenvolvimento, etapas e resultados. O capítulo 1 tem como objetivo a organização do trabalho. O capítulo 2 apresenta um levantamento bibliográfico com toda base

⁵ "A PPH é uma pesquisa declaratória que traça um perfil da posse e hábitos de consumo de equipamentos elétricos e nos setores residencial, comercial e industrial, com o intuito de avaliar o mercado de eficiência energética nas cinco regiões do Brasil". Disponível em: <<http://www.Procelinfo.com.br/main.asp?View={4A5E324F-A3B0-482A-B1CD-F75A2A150480}>>. Acesso em: 14 julho 2014.

conceitual analisadas durante o desenvolvimento da dissertação, apresentando os parâmetros, conceitos e abordagem usados de uso final do consumo em atividades educacionais, a partir de uma pesquisa in loco.

O capítulo 3 descreve a determinação dos parâmetros, a metodologia empregada, enquanto que, o capítulo 4 apresenta os Resultados Alcançados, o capítulo 5 descreve a Análise dos Dados, o capítulo 6 as Considerações Finais e, por fim, as Referências e os Apêndices, utilizados na elaboração dessa pesquisa.

2 HISTÓRICO E CONSIDERAÇÕES GERAIS

2.1 Breves considerações sobre consumo energético, segundo a legislação Brasileira.

Com o advento constante dos aparatos eletroeletrônicos aliado ao comportamento consumista da humanidade, a demanda por energia elétrica aumentou consideravelmente em todo o mundo, inclusive no Brasil. Esses fatores contribuem para o desenvolvimento econômico e para a melhoria da qualidade de vida da população, mas, por outro lado, têm aspectos negativos, por provocar o risco iminente do esgotamento dos recursos utilizados para a produção de energia.

Vale salientar, que no século XX, a produção de energia provinha, principalmente, dos combustíveis fósseis, petróleo e carvão mineral, impulsionando o desenvolvimento e as transformações da economia mundial. Porém, a partir do século XXI, surge uma nova concepção: a necessidade do desenvolvimento sustentável.

A energia ofertada deve acompanhar o aumento do consumo provocado por um novo ciclo de crescimento econômico, observado principalmente nos países em desenvolvimento. Entretanto, as fontes tradicionais têm que ser substituídas por recursos menos nocivos ao meio ambiente.

Os consumidores devem modificar seus hábitos, substituir os energéticos mais poluentes por outros de menor impacto ambiental e priorizar as práticas que sejam mais eficientes, por meio das quais é possível obter o mesmo resultado utilizando menor quantidade de energia. Segundo estudos da ANEEL (2008) a comunidade mundial vem adotando medidas para conter a expansão do consumo de energia sem comprometer a qualidade de vida da sociedade e o desenvolvimento econômico, estimulando ao uso eficiente da energia consumida.

No Brasil, em relação à energia elétrica, "esse estímulo tem sido aplicado de maneira sistemática desde 1985, quando o Ministério de Minas e Energia (MME) criou o Procel, de âmbito nacional e coordenado pela Eletrobrás" (ANEEL, 2008, p. 2).

Além disso, a legislação brasileira determina que as distribuidoras de energia elétrica disponibilizem 0,25% de suas receitas operacionais líquidas para fomentar

programas e ações que estimulem a eficiência energética. Assim, em meados de abril de 2008, a ANEEL tinha aprovado 279 programas/ações, "apresentados por 61 distribuidoras, envolvendo investimentos de R\$ 261 milhões, que permitiriam a redução anual de 369 GWh. Com isso, a redução total do consumo obtida com esses programas desde 1998 será de 5.597 GWh por ano" (ANEEL, 2008, p. 2).

Portanto, a produção de energia e, em especial, da energia elétrica, em prol do desenvolvimento sustentável, enaltece a expansão da oferta, o consumo consciente, a preservação do meio ambiente e melhoria da qualidade de vida. Permite que a demanda atual por energia não limite a oferta necessária para atender às necessidades das futuras gerações, por não esgotar os recursos disponíveis.

O desafio da humanidade é reduzir o impacto ambiental oriundo de suas ações em prol do crescimento econômico, no intuito de proporcionar a "inclusão social de grandes contingentes da população, com o aumento da geração de renda e da oferta de trabalho" (ANEEL, 2008, p. 13).

A disponibilidade energética é determinante para o desenvolvimento econômico e social por possibilitar apoio mecânico, térmico e elétrico às ações humanas. O setor de energia possui uma necessidade em vivenciar o desenvolvimento tecnológico com uma maior qualidade e eficiência, tanto na produção quanto na aplicação dos recursos energéticos, utilizando novas fontes menos poluentes e, preferencialmente, renováveis. Estudos afirmam que:

Na ponta da produção, o foco é atingir a diversificação e, ao mesmo tempo, a "limpeza" da matriz energética. As iniciativas abrangem tanto soluções para o aumento da eficiência dos processos quanto a redução dos custos das fontes renováveis. [...]. Na ponta do consumo, o que se verifica são medidas que induzem o consumidor a utilizar as fontes ambientalmente mais "limpas" [...]. Além disso, há os projetos de eficiência energética, implantados junto aos consumidores tradicionais, e os programas de universalização do atendimento, que buscam conectar novos clientes (ANEEL, 2008, p. 14).

A energia elétrica é o serviço de infraestrutura mais universalizado no Brasil. Segundo a ANEEL (2008), cerca de 95% da população tinha acesso à rede elétrica; mais de 61,5 milhões de unidades consumidoras em 99% dos municípios brasileiros, dos quais, cerca de 85%, é residencial. Cada grande região geográfica brasileira –

Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e Norte – tem suas peculiaridades determinantes dos contornos que os sistemas de geração, transmissão e distribuição adquiriram e da facilidade e/ou dificuldade do acesso, da população local, à rede elétrica.

No Brasil, o sistema para geração e transmissão de energia elétrica é composto por usinas, linhas de transmissão e ativos de distribuição, denominado de Sistema Interligado Nacional (SIN)⁶. "Além disso, há diversos sistemas de menor porte, não-conectados ao SIN e, por isso, chamados de Sistemas Isolados, que se concentram principalmente na região Amazônica, no Norte do país" (ANEEL, 2008, p. 22).

Segundo dados da ANEEL (2008) os períodos de seca de uma região brasileira podem corresponder ao período chuvoso de outra. Assim, a integração nacional permite que as áreas geográficas cujos reservatórios estão mais cheios envie energia elétrica para a outra que sofre com a estiagem – permitindo, com isso, a preservação do “estoque de energia elétrica” represado sob a forma de água.

Nessa perspectiva, outra possibilidade fomentada pela integração nacional da geração e produção de energia elétrica é a operação de usinas hidrelétricas e termelétricas em regime de complementaridade. Porém, "os custos da produção têm reflexo nas tarifas pagas pelo consumidor e variam de acordo com a fonte utilizada." (ANEEL, 2008, p. 30).

No Brasil, a energia hidrelétrica tem menor custo de operacionalidade e apresenta fontes em abundância, prioritária no abastecimento do mercado. As termelétricas, geralmente, existem para reforçar o sistema elétrico em momentos denominados de picos de demanda, o consumo sobe bruscamente, ou em períodos em que é necessário preservar o nível dos reservatórios.

Segundo pesquisas, a utilização das usinas termoeletricas ocorreu com maior frequencia a partir do início de 2008, em virtude do aumento do consumo de energia elétrica e o atraso do período chuvoso da Região Sudeste, evidenciando a necessidade de uma ação preventiva para preservação dos reservatórios. "O sistema interligado se caracteriza, também, pelo processo permanente de expansão,

⁶O SIN abrange as regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte do Norte. Em 2008, concentra, aproximadamente, 900 linhas de transmissão que somam 89,2 mil quilômetros nas tensões de 230, 345, 440, 500 e 750 kV. Além disso, abriga 96,6% de toda a capacidade de produção de energia elétrica do país.

o que permite tanto a conexão de novas grandes hidrelétricas quanto a integração de novas regiões" (ANEEL, 2008, p. 30).

Em relação ao consumidor, pode-se afirmar que possui características que variam de acordo como a atividade econômica, capacidade de geração e circulação de renda e densidade demográfica. O Nordeste, historicamente, em virtude da baixa renda da população, demandava menos energia elétrica para suprir as suas necessidades, mas, recentemente, praticamente se igualou à média nacional (ANEEL, 2008).

A unidade consumidora residencial pode ser classificada em monofásica, bifásica e trifásica. A monofásica está ligada à rede de energia elétrica por dois condutores, uma fase que contém energia elétrica, e um neutro, que serve para fechar o circuito, ou seja, dois condutores.

Enquanto que a ligação bifásica é feita por três condutores, duas fases e um neutro e a trifásica é ligada por quatro condutores, três fases e um neutro. Vale salientar que o número de fases aumenta de acordo com a carga de demanda e consumo da unidade consumidora, no intuito de promover maior qualidade e segurança no fornecimento de energia.

Para efeito de cobrança tarifária do consumo de energia elétrica brasileira, os consumidores são identificados por classes e subclasses de consumo: residencial, industrial, comercial e serviços, rural, poder público, iluminação pública, serviço público e consumo próprio. Cada classe tem uma estrutura tarifária distinta de acordo com as suas peculiaridades de consumo e de demanda de potência, conforme tabela 1:

Tabela 1 - Peculiaridade de demanda de potência e de consumo.

TENSÃO	SÍMBOLO	CARGA OU FINALIDADE
Alta	A1	Igual ou superior a 230 kV
Alta	A2	88kV a 138 kV
Alta	A3	69 kV
Alta	A3a	30 kV a 44 kV
Alta	A4	2,3 kV a 25 kV
Alta	A5	Inferior a 2.3 kV
Baixa	B1	Residencial
Baixa	B2	Eletrificação rural
Baixa	B3	Demais classes
Baixa	B4	Iluminação pública

Fonte: Pesquisa direta, 2014.

Segundo os estudos realizados sobre o sistema energético brasileiro, pode-se afirmar que:

A maior parte da potência, tanto instalada quanto prevista, provém de usinas hidrelétricas. Em segundo lugar, estão as térmicas e, na seqüência, o conjunto de empreendimentos menores. O planejamento da expansão do setor elétrico, produzido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) prevê a diversificação da matriz da energia elétrica, historicamente concentrada na geração por meio de fonte hidráulica. Um dos principais objetivos desta decisão é reduzir a relação de dependência existente entre volume produzido e condições hidrológicas (ANEEL, 2008, p. 34).

Em virtude do volume total de energia fornecido, qualquer que seja a fonte, o grupo formado por residências, agricultura, comércio e serviço público se constitui no maior consumidor (ANEEL, 2008). Faz-se necessário que o consumo seja norteado pelas orientações que fomentem a eficiência do consumo de energia, evitando o consumo inadequado e ineficiente, reduzindo, assim, a demanda por energia elétrica. Além disso, com o avanço tecnológico do aparato eletroeletrônico, os equipamentos são produzidos para serem energeticamente eficientes, requererem menor volume de energia para se manter em operação.

O uso eficiente de energia engloba as etapas de geração, transmissão e consumo final. Nesta dissertação, enfatizam-se os consumidores finais, que, segundo Yergin (1979), em sua maioria, são desinformados sobre a adoção de práticas, estímulos e tecnologias que favorecem a eficiência energética. Portanto, cabe ao poder público regular políticas e programas que viabilizem o uso eficiente de energia. Assim, o consumo de energia relaciona-se, diretamente, ao aparato tecnológico, aos hábitos, atitudes, costumes e vivência dos cidadãos.

2.2 Primórdios do uso eficiente de energia elétrica no mundo voltado para o consumidor

Usar a energia de forma eficiente é utilizar os aparelhos eletroeletrônicos com alto nível de desempenho com o mínimo de consumo energético – preferencialmente os aparelhos que possuem o selo do Procel, por indicar quais são os que são mais eficientes no consumo de energia, bem como adotar medidas que

reduzem a demanda por eletricidade. Por exemplo: dar preferência à luz natural durante o dia; reduzir o tempo de banho com o chuveiro elétrico; iluminar os ambientes com lâmpadas fluorescentes compactas ou de LED; apagar as luzes ao sair dos ambientes; evitar deixar a geladeira aberta por muito tempo e manter em boas condições a borracha de vedação da porta. O uso eficiente de energia caracteriza-se:

[..] pelo saldo positivo na relação entre os resultados obtidos e os recursos empregados. Por exemplo, se uma fábrica sabe como produzir mais, utilizando bem a sua matéria-prima, sem desperdícios, podemos dizer que ela tem um modelo de produção eficiente. Mas se essa fábrica começar a produzir menos e gastar mais, o seu modelo passará a ser ineficiente⁷.

Vale salientar que a comunidade internacional acadêmica considera que um dos estudiosos precursores, com trabalhos publicados sobre uso eficiente de energia elétrica, no mundo foi Yergin (1979). Ele destacava a importância do tema e descrevia as principais barreiras, na época, à implementação de programas de racionalização no uso da energia elétrica. Essa publicação destacava que o sistema eficiente de energia era uma fonte de energia que não produzia poluição e não gerava resíduos radioativos.

Segundo Yergin (1979), a primeira barreira à implantação do programa de uso eficiente de energia elétrica naquela época era a complexidade de se conseguir que diferentes consumidores mudassem seus hábitos. A segunda barreira estava relacionada com a forma como a indústria de energia da época reagiu à crise do petróleo, direcionando seus esforços para a oferta da energia, buscando novas fontes.

A terceira barreira estava associada ao paradigma da eficácia do mercado, em que o aumento de preços da energia elétrica após o embargo petrolífero no final de 1973, deveria produzir um grande mercado para o uso de sistema mais eficiente de energia, fato que terminou não ocorrendo, iniciando o processo de construção da concepção de uso eficiente de energia.

A última grande barreira à adoção de políticas e programas de uso eficiente

⁷Informação extraída do site da ELETROBRAS. Disponível em: <
<http://www.eletrobras.com/elb/natrilhadaenergia/economia-de-energia/main.asp?View={0273ACDE-BF73-45B6-96FA-5A8ACAE781D3}>>. acesso em: 23 julho 2014.

de energia, descrita na publicação, era o paradigma de que o crescimento econômico só poderia ocorrer com o consumo de energia. A comunidade mundial desacreditava dos trabalhos sobre o uso eficiente de energia e estimulava o aumento da oferta de energia. No seu estudo, Yergin (1979), com relação ao consumo de energia em setores públicos, entendia que os consumidores eram desinformados e sugeria amplas campanhas educacionais.

Avaliando o trabalho de Yergin (1979), a principal crítica que lhe pode ser feita está na falta de um maior aprofundamento em relação ao que o consumidor pensava ou desejava. Isto é, conhecer o porquê da falta de engajamento do consumidor na opção pelo uso eficiente de energia. Seria apenas um problema de educação e informação? Bastava adotar incentivos econômicos para o consumidor participar de forma mais ativa? Por que só o aumento dos preços de energia não provocou um maior apoio em defesa do uso eficiente de energia por parte dos consumidores públicos?

Na tentativa de entender a falta de participação do consumidor residencial em políticas de uso eficiente de energia, o Departamento de Energia dos EUA (DOE) financiou vários estudos. Dentre eles, destaca-se o trabalho de Estern & Aronson (1984), cujos principais objetivos eram:

- i. Melhorar a precisão das previsões sobre a resposta comportamental aos incentivos financeiros (concedidos aos consumidores).
- ii. Aumentar o conhecimento dos efeitos das abordagens não econômicas na mudança de comportamento, tendo em vista a relação entre as normas sociais e o comportamentos individuais.
- iii. Aumentar a capacidade do público em geral de fazer escolha entre as novas tecnologias energéticas existentes.
- iv. Antecipar as conseqüências de políticas energéticas alternativas

De acordo com Estern e Aronson (1984), a principal razão para a pequena participação dos consumidores públicos nos incentivos concedidos pelo governo ou concessionárias norte-americanas, estava no fato de que nem sempre os funcionários agem racionalmente.

Na mesma referência, os autores comentam que a percepção da energia pelas pessoas se alterou significativamente, conforme foram evoluindo as fontes e os usos dessa energia. Assim, quando a lenha tinha um papel preponderante no

consumo doméstico, seu significado era associado ao trabalho para obtê-la, fato esse de fácil percepção e mensuração.

Com o carvão, o óleo e o querosene, isso mudou. Naquele momento, o único aspecto sensível seria a conta que se paga às concessionárias, ou o combustível adquirido nos postos. Sob o ponto de vista individual do consumidor de energia, eles identificaram cinco diferentes aspectos:

- i. O funcionário como comprador de equipamentos e produtos que consomem energia elétrica;
- ii. O funcionário como consumidor, usuário destes equipamentos;
- iii. O funcionário como membro de um grupo social;
- iv. O consumo energético como expressão dos valores pessoais; e
- v. O usuário que quer evitar problemas (STERN; ARONSON, 1984).

Quaisquer políticas que visem a orientar o consumo de energia, diziam os autores, tinham que levar em consideração todos esses fatores. Imerso num sistema de complexas relações de consumo e comportamento, os indivíduos nem sempre decidiam e agiam segundo a racionalidade econômica. Determinantes sociais e culturais, ou mesmo valores íntimos, orientavam comportamentos no sentido contrário ao uso eficiente de energia.

Seguindo essa linha de raciocínio, para se obter uma real transformação no comportamento dos indivíduos, seria necessário manejar todos esses processos com habilidade, sendo fundamental compreender o consumidor para qual o programa foi dirigido. A razão do insucesso de inúmeros programas governamentais foi atribuída principalmente à desconsideração dessa questão decisiva.

A crítica que se faz a esses pesquisadores é que, embora as causas e as identificações dos problemas do pouco engajamento e preocupação do consumidor com o uso eficiente de energia tenham sido bem caracterizadas, as possíveis soluções foram pouco exploradas e apresentadas sem uma maior profundidade.

Esse mesmo problema foi também pesquisado na referência do pesquisador holandês Estern (1985), no final dos anos de 1980, no intuito de identificar:

- i. Os fatores que regulam a disposição dos consumidores de

- conservar energia em seu setor de trabalho.
- ii. As intervenções comportamentais que podem ser utilizadas para promover a conservação de energia junto aos consumidores e sua eficácia estimada (tanto em termos de mudança de comportamento quanto em energia conservada).
- iii. A eficácia real ou empírica dessas intervenções.

Estern (1985) inicia seu estudo destacando que a conservação de energia como solução energética para as crises do petróleo foi sempre pautada por soluções tecnológicas que promoviam incrementos na eficiência energética de equipamentos e processos industriais.

Ele defendia que a conservação de energia não deveria ser definida como uma questão predominantemente tecnológica e que, na sua visão, se tratava fundamentalmente de um comportamento. Ele ressaltou que de nada adianta dispor de novas tecnologias mais eficientes se elas não forem aceitas e utilizadas pelos consumidores.

Na sua argumentação, defende que o consumo de energia está relacionado não só com o aparato tecnológico, mas também aos hábitos, atitudes, valores, crenças, normas e estilos de vida dos indivíduos e de suas famílias.

Pelos resultados encontrados em sua pesquisa de campo, Ester (1985) concluiu que, embora tenham sido detectadas atitudes favoráveis à conservação de energia, a correlação entre essas e a efetiva mudança comportamental foi muito baixa (inferior a 0,3%). Quando foram publicados, esses resultados causaram um grande impacto no meio acadêmico, tendo sido bastante questionada a validade das campanhas informativas visando à modificação das atitudes dos consumidores.

Ester (1985), em suas conclusões, destacava o dilema dos consumidores como uma decisão entre renunciar à liberdade de consumir, reduzindo o consumo e eventualmente o conforto pessoal em favor de uma sustentabilidade futura.

Segundo Ester (1985), para o consumidor, as campanhas de conservação de energia fundamentadas no uso adequado dos equipamentos e na aquisição de produtos eficientes, correspondiam a um chamamento ao sacrifício do conforto.

Uma reflexão sobre essas conclusões deixa duas questões em aberto: o consumidor estava devidamente informado em relação à necessidade do uso eficiente de energia? A tecnologia disponível na época permitia o uso eficiente de energia, sem comprometer os serviços requeridos pela sociedade?

Os primeiros avanços em programas de uso eficiente nos EUA ocorreram no início da década de 80, principalmente no estado da Califórnia, desenvolvidos e acompanhados pelo Energy Conservation Reserach Group, Stevenson College, University of Califórnia at Santa Cruz (Grupo de Santa Cruz), liderados por Elliot Aronson e constituídos por Dane Archer, Scott Coltrane, Suzanne Yates, Mark Costanzo, Thomas Pettigrew, dentre outros.

Em 1987, foi publicado o livro *Energy Efficiency: Perspectives on Individual Behavior*, publicado pelo American Council for an Energy-Efficient Economy, apresentando o que de melhor foi debatido no painel *Human Dimension*, promovido por aquela instituição.

Mesmo com a grande diversidade dos trabalhos publicados no painel, alguns aspectos comuns ficaram evidenciados, como as dificuldades de comunicação e de mobilização do consumidor, assim como a necessidade de rever a comunicação dos programas de uso eficiente de energia voltada para os consumidores residenciais.

Segundo o Grupo de Santa Cruz, de uma maneira geral, nos EUA, as concessionárias frequentemente basearam seus programas no modelo de mudança de atitudes, promovendo campanhas de publicidade que buscavam gerar atitudes favoráveis à conservação de energia.

Porém, as agências governamentais empregaram predominantemente o modelo econômico-racional, concedendo incentivos econômicos, como desconto e créditos diretos na compra de produtos eficientes e pagamentos facilitados em prestações debitadas na conta de energia, dentre outros.

A referência Archer (1987) demonstrou a ineficácia dos incentivos econômicos, ao realizar uma pesquisa de campo, que confrontou quatro diferentes tipos de incentivos concedidos à conservação de energia.

Constatou que a média de consumidores com razoável compreensão das vantagens oferecidas não chegou a 20%, mesmo tendo pesquisados com significativos índices de escolaridade, renda e preocupações ambientais.

Diante dos fatos levantados, Archer (1987) concluiu que programas para o uso eficiente de energia fundamentados nos modelos de mudança de atitudes e incentivo econômico estariam fadados ao insucesso.

Para obter sucesso em programas de uso eficiente de energia, as propostas

apresentadas pelos pesquisadores do Grupo de Santa Cruz foram divididas em dois grupos: um grupo com propostas relacionadas ao sucesso na mobilização das pessoas e outro grupo com propostas direcionadas à obtenção de sucesso na execução de programas de uso eficiente.

As principais propostas relacionadas ao sucesso na mobilização e no engajamento dos consumidores em propostas de uso eficiente de energia eram: usar exemplos concretos e demonstrações práticas, buscando mostrar a viabilidade e a exeqüibilidade na implantação de medidas de uso eficiente de energia; Produzir informações segmentadas por grupo específico de clientes, buscando apresentar propostas de uso eficiente de energia diretamente relacionadas aos interesses comuns; executar demonstrações públicas de uso eficiente de energia em locais de grande visibilidade; utilizar referências e apoios de pessoas de grande prestígio e de reconhecida credibilidade local nas áreas envolvidas; constituir uma rede de facilitadores e difusores de informação, buscando produzir um conjunto de depoimentos pessoais de vizinhos e parentes no sentido de estimular o uso eficiente de energia; atingir segmentos minoritários dentro da sociedade, como inquilinos e consumidores de baixa renda; promover a realização de diagnósticos com recomendações individualizadas para cada cliente.

O Grupo de Santa Cruz (Década de 80) apresentou ainda um segundo grupo de propostas destinadas à obtenção de sucesso na execução de programas de uso eficiente de energia:

- propor procedimentos simples e fáceis de serem executados;
- deixar para o consumidor a escolha das ações a serem implantadas na execução de programas de uso eficiente de energia;
- realizar promoções de equipamentos de uso eficiente de energia a preços baixos;
- oferecer descontos e financiamentos no sentido de estimular a aquisição de produtos de uso eficiente;
- estimular ações do tipo 'faça você mesmo';
- utilizar a medição direta ou o acompanhamento das contas de energia na avaliação dos resultados;
- realizar inspeções de acompanhamento de programas de uso eficiente, avaliando os resultados obtidos;
- buscar obter resultados rápidos para o rápido reconhecimento dos benefícios do

programa;

Ao apresentar todos esses fatores de sucesso, a publicação Coltrane (1986) destacou que, nesse novo modelo proposto pelo Grupo de Santa Cruz, o principal fundamento é estabelecer um compromisso de clareza e legitimidade das razões pelas quais os programas estão sendo criados, e pelo reconhecimento das necessidades dos consumidores, respeito aos seus valores, crenças individuais e sua inserção no ambiente social.

A referência Hirst (1989) detalha que a Boneville Power Administration (BPA), adotando muitos dos pontos listados anteriormente, conduziu um projeto de uso eficiente de energia (Hood River Conservation Project), no Estado de Oregon, EUA, onde conseguiu uma adesão ao projeto de aproximadamente 91% dos consumidores.

2.3 A reforma do setor elétrico e a eficiência energética

Até o final da década de 1980, nos EUA, o setor elétrico era todo verticalizado, isto é, as concessionárias atuavam desde a geração até a distribuição de energia elétrica, reguladas por Comissões Públicas Estaduais ou mesmo Municipais.

Essas comissões públicas asseguravam uma dada taxa de retorno relacionada ao investimento realizado, em troca do atendimento a certas metas de qualidade e gestão.

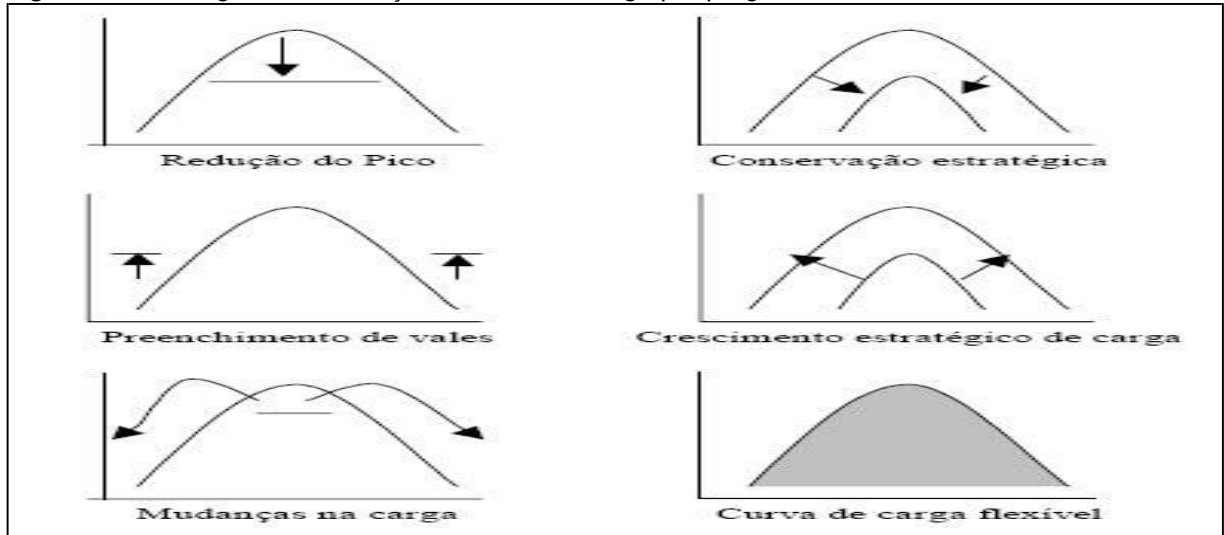
Durante aquela década, os principais interesses das concessionárias em uso eficiente de energia, estavam relacionados aos programas de Gerenciamento pelo Lado da Demanda (GLD) ou *Demand Side Management* (DSM).

Entende-se por programa de GLD um conjunto de medidas e ações destinadas a melhorar a eficiência energética do uso final da eletricidade, em termos de redução do pico de carga ou da demanda máxima (kW) e/ou de redução do consumo de energia (kWh).

A referência Gellings (1985) descreve que os programas de GLD têm como objetivo amplo remodelar a curva de carga. Nesse contexto, são distinguíveis seis estratégias: redução do pico, preenchimento de vales, mudanças da carga, conservação estratégica, crescimento estratégico da carga e curva de carga

flexível. Conforme pode ser visualizada na figura 1:

Figura 1 - Estratégias de mudanças na curva de carga por programas de GLD.



Fonte: Gellings (1985)

A referência Januzzi (2001) conceitua programas de transformação de mercado como “...um processo que permite a superação das barreiras que impedem o desenvolvimento de produtos e serviços de eficiência energética...”. Dentre as barreiras existentes, ele destaca a falta de informação sobre a eficiência energética, o investimento inicial, os custos de transação e o fato de que os custos de energia não internalizam os custos ambientais.

A referência Pompermayer (2000) ressalta que os programas de transformação de mercado se diferenciam dos programas clássicos de GLD, porque age a montante do consumidor, isto é, na cadeia produtiva dos equipamentos, envolvem redução de consumo e demanda no longo prazo (de 3 a 10 anos) e apresentam a tendência de que os custos globais (investimento e operação) sejam baixos no longo prazo.

Também relata que, em quatro programas dessa natureza (construção de residências com padrões eficientes, reatores eletrônicos para iluminação, refrigeradores supereficientes e motores elétricos), verificou-se um custo de apenas 0,01 US\$/kWh.

Um dos mecanismos clássicos de transformação de mercado é o chamado *Procurement Technology* (Licitação Tecnológica), cuja finalidade é estimular a oferta de tecnologias mais eficientes por meio de incentivos governamentais

concedidos aos fabricantes. Nessas licitações, são especificados padrões de desempenho, e diversos fabricantes desenvolvem e oferecem produtos para atender a essa demanda.

Como os riscos de desenvolvimento tecnológico podem ser elevados para os fabricantes, são-lhes assegurados retornos financeiros, mediante a compra de uma grande quantidade de equipamentos com determinadas especificações.

Uma das primeiras licitações tecnológicas que teve sucesso foi realizada em 1991, para os modelos combinados de refrigeradores-*freezers*, na Suécia, pelo Ministério de Desenvolvimento Tecnológico e Industrial da Suécia (NUTEK). O modelo vencedor apresentou um consumo de energia trinta por cento (30%) abaixo do melhor modelo disponível anteriormente e cinquenta por cento (50%) abaixo da média do mercado.

Processos similares de licitação tecnológica executados com sucesso pelo NUTEK, foram os de reatores eletrônicos de alta frequência para lâmpadas, os dos monitores de computador que desligam automaticamente e os das máquinas de lavar roupas.

Uma variação do programa de licitação tecnológica foi o programa do refrigerador super-eficiente, ou *Golden Carrot*, nos EUA. Nesse programa, as concessionárias criaram um incentivo coletivo, que foi oferecido aos fabricantes como prêmio em uma competição para desenvolver um refrigerador-*freezer* livre de clorofluorcarbonetos (CFC) e de elevada eficiência.

O incentivo foi pago pelas concessionárias e cada unidade de modelo ganhador vendida nas suas áreas de atuação. Programas similares foram adotados para máquinas de lavar roupa e aparelhos de ar-condicionado.

Dentre os programas de GLD com estratégia de transformação de mercado atualmente em andamento, destacam-se o americano *Energy Star* e o canadense *Power Smart*. Ambos certificam computadores, equipamentos eletrônicos, eletrodomésticos eficientes.

Outro fator que vem contribuindo para o crescimento dos programas de GLD, mesmo após a crise gerada pela reestruturação (desverticalização) do setor elétrico internacional, é a redução de emissões de poluentes, compromisso assumido, pela comunidade internacional, através do Protocolo de Kyoto.

2.4 Evolução do setor elétrico no Brasil

O desenvolvimento da indústria de energia elétrica brasileira na sua fase inicial (período de 1889 a 1930) foi marcado pela pouca intervenção do governo brasileiro no mercado de energia elétrica e pelo interesse de empresas internacionais pela exploração dos serviços de eletricidade nas grandes cidades.

Nesse período, o fornecimento de energia elétrica era tido como uma prestação de serviço municipal. Destaca-se o Decreto 5.407, de 1904, que estabelecia um prazo de cinco anos para as revisões tarifárias dos contratos de concessões.

A empresa canadense *Brazilian Traction, Light and Power (Light)* foi a primeira a explorar a distribuição de energia elétrica, iluminação pública e tração elétrica. Em 1927, a empresa norte-americana, *American & Foreign Power Company (Amforp)*, iniciou suas atividades no Brasil (DIAS, 1998).

A segunda fase do desenvolvimento da indústria de energia elétrica, de 1930 até 1954, caracterizou-se pelo início do processo regulatório e pela redução dos investimentos das empresas estrangeiras no setor de energia elétrica brasileiro.

Em 17/12/1933, por Decreto Presidencial, Getúlio Vargas extinguiu a “cláusula ouro”, e originou o primeiro marco regulatório relevante, o Código de Águas, editado em 10/07/1934. Posteriormente, o próprio Getúlio Vargas criou o primeiro órgão regulador federal, o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (CNAEE), em 1939.

Na década de 50, com o rápido crescimento da industrialização no Brasil, a potência instalada de usinas hidrelétricas no Brasil subiu dos 780 MW, em 1920, para 2.481 MW, em 1955.

A referência LIMA (1995) descreve que, em seu segundo mandato (1951-1954), Getúlio Vargas defendeu a intervenção do Estado para superar os pontos de estrangulamento no setor. Ele deu continuidade à construção da usina hidrelétrica de Paulo Afonso 1, da Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF), no Rio São Francisco, a qual entrou em operação em dezembro de 1954, com duas unidades geradoras, totalizando 120 MW de potência.

A terceira fase da história da indústria de energia elétrica, no país, que transcorreu de 1955 até 1973, caracterizou-se pela expansão, consolidação e estatização da indústria de energia elétrica no Brasil; destaca-se pela criação do imposto único sobre energia elétrica, pela Lei n.º 2.308 em 31/12/1954. Esse fundo foi criado com o objetivo de financiar instalações de produção, transmissão e distribuição de energia elétrica, (DIAS, 1998).

O governo de Juscelino Kubitschek (1956-1961) instituiu o programa econômico, denominado Plano de Metas, que prometia um crescimento de "50 anos em cinco". Para esse Plano, foram destinados 43% dos investimentos do Brasil, dos quais aproximadamente, 55% foram para a área de energia elétrica. Em função desses investimentos, a potência instalada no país chegou a 4.777 MW, em 1960, e, em 1965, atingiu 7.411 MW. No plano de Metas, ele propôs a reorganização do setor, ou seja, as empresas federais investiriam na produção, ficando a distribuição com o setor privado.

Segundo a referência LIMA (1995), em 1960 foi criado o Ministério das Minas e Energia e, no ano seguinte, o projeto de criação da Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobrás) foi autorizado por Jânio Quadros (1961), o qual, porém, só em junho de 1962 entrou em vigor com a publicação da Lei 3890-A.

Conforme a referência Methodio (2006), desde a criação da Eletrobrás até o final dos anos 70, a indústria de energia elétrica no Brasil viveu uma grande fase: grandes obras de geração hidráulica proporcionaram uma rápida expansão da potência instalada. A capacidade geradora das concessionárias praticamente triplicou no final dos anos 70, atingindo 31.000 MW. A operação dos sistemas elétricos tornou-se cada vez mais complexa com o aumento do número de interligações e de usinas de empresas.

Na década de 70, as empresas do setor elétrico estavam totalmente verticalizadas (integradas pela geração, transmissão e distribuição), divididas em empresas destinadas à geração e transmissão e empresas especializadas na distribuição. Apesar dessas diferenças de estrutura, o modelo como um todo mantinha a característica de centralização das atividades de operação e planejamento da expansão (GODOY, 2006).

Em 1975, é aprovado, pelo Governo Federal, o II Plano Nacional de Desenvolvimento (PND), preservando o crescimento econômico e administrando o

nível de inflação, projetando uma taxa de crescimento da indústria de 12% ao ano. Portanto, implicava manter os projetos de geração hidráulica, incluindo a construção da usina de Itaipu.

Com o fim do período da Ditadura Militar no Brasil⁸, foi criado, em 1985, o Procel, mais tarde chamado Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica, como a primeira tentativa sistemática com o intuito de promover o uso racional da eletricidade no Brasil, através da Portaria Interministerial nº1877, de 30/12/1985.

Porém, as políticas públicas não surtiram efeitos para a evolução do setor elétrico brasileiro, em virtude da crise econômica vivenciada nesse período. O Plano de Recuperação Setorial, lançado em 1985, formulava um programa em prol do planejamento econômico e financeiro desse setor, através de metas e recuperação das tarifas cobradas.

Nessa perspectiva, o agravamento da situação precária do setor elétrico brasileiro fomentou a implantação de medidas em prol da reestruturação. Na metade da década de 1990, deu-se início à abertura comercial e financeira, por meio do processo de privatização.

A privatização das estatais brasileiras, inclusive do setor elétrico, ocorre em virtude do contexto internacional e da insatisfação da população aos serviços prestados. Assim, o Governo Federal lança o Programa Nacional de Desestatização, no intuito de redesenhar o cenário industrial e reduzir a dívida pública.

Dessa forma, o governo delega ao setor privado, por meio das concessionárias elétricas, a retomada de investimentos no setor elétrico brasileiro. De acordo com Gomes et al (2002, p. 13) "a condição prévia para que se implantasse o modelo novo ao setor foi a desverticalização da cadeia produtiva, na qual deveriam ser separadas as atividades de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica".

No ano de 1995, em 13 de fevereiro, foi aprovada a Lei nº8.987, conhecida como Lei Geral das Concessões. Segundo estudos de Landi (2006, p. 105), a lei continha os seguintes dispositivos:

⁸ Foi o regime instaurado em 01 de abril de 1964, com o golpe militar no governo de João Goulart e, extinto, em 15 de março de 1985, ao José Sarney assumir a presidência, iniciando o período conhecido como Nova República.

- a) A obrigatoriedade de prévia licitação para outorga de concessão de serviço público, inclusive subconcessão;
- b) A exigência de prazo determinado para a concessão, renovável por licitação;
- c) Os critérios para julgamento das licitações de concessão, fixando-se a tarifa do serviço público a ser prestado, que passou a ser definida em contrato, e selecionado o maior valor ofertado, para pagamento ao poder concedente, pela outorga concessão;
- d) As tarifas poderão ser objeto de reajuste [...] e de revisão.

Logo depois, em 07 de julho de 1995, foi sancionada a Lei nº 9.074, que estabelece o modelo de privatização brasileiro, com os objetivos que seguem:

As normas para outorga e prorrogações das concessões e autorizações de serviço público, além de criar a figura do produtor independente de energia elétrica, estabeleceu o livre acesso aos sistemas de transmissão e distribuição e permitir que grandes consumidores adquiram energia diretamente de produtores independentes ou de outros concessionários que não fossem o da área de concessão (REGO, 2007, p. 50).

Em meados de 1996, foi criada a ANEEL, cuja função é de regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica de acordo com o interesse do Governo Federal. Porém, só foi legitimada em outubro de 1997, através do Decreto Federal nº 2.335. A reforma institucional ocorreu com mais nuance entre 1997 e 1998, por meio de diversas medidas e regulamentações implantadas.

Um longo período de estiagem foi vivenciado no Brasil em 2001, levando o Governo Federal a tomar medidas administrativas para gerenciar a crise do setor elétrico brasileiro, em virtude dos baixos níveis dos reservatórios hídricos das usinas geradoras de energia.

Dessa forma, em 22 de julho de 2001, foi criado o Comitê de Revitalização do Modelo do Setor Elétrico em prol de aprimorar o sistema brasileiro. Mesmo assim, houve racionamento nessa época, acarretando a construção de usinas termelétricas emergenciais para aumentar a margem de segurança do sistema.

A primeira versão da Proposta de Modelo Institucional do Setor Elétrico foi apresentada em julho de 2003. Em 2004, foi sancionada a Lei nº 10.848, definindo

instrumentos de caráter prático para consolidar a expansão da oferta de energia elétrica para atender a demanda nacional .

A partir de 2003, o Brasil começa a vivenciar seu crescimento econômico e despertou a necessidade em aprimorar o setor elétrico, para atender à atual e, conseqüentemente, à futura demanda por energia elétrica. Foi criado o Plano de Aceleração do Crescimento (PAC), destinando um alto volume de recursos financeiros para fomentar o desenvolvimento da economia brasileira, com foco nos setores de infraestrutura: saneamento, transporte, habitação e energia.

As reformas do setor elétrico foram implementadas e finalizadas no decorrer dos anos de 2003 e 2004, enquanto que, nos anos compreendidos entre 2005 e 2010, foram realizadas medidas governamentais que possibilitaram a contratação de novas usinas hidrelétricas, para aumentar o volume da energia ofertada.

Vale salientar que a reforma do setor elétrico brasileiro possibilitou amenizar os obstáculos que dificultavam o surgimento de investimentos em fontes de energia limpa e renovável; promoveu o incentivo à economia e eficiência energética, para os consumidores; permitiu o funcionamento híbrido - público e privado.

2.5 A eficiência energética: conceitos e definições

A Eficiência Energética pode ser definida como a relação entre a energia necessária para atender à demanda e a energia transferida a um sistema, considerada como essencial para implantação da ecoeficiência, pois, atualmente, o consumo de energia vem gerando efeitos nocivos ao meio ambiente.

Vale destacar que ecoeficiência Energética engloba conceitos de produção energética com fontes mais limpas, com eficiência desde o uso da matéria-prima, promovendo a prevenção da poluição, no intuito de reduzir a demanda na fonte, para possibilitar a minimização de resíduo, fomentando o reuso e reciclo interno.

Este impacto está presente desde a geração desta energia, pois grande parte provém de combustível fóssil, resultando em altos níveis de poluição, decorrente das emissões atmosféricas. Assim, no processo produtivo da indústria a Ecoeficiência Energética está relacionada com a produtividade, que, por sua vez, resulta das metas econômicas e gerenciais.

Os aspectos gerenciais são aqueles que dizem respeito à forma de implantação e implementação do projeto, contratação, capacitação e reciclagem de pessoal e também à avaliação do sistema de um modo geral. (JOICHEM et al., 2007).

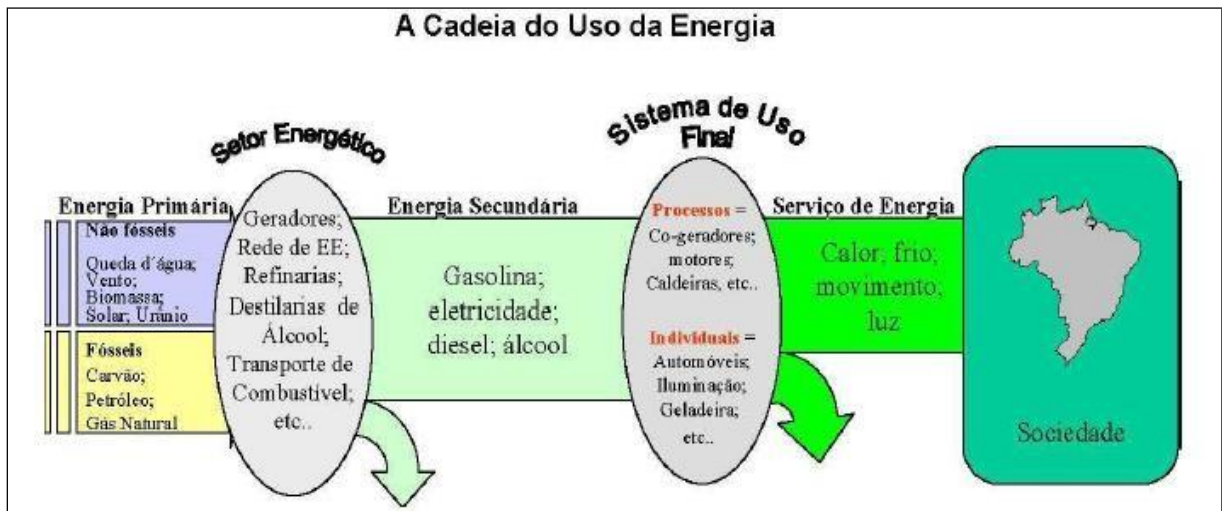
Na área econômica, a eficiência energética envolve aspectos relacionados aos investimentos para implantação e os custos de manutenção de sistemas de Ecoeficiência Energética. Não obstante, os programas de Eficiência Energética estão diretamente relacionados aos planos de melhoria dos resultados das organizações produtivas, sejam elas de fabricação ou de prestação de serviços, bem como influenciam diretamente no sistema produtivo nacional (VINE, 2010).

Vale destacar que o conceito eco eficiência surge na década de 1990, resultante do encontro da comunidade internacional no Rio de Janeiro, em 1992, evento conhecido como Rio 92 (VINHA, 2003). Seguindo essa perspectiva, pode-se afirmar que o uso da energia nas sociedades geralmente passa por uma série de etapas de transformação, desde o estágio em que ela é encontrada na natureza, a energia primária, até os serviços energéticos que interessam como a luz, movimento ou calor. (INEE, 2001)

A figura 2, exibida a seguir, apresenta um diagrama esquemático sobre o caminho da energia entre a energia primária e o momento em que é usada para os serviços energéticos. Neste percurso, a energia primária sofre transformações e se apresenta de diversas formas que podem ser medidas com uma mesma unidade como se a energia fosse uma espécie de fluido, percorrendo todos os setores da economia.

As diversas formas como a energia se apresenta estão representadas neste diagrama, da figura 2, para cada grupo: energia primária; energia secundária e serviço de energia (INEE, 2001).

Figura 2 - Diversas formas da energia.



Fonte: INEE (2001)

Melhorar a eficiência significa reduzir o consumo de energia primária necessário para produzir um determinado serviço de energia. A redução pode acontecer em qualquer uma das etapas dessa cadeia. Pode também ocorrer devido à substituição de uma forma de energia por outra no uso final. Historicamente, a substituição de combustíveis por eletricidade resultava, muitas vezes, em reduções do uso da energia primária.

Atualmente, no Brasil, a substituição da eletricidade pelo gás natural em alguns processos térmicos pode reduzir o uso da energia primária necessária. Por razões práticas, costumam-se dividir as áreas de atuação em duas grandes classes: a oferta e o uso final de energia. Vale ressaltar que o cenário da eficiência energética vem sofrendo muitas alterações nos últimos 15 anos. Estas alterações são causadas principalmente pela criação de agências, programas e leis, com o intuito de regulamentar, fiscalizar e estimular a atividade (CARDOSO et al., 2010).

As perspectivas para o setor energético merecem estudos mais aprofundados, uma vez que ainda não se tem um marco regulatório que atenda aos anseios da iniciativa privada, dificultando a parceria público-privada e, consequentemente, os investimentos necessários para o setor (JANUZZI, 2008).

Embora o argumento da competitividade continue naturalmente a ser aquele que mais sensibiliza a generalidade dos industriais, a crescente pressão ambiental veio reforçar a necessidade de utilizar eficientemente a energia, seja por imposição legal ou pela necessidade de cumprir requisitos ambientais e, até mesmo, por uma

questão de imagem ou pressão da opinião pública; cada vez mais, a eficiência energética está na ordem do dia.

Além disso, verifica-se que, mais cedo ou mais tarde, instrumentos políticos de mercado, como taxas ou impostos ambientais, introduzirão finalmente o princípio do poluidor pagador, penalizando fortemente as empresas menos preparadas (REIS, 2006). Faz-se necessário se conservar energia tanto por questões ecológicas, como também por representar uma vantagem, significativa, de economia financeira proveniente da conservação. Porém, nem todas as ações de conservação de energia elétrica são facilmente retornáveis em termos financeiros.

Dessa forma, conservar energia elétrica significa otimizar a produção, diminuir o consumo de energia e de outros insumos, reduzindo custos, sem perder, em momento algum, a eficiência e a qualidade dos serviços (MAMEDE, 1988).

O combate ao desperdício é uma fonte virtual de produção de energia elétrica. Isto quer dizer que a energia não desperdiçada pode ser utilizada para mover outra carga, sendo, portanto a fonte de produção mais barata e a mais limpa que existe, pois não agride o meio ambiente (GRANDERSON et al, 2010). O percurso da energia desde sua extração até o descarte pode ser visualizado na figura 3:

Figura 3 - Percurso da energia.



Fonte: Pesquisa direta, 2015.

A figura 3 apresenta um diagrama esquemático sobre o caminho da energia entre a extração até o descarte seguindo as etapas de processamento, distribuição e consumo final.

3 PROCEDIMENTOS E ROTEIROS METODOLOGICOS

Este capítulo expõe as etapas através das quais se chegou à realização de toda a pesquisa. Ele foi subdividido em seis sessões. A primeira identifica a natureza da pesquisa, a segunda diz respeito à classificação da pesquisa. Na terceira sessão, define-se a área onde a pesquisa foi desenvolvida, como também, ressalta o fato de a pesquisa se caracterizar em estudo de caso; na quarta, elucida a população e amostra deste estudo. Na quinta, expõe a delimitação das variáveis e, por fim, na sexta e última sessão, demonstra a forma pela qual ocorreu o tratamento e análise dos dados.

Existem diversos indicadores energéticos utilizados em instituições de ensino educacionais, sendo o consumo por unidade de área (kWh/m^2) juntamente com a demanda de pico (W/m^2) considerados os mais utilizados. Porém, o consumo desagregado por usos finais é citado como um dos melhores indicadores para se diagnosticar o comportamento energético em edificações em análise (ROMÉRO, 2003, p. 2, apud MORAES, 2007).

Neste trabalho, foram utilizados os indicadores consumo por unidade de área (kWh/m^2) e demanda de pico (W/m^2), para que, assim seja identificado em que setor da escola deve ser aplicada a metodologia e, somente a partir deste ponto, pretende-se utilizar o indicador de consumo desagregado por usos finais.

3.1 Classificação da pesquisa

Quanto à forma de abordagem, trata-se de uma pesquisa quantitativa, pois houve tanto a mensuração dos dados quanto a análise e explicação dos resultados encontrados, respectivamente. Em relação aos objetivos, esta pesquisa é considerada exploratória e descritiva. Segundo Malhotra (2001), a pesquisa exploratória possibilita ao pesquisador conhecer mais sobre a temática em estudo, bem como construir hipóteses em torno do objeto estudado.

Gil (2008) diz que a pesquisa exploratória proporciona maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses, e a pesquisa descritiva descreve as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. O mesmo autor ressalta que uma

pesquisa muito específica, quase sempre, a pesquisa exploratória, assume a forma de um estudo de caso.

Para Barros e Lehfeld (2000), na pesquisa descritiva, o pesquisador foca sua atenção no objeto de investigação, buscando significados e explicações em torno deste a fim de descrevê-lo.

Gil (2008) complementa, afirmando que a pesquisa descritiva possui como objetivo a descrição das características de uma população, fenômeno ou de uma experiência, ou, ainda, o estabelecimento de relações entre variáveis, envolvendo o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observação sistemática.

A grande contribuição das pesquisas descritivas é proporcionar novas visões sobre uma realidade já conhecida. Esta pesquisa caracteriza por um estudo desenvolvido no setor educacional de nível médio na abrangência da capital de Alagoas.

Segundo Yin (2001) o estudo de caso tem caráter empírico e investiga um fenômeno atual no contexto da vida real, geralmente considerando que as fronteiras entre o fenômeno e o contexto onde se insere são claramente definidas.

Ainda, para o mesmo autor, o estudo de caso representa uma investigação empírica e compreende um método abrangente, com a lógica do planejamento, da coleta e da análise de dados, podendo ser realizados tanto estudos de caso único quanto de múltiplos, assim como abordagens quantitativas e qualitativas de pesquisa.

3.2 Área da pesquisa

A pesquisa foi realizada em vinte Escolas, sendo dez Municipais e dez Estaduais na cidade de Maceió – Alagoas. Teve como público alvo os profissionais e professores da Educação Básica e mais de 200 (duzentos) ambientes, tais como : salas de aulas, cozinhas, banheiros e quadras de esportes, dentre outros.

3.2.1 Escolas pesquisadas

As escolas alvo deste estudo pertencem ao quadro das Secretarias de Educação Municipal de Maceió e Estadual de Alagoas, cujas unidades escolares

participantes forma mensuradas em 10 escolas municipais e 10 escolas estaduais, localizadas na cidade de Maceió (*vide* quadros 1 e 2), consideradas entre as 20 (vinte) maiores escolas em número de empreendimentos construídos no Estado de Alagoas, de acordo com levantamento realizado durante o desenvolvimento desta pesquisa.

3.3 Sujeitos da pesquisa: população e amostra

Tomou-se como base para definição da amostra, a população das escolas municipais e estaduais vinculadas às respectivas Secretarias de Educação do Ensino Fundamental da cidade de Maceió disponibilizadas em forma de lista cadastral.

Em seguida, foi feito um filtro nas escolas para identificar apenas aquelas que têm os três turnos em funcionamento. Após a identificação das escolas, foi realizado um levantamento do número de dependências atuais e aquelas que possuíam maior representatividade em número de alunos, formando o universo de 20 escolas, conforme exposto nos quadros 1 e 2:

Quadro 1 - Relação da escolas municipais de Maceió/participantes.

ESCOLA	ENDEREÇO
Associação de Pais de Alunos do Colégio Tiradentes	Avenida Roberto Pontes Lima, nº 197, Bairro: Trapiche da Barra - CEP: 57010-385
E. M. do Ensino Fundamental Maria José Carracosa	Praça Dona Constança de Góes Monteiro, nº s/n, Bairro: Poço - CEP: 57025-605
Escola municipal Ruth Quintela	Rua Pastor Eurico Calheiros, nº 50, Bairro: Jacintinho
Escola municipal de 1º Grau João XXIII	Avenida Fernandes Lima, nº 385, Bairro: Farol.
Escola de 1º Grau AMAI - Associação do Movimento de Amparo à Infância	Rua Imperador, nº 281, Bairro: Centro - CEP: 57020-670
Escola de Ensino Fundamental Dr. Pompeu Sarmiento	Avenida Muniz Falcão – Bairro: Barro Duro, Maceió - AL, CEP:57071-130
Escola de Ensino Fundamental Major Bonifacio Silveira	Rua Porto das Pedras , S/N , Bairro: Bebedouro, Maceió - AL
Escola municipal Maria de Lourdes de Melo Pimentel.	Rua Padre Cícero, S/N – Bairro: Cidade Universitária Maceió - AL
Escola municipal Professora Silva Celena	Av. Benedito Loureiro, 2001 - Cidade Universitária Maceió - Alagoas (82) 3315-3561 (Vilagem Campestre)
Escolas Frei Damião	Avenida Mundaú, nº 120, Bairro: Benedito Bentes I

Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Quadro 2 - Relação das escolas estaduais de Maceió/participantes.

ESCOLA	ENDEREÇO
Alberto Torres	Rua Cônego Costa, 3850, Bairro: Bebedouro, CEP 57.017-550
Escola estadual Margarez Lucet	Rua Santo Antonio, s/n, Bairro: Tabuleiro dos Martins
Escola estadual Rotary	Av. Durval de Goes Monteiro, s/n Bairro: Tabuleiro dos Martins
Major Eduardo Emiliano da Fonseca	Rua Dr. Luiz de Barros, 230, Bairro: Vergel do Lago. CEP 57.015-070
Profª. Guiomar de Alxeida (Antigo Sete de Setembro)	Rua Sto. Antônio, 600 - Bairro: Ponta Grossa, CEP 57.055-580
Profº. Edmilson de Vasconcelos Pontes (Antigo Lyceu Alagoano)	Rua Cônego Machado, S/N, Bairro: Farol, CEP 57.051-160
Tavares Bastos	Pça. do Centenário, S/N, Bairro: Farol, CEP 57.021-380
Profº. Sebastião da Hora	Rua Martins Murta, S/N, Bairro: Pitanguinha, CEP 57.050-290
Profª. Josefa Conceição da Costa	Rua Pão de Açúcar, S/N, Bairro: Canaã, CEP 57.080-100
Dr. Miguel Guedes Nogueira	Rua Dr. Oswaldo Cruz, S/N, Bairro: Chã de Bebedouro, CEP 57.018-630

Fonte: Pesquisa direta, 2015

Foi utilizada a amostragem não probabilística ou de conveniência que trata apenas de elementos representativos da população. Dessa forma, participaram desta pesquisa profissionais que atuam diretamente com departamento/setor do ensino, nas unidades das referidas escolas

Marconi e Lakatos (2007) destacam que, para o tipo de amostragem não probabilística, o pesquisador se dirigirá aos indivíduos que, pela função desempenhada, exercem funções de líderes de opinião influenciando os demais.

3.4 Técnica metodológica

Os procedimentos técnicos utilizados foram pesquisa bibliográfica e pesquisa aplicada. Gil (2008) ainda reforça que a pesquisa bibliográfica é primordial para o desenvolvimento de pesquisas tendo como fontes principais livros, periódicos; e sua vantagem é permitir ao investigador a cobertura de um maior número de fenômenos.

Mas, vale ressaltar que, para Andrade (2006) a pesquisa aplicada busca testar as hipóteses sugeridas pelos modelos teóricos e tem contribuição na solução de problemas concretos.

Para a coleta dos dados desta pesquisa, foi utilizada uma entrevista não estruturada com os funcionários: gestores e professores; visita in loco nas escolas, onde foram levantadas todas as variáveis, com preenchimento de planilhas pré-

elaboradas, bem como a utilização de instrumentos de leituras e medições, relacionando-as com a gestão do conhecimento, representadas pelas práticas de mensuração de resultados organizacionais.

Segundo Marconi & Lakatos (2007, p. 86): “...questionário é um instrumento de coleta de dados constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem presença do entrevistado...”. O questionário foi subdividido em duas partes: (I) perfil dos sujeitos da pesquisa; (II) práticas de gestão do conhecimento e sustentabilidade.

3.5 O consumo de energia elétrica

O consumo de energia elétrica, nas escolas públicas de uma dada região está intimamente ligado à posse, uso, hábitos e preferências de equipamentos de utilização de energia por parte da população.

Esse consumo é significativamente afetado pela concessão de crédito para aquisição de equipamentos de utilização. O investimento para a compra de equipamentos depende, muitas vezes, da política de cada gestão, fatores que influem na dinâmica desse mercado.

Com a finalidade de obter o levantamento adequado para reproduzir o valor mensurado do consumo elétrico, em cada escola pesquisada, desagregou-se por uso final, através de uma metodologia de Análise Condicionada de Demanda (CDA), a partir da equação 1:

$$C_{total} = (P_1 \cdot Q_1 / 1000 \cdot h_1 \cdot d_1 \cdot t_1) + (P_2 \cdot Q_2 / 1000 \cdot h_2 \cdot d_2 \cdot t_2) + (P_3 \cdot Q_3 / 1000 \cdot h_3 \cdot d_3 \cdot t_3) \dots \quad (1)$$

Onde: C_{total} = Consumo total; $P_{1,2,3}$ = Potência de cada equipamento; $Q_{1,2,3}$ = número de unidade $h_{1,2,3}$ = Número de horas em funcionamento; $d_{1,2,3}$ = Número de dias ao ano; e $t_{1,2,3}$ = Tarifa cobrada pela concessionária .

Com a finalidade de obter o levantamento adequado para reproduzir a potência elétrica, instalada em cada escola, pública de Maceió pesquisada,

desagregado por uso final, foi usada uma metodologia de Análise Condicionada de Demanda (CDA), a partir da equação 2:

$$P_{\text{total}} = (P_1 \cdot Q_1) + (P_2 \cdot Q_2) + (P_3 \cdot Q_3) \dots (W) \quad (2)$$

Onde: P_{total} = Potência total; P_1, P_2, P_3 = Potência de cada equipamento; Q_1, Q_2, Q_3 = número de unidade. Com a finalidade de obter o levantamento adequado para reproduzir o consumo de energia elétrica nas Escolas Municipais e Estaduais de Maceió, foi desagregado por uso final (ou equipamentos de utilização de energia), sendo usada uma metodologia de Análise Condicionada de Demanda (CDA), a partir da equação 3 :

$$E = (P_1 \cdot Q_1) + (P_2 \cdot Q_2) + (P_3 \cdot Q_3) + \dots \times h \text{ (W/h)} \quad (3)$$

Onde, E = consumo de energia elétrica de uma escola num dado período; P = Potência de cada equipamento; Q = número de unidade; e h = Tempo de utilização de energia.

Esse tipo de modelo matemático, denominada bottom-up, requer dados levantados em Pesquisas de Posse e Hábitos de Consumo de Energia. O consumo médio de um dado equipamento de utilização E é obtido com o valor de sua potência e o tempo de utilização em horas.

O consumo de energia elétrica (de uma escola municipal ou estadual) pode ser afetado em virtude da especificação técnica dos aparelhos eletroeletrônicos, fornecida pelo Procel, aumentando ou diminuindo a demanda. Nessa perspectiva, a redução de consumo energético é obtida com a substituição de equipamentos padronizados, proporcionando aumento de eficiência.

Caso essa redução seja obtida pela minimização do conforto, trata-se de uma redução do nível de serviço de energia. Nesse modelo final, são ainda incorporadas as funções de utilidade para cada uso final, agregando variáveis ambientais, sociais, econômicas, dentre outras. O parâmetro P está associado à variável posse, Q ao número de equipamentos de utilização por consumidor. Este valor pode ser maior que 100% e representa o número ou fração equipamento de utilização por Escola.

Alguns equipamentos de utilização, tais como: televisores, fogão e geladeira, podem atingir um determinado nível de posse no qual se caracterize uma saturação, isto é uma quantidade acima da qual não se esperam mais novas aquisições, excetuando-se as substituições daqueles equipamentos já existentes.

A partir de uma pesquisa de campo realizada nas escolas municipais e estaduais de Maceió, foi obtido um conjunto de informações descritivas relativas a uma pesquisa quantitativa de posse e hábitos desses consumidores. Com a base de dados obtida, a demanda de energia elétrica das escolas foi avaliada por meio de seus usos finais. Sua avaliação será um comparativo entre as cargas existentes com as fabricadas com novas tecnologias visando a EE.

Como o consumo de energia elétrica naquelas escolas é um dos responsáveis pelos picos de demanda, o conhecimento do consumo desagregado por uso final permite também avaliar o impacto de cada uso final na obtenção de uma dada meta de racionamento.

3.6 Variáveis investigadas

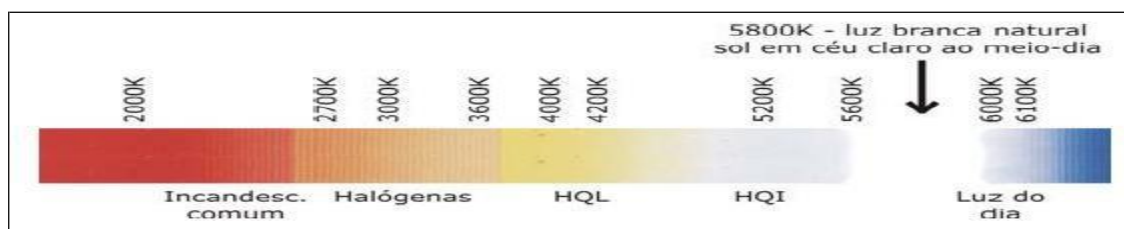
3.6.1 Iluminação interna: forma de medir e parâmetro

O instrumento utilizado na medição do nível de luminosidade interna foi o luxímetro, modelo digital MLX1011– Minipa⁹. Para a eficácia da medição, todos os equipamentos de cada ambiente deverão estar funcionando plenamente e, além disso, as salas de aula e as dependências deverão estar realizando as atividades normais.

Segundo a NBR 5413 (ABNT, 1992), a iluminância para locais de ensino-aprendizagem (sala de aula) varia entre 200 e 500 lux. A altura de coleta da iluminância deverá ser de 75 cm acima do piso, que corresponde à altura do plano de trabalho dos alunos (carteiras).

⁹ Serve para medir o nível de luminosidade de um local. Usa a unidade de medida lux.

Figura 4 - Temperatura de cor correlata da luz.



Fonte: OSRAM. Manual Luminotécnico Prático.

3.6.2 Cores das paredes

Segundo Pilotto (1980), as cores podem ser classificadas em dois grupos em função das reações que provocam nos indivíduos: a) cores quentes (vermelha, laranja, amarelo, vermelho azulado e magenta), tornando o ambiente dinâmico, estimulante, excitante e estimulam movimentos; b) cores frias (verde azulado, azul, cinza, anil e violeta) são calmantes, suaves e estáticas dando a sensação de frescor, descanso e paz.

Para realizar a verificação das cores foram realizadas visitas aos ambientes e, após, foi comparadas no gráfico de cores para verificar seu impacto no ambiente. Conforme apresentam-se nos quadros 3 e 4:

Quadro 3 – Fatores de reflexão radiante das diversas cores (refletância).

CORES	REFLETÂNCIA
BRANCO	0,75 a 0,85%
MARFIM	0,63 a 0,80%
AMARELO CLARO	0,65 a 0,75%
CREME	0,56 a 0,72%
VERDE CLARO	0,50 a 0,65%
AZUL CLARO	0,50 a 0,60%
ROSA	0,50 a 0,58%
CINZENTO	0,40 a 0,50%
MARRON	0,17 a 0,41%
VERDE ESCURO	0,10 a 0,22%
VERMELHO	0,10 a 0,20%

Quadro 4 – Refletâncias de paredes e tetos.

SUPERFÍCIES	REFLETÂNCIA
Teto branco	0,75 %
Teto claro	0,50%
Paredes brancas	0,50%
Paredes claras	0,30%
Paredes medianamente claras	0,10%

Fonte: <http://www.apliquimbrasilrecicle.com.br/>

3.6.3 Pé direito da sala de aula

Para a medição do pé direito¹⁰ das salas de aula, utilizou-se uma trena métrica com 5 metros de comprimento modelo L71MA, e foi do piso ao teto de cada dependência. Segundo o Código de Urbanismo e Edificações do Município de Maceió, Lei Municipal nº 5.593, Art. 480 de 8 de Fevereiro de 2007, as edificações destinadas à prestação de serviços de educação devem ter um pé-direito mínimo de 2,5 m (dois metros e cinquenta centímetros).

3.6.4 Altura da área de leitura dos alunos: plano de trabalho

Para a medição da altura da área de leitura dos alunos, utilizou-se a mesma trena considerando, do piso à parte plana superior da carteira do aluno. Segundo NBR 5413 (ABNT, 1992), a altura ideal do piso para o tampo da carteira deve ser de 75 cm acima do piso.

3.6.5 Altura e localização das lâmpadas

Para a medição da altura e localização das lâmpadas, utilizou-se a trena mencionada anteriormente. Essa fase da pesquisa foi realizada em duas etapas: uma tomando o piso como referencia; e a outra, tomando o plano de trabalho, que, após as medições com o luxímetro, podem ser relocadas, seguindo a NBR 5413 (ABNT, 1992), que como já foi dito deve ser compreendida entre 200 a 500 lux, luminosidade ideal para área de ensino educacional.

Segundo o mesmo Código de Urbanismo, nas edificações destinadas à prestação de serviços de educação, as lâmpadas devem ter altura idêntica ao pé direito, no mínimo 2,5 m (dois metros e cinquenta centímetros).

3.6.6 Altura e localização dos ventiladores

Para a medição da altura e localização dos ventiladores, utilizou-se a mesma trena.

¹⁰ Altura interna do piso até o teto.

Ainda segundo o Código de Urbanismo, nas edificações destinadas à prestação de serviços de educação, os ventiladores devem ter altura mínima de 2,5 m (dois metros e cinquenta centímetros).

3.6.7 Potência elétrica (Watts) de cada equipamento

A verificação da potência nos equipamentos (ventiladores, bebedouro, condicionadores de ar e lâmpadas) foi por consulta direta no equipamento (placa de identificação) ou uso do Wattímetro monofásico.

3.7 Quadro resumo das variáveis

Quadro 5 – Resumo das variáveis a serem investigadas.

DIMENSÃO DA EE	VARIÁVEIS	MEDIÇÕES	FAIXAS ACEITÁVEIS
1 - ERGONOMIA	Plano de trabalho	Altura	= 75 cm - NBR 5413 (ABNT, 1992)
2 - CONFORTO	Iluminação	Lux	200 a 500 Lux - NBR 5413 (ABNT, 1992)
	Cor das paredes	Visual	Cores frias Pilottos (1980)
3 - SEGURANÇA	Altura dos ventiladores	Metros	Superior a 250 cm Lei Municipal Nº 5.593 Maceió/Al
	Altura das lâmpadas	Metros	Superior a 250 cm Lei Municipal Nº 5.593 Maceió/Al
	Pé direito	Metros	Superior a 250 cm Lei Municipal Nº 5.593 Maceió/Al
4 - DEMANDA	Equipamentos	Eficiente ou Não	Código do INMETRO

Fonte: Pesquisa direta, 2015.

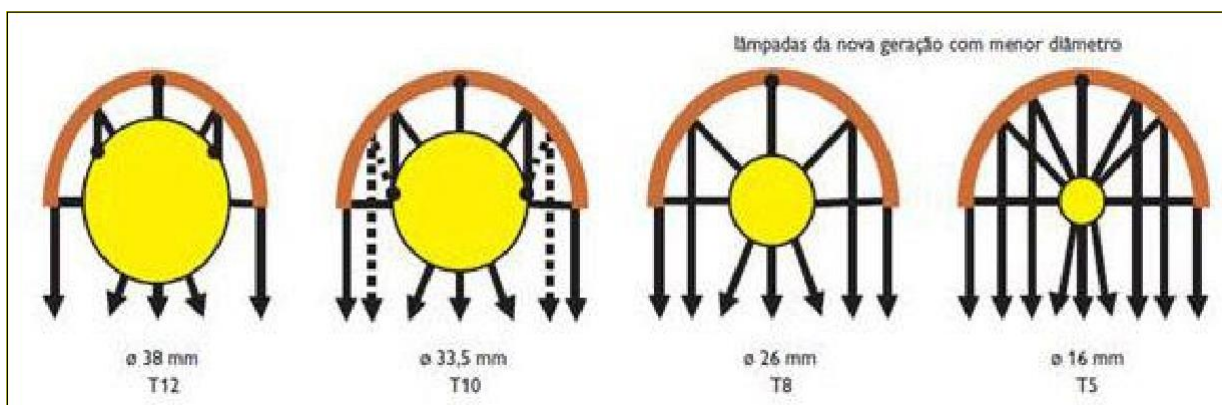
3.8 Tipos de lâmpadas

Figura 5 - Modelos de lâmpadas.



Fonte: <<http://www.apliquimbrasilrecicle.com.br/>>

Figura 6 – Representação das lâmpadas tubulares com menor diâmetro.



Fonte: <<http://www.apliquimbrasilrecicle.com.br>>

Quadro 6 – Comparação entre lâmpada fluorescente tubular de 20 W e compacta de 11 W.

CARACTERÍSTICAS	UNID.	UNID.
POTÊNCIA NOMINAL	20,0 W	11,0 W
TENSÃO NOMINAL	220/240	220/240
CORRENTE DA LÂMPADA	0,9 A	0,5 A
FATOR DE POTÊNCIA	0,90	0,95
FREQUÊNCIA NOMINAL	50 /60 Hz	50 /60 Hz
EFICIÊNCIA LUMINOSA (CONDIÇÕES NORMAIS)	55 lx/W	70 lx/W
FLUXO LUMINOSO	600 lx	800 lx
ÍNDICE DE REPRODUÇÃO DE COR	60	75
FLUXO LUMINOSO A 25 °C	600 lx	800 lx
TONALIDADE DA LUZ	865	540
TEMPERATURA DE COR	4000 K	6500 K
FLUXO LUMINOSO NOMINAL	600 lx	800 lx
COR DA LUZ	Branco fria	Branco luz do dia
TEMPERATURA AMBIENTE COM FLUXO LUMINOSO MÁXIMO	25,0 °C	25,0 °C
TEMPO DE OPERAÇÃO	3000 h	4000 h
VIDA MEDIANA	3000 h	4000 h
ÍNDICE DE MORTALIDADE EM 2.000 H	0,90	0,95
VIDA	3000 h	4000 h
VIDA NOMINAL	3000 h	4000 h
SOQUETE (BASE)	G5	E 27
QUANTIDADE DE MERCÚRIO	3,0 mg	2,0 mg
TRATAMENTO DE RESÍDUOS CONFORME WEEE	Sim	Sim
ADEQUADO PARA APLICAÇÕES INTERNAS	Sim	Sim
CLASSE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	A	A

Fonte: http://www.osram.com.br/osram_br/produtos/lampadas/lampadas-fluorescentes-compactas/osram-dulux-el-ho-

Quadro 7 – Quadro comparativo entre lâmpada fluorescente tubular de 40 e compacta de 43 W.

CARACTERÍSTICAS	UNID.	UNID,	UNID.
POTÊNCIA NOMINAL	40.0 W	43,0 W	<37 W
TENSÃO NOMINAL	220-240 V	220/240 V	Const.
CORRENTE DA LÂMPADA	0.20 A	0.195 A	<0,21 A
FATOR DE POTÊNCIA	0,92	0,95	<0,03
FREQUÊNCIA NOMINAL	50/60 Hz	50/60 Hz	K
EFICIÊNCIA LUMINOSA (CONDIÇÕES NORMAIS)	54 lx/W	75 lx/W	>33 lm/W
FLUXO LUMINOSO	1600 lx	2550 lx	> 650
ÍNDICE DE REPRODUÇÃO DE COR	≥60	≥80	< 20
FLUXO LUMINOSO A 25 °C	1600 lx	2550 lx	> 650
TONALIDADE DA LUZ	540	840	< 300
TEMPERATURA DE COR	4000 K	6500 K	<2000K
FLUXO LUMINOSO NOMINAL	1600 lx	2550 lx	> 650
COR DA LUZ	Branco fresco	Branco luz do dia	
TEMPERATURA AMBIENTE COM FLUXO LUMINOSO MÁXIMO	25.0 °C	25.0 °C	K
TEMPO DE OPERAÇÃO	5000 h	9000 h	<4000 h
VIDA MEDIANA	6000 h	9000 h	< 3000
ÍNDICE DE MORTALIDADE EM 2.000 H	0,90	0,95	< 0,05
VIDA	6000 h	90000 h	< 3000
VIDA NOMINAL	6000 h	90000 h	< 3000
SOQUETE (BASE)	G5	E-27	
QUANTIDADE DE MERCÚRIO	4,3 mg	3,3 mg	< 10
TRATAMENTO DE RESÍDUOS CONFORME WEEE	Sim	Sim	K
ADEQUADO PARA APLICAÇÕES INTERNAS	Sim	Sim	K
CLASSE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	A	A	K
CONSUMO DE ENERGIA	30kWh/1000h	22 kWh/1000h	< 8

Fonte: http://www.osram.com.br/osram_br/produtos/lampadas/lampadas-fluorescentes-compactas/osram-dulux-el-ho-

3.8.1 Lâmpadas incandescentes convencionais

Funcionam através da passagem da corrente elétrica por um filamento de tungstênio que, com o aquecimento, gera a luz. Com temperatura de cor agradável, na faixa de 2.700K ("amarelada") e reprodução de cor de 100%, tem, atualmente, sua aplicação predominantemente residencial. Seu uso está sendo cancelado.

3.8.2 Lâmpadas halógenas

São também consideradas incandescentes por terem o mesmo princípio de funcionamento; porém, são incrementadas com gases halógenos que, dentro do bulbo, se combinam com as partículas de tungstênio desprendidas do filamento.

Tem algumas vantagens em relação às lâmpadas incandescentes: com luz mais branca, brilhante e uniforme durante toda vida, alta eficiência energética, vida útil mais longa, menores dimensões.

3.8.3 Lâmpadas fluorescentes tubulares

De alta eficiência e longa durabilidade, emitem luz pela passagem da corrente elétrica através de um gás, com descarga essa quase que totalmente formada por radiação ultravioleta (invisível ao olho humano) que, por sua vez, é convertida em luz pelo pó fluorescente que reveste a superfície interna do bulbo. A performance dessas lâmpadas é otimizada através da instalação com reatores eletrônicos.

3.8.4 Lâmpadas fluorescentes compactas

Possuem a tecnologia e as características de uma lâmpada fluorescente tubular, porém com tamanhos reduzidos com as seguintes vantagens: consumo de energia 80% menor; durabilidade 10 vezes maior; design moderno, leve e compacto; aquecem menos o ambiente; excelente reprodução de cores, com índice de 85%.

4 RESULTADOS ALCANÇADOS

A análise de Eficiência Energética realizada nas escolas municipais e estaduais de Maceió, capital do Estado de Alagoas, permitiu identificar e priorizar oportunidades de reduzir o consumo de energia elétrica nestas instituições de ensino, podendo servir de modelo para outras instituições educacionais do próprio Estado de Alagoas e do Nordeste.

A partir da avaliação de usuários e das técnicas de efficientização, identificaram-se oportunidades de conservação de energia elétrica e, conseqüentemente, diminuição do consumo e da demanda energética das escolas participantes desse estudo.

Nessa perspectiva, dimensionou-se a demanda de energia elétrica das escolas pesquisadas e o respectivo consumo para os usos finais, tais como: climatização, iluminação, equipamentos de informática e geladeira, dentre outros equipamentos. Vale salientar que houve facilidade na identificação de oportunidades de consumo e a sua redução eficiente.

Uma vez identificadas as oportunidades de eficiência energética, utilizou-se o cálculo de Relação de Custo Benefício (RCB), utilizado no Manual de Instruções para Projetos de Eficiência Energética nos Prédios Públicos e, conseqüentemente, estabeleceu-se a priorização das ações, (PROCEL/EPP, 2011).

Assim, esse estudo possibilitou a diminuição do consumo de energia elétrica, bem como a efficientização energética dos aparelhos que demandam eletricidade para funcionarem.

4.1 Resultados e discussão

Este capítulo tem o objetivo de mostrar a aplicação da metodologia utilizada para analisar o uso da eficiência energética e potencial de conservação de energia elétrica na escola nos usos finais, bem como evidencia os resultados da pesquisa de campo realizada.

A análise da eficiência energética e potencial de conservação de energia elétrica, das Escolas Municipais e Estaduais pesquisadas, será apresentada na forma de quadros, tabelas, gráficos e fotos, no intuito de facilitar a

compreensão/visualização dos dados coletados, permitindo o entendimento da aplicação prática da metodologia utilizada.

4.2 Levantamento de dados

O levantamento das instalações elétricas das escolas foi realizado no período de 15/03/2015 a 15/06/2015. As escolas na sua totalidade são alimentadas em baixa tensão, 380/220 V pela rede de distribuição da concessionária de energia elétrica – ELETROBRÁS. Verificou-se que internamente não existe um quadro de distribuição, provocando, assim, um desbalanceamento dos circuitos de alimentação por capacidades de cargas.

Em cada sala de aula, estão instaladas, em média, 06 ou 08 luminárias fluorescentes tubulares com 02 lâmpadas de 40 W cada, 02 ventiladores, e as demais dependências, em média, 02 luminárias fluorescentes tubulares com 02 lâmpadas de 40 W cada e 02 ventiladores.

As atividades na escola são iniciadas por volta das 07h:00min e encerrando suas atividades às 22h:00min, cujas demandas energéticas e horários de medição estão descritos no quadro 8. Nos intervalos entre os turnos, ocorre uma redução mínima na demanda de energia, mesmo não havendo atividade educacional, enquanto que, nos finais de semana, mais precisamente no horário das 21h:00min, verificou-se que a demanda de energia está alta e que poderia ser reduzida, tomando-se medidas simples. Foram realizadas medições não periódicas, com o analisador de energia; marca Minipa, modelo ET-5051C, tensão AC/DC 1000 V, precisão básica de 0,5 %, frequência 42,5 à 69 Hz, para verificar o comportamento da demanda real global dos equipamentos de uso final e fazer análise do consumo de energia elétrica nas escolas.

Quadro 8 – Demanda energética e horário da medição das escolas municipais e estaduais de Maceió.

Horário	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
10:30	15,046 kW	17,053 kW	15,000 kW	17,000 kW	16,095 kW	12,989 kW	3,058 kW
12:00	13,032 kW	14,560 kW	13,258 kW	14,238 kW	13,956 kW	10,845 kW	4,080 kW
21:00	20,046 kW	19,592 kW	19,285 kW	20,450 kW	19,938 kW	10,018 kW	10,018 kW

Fonte: Pesquisa direta, 2015.

É importante observar na medição, no horário de 12h00min, que as escolas estão em intervalo do almoço e a demanda permanece quase a mesma nesse horário. Um dos fatos que mostra a marca de eficiência energética nas escolas: no transcorrer do levantamento de dados, foram encontradas lâmpadas acesas nas salas, corredor e, até mesmo, na quadra externa poliesportiva sem atividade nas mesmas.

Vale ressaltar que, durante a visita, foram levantados também as variáveis: pé direito, altura das lâmpadas, altura dos ventiladores e posicionamento, cor das paredes, luminosidade, cuja média calculada está dentro do limite mínimo estipulado pela NBR 5413 (ABNT,1992).

4.3 Caracterização do consumo das escolas

Realizaram-se visitas nas escolas pesquisadas, tanto nas estaduais quanto nas municipais, para caracterizar o consumo de energia elétrica de cada uma. Constatou-se que as escolas, municipais e estaduais, possuem em geral: lâmpada fluorescente tubular de 32mm e 20 W, lâmpada fluorescente tubular de 32 mm e 40 W, computador, ventilador de teto 130W, geladeira 240/480W, Freezer 600 W, Condicionador de ar (9000 BTU/h). Porém, para uma melhor visualização da pesquisa realizada, serão apresentadas, separadamente, primeiro os dados das escolas municipais e, em seguida, os das estaduais.

4.3.1 Escolas municipais.

Para uma melhor verificação dos níveis de eficiência energética das escolas municipais pesquisadas, observaram-se algumas variáveis que interferem diretamente, as quais podem ser visualizadas na tabela 2.

Tabela 2 – Análise das variáveis observadas nas escolas municipais.

Variáveis	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	Média
Cor de parede	B	M	A	A	A	B	A	A	M	M	Cores frias
Altura pé direito	3,1m	3,1m	3,0m	2,2m	3,10 m	3,1m	3,1m	3,0m	3,0m	2,2m	2,87 m
Altura das lâmpadas	2,5m	3,0m	2,5m	2,1m	3,0m	3,0m	3,0m	2,5m	2,5m	2,2m	2,66 m
Altura do ventilador	2,00	2,50	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00 m
Altura plano de trabalho	0,75 m	0,75 m	0,75 m	0,75 m	0,75 m	0,75 m	0,75 m	0,75 m	0,75 m	0,75 m	0,75 m
Janelas por sala	01	02	01	01	02	01	01	01	01	01	01
Nível de luminosidade	250 lx	200 lx	250 lx	295 lx	180 lx	230 lx	240 lx	250 lx	265 lx	300 lx	246 lx

Legenda: B = Branca; M = Marfim; A = Azul claro;

Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Percebe-se, de acordo com a tabela 2, que 50% das escolas têm paredes azuis claras, assim provocando uma reflexão de 0,60 da luz; 0,30 das escolas com paredes de cor marfim refletindo 0,80 da luz; e apenas 0,20 das escolas com cor branca que reflete 0,85 da luz. Com isso, conclui-se que 0,80 das escolas, em suas cores de paredes, não contribuem para a eficiência energética. Em apenas 2 escolas, 0,20 da amostra, as paredes são pintadas de branco – cor que mais reflete luminosidade. Assim, para um maior nível de luminosidade e, conseqüentemente, melhor eficiência energética, aconselha-se que todas as salas de aulas das escolas sejam pintadas de branco, podendo, assim, refletir 0,85 da luz.

Na tabela 2, percebe-se que a altura do pé-direito, em 80% das escolas, é superior a 3 metros; com isso, os raios luminosos ficam mais divergentes do plano de trabalho, reduzindo a luminosidade para uma média de 240 lx. Porém, de acordo com a NBR 5413 (ABNT.1992) esse valor deve ser de no mínimo de 300 lx.

Assim, pode-se afirmar que 80% das escolas têm baixa eficiência energética, segundo seu pé-direito. Na análise da variável altura das lâmpadas (*vide* tabela 2), as mesmas estão instaladas, em média, 2,05 metros acima da área de trabalho, provocando, com isso uma redução do raio luminoso; na análise dessa variável, 80% das escolas têm baixa eficiência energética.

Os ventiladores estão em média a 2,00 metros de altura; um índice aceitável para eficiência energética onde altera só a sensação térmica da sala de aula. E o

plano de trabalho está dentro das normas da NBR 5413 (ABNT.1992), por se tratar da parte ergométrica.

Assim, de acordo com a tabela 2, apenas 2 escolas pesquisadas, 20%, possuem 2 janelas em cada sala de aula, enquanto que, 8 escolas, 80%, possuem apenas uma janela nas salas de aula; conclui-se que 80% das escolas poderiam ter melhor o aproveitamento da luminosidade natural.

Segundo a tabela 2, pode-se afirmar que a média de iluminância nas escolas é, em média de 246 lx, portanto abaixo da média estabelecida pela NBR 5413 (ABNT.1992) em locais de ensino, que deve ser 300 lx

Percebe-se que, para aumentar o nível de eficiência energética nas escolas estaduais, é imprescindível realizar mudanças, tanto dos equipamentos e das lâmpadas, bem como de alguns itens da estrutura física dos prédios.

A demanda das escolas municipais pesquisadas, é de 200.460 W, conforme apresenta a tabela 3, obtida através da, equação 2:

$$P_{\text{total}} = (P_1 \cdot Q_1) + (P_2 \cdot Q_2) + (P_3 \cdot Q_3) \dots \quad (2)$$

Tabela 3 - Resumo do quadro atual de carga geral nas escolas municipais pesquisadas.

Item	Discriminação	Quant.	Consumo Atual (W)
01	Lâmpada fluorescente de 20 W	250	5.000
02	Lâmpada fluorescente de 40 W	1448	57.920
03	Computador (150 W)	110	16.500
04	Ventilador de teto 130W- 0,15HP	276	35.880
05	Geladeira 240 W	20	4.800
06	Freezer 600 W	10	6.000
07	Gelagua 260 W	40	10.400
08	Condicionador de ar (9000 BTU/h)	20	57.720
TOTAL		2174	200.460 W

Fonte: Pesquisa direta, 2015.

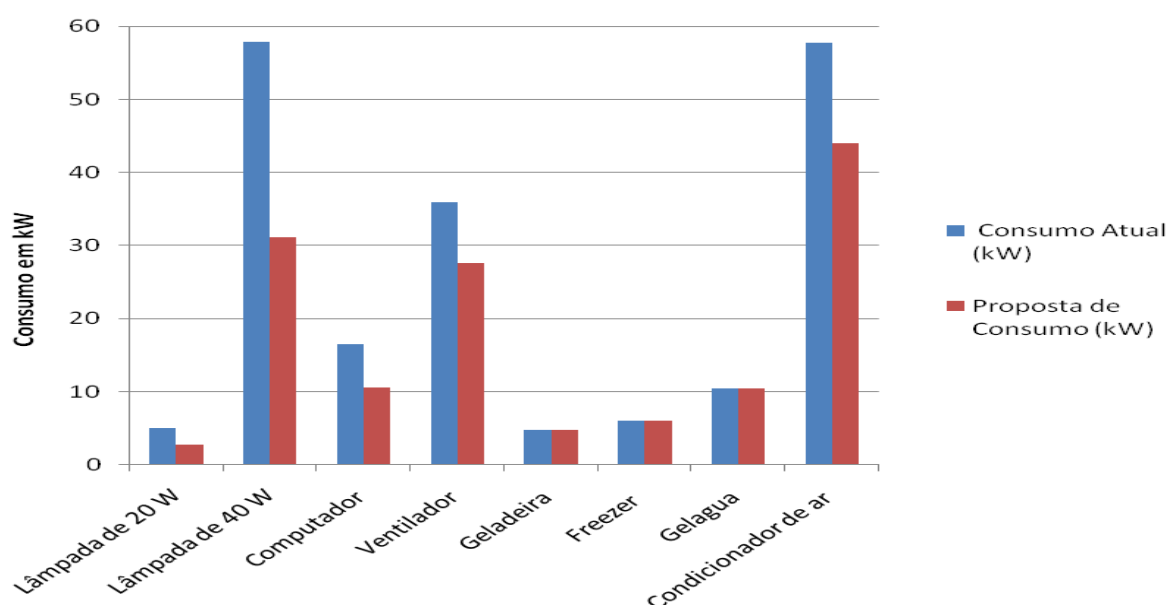
Essa pesquisa propõe que os itens apresentados na tabela 3 sejam substituídos por itens presentes na tabela 4, em virtude da maior eficiência energética, no intuito de reduzir a demanda elétrica, pois funcionam com uma maior eficiência energética.

Tabela 4 – Resumo da proposta para substituição nas escolas municipais.

Item	Discriminação	Quant.	Proposta (W)	Redução %
01	Lâmpada compacta eletrônica de 11 W luz branca 3u	250	2.750	45,00
02	Lâmpada compacta eletrônica de 43 W luz branca 3u	724	31.132	46,25
03	Computador com monitor LED (96 W)	110	10.560	36,00
04	Ventilador de teto 100 W	276	27.600	23,07
05	Geladeira 240 W	20	4.800	00,00
06	Freezer com selo de eficiência energética 600 W	10	6.000	00,00
07	Gelagua com selo de eficiência energética 260W	40	10.400	00,00
08	Condicionador de ar com selo de eficiência energética (7.500 BTU/h)	20	43.960	23,83
TOTAL		1450	137.202 W	31,55

Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Para uma melhor visualização da comparação realizada entre os itens presentes nas escolas municipais das escolas pesquisadas, mostrados na tabela 3 e na tabela 4, elaborou-se o gráfico 2.

Gráfico 2 – Comparação entre as cargas atuais das escolas municipais e proposta pesquisada.

Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Analisando o gráfico 2, fica evidente a diferença do nível de eficiência energética entre a atual situação das escolas municipais e a proposta realizada por essa pesquisa concluindo que, nas escolas pesquisadas, é baixa eficiência energética, sendo possível reduzir as cargas sem prejudicar as tarefas educacionais. Vale notar que a baixa eficiência foi verificada nos equipamentos controlados manualmente, como lâmpadas, computadores, ventiladores e condicionadores de ar

Em relação ao sistema de ar condicionado da instalação da escola, ele é composto por 20 aparelhos, tipo janela.

Um ponto analisado do sistema de ar condicionado foi o filtro de ar (tela) de todas as salas administrativas: 80% deles estava repleto de sujeiras (quase que totalmente obstruído), isto é, o ar condicionado estava funcionando em situação crítica, carentes de manutenções conforme estão previstas no manual.

Outro ponto analisado foi a fiação do circuito existente do ar condicionado, sendo detectado o aquecimento do cabo de alimentação que interliga o circuito geral do ar condicionado.

Nas visitas realizadas às escolas municipais pesquisadas, verificou-se que as lâmpadas e os equipamentos que demandam energia elétrica.

Vale destacar que o valor total das despesas com a demanda elétrica das escolas municipais, visualizados na tabela 5 e na tabela 6 foi calculado a partir da equação 4:

$$VC_{total} = P.Q/1000.h.d.t. \quad (4)$$

Onde: P = Potência, Q= Quantidade, h= Número de horas, d = Dias ao ano e t= Tarifa

Tabela 5 – Valores de consumo atual de energia elétrica nas escolas municipais.

Discriminação	kW. h/d . D/a	Preço (kW/h)	Valor total (R\$) ano
Lâmpada fluorescente 1448x40 W tubular	57,92 x 11 x 200	0,5830	74.288,19
Lâmpada fluorescente 250x20 W tubular	5,00 x 11 x 200	0,5830	6.413,00
Freezer 10x600 W	6 x 18 x 200	0,5830	12.592,80
Computador 110x150 W	16,5 x 4 x 200	0,5830	7.695,60
Ventilador 276x130 W	35,88 x 11 x 200	0,5830	46.019,88
Geladeira 20x240W	4,8 x18 x 200	0,5830	10.074,24
Gelagua 40x260W	10,4 x18 x 200	0,5830	21.827,52
Condicionador de ar 20x2886 W	57,72 x 8 x 200	0,5830	53.841,21
Total	399.232 W/ano	-----	232.752,44

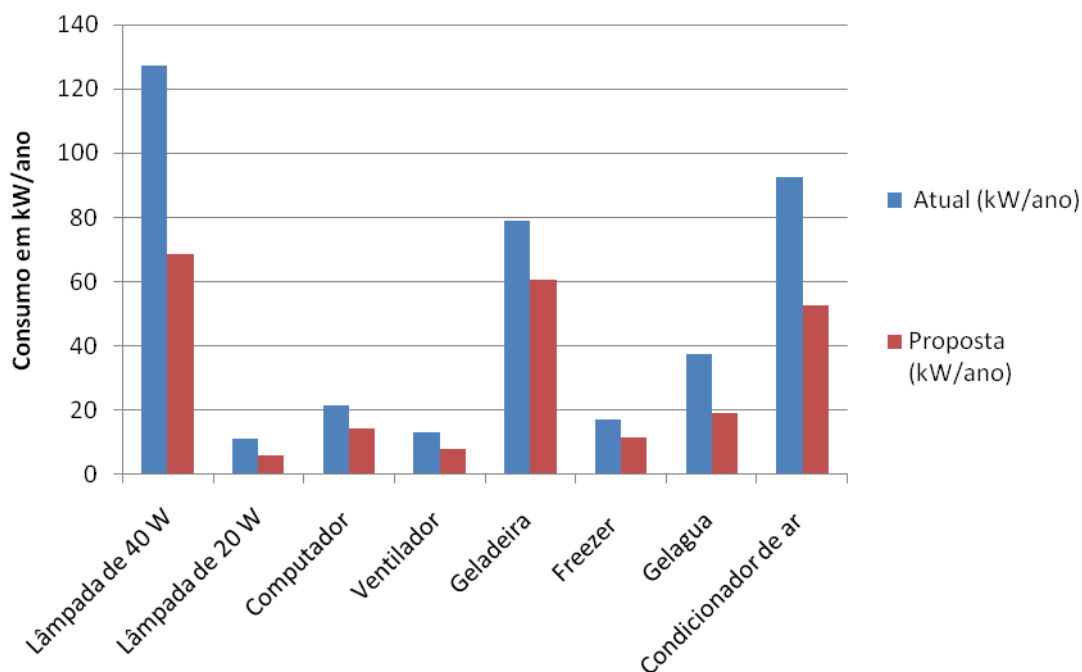
Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Tabela 6 – Valores após a substituição nas escolas municipais.

Equipamentos	kW. h/d . D/a	Preço (kW/h)	Valor total (R\$) ano	Redução %
Lâmpada fluorescente 724x43 W compacta	31,132 x 11 x 200	0,5830	39.929,90	46,25
Lâmpada fluorescente 250x11 W compacta	2,75 x 11 x 200	0,5830	3.527,15	45
Freezer 10x600 W	6,0 x 12 x 200	0,5830	8.395,20	33,33
Computador 110x 90 W	9,9 x 04 x 200	0,5830	4.617,36	40
Ventilador 276x100 W	27,6 x11 x 200	0,5830	35.399,76	23,07
Geladeira 20x240W	4,8 x 12 x 200	0,5830	6.370,56	36,76
Gelagua 40x260W	10,4 x12 x 200	0,5830	14.551,68	33,33
Condicionador de ar 20x2198 W	43,96 x6 x 200	0,5830	30.754,41	42,88
Total	241,048 kW/ano	-----	143.546,07	38,33%

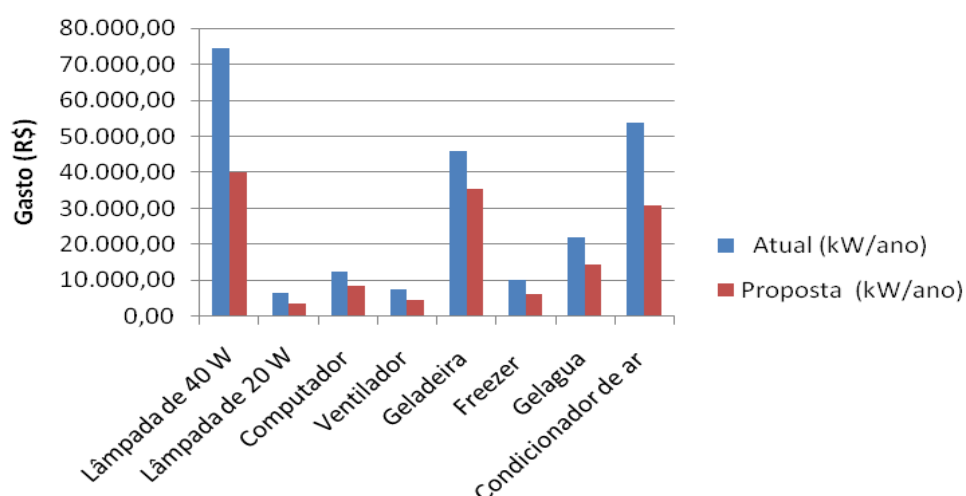
Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Para uma melhor visualização da comparação entre os níveis de eficiência energética, a partir da demanda por eletricidade nas escolas municipais, entre os itens observados nas visitas e os disponibilizados na proposta apresentada por essa pesquisa, elaborou-se o gráfico 3, no qual descreve o consumo anual de cada equipamento antes e depois das mudanças propostas.

Gráfico 3 – Consumo antes e depois da substituição das cargas nas escolas municipais.

Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Gráfico 4 – Gasto por equipamento antes e depois da substituição das cargas nas escolas municipais.



Fonte: Pesquisa direta, 2015.

O gráfico 4 descreve o gasto anual de cada equipamento antes e depois das mudanças de cargas propostas. Todos os itens trabalhados sofreram redução, destaque na substituição das lâmpadas e do condicionador de ar, em torno de 45%.

Dessa forma, observa-se que, caso as escolas municipais pesquisadas adotem a substituição das lâmpadas e dos equipamentos descritos na tabela 4, realizarão uma economia financeira anual de aproximadamente R\$ 92.564,45, ou seja, 158.184 kW ano, conforme apresenta o quadro 9:

Quadro 9 – Resumo da economia anual com a substituição nas escolas municipais pesquisadas.

Discriminação	Valores em real	Consumo
Valor antes da EE	R\$ 232.752,44	399.232 kW
Valor após a EE	R\$ 140.187,99	241.048 kW
Economia anual	R\$ 92.564,45	158.184 kW

Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Assim, vale destacar a relevância dessa pesquisa, por demonstrar que é possível que as escolas municipais contempladas nesse estudo apresentem uma economia do gasto financeiro com energia elétrica de aproximadamente 38,33 % em relação ao consumo anual.

Porém, vale destacar que para a realização da substituição das lâmpadas e dos equipamentos utilizados pelas escolas durante as visitas e pela proposta

apresentada na tabela 3, haverá um investimento financeiro do Governo Municipal para a aquisição dos mesmos, conforme estão descritos na tabela 7.

Tabela 7 - Investimento para substituição das lâmpadas e equipamentos nas escolas municipais.

Discriminação	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Lâmpada fluorescente 43 W compacta	724	23,50	17.014,00
Lâmpada fluorescente 11 W compacta	250	9,00	2.250,00
Suporte tipo E-27	974	5,00	4.870,00
Freezer 600 W	10	1.800,00	18.000,00
Computador 90 W	110	890,00	97.900,00
Ventilador 100 W	276	235,00	64.860,00
Geladeira 240 W	20	1.750,00	35.000,00
Gelágua 200W	40	350,00	14.000,00
Condicionador de ar (7.500 BTU)	20	990,00	19.800,00
Total			273.694,00

Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Gráfico 5 - Percentagem da economia anual (R\$ 92.564,45) para cada equipamento das escolas municipais pesquisadas.

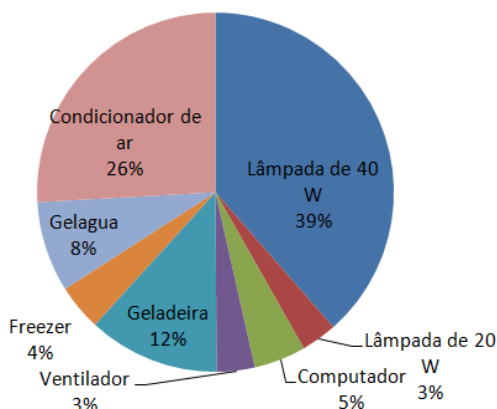
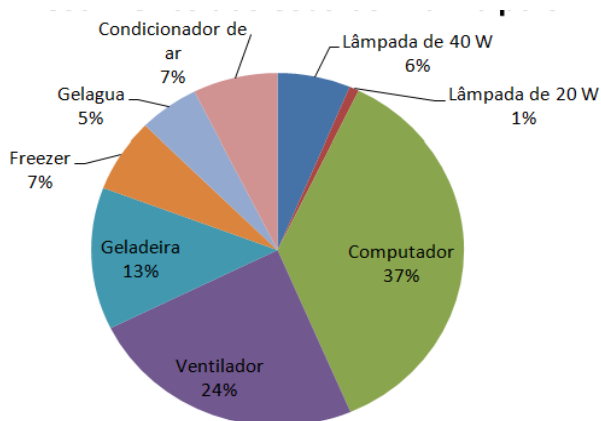


Gráfico 6 - Percentagem do investimento (R\$ 273.694,00) para cada equipamento das escolas municipais pesquisadas.



Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Os gráficos 5 e 6 representam as percentagem de cada item na economia anual das escolas municipais e no investimento adotado, respectivamente. Destacam-se as lâmpadas e os condicionadores de ar, por apresentarem as maiores percentagem na economia anual tendo um investimento financeiro menor. O inverso ocorreu com os computadores e ventiladores, alto investimento com baixa economia.

4.3.2 Escolas estaduais.

Para dimensionar o nível de eficiência energética nas escolas estaduais pesquisadas, faz-se necessário considerar as variáveis pertinentes às instalações físicas, analisadas nas escolas municipais, conforme estão especificadas na tabela 8:

Tabela 8 – Resumo das variáveis das escolas estaduais pesquisadas.

Variáveis	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	Média
Cor de parede	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	Cor fria
Altura pé direito	2,20 m	2,20 m	2,20 m	2,20 m	2,20 m	2,20 m	2,20 m	2,20 m	2,20 m	2,20 m	2,20m
Altura das lâmpadas	2,10 m	2,10 m	2,10 m	2,10 m	2,10 m	2,10 m	2,10 m	2,10 m	2,10 m	2,10 m	2,10m
Altura do ventilador	2,00 m	2,00 m	2,00 m	2,00 m	2,00 m	2,00 m	2,00 m	2,00 m	2,00 m	2,00 m	2,00 m
Altura plano de trabalho	0,75 m	0,75 m	0,75 m	0,75 m	0,75 m	0,75 m	0,75 m	0,75 m	0,75 m	0,75 m	0,75 m
Janelas por sala	02	02	01	02	02	01	02	02	02	02	02
Nível de luminosidade	280 lx	285 lx	280 lx	270 lx	285 lx	295 lx	280 lx	280 lx	295 lx	250 lx	280 lx

Legenda: M = Marfim

Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Percebe-se, assim, que para aumentar o nível de eficiência energética nas Escolas estaduais é imprescindível realizar mudanças, tanto dos equipamentos e das lâmpadas, bem como de alguns itens da estrutura física dos prédios.

Observa-se, de acordo com a tabela 8, que em todas as salas de aula das escolas, 100% da amostra, as paredes são pintadas de marfim, refletindo apenas 80% da luz; a altura do pé direito é de 2,20 m, possibilitando um bom nível de aproveitamento da luz artificial; a altura das lâmpadas é de 2,10 m, tendo um índice de luminosidade calculado em 280 lx, um pouco abaixo do ideal, que deve ser de, no

mínimo, 300 lx; a altura dos ventiladores é de 2,00 m. Assim, pode-se afirmar que 80% das escolas têm eficiência energética, segundo as variáveis da Tabela 8.

De acordo com a tabela 8, apenas 2 escolas pesquisadas, 20%, possuem 1 janela em cada sala de aula, enquanto que, 8 escolas, 80%, possuem duas janelas nas salas de aula. Podendo-se concluir que 80% das escolas têm o aproveitamento da luminosidade natural implicando uma melhor eficiência energética. A tabela 8 mostra que duas escolas possuem apenas uma janela por sala de aula, o que dificulta a iluminação natural e diminui a eficiência energética. Por outro lado, as oito salas restantes possuem duas janelas por sala, maior nível de iluminação natural e melhor eficiência energética.

Dessa forma, conforme a tabela 8, pode-se afirmar que os níveis de luminosidade tenderam para uma uniformidade, apresentando a média de 280 lx, valor inferior da estabelecida pela NBR 5413 (ABNT.1992).

A demanda energética está descrita na tabela 9. Mais uma vez, aplicou-se a equação 2 :

Tabela 9 – Resumo do quadro geral atual das escolas estaduais pesquisadas.

Item	Discriminação	Quant.	Consumo Atual (W)
01	Lâmpada fluorescente de 20 W	378	7.540
02	Lâmpada fluorescente de 40 W	2.010	80.400
03	Computador (150 W)	114	17.100
04	Ventilador de teto 130 W - 0,15HP	304	39.520
05	Geladeira 480 W	20	9.600
06	Freezer 600 W	21	12.600
07	Gelagua 260 W	60	15.600
08	Condicionador de ar (9000 BTU/h)	29	83.694
TOTAL		2936	266.054 W

Fonte: Pesquisa direta, 2015.

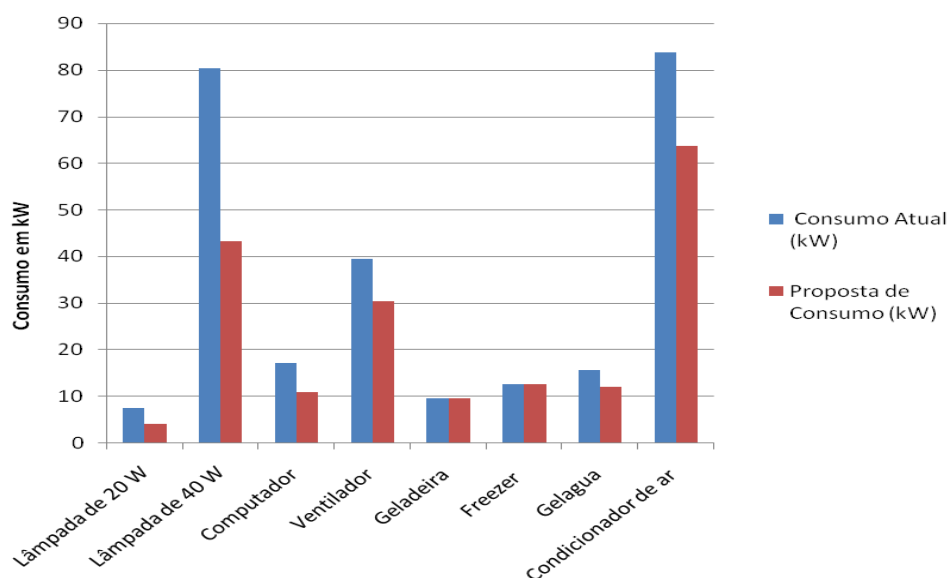
Os itens descritos na tabela 9, ao serem comparados com as lâmpadas e aos equipamentos disponibilizados atualmente no mercado nacional, possuem níveis baixos de eficiência energética, conforme apresenta a tabela 10:

Tabela 10 – Resumo do quadro de cargas com propostas para substituição nas escolas estaduais.

Item	Discriminação	Quant.	Proposta (W)	Redução %
01	Lâmpada compacta eletrônica de 11 W luz branca 3u	378	4.158	44,85
02	Lâmpada compacta eletrônica de 43 W luz branca 3u	1005	43.215	46,25
03	Computador com monitor LED (96 W)	114	10.944	36,00
04	Ventilador de teto 100 VA	304	30.400	23,07
05	Geladeira 480 W	20	9.600	00,00
06	Freezer com selo de eficiência energética 600 W	21	12.600	00,00
07	Gelagua com selo de eficiência energética 200W	60	12.000	23,00
08	Condicionador de ar com selo de eficiência energética (7.500 BTU/h)	29	63.742	23,83
TOTAL		1931	186.659 W	29,84

Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Para uma melhor visualização da comparação entre a demanda energética observada nas escolas estaduais com a realização da substituição das lâmpadas e dos equipamentos elétricos, proposta por essa pesquisa, elaborou-se o gráfico 7:

Gráfico 7 – Comparação da demanda elétrica antes e depois da substituição nas escolas estaduais.

Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Analisando o gráfico 7, fica evidente a diferença do nível de eficiência energética entre a atual situação das escolas estaduais e a proposta realizada por essa pesquisa, concluindo que nessas escolas é baixa a eficiência energética atual, sendo possível reduzir as cargas sem prejudicar as tarefas educacionais. Nessa perspectiva, verificou-se que as lâmpadas e os equipamentos que demandam

energia elétrica, possuem níveis baixos de eficiência energética. A tabela 11 mostra o consumo energético e os custos referente a cada equipamento.

Tabela 11 – Atuais valores de consumo elétrico nas escolas estaduais.

Discriminação	kW. h/d . D/a	Preço (kW/h)	Valor total (R\$) ano
Lâmpada fluorescente 2010x40 W tubular	80,40 x 11 x 200	0,5830	103.121,29
Lâmpada fluorescente 318x20 W tubular	6,36 x 11 x 200	0,5830	8.157,33
Freezer 21 x 600 W	12,60 x 18 x 200	0,5830	26.444,88
Computador 114 x 150 W	14,84 x 8 x 200	0,5830	13.842,75
Ventilador 304 x 130 W	39,52 x 11 x 200	0,5830	50.688,35
Geladeira 20 x 480 W	9,6 x18 x 200	0,5830	20.148,50
Gelagua 60 x 260 W	15,60 x18 x 200	0,5830	32.741,28
Condicionador de ar 29 x 2886 W	83,69 x 8 x 200	0,5830	78.069,63
Total	571.544 W/ano	-----	333.214,01

Fonte: Pesquisa direta, 2015.

O valor total das despesas com a demanda elétrica das escolas estaduais, visualizados na tabela 11 e na tabela 12, foi calculado a partir da equação 4.

A aplicação de novas lâmpadas e equipamentos mais modernos que possuem níveis maiores de eficiência energética, poderão gerar economia financeira, conforme pode ser visualizado na tabela 12:

Tabela 12 – Valores do consumo elétrico à substituição nas escolas estaduais pesquisadas.

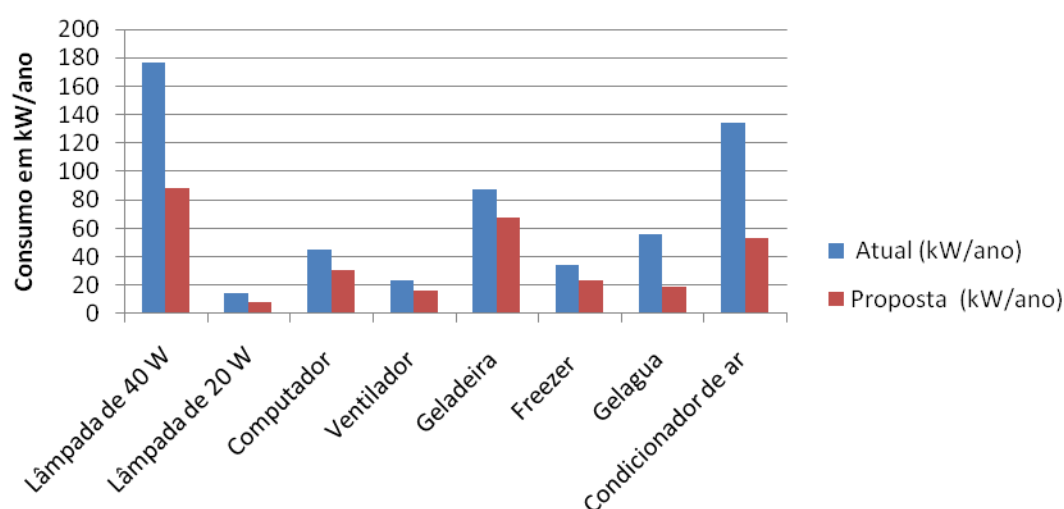
Equipamentos	KW. h/d . D/a	Preço (kW/h)	Valor total (R\$) ano	Redução %
Lâmpada fluorescente 1005x43 W compacta	40,2 x 11 x 200	0,5830	51.560,52	50
Lâmpada fluorescente 318 x11 W compacta	3,49x 11 x 200	0,5830	4.486,53	45
Freezer 21x 600 W	12,60 x 12 x 200	0,5830	17.629,92	33,33
Computador 114x 90 W	10,26 x 08 x 200	0,5830	9.570,52	30,86
Ventilador 304x100 W	30,70 x11 x 200	0,5830	39.375,82	22,31
Geladeira 20x480 W	9,60 x 12 x 200	0,5830	13.432,32	33,33
Gelagua 40x200W	8,00 x12 x 200	0,5830	11.193,60	65,81
Condicionador de ar 20x2198 W	43,96 x 6 x 200	0,5830	30.754,16	60,60
Total	305306 kW/ano	-----	178.003,10	46,58

Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Esta pesquisa demonstra ser possível que as escolas estaduais contempladas nesse estudo apresentem uma economia do gasto financeiro com energia elétrica de aproximadamente 46,58 % em relação ao consumo anual. Para

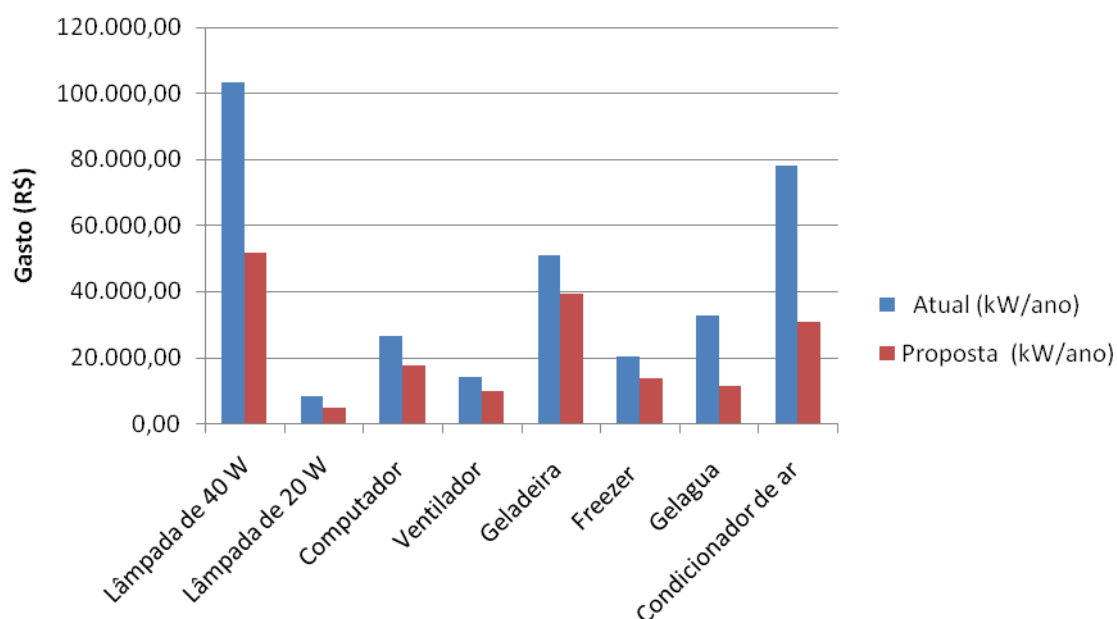
uma melhor visualização da comparação entre os níveis de eficiência energética, a partir da demanda por eletricidade nas escolas estaduais, entre os itens observados nas visitas e os disponibilizados na proposta apresentada por essa pesquisa, elaborou-se o gráfico 8:

Gráfico 8 – Consumo elétrico antes e depois da substituição das cargas nas escolas estaduais.



Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Gráfico 9 - Valor pago pelo consumo de energia atual e da proposta.



Fonte: Pesquisa direta, 2015.

O gráfico 9 descreve o gasto anual de cada equipamento antes e depois das mudanças de cargas propostas. Todos os itens trabalhados sofreram redução, destaque na substituição do gelagua e do condicionador de ar, com 65,81% e 60,60%, respectivamente. As lâmpadas também apresentaram reduções significativas, 45% a 50%.

Dessa forma, observa-se que caso as escolas estaduais pesquisadas adotem a substituição das lâmpadas e dos equipamentos, descritos na tabela 12, realizarão uma economia anual de aproximadamente R\$ 155.210,91, ou seja, 266.238 kW ano, conforme apresenta o quadro 10:

Quadro 10 - Resumo da economia anual com a substituição nas escolas estaduais pesquisadas.

Discriminação	Valores em real	Consumo
Valor antes da EE	R\$ 333.214,01	571.544 kW
Valor após a EE	R\$ 178.003,10	305.306 kW
Economia anual	R\$ 155.210,91	266.238 kW

Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Entretanto, vale destacar que para a realização da substituição das lâmpadas e dos equipamentos, despenderá um investimento financeiro do Governo Estadual para a aquisição dos mesmos, conforme estão descritos na tabela 13:

Tabela 13 – Custo para substituição das lâmpadas e equipamentos nas escolas estaduais pesquisadas.

Equipamentos (W)	Quant.	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Lâmpada fluorescente 43 W compacta	1005	23,50	23.617,50
Lâmpada fluorescente 11 W compacta	378	9,00	3.402,00
Suporte tipo E-27	1383	5,00	6.915,00
Freezer 600 W	21	1.800,00	37.800,00
Computador 90 W	114	890,00	101.460,00
Ventilador 100 W	304	235,00	71.440,00
Geladeira 240 W	20	1.750,00	35.000,00
Gelagua 200W	60	350,00	21.000
Condicionador de ar (7.500 BTU/h)	20	990,00	19.800,00
Total			320.434,50

Fonte: Pesquisa direta, 2015

Gráfico 10 - Percentagem da economia anual (R\$ 155.210,91) para cada equipamento das escolas estaduais pesquisadas.

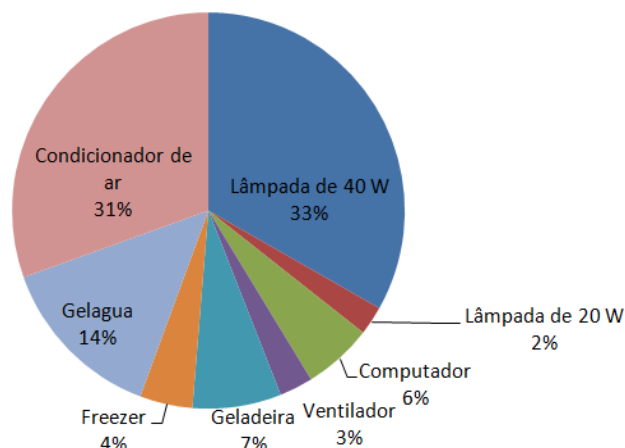
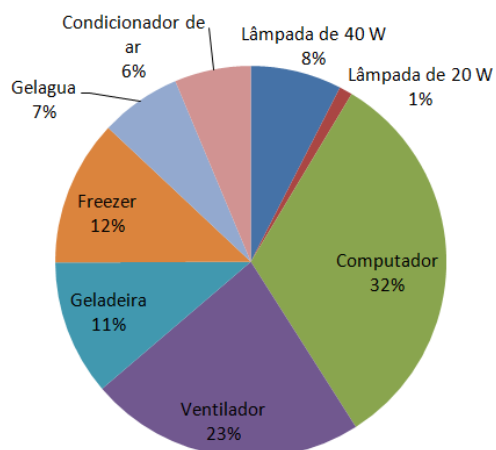


Gráfico 11 - Percentagem do investimento (R\$ 320.434,50) para cada equipamento das escolas estaduais pesquisadas.



Fonte: Pesquisa direta, 2015

Os gráficos 10 e 11 representam as percentagem de cada item na economia anual das escolas estaduais e no investimento adotado, respectivamente. Destacam-se novamente as lâmpadas e os condicionadores de ar, ao apresentarem as maiores percentagem na economia anual tendo um investimento financeiro menor. O inverso ocorreu com os computadores e ventiladores, alto investimento com baixa economia.

4.3.3 Comparação das escolas municipais e estaduais.

Para um melhor entendimento, seguem os itens pesquisados e suas características em 10 unidades de cada esfera governamental, conforme apresenta a tabela 14:

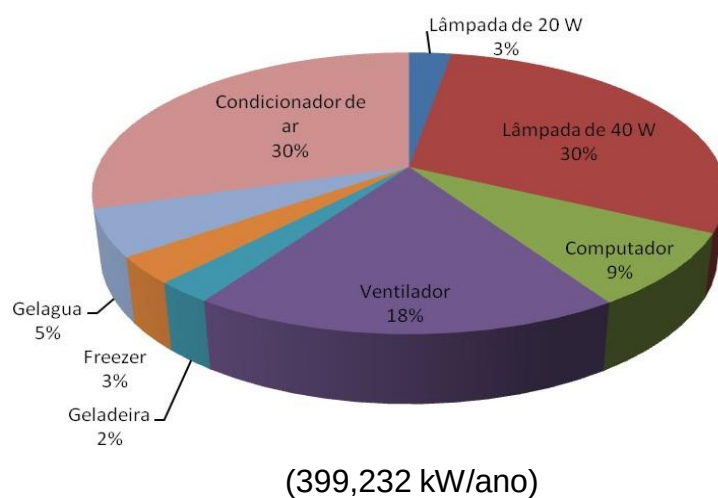
Tabela 14 – Visualização dos casos pesquisados.

DADOS GERAIS	ESCOLAS MUNICIPAIS	ESCOLAS ESTADUAIS
Lâmpada fluorescente de 20 W	5.000 W	7.540 W
Lâmpada fluorescente de 40 W	57.920 W	80.400 W
Computador (150 W)	16.500 W	17.100 W
Ventilador de teto 130W-0,15HP	35.800 W	39.520 W
Geladeira	4.800 W	9.600 W
Freezer	6.000 W	12.600 W
Gelagua	10.400 W	15.600 W
Condicionador de ar	57.720 W	83.694 W
Plano de trabalho	0,75 m	0,75 m
Taxa de Luminosidade	246 lx	280 lx
Cor das Paredes	Cor fria	Cor fria
Altura dos ventiladores	2,20 m	2,00 m
Altura das lâmpadas	2,66 m	2,10 m
Pé direito	2,90 m	2,20 m
Equipamentos	Baixo rendimento	Baixo rendimento

Fonte: Pesquisa direta, 2015.

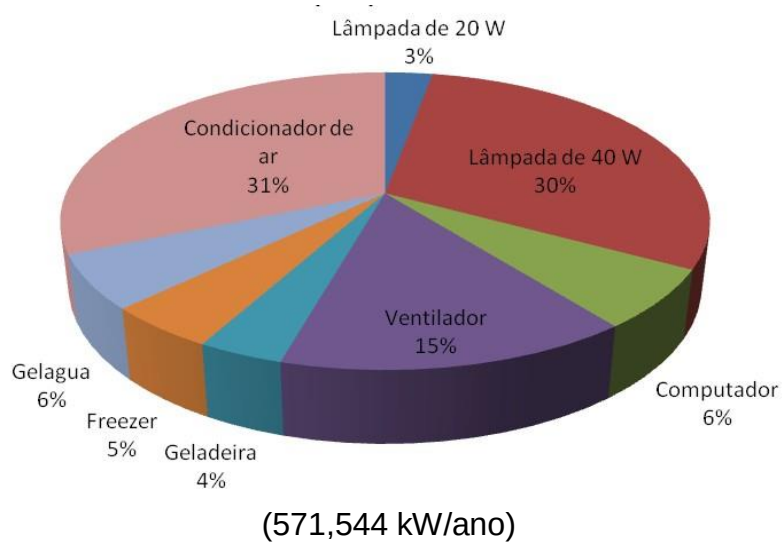
Os itens analisados na pesquisa em cada escola possuem a mesma contribuição no consumo geral das escolas tanto municipais como estaduais, conforme os gráficos 12 e 13. Em maior consumo destacam-se os itens que afetam a iluminação e a temperatura dos ambientes, são eles: lâmpadas, condicionadores de ar e ventiladores, em ambas escolas.

Gráfico 12 - Percentagem do consumo atual por equipamentos das escolas municipais.



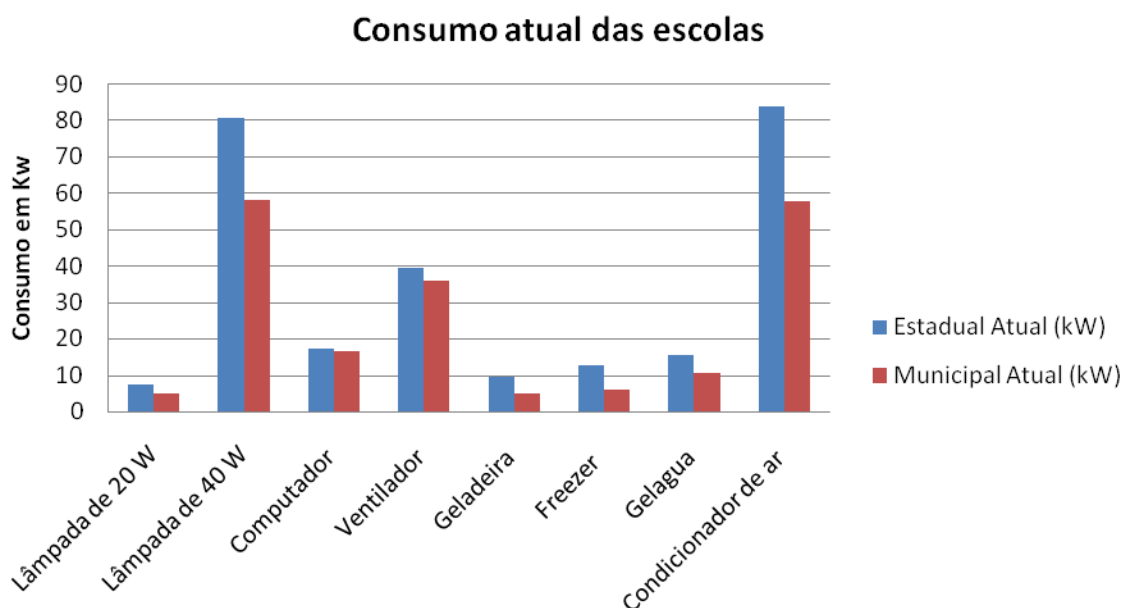
Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Gráfico 13 - Percentagem do consumo atual por equipamentos das escolas estaduais.



Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Ao comparar as atuais cargas demandadas das escolas municipais e estaduais pesquisadas, elaborou-se o gráfico 14:

Gráfico 14 – Comparativo de cargas das escolas municipais e estaduais.

Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Constata-se que as demandas oriundas dos ventiladores e computadores são semelhantes nas escolas estaduais e municipais, porém as lâmpadas fluorescentes de 40W e os condicionadores de ar apresentam valores bem mais elevados nas escolas estaduais em relação as escolas municipais.

Quadro 11 - Resumo da economia anual com as substituições nas escolas municipais e estaduais pesquisadas.

Discriminação	Valores em real	Consumo
Economia Anual Estadual	R\$ 155.210,91	266,238 kW
Economia Anual Municipal	R\$ 92.564,45	158,184 kW
Total	R\$ 247.775,36	424,422 kW

Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Somando os dados obtidos das escolas municipais e estaduais é apresentado a economia anual total de cada item no gráfico 15, e o investimento total em cada item no gráfico 16.

Gráfico 15 - Percentagem da economia anual (R\$ 155.210,91) para cada equipamento das escolas estaduais pesquisadas.

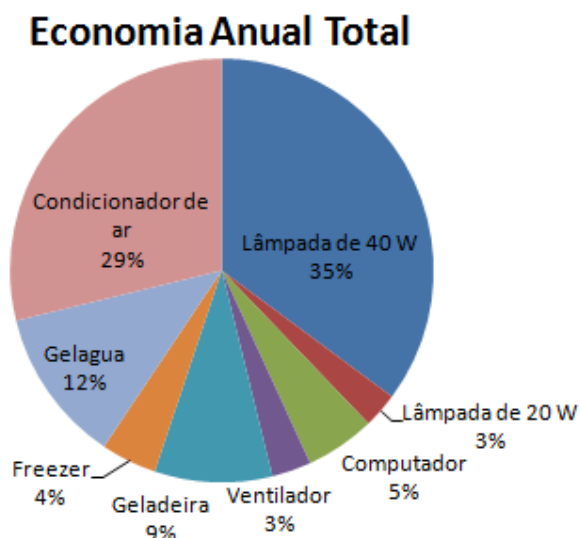
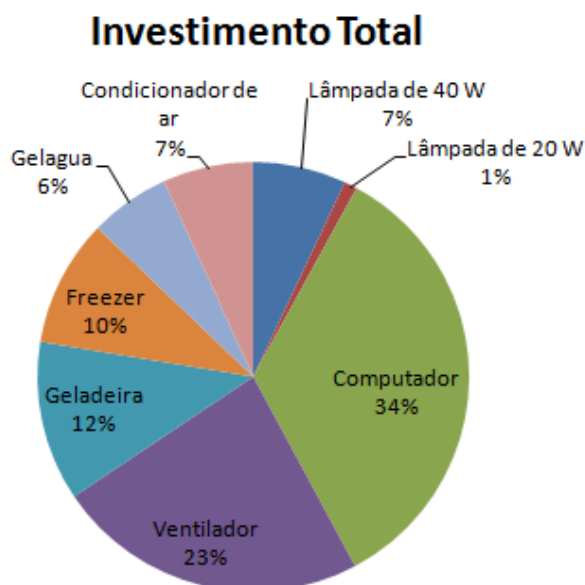


Gráfico 16 - Percentagem do investimento (R\$ 320.434,50) para cada equipamento das escolas estaduais pesquisadas.



Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Os gráficos 15 e 16 representam uma visão geral das instituições de ensino analisadas. No geral a maior economia anual vem das lâmpadas e condicionadores de ar, os mesmos apresentaram investimento total baixo. Ao apresentar o investimento e economia de cada equipamento, conclui que o investimento inicial deva ocorrer nos equipamentos que apresentaram economia anual elevada e investimento baixo.

4.4 Tempo de retorno do investimento

O retorno do investimento com a substituição dos equipamentos dar-se para as escolas municipais em 3 anos, já as escolas estaduais em 2 anos. Estes dados são obtidos com base na divisão do investimento total pela economia anual total, gerando os quadros 12 e 13 para a escola municipal e estadual, respectivamente.

Quadro 12 - Tempo de retorno do investimento nas escolas municipais.

Discriminação Municipal	Economia Anual (R\$)	Investimento (R\$)	Tempo de retorno
Lâmpada de 20 W	34.358,29	17.014,00	6 meses
Lâmpada de 40 W	2.885,85	2.250,00	10 meses
Computador	4.197,60	97.900,00	23 anos
Ventilador	3.078,24	64.860,00	21 anos
Geladeira	10.620,12	35.000,00	4 anos
Freezer	3.703,68	18.000,00	5 anos
Gelagua	7.275,84	14.000,00	2 anos
Condicionador de ar	23.086,80	19.800,00	11 meses
Total	92.564,45	273.694,00	3 anos

Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Quadro 13 - Tempo de retorno do investimento nas escolas estaduais.

Discriminação Estaduais	Economia Anual (R\$)	Investimento (R\$)	Tempo de retorno
Lâmpada de 20 W	51.560,77	23.617,50	6 meses
Lâmpada de 40 W	3.670,80	3.402,00	1 ano
Computador	8.814,96	101.460,00	12 anos
Ventilador	4.272,23	71.440,00	17 anos
Geladeira	11.312,53	35.000,00	3 anos
Freezer	6.716,18	37.800,00	6 anos
Gelagua	21.547,68	21.000	1 ano
Condicionador de ar	47.315,47	19.800,00	5 meses
Total	155.210,91	320.434,50	2 anos

Fonte: Pesquisa direta, 2015.

A análise foi realizada para cada item pesquisado e para o total. Separadamente os itens que apresentaram o tempo de retorno maior foram os computadores e ventiladores em ambas escolas. Essas informações tendem a fortalecer as mudanças sugeridas para todos os itens, tendo em vista que o tempo de retorno total é considerado pequeno.

5 ANÁLISE DE DADOS

O estudo de caso realizado nas escolas municipais e estaduais pesquisadas teve como objetivo não apenas ilustrar o uso dos indicadores em edificações públicas, mas instaurar o processo de efficientização energética nestas instituições. No caso, foi demonstrada a aplicação da metodologia e pode ser validado o uso dos indicadores nas diversas etapas do processo.

Na fase de diagnóstico, a espacialização dos indicadores revela as irregularidades dos sistemas energéticos salas com as mesmas características de uso e condições climáticas, apresentando indicadores, demandas e consumos distintos.

Já, na fase de proposições e recomendações, o desempenho ambiental da edificação torna-se fundamental para tomadas de decisões específicas do caso e que caminham para a minimização da energia nos diversos usos finais, principalmente na iluminação e climatização.

Quanto à iluminação, o indicador de demanda por m^2 , área, obtido apontou faixas com baixa amplitude, em geral, entre 0,005 e 0,010 kW/ m^2 . Utilizando os indicadores de referência, verificou-se que os valores encontrados não atendem a norma americana (AMERICAN, 1989), que determina valores máximos de 0,0226 e 0,0248 kW/ m^2 para salas de aula e laboratórios.

No sistema de iluminação e no uso final da energia elétrica, existe uma quantidade grande de ações que promovem o aumento da eficiência do sistema que são: aproveitamento possível da iluminação natural; uso de detectores de presença; empregar tecnologia mais adequada às atividades desenvolvidas; acionamento setorial do sistema; implementação de programa de manutenção periódica; e educação dos usuários.

Nessa perspectiva, pode-se afirmar que os sistemas de utilização final do uso de energia mal projetados podem reduzir a performance e, conseqüentemente, prejudicar a saúde dos usuários, além de desperdiçar energia elétrica.

A substituição de tecnologias de iluminação deve ser realizada mediante um novo projeto, levando-se em consideração as características físicas e de ocupação das instalações. Outra medida bastante efetiva é o aproveitamento da iluminação

natural; dependendo orientação do local a iluminação natural é intensa o suficiente para desligar o sistema de iluminação artificial.

No caso, faz-se necessário haver controle setorial das luminárias próximas às áreas que recebem luz natural para que possam ser desligadas. Muitas vezes, não é encontrado esse controle por setor e, sim, um controle total das luminárias através de um único interruptor. Outra medida que pode ser implantada é a instalação de detectores de presença.

O sucesso dessa medida está relacionado com a frequência na qual os alunos ou usuários abandonam os ambientes controlados. Os cálculos precisos do potencial de conservação de energia elétrica proporcionados pelo uso dos detectores de presença podem ser realizados onde se conheçam os horários dos alunos e dos usuários do ambiente analisado.

A medida de manutenção efetiva promove a eficiência e a eficácia do sistema de iluminação. Pessoas responsáveis pela manutenção devem ser treinadas para verificar as condições de operação do sistema de iluminação, observando todos os ambientes da escola para que haja um controle e manutenção periódica adequada nas instalações, visando qualidade da iluminação e satisfação do aluno/usuário. Faz-se necessária a interação entre usuário e funcionários de manutenção, visando o repasse de informação sobre a eficácia do sistema de iluminação.

Devem ser realizados programas de conservação e uso racional de energia elétrica dentro das escolas, através de cartazes publicitários, palestras e programas educativos que conscientizem e façam o aluno/usuário se engajar à idéia de eficiência energética na escola e, conseqüentemente, em sua residência, podendo ser ampliado para a conservação e desperdício de água e reciclagem do lixo, visualizando a sustentabilidade ambiental.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo principal avaliar a eficiência energética nas escolas municipais e estaduais de Maceió, buscando subsídios para futuras tomadas de decisão de melhoria de desempenho energético, para que a compreensão dos resultados seja alcançada; foi necessário reforçar os conceitos de sucesso e maturidade no estudo de viabilidade e aplicação de projetos de eficiência energética. Por isso, foram escolhidos critérios a fim de verificar se o sistema é viável ou não.

A eficiência energética caminha para a padronização de indicadores e a criação de níveis aceitáveis de efficientização energética para edificações pública. Porém, atingi-los não é o bastante, em virtude do desafio ambiental que os sistemas têm a caminho da sustentabilidade.

Nas instalações elétricas das escolas pesquisadas, principalmente nas municipais, a falta de padronização na distribuição das luminárias ao longo das salas de aula, secretaria e arquivos em geral é evidente. Os equipamentos de iluminação e ar condicionado, de ambas as esferas governamentais, se encontram em condições precárias, devido à falta de cuidado. Isso acarreta grandes diferenças nas medições dos fluxos luminosos, cujos valores estão abaixo do exigido pela norma.

Um dos grandes problemas das instalações das escolas é que não há documentação, como plantas, especificações das marcas das luminárias, lâmpadas e reatores, para posterior orientação à comunidade escolar e ao projeto luminotécnico.

Para a análise, foram estrategicamente escolhidas as escolas, analisando-as uma a uma, detalhando-os, como e de que maneira os diferentes setores escolhidos se apresentaram perante às novas resoluções normativas estabelecidas em 2012, assim conclui-se pelo atendimento do objetivo geral.

Salienta-se que os gestores Municipais e Estaduais devem adotar algumas medidas, tais como: orientar o uso do manual de normas e procedimentos técnicos, para que se tenham resultados no uso eficiente de energia elétrica nas escolas e que isso venha a ser adotado pelos órgãos da administração pública Municipal e Estadual; treinamento de equipes para avaliar, do ponto de vista gerencial, os

benefícios do combate ao desperdício de energia e de seu uso eficiente nas escolas; estimular iniciativas, discutir e propor políticas relacionadas ao uso eficiente de energia, bem como agregar instituições públicas e privadas para a realização de ações conjuntas neste sentido;

Dessa forma, percebe-se que através da análise do levantamento realizado nas escolas pesquisadas, ficou caracterizado que as instalações precisam de investimentos e a implementação de medidas para o uso racional e eficiente da energia elétrica.

No estudo realizado, foram encontrados, nas instalações elétricas, iluminação, ventiladores e condicionadores de ar fora de padrões que não atendem as normas vigentes. Em sua maioria, os equipamentos elétricos encontrados nas escolas precisam de substituição e recuperação como, por exemplo: lâmpadas fluorescente compacta de 43 W, que poderiam substituir as luminárias compostas com 02 (duas) lâmpadas fluorescente tubular de 40W; distribuição das luminárias nas salas, de maneira que se obtenham os lumens padronizados; rebaixamento do pé direito para 2,20 metros, utilizando forro de PVC ou similar.

Existe a necessidade de se ter programas permanentes para o uso racional e de energia elétrica nas escolas do Estado de Alagoas; é necessário também que a Secretaria de Educação do Estado de Alagoas crie grupo para a disseminação do uso racional e eficiente de energia elétrica. Fica também o desafio para a Secretaria de Educação buscar e alavancar recursos para colocar em prática esse programa, visando transformar as Escolas estaduais, como referência no uso racional e eficiente de energia elétrica.

As alternativas que visam o uso racional e eficiente de energia elétrica apresentam, geralmente, custo e tempo de retorno pequeno, quando comparados aos valores de outras alternativas. Os resultados obtidos, relativos à redução do consumo, são imediatos. Portanto, o uso racional e eficiente de energia elétrica é uma alternativa, de certa forma, natural e que requer pouco investimento.

Para o uso eficiente de energia elétrica, é necessário divulgar as informações, realizar mudanças de hábito das pessoas, reformas nas estruturas físicas e substituição de equipamentos que demandam energia elétrica para funcionarem. No decorrer desse estudo, percebeu-se que as Escolas Municipais pesquisadas apresentam um grau elevado de variação do nível de eficiência energética: a mais

eficiente teve o índice calculado em 180 lx, e mais eficiente em 300 lx, igual ao valor mínimo estipulado pela NBR 5413 (ABNT.1992).

As escolas estaduais possuem uma menor variação do índice de luminosidade: a menor foi calculada em 250 lx e a maior em 295 lx, ambas abaixo da norma da NBR 5413 (ABNT.1992). Todavia, a média gerada pelos índices de luminosidade das municipais foi menor que a das estaduais, 246 lx e 280 lx, respectivamente. Vale salientar que, de todas as escolas pesquisadas, tanto municipais quanto estaduais, apenas uma apresentou valor médio com a norma da NBR 5413 (ABNT.1992) de 300 lx.

6.1 Perspectivas futuras

6.1.1 Cuidados

- Difusores: Manutenção das superfícies refletoras e dos difusores; substituir aqueles que se tornaram amarelecidos ou opacos, por difusor de vidro claro;
- Luminárias: As superfícies refletoras devem ser mantidas limpas, proporcionando boas condições de reflexão, quando elas se tornarem amarelecidas ou ocorrerem falhas na sua pintura, pintá-las novamente, procurando utilizar cores claras e refletoras.
- Condicionador de ar: Regular adequadamente os termostatos de todos os equipamentos de ar condicionado para cada estação do ano; realizar a limpeza periódica dos filtros e dos condensadores; manter as portas e janelas fechadas, evitando a entrada de ar externo quando o ar condicionado estiver em operação; realizar a verificação de cada equipamento de modo a determinar possíveis irregularidades (ex: termostatos defeituosos e carga de gás insuficiente).
- Bebedouros: Eliminar vazamentos no registro da água: eles provocam desperdício de eletricidade. À noite e nos fins de semana, desligar os aparelhos.

6.1.2 Convênios

Firmar convênio com instituições profissionalizante na área de eficiência energética, para manter grupos de estagiários atuando nas escolas.

6.2 Prioridades

Recomenda-se que o programa de indicadores energéticos deve estar em consonância com outros programas da instituição, tais como: uso consciente da água; prevenção da geração de resíduos, entre outros, pois o processo desencadeia uma cultura ambiental que demanda outras linhas de ação.

Dessa maneira, pode-se afirmar que o uso de tais indicadores nesses outros projetos tornam-se pertinentes, pois a integração dos estudos caminha para ações mais integradas e eficientes.

6.2.1 Escolas municipais

- Rebaixar o pé direito das salas de aulas para 2,20 metros, usando PVC branco ou material similar.
- Rebaixar a altura das lâmpadas para 2,10 metros.
- Desobstruir a circulação do ar nas salas.
- Substituir as lâmpadas fluorescentes tubular de 40 W por lâmpadas fluorescentes compacta de 43 W;
- Substituir as lâmpadas fluorescentes tubulares de 20 W por lâmpadas fluorescentes compactas de 11 W, condicionadores de ar de 90000 por 7500.

6.2.2 Escolas estaduais

- Substituir as lâmpadas fluorescentes tubulares de 40 W por lâmpadas fluorescentes compactas de 43 W;
- Substituir as lâmpadas fluorescentes tubulares de 20 W por lâmpadas fluorescentes compactas de 11 W.

Obs: Redução de 45,55% na demanda de iluminação.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). **Tarifas de fornecimento de energia elétrica. Brasília:** ANEEL, 2005.

Atlas de Energia Elétrica do Brasil. Brasília: Outras Fontes, 2008.

Procedimentos do Programa de Eficiência Energética: Módulo 7 – Cálculo da Viabilidade. Brasília: ANEEL, 2013. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/arquivos/zip/PROPEEv1.zip>>. Acesso em: 02 julho. 2014.

Resolução Normativa Nº 481/12; 2012.

_____. ISO 50001. 2011. Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=087286>>. Acessado em 30 agosto de 2014.

Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Energia, Departamento Nacional de Política Energética, Coordenação Geral de Informações Energéticas. **BEN 2002 – Balanço Energético Nacional de 2002** (Ano Base 2001). Brasília, Brasil, dezembro de 2002.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. PROCEL. **Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica:** Centrais Elétricas Brasileiras S.A. Disponível em: <<http://www.abrasil.gov.br/nivel3/index.asp?id=147&cod=BUSCA#acoes>>. Acesso em 10 nov 2014.

NBR 15215-1. Iluminação natural - Parte 1: **Conceitos básicos e definições.** Rio de Janeiro, 2005.

PROCEL. **Manual de Iluminação Eficiente.** Rio de Janeiro: ELETROBRÁS; PROCEL, 2002. Disponível em: <<http://www.disciplinas.stoa.usp.br/mod/resource/view.php?id=12722>>. Acesso em: 18 jun. 2014.

PROCEL. **Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo. Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica.** Rio de Janeiro, 1998.

.Prédios Públicos, 2014. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/elb/Procel/main.asp?TeamID={DF942C36-5F0F-4055-9BBF-1382A2119E4C}>>. Acesso em: 10 julho 2014.

Programa Nacional de Conservação de Energia, 2014. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/elb/Procel/main.asp?TeamID={67469FA5-276E-431F-B9C0-6F40630498EE}>>. Acesso em: 10 julho 2014.

_____. **Relatório de Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil:** Sumário Executivo. Rio de Janeiro: ELETROBRÁS; PROCEL, 2009.

_____. **Vença o desafio da ISO 50001.** 2014. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/imagens/ABNTNBRISO50001cartilha.pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2014.

_____. **Código Legislativo da Eficiência Energética nos Prédios Públicos Federais.** Rio de Janeiro: Procel Epp, 2008.

NBR 15215-2. Iluminação natural - Parte 2: Procedimentos de cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural. Rio de Janeiro, 2005 b.

NBR 15215-3. Iluminação natural - Parte 3: Procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos. Rio de Janeiro, 2005 c.

NBR 15215-4. Iluminação natural - Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações - Método de medição. Rio de Janeiro, 2005 d.

ABNT, NBR. 5413. **Iluminância de interiores–Procedimento.** São Paulo, 1992.

ALVAREZ, André Luiz Montero. **Uso Racional e Eficiente de Energia Elétrica:** Metodologia para a Determinação dos Potenciais de Conservação dos Usos Finais em Instalações de Ensino e Similares. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

ANDRADE, J.S.O. **Pequenas Centrais Hidrelétricas:** Análise das causas que impedem a rápida expansão de um programa de PCH no Brasil. 2006. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade de Salvador, Salvador, 2006. Disponível em: <http://tede.unifacs.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=126> Acesso em 15 setembro 2014.

ANDRADE, M. S. S. de. **Avaliação dos métodos de cálculo de iluminação natural através de aberturas zenitais.** 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

ANDRADE, Maria Margarida de. **Introdução à metodologia do trabalho científico:** elaboração de trabalhos de graduação. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2006

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil.** 3ª ed. Brasília: ANEEL, 2008. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par1_cap2.pdf>. Acesso em: 20 set. 2014.

ARAÚJO, Vagner Pereira de. **Gestão de Riscos Operacionais.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade Carlos Drummond. São Paulo, 2006.

ARAÚJO. **Perdas e Inadimplência na Atividade de Distribuição de Energia Elétrica no Brasil.** Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Abril, 2007.

ARCHER, Dane, PETTIGREW, Thomas, CONSTANZO, Mark et al., 1987. Energy Conservation and Public Policy: The Mediation of Individual Behavior. In: KEMPTON, Willet, NEIMAN, Max (eds), **Energy Efficiency: Perspectives on Individual Behavior**. Washington, ACEEE.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 2002.

BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de metodologia científica: um guia para iniciação científica**. São Paulo: Makron Books, 2000

BORGES, Leônidas Leão. **Diagnóstico de Eficiência Energética em Unidades de Ensino Público**. 1997. 1 v. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Engenharia Elétrica, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1997.

BRASIL. **Lei nº 10295**, de 17 de outubro de 2001. Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e Outras Providências.. Brasília, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10295.htm>. Acesso em: 01 julho. 2014.

CARDOSO, R. NOGUEIRA, L.; HADDAD, JAMIL. Economic feasibility for acquisition of efficient refrigerators in Brazil. **Applied Energy**, v. 87, (p. 28–37)

COLTRANE, Scott; ARCHER, Dane; ARONSON, Elliot. The gical of successful energy conservation programs, **Energy Policy**, v. 14, n.2 (Apr.), [pp. 133-148]. 1986.

DAS, Debosmita et al. An optimal design of a grid connected hybrid wind/photovoltaic/fuel cell system for distributed energy production. In: **Industrial Electronics Society, 2005. IECON 2005. 31st Annual Conference of IEEE**. IEEE, 2005.

Departamento de Engenharia de Produção. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, 2006.

DIAS, R. F. **Notas de Racionamento de Energia Elétrica no Brasil 1940-1950**. Edição do Centro de Memória da Eletricidade no Brasil. Brasília, 1996.

ELETTROBRÁS. PROCEL. Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo. **Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica**. Rio de Janeiro, 1986.

ELIPSE Software. **O que são sistemas supervisórios?** 2005. Disponível em <www.elipse.com.br/download/artigos/rt025.04.pdf>. Acesso em: 10 dez 2014.

FERREIRA, Fernanda Cristina. **Procedimento de avaliação de conforto ambiental e eficiência energética aplicado a um caso típico da Rede Estadual de Escolas Públicas de Minas Gerais**. 2006. 251 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, UFMG, Belo Horizonte, 2006.

GELLINGS, C. W. DSM in Transition: from mandates to markets - The perspective of the man who coined the term DSM. **Energy Policy**. V. 24 N. 4 [p258-288], 1996.

GELLINGS, C.W. Then And Now, p. The Perspective Of The Man Who Coined The Term DSM, **Energy Policy**, vol. 24 (4), [p. 285-288], 1996.

GELLINGS, C.W.; CHAMBERLIN, J.H. Demand-Side Management, Concepts and Methods, Oklahoma, **PennWell Publishing Company**, 1993.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GODOY, Methodio Varejão de. **Modelagem do consumo de energia elétrica na cidade de Recife**: Processo de tomada de decisão para política de efficientização de energia elétrica. Tese (DOUTORADO) – Universidade Federal de Pernambuco. January, 2010.

GOMES et al. **Gestão da cadeia de suprimentos integrada à tecnologia da informação** [em linha]. São Paulo: pioneira thomson learning, 2002. Disponível em: <<http://www.books.google.com/books?id=b06qoz8jb8ic&hl=pt-pt>>. isbn 978-85-221-0404-8

GRANDERSON, J.; PIETTE, M A.; GHATIKAR, G. Building energy information systems: user case studies. **Energy Efficiency Review**, 2010.

HIRST, Eric; BERRY, L.; SONDESTROM, J.,. Review of Utility Home Energy Audit Programs. **Energy**, v. 6, pp. 621-630. 1989.

IBGE. NOTAS TÉCNICAS. **O Suplemento de Esporte 2003**, 2003. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/municesportes/dados.php?tab=b121&codmun=0430&uf=27&descricao=Macei%F3>>. Acesso em 30 agosto 2014.

INEE. Instituto Nacional de Eficiência Energética. **A Eficiência Energética e o Novo Modelo do Setor Energético**, Rio de Janeiro, 2001.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **World Energy Outlook 2010**. IEA. Paris, 2010. Disponível em: < <http://www.worldenergyoutlook.org/media/weo2010.pdf>>. Acesso em: 19 julho 2014.

JANNUZZI, G. M.; SWISHER, J.. Planejamento **Integrado de Recursos Energéticos**. São Paulo: Autores Associados, 1997.

JANNUZZI, G. M; COWART, R.; KOZLOFF, K.; MIELNIK, O.. **Energia** - Recomendações para uma Estratégia Nacional de Combate ao Desperdício. Editado com apoio da USAID. Brasil, 2001.

JANUZZI, Gilberto M. **Políticas Públicas para Eficiência Energética e Energia Renovável no Novo Contexto de Mercado**: uma análise da experiência recente dos EUA e do Brasil. Campinas: Autores Associados, FAPESP, 2000.

JOCHEM, E.; GRUBER, E. Local learning-networks on energy efficiency in industry – Successful initiative in Germany. **Applied Energy**, Volume 84, Issues 7-8, [p. 55-55] July-August, 2007.

JOHNSON, Stanley P. **The Earth Summit: The United Nations Conference on Environment and Development (UNCED)**. London: Graham & Trotman, 1993.

JONAS, Hans. **O Princípio Responsabilidade: ensaio de uma ética para uma civilização tecnológica**. Rio de Janeiro: PUC Rio, 2006.

KARLSSON, C. **Researching operations management**. London: Routledge, 2008.

KWANG, Tan Kheng; MASRI, S. Single phase grid tie inverter for photovoltaic application. In: **Sustainable Utilization and Development in Engineering and Technology (STUDENT)**, 2010 IEEE Conference on. IEEE, 2010. p. 23-28.

LANDI, Marcio Spartaco. **Lições de contraponto segundo a arte explicada de André da S. Gomes**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora Ltda, 2006.

LEI MUNICIPAL. **n 5.593**, Artigo 480 de 08 de fevereiro de 2007. Maceió, 2007.

LIMA, J. L.,. **Políticas de governo e desenvolvimento do setor de energia elétrica: do Código das Águas à Crise dos anos 80**. Brasil: Centro de Memória da Eletricidade no Brasil, 1995.

MACEDO, Mariano de Matos. **Gestão da produtividade nas empresas: A aplicação do conceito de Produtividade Sistêmica permite determinar o valor adicionado ao processo produtivo**. **Revista Fae Business**, n. 3, p. 18-22, set. 2002. Disponível em: <http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/revista_fae_business/n3_setembro_2002/ambiente_economico3_gestao_da_produtividade_nas_empresas.pdf>. Acesso em 05 set 2014.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MAMEDE, J. F. Economia de Energia Elétrica na Indústria e Comércio. **Mundo Elétrico**. São Paulo, n. 344, (p. 55-55), 1988.

MARCONI; LAKATOS. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MEC. NACIONAIS. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, p. 538-545, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em 05 setembro 2014.

MMA. DECRETO DE 8 DE DEZEMBRO DE 1993. **Dispõe sobre a criação do Selo Verde de eficiência energética**, Brasília: MMA, 1993. Disponível em:

<<http://legis.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=138586>>. Acesso em 05 setembro 2014.

OSRAM. **Iluminação: Conceitos e Projetos – Parte 01. Manual do Curso de Iluminação: Conceitos e Projetos.** Disponível em: <<http://www.osram.com.br>>. Acesso em: 08 out. 2014.

PILLOTTO, N. E. **Cor e Iluminação nos Ambientes de Trabalho.** São Paulo: Livraria Ciência e Tecnologia, 1980.

POMPERMAYER, M.. **Gerenciamento da demanda residencial de eletricidade: o caso de centros urbanos da região amazônica.** Tese (doutorado) na Universidade Estadual de Campinas, 2000.

PROCEL EPP. **Manual de Instruções para Projetos de Eficiência Energética nos Prédios Públicos: Utilização dos Recursos da Reserva Global de Reversão.** Rio de Janeiro: Procel Epp, 2011.

REGO, Erik Eduardo. **Usinas hidrelétricas “botox”:** aspectos regulatórios e financeiros nos leilões de energia. 2007. 191 f. Dissertação (Mestrado em Energia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

REIS, Lineu B; CUNHA, Eldis C N. **Energia Elétrica e Sustentabilidade.** Barueri: Manole, 2006.

SILVA, A. C. M., **Análise condicionada da demanda de energia no setor residencial brasileiro.** Tese (doutorado). Rio de Janeiro: UFRJ; COPPE, 2000.

SILVA, A. C. M.; ALXEIDA, A. T.; GODOY, M. V.de,. Modelagem de Apoio a Decisão na Seleção de Instrumentos de Racionalização Energética no Setor Residencial. In: **XXXVI SBPO - Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional.** São João del-Rei, MG, 2005.

SILVA, Ricardo Moreira da. **Um Modelo para Análise da Sustentabilidade de Fontes Elétricas.** Tese (doutorado) em Administração da Universidade Federal de Pernambuco, 2011.

STERN, Paul C.; ARONSON, Elliot. **Energy Use - The Human Dimension.** New York: W.H. Freeman, 1984.

TELLIS, Gerald J.; GOLDBERGER, Peter N. **Ação e Visão:** como vencer os que chegaram primeiro: como dominar mercados de forma duradora. São Paulo: Campus, 2002.

UNSDSN. **Uma Agenda de ação para o Desenvolvimento Sustentável:** Relatório para o Secretário Geral da ONU. Paris: Sustainable Development Solutions Network, 2013.

TURIELL, I. An approach for evaluating the market effects of energy efficiency programs, **Energy Efficiency Review**, 2010.

VINHA. Regulação e Auto-Regulação no Contexto do Desenvolvimento Sustentável e da Responsabilidade Social Empresarial: o caso do setor de petróleo & gás. **III Seminário de Economia do Meio Ambiente: Regulação Estatal e Auto-regulação Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável.** IE/UNICAMP, 2003. Disponível em: http://www.ie.ufrj.br/gema/pdfs/regulacao_e_auto_regulacao_no_contexto_do_desenvolvimento_sustentavel.pdf. Acesso em: 20 nov. 2014.

XUE, Y.; CHANG, L.; KJAER, S. B. et al. Topologies of Single-Phase Inverters for Small Distributed Power Generators: An Overview. **IEEE Trans. Power Electronics**, v. 19, n. 5, p. 1305-1314, 2004.

XUE, Y.; DENG, J.; MA, S. Power flowcontrol of a distributed generation unit in micro-grid. In Proc. **IEEE Int. Power Electron. Motion Control Conf.**, p. 2122–2125, 2009.

XUE, Y.; WU, Y.; ZHANG, H. An adaptive predictive current-controlled PWM strategy for single-phase grid-connected inverters. In Conf. Rec. **IEEE Annu. Conf. Ind. Electron. (IECON)**, p. 1548–1552, 2007.

XUE, Yaosuo et al. Topologies of single-phase inverters for small distributed power generators: an overview. **Power Electronics, IEEE Transactions on**, v. 19, n. 5, p. 1305-1314, 2004.

YERGIN, Daniel. Conseqüências: a nova fonte de energia. In: STOBACH; YERGIN (eds.). **Energy Future**. New York: Ramond House, 1979.

YIN, Robert K. **Estudo de caso** – planejamento e métodos. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001

APÊNDICE A – Levantamento de Cargas Elétricas em Escolas Municipais de Maceió

Escola Municipal Maj. Bonifacio Silveira - Rua Porto das Pedras , S/N , Bebedouro

Quadro 01: Carga

DEPENDÊNCIA	QUANT.	CARGA
Sala de aula	12	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Sala de informática	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar, 10 Computadores
Sala dos professores	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores, TV de 29 polegadas.
Diretoria	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar e 01 geladeira, Computador.
Quadra para esporte	01	16 lâmpadas fluorescentes 40 W.
Cozinha	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores, 01 geladeira, 01 Freezer
Refeitório	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Área externa	01	15 lâmpadas fluorescente de 20 W, 04 Gelágua
Banheiros	04	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W
Dispensa	01	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W

Quadro 02: Resumo do quadro de cargas

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TENSÃO(V)	QUANT.	TOTAL (W)
01	Lâmpada fluorescente de 20 W	220	25	500
02	Lâmpada fluorescente de 40 W	220	140	5600
03	Computador (150 W)	220	11	1650
04	Ventilador de teto 130W- 0,15HP	220	30	3900
05	Geladeira (240 W)	220	02	480
06	Freezer (600 W)	220	01	600
07	Gelágua (260 W)	220	04	1040
08	TV de 29 polegadas	220	01	100
09	Condicionador de ar (9000 BTU/h)	220	02	5272
TOTAL				19142

Quadro 03: Resumo das variáveis

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	
01	Cor de parede	Branca
02	Altura do pé direito	3,10 m
03	Altura das lâmpadas	2,50 m
04	Altura dos ventiladores	2,00 m
05	Janelas por salas	01
06	Altura do plano de trabalho	0,75 m
07	Equipamentos	Sem selo do INMETRO
08	Nível de luminosidade	250 lux

Escola municipal Dr. Pompeu Sarmiento - Avenida Muniz Falcão,103 - Barro Duro.

Quadro 04: Carga

DEPENDÊNCIA	QUANT.	CARGA
Sala de aula	12	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Sala de informática	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar, 10 Computadores
Sala dos professores	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores, TV de 29 polegadas.
Diretoria	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar e 01 geladeira, 01 Computador.
Quadra para esporte	01	16 lâmpadas fluorescentes 40 W.
Cozinha	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores, 01 geladeira, 01 Freezer
Refeitório	01	08 lâmpadas fluorescente de 40 W, 02 ventiladores
Área externa	01	15 lâmpadas fluorescentes de 20 W, 04 Gelágua
Biblioteca	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Banheiros	04	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W
Dispensa	01	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W

Quadro 05:Resumo do quadro de carga

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TENSÃO (V)	QUANT.	TOTAL (W)
01	Lâmpada fluorescente de 20 W	220	25	500
02	Lâmpada fluorescente de 40 W	220	148	5920
03	Computador (150 W)	220	11	1650
04	Ventilador de teto 130W- 0,15HP	220	32	4160
05	Geladeira 240 W	220	02	480
06	Freezer 600 W	220	01	600
07	Gelágua 260 W	220	04	1040
08	TV de 29 polegadas	220	01	100
09	Condicionador de ar (9000 BTU/h)	220	02	5272
TOTAL				19622

Quadro 06: Variáveis

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	
01	Cor de parede	Marfim
02	Altura do pé direito	3,10 m
03	Altura das lâmpadas	3,00 m
04	Altura dos ventiladores	2,50 m
05	Janelas por salas	02
06	Altura do plano de trabalho	0,75
07	Equipamentos	Sem selo do INMETRO
08	Nível de luminosidade	250 lux

Escola municipal Frei Damião - Avenida Mundaú, nº 120 Bairro: Benedito Bentes I

Quadro 07: Carga

DEPENDÊNCIA	QUANT.	CARGA
Sala de aula	08	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Sala de informática	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar, 10 Computadores
Sala dos professores	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores,
Diretoria	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar e 01 geladeira, 02 Computadores.
Quadra para esporte	01	16 lâmpadas fluorescentes 40 W.
Cozinha	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores, 01 geladeira, 01 Freezer
Refeitório	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Área externa	01	15 lâmpadas fluorescentes de 20 W, 06 Gelágua
Sala de leitura	01	08 lâmpadas fluorescente de 40 W, 02 ventiladores
Banheiros	04	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W
Dispensa	01	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W

Quadro 08:Resumo do quadro de carga

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TENSÃO(V)	QUANT.	TOTAL (W)
01	Lâmpada fluorescente de 20 W	220	25	500
02	Lâmpada fluorescente de 40 W	220	148	5920
03	Computador (150 W)	220	11	1650
04	Ventilador de teto 130W- 0,15HP	220	36	4680
05	Geladeira 240 W	220	02	480
06	Freezer r 600 W	220	01	600
07	Gelágua 260 W	220	06	1560
08	Condicionador de ar (9000 BTU/h)	220	02	5272
TOTAL				20.662

Quadro09: Variáveis

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	
01	Cor de parede	Azul claro
02	Altura do pé direito	3,00 m
03	Altura das lâmpadas	2,50 m
04	Altura dos ventiladores	2,00 m
05	Janelas por salas	01
06	Altura do plano de trabalho	0,75
07	Equipamentos	Sem selo do INMETRO
08	Nível de luminosidade	200 lux

Escola municipal Professora Silvia Celina Nunes - Av. Benedito Loureiro, 2001 -
Cidade Universitária- Vilagem Campestre II

Quadro 10: Carga

DEPENDÊNCIA	QUANT.	CARGA
Sala de aula	06	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar de 7,5 BTU
Sala de informática	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar, 10 Computador
Sala dos professores	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar de 7,5 BTU
Diretoria	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar de 7,5 BTU e 01 geladeira.
Cozinha	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores, 01 geladeira, 01 Freezer
Área externa	01	15 lâmpadas fluorescentes de 20 W, 04 Gelagua
Sala de leitura	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Banheiros	04	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W
Dispensa	01	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W

Quadro 11: Resumo do quadro de carga

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TENSÃO (V)	QUANT.	TOTAL (W)
01	Lâmpada fluorescente de 20 W	220	25	500
02	Lâmpada fluorescente de 40 W	220	76	3040
03	Computador (150 W)	220	12	1800
04	Ventilador de teto 130W- 0,15HP	220	02	260
05	Geladeira 240 W	220	02	480
06	Freezer 600 W	220	01	600
07	Gelágua 260 W	220	04	1040
08	Condicionador de ar (9000 BTU/h)	220	09	23.724
TOTAL				35.344

Quadro 12: Variáveis

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	
01	Cor de parede	Azul claro
02	Altura do pé direito	2,20 metros (forro de PVC)
03	Altura das lâmpadas	2,10 metros
04	Altura dos ventiladores	2,00 metros
05	Janelas por salas	01 unidade
06	Altura do plano de trabalho	0,75 metros
07	Equipamentos	Sem selos de eficiência
08	Nível de luminosidade	250 Lux

Escola municipal Maria de Lurdes de Melo Pimentel - Rua Padre Cícero, S/N -
Cidade Universitária – Vilagem Campestre I

Quadro 13: Carga

DEPENDÊNCIA	QUANT.	CARGA
Sala de aula	06	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Sala dos professores	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores,
Diretoria	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 geladeira, 02 ventiladores,
Cozinha	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores, 01 geladeira, 01 Freezer
Refeitório	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Área externa	01	15 lâmpadas fluorescentes de 20 W, 04 Gelagua
Sala de leitura	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Banheiros	04	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W
Dispensa	01	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W

Quadro 14:Resumo do quadro de carga

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TENSÃO(V)	QUANT.	TOTAL (W)
01	Lâmpada fluorescente de 20 W	220	25	500
02	Lâmpada fluorescente de 40 W	220	72	2880
04	Ventilador de teto 130W- 0,15HP	220	24	3120
05	Geladeira 240 W	220	02	480
06	Freezer 600 W	220	01	600
07	Gelágua 260 W	220	04	1040
TOTAL				8620

Quadro 15: Variáveis

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TENSÃO(V)
01	Cor de parede	Branca
02	Altura do pé direito	3,10
03	Altura das lâmpadas	3,00
04	Altura dos ventiladores	2,00
05	Janelas por salas	2 unidades
06	Altura do plano de trabalho	0,75 metros
07	Equipamentos	Mais de 10 anos de uso
08	Iluminação	180 lux

Escola Municipal Ruth Quintela, Rua Pastor Eurico Calheiros, nº 502 - Bairro: Jacintinho

Quadro16: Carga

DEPENDÊNCIA	QUANT.	CARGA
Sala de aula	12	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Sala de informática	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar, 10 Computador
Sala dos professores	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores,
Diretoria	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar e 01 geladeira.
Quadra para esporte	01	16 lâmpadas fluorescentes 40 W.
Cozinha	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores, 01 geladeira, 01 Freezer
Refeitório	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Área externa	01	15 lâmpadas fluorescentes de 20 W, 04 Gelagua
Biblioteca	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Banheiros	04	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W
Dispensa	01	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W

Quadro 17: Resumo do quadro de Resumo do quadro de carga

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TENSÃO(V)	QUANT.	TOTAL (W)
01	Lâmpada fluorescente de 20 W	220	25	500
02	Lâmpada fluorescente de 40 W	220	148	5920
03	Computador (150 W)	220	11	1650
04	Ventilador de teto 130W- 0,15HP	220	32	4160
05	Geladeira 240 W	220	02	480
06	Freezer 600 W	220	01	600
07	Gelágua 260 W	220	04	1040
08	Condicionador de ar (9000 BTU/h)	220	02	5272
TOTAL				24.894

Quadro 18: Variáveis

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TENSÃO(V)
01	Cor de parede	Marfim
02	Altura do pé direito	3,00 m
03	Altura das lâmpadas	2,50 m
04	Altura dos ventiladores	2,00 m
05	Janelas por salas	02
06	Altura do plano de trabalho	0,75
07	Equipamentos	Sem selo do INMETRO
08	Nível de luminosidade	230 lux

Escola municipal de 1º Grau João XXIII, Avenida Fernandes Lima, nº 385 -
Bairro: Farol

Quadro 19: Carga

DEPENDÊNCIA	QUANT.	CARGA
Sala de aula	08	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Sala de informática	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar, 10 Computador
Sala dos professores	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores,
Diretoria	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar e 01 geladeira.
Quadra para esporte	01	16 lâmpadas fluorescentes 40 W.
Cozinha	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores, 01 geladeira, 01 Freezer
Refeitório	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Área externa	01	15 lâmpadas fluorescentes de 20 W, 04 Gelágua
Biblioteca	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Banheiros	04	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W
Dispensa	01	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W

Quadro 20: Resumo do quadro de carga

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TENSÃO(V)	QUANT.	TOTAL (W)
01	Lâmpada fluorescente de 20 W	220	25	500
02	Lâmpada fluorescente de 40 W	220	116	4640
03	Computador (150 W)	220	11	1650
04	Ventilador de teto 130W- 0,15HP	220	24	3120
05	Geladeira 240 W	220	02	480
06	Freezer 600 W	220	01	600
07	Gelágua 260 W	220	04	1040
08	Condicionador de ar (9000 BTU/h)	220	02	5272
TOTAL				17.302

Quadro 21: Variáveis

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	
01	Cor de parede	Azul claro
02	Altura do pé direito	3,00 m
03	Altura das lâmpadas	2,50 m
04	Altura dos ventiladores	2,00 m
05	Janelas por salas	02
06	Altura do plano de trabalho	0,75
07	Equipamentos	Sem selo do INMETRO
08	Nível de luminosidade	235 lux

Escola Municipal Maria José Carracosa , Praça Dona Constança de Góes Monteiro,
nº s/n - Poço

Quadro 22: Carga

DEPENDÊNCIA	QUANT.	CARGA
Sala de aula	10	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Sala de informática	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar, 10 Computadores
Sala dos professores	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores,
Diretoria	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar e 01 geladeira.
Quadra para esporte	01	16 lâmpadas fluorescentes 40 W.
Cozinha	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores, 01 geladeira, 01 Freezer
Refeitório	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Área externa	01	15 lâmpadas fluorescentes de 20 W, 04 Gelágua
Biblioteca	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Banheiros	04	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W
Dispensa	01	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W

Quadro 23: Resumo do quadro de carga

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TENSÃO (V)	QUANT.	TOTAL (W)
01	Lâmpada fluorescente de 20 W	220	25	500
02	Lâmpada fluorescente de 40 W	220	132	5280
03	Computador (150 W)	220	11	1650
04	Ventilador de teto 130W- 0,15HP	220	28	3640
05	Geladeira 240 W	220	02	480
06	Freezer 600 W	220	01	600
07	Gelágua 260 W	220	04	1040
08	Condicionador de ar(9000 BTU/h)	220	02	5272
TOTAL				20.782

Quadro 24:Variáveis

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	
01	Cor de parede	Marfim
02	Altura do pé direito	3,00 m
03	Altura das lâmpadas	2,50 m
04	Altura dos ventiladores	2,00 m
05	Janelas por salas	01
06	Altura do plano de trabalho	0,75
07	Equipamentos	Sem selo do INMETRO
08	Nível de luminosidade	260 lux

Associação de Pais de Alunos do Colégio Tiradentes - Avenida Roberto Pontes
Lima, nº 197 - Trapiche da Barra

Quadro 25: Carga

DEPENDÊNCIA	QUANT.	CARGA
Sala de aula	24	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Sala de informática	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar, 10 Computador
Sala dos professores	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores,
Diretoria	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar e 01 geladeira.
Quadra para esporte	01	16 lâmpadas fluorescentes 40 W.
Cozinha	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores, 01 geladeira, 01 Freezer
Refeitório	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Área externa	01	15 lâmpadas fluorescentes de 20 W, 04 Gelágua
Biblioteca	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Banheiros	04	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W
Dispensa	01	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W

Quadro 26: Resumo do Quadro de carga

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TESÃO(V)	QUANT.	TOTAL (W)
01	Lâmpada fluorescente de 20 W	220	25	500
02	Lâmpada fluorescente de 40 W	220	244	9760
03	Computador (150 W)	220	11	1650
04	Ventilador de teto 130W- 0,15HP	220	44	9880
05	Geladeira 240 W	220	02	480
06	Freezer 600 W	220	01	600
07	Gelágua 260 W	220	04	1040
08	Condicionador de ar (9000 BTU/h)	220	02	5272
TOTAL				26.582

Quadro 28: Variáveis

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	
01	Cor de parede	Marfim
02	Altura do pé direito	2,20 (forro em PVC)
03	Altura das lâmpadas	2,10 m
04	Altura dos ventiladores	2,00 m
05	Janelas por salas	02
06	Altura do plano de trabalho	0,75
07	Equipamentos	Com selo do INMETRO
08	Nível de luminosidade	290 lux

Escola de 1º Grau AMAI (Associação do Movimento de Amparo a Infância)
Rua Imperador, nº 281 - Centro

Quadro 29: Carga

DEPENDÊNCIA	QUANT.	CARGA
Sala de aula	08	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Sala de informática	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar, 10 Computador
Sala dos professores	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores,
Diretoria	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar e 01 geladeira.
Quadra para esporte	01	16 lâmpadas fluorescentes 40 W.
Cozinha	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores, 01 geladeiras, 01 Freezer
Refeitório	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Área externa	01	15 lâmpadas fluorescentes de 20 W, 04 Gelágua
Biblioteca	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Banheiros	04	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W
Dispensa	01	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W

Quadro 30: Resumo do quadro de carga

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TENSÃO (V)	QUANT.	TOTAL (W)
01	Lâmpada fluorescente de 20 W	220	25	500
02	Lâmpada fluorescente de 40 W	220	116	4640
03	Computador (150 W)	220	11	1650
04	Ventilador de teto 130W- 0,15HP	220	24	3120
05	Geladeira 240 W	220	02	480
06	Freezer 600 W	220	01	600
07	Gelágua 260 W	220	04	1040
08	Condicionador de ar (9000 BTU/h)	220	02	5272
TOTAL				17.302

Quadro 31: Variáveis

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	
01	Cor de parede	Azul claro
02	Altura do pé direito	3,00 m
03	Altura das lâmpadas	2,20 m
04	Altura dos ventiladores	2,00 m
05	Janelas por salas	02
06	Altura do plano de trabalho	0,75
07	Equipamentos	Sem selo do INMETRO
08	Nível de luminosidade	265 lux

APÊNDICE B – Levantamento de Cargas Elétricas em Escolas estaduais de Maceió

Escola Estadual Alberto Torres, Rua Cônego Costa, 3850, Bairro: Bebedouro. CEP 57017-550

Quadro 39: Carga

Dependência	Quant.	Carga
Sala de aula	10	12 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Sala de informática	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar, 10 Computadores
Sala dos professores	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar,
Diretoria	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar e 01 geladeira, 02 computadores
Cozinha	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores, 01 geladeira, 02 Freezer horizontais.
Refeitório	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Área externa	02	30 lâmpadas fluorescentes de 20 W, 04 Geláguas
Biblioteca	01	12 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 04 ventiladores
Banheiros	06	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W
Dispensa	01	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W

Quadro 40: Resumo do quadro de carga

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TENSÃO(V)	QUANT.	TOTAL (W)
01	Lâmpada fluorescente de 20 W	220	84	1.680
02	Lâmpada fluorescente de 40 W	220	160	6.400
03	Computador (150 W)	220	12	1.800
04	Ventilador de teto 130W- 0,15HP	220	28	3.640
05	Geladeira 480 W	220	02	960
06	Freezer 600 W	220	02	1200
07	Geláguas 260 W	220	04	1040
08	Condicionador de ar (9000 BTU/h)	220	03	8.658
TOTAL				25.378

Quadro 41: Variáveis

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	
01	Cor de parede	Marfim
02	Altura do pé direito	2,20 m
03	Altura das lâmpadas	2,10 m
04	Altura dos ventiladores	2,00 m
05	Janelas por salas	02 unid.
06	Altura do plano de trabalho	0,75
07	Equipamentos	Sem selo do INMETRO
08	Nível de luminosidade	280 lx

Escola Estadual Margarez Lacet. Endereço: Rua Santo Antônio, S/N, Bairro :Tabuleiro dos Martins, Maceió-Alagoas

Quadro 42: Carga

Dependência	Quant.	Carga
Sala de aula	24	12 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Sala de informática	01	12 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar, 10 Computador
Sala dos professores	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W,
Diretoria	01	12 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar e 01 geladeira, 02 Computadores
Quadra para esporte	01	20 lâmpadas fluorescentes 40 W.
Cozinha	01	12 lâmpadas fluorescente de 40 W, 02 ventiladores, 01 geladeira, 02 Freezer
Refeitório	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Área externa	01	26 lâmpadas fluorescentes de 20 W, 08 Geláguas
Biblioteca	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Banheiros	08	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W
Dispensa	01	04 lâmpadas fluorescentes de 20 W
Cantina	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W
Auditório	01	20 lâmpadas fluorescentes de 40 W
Deposito	01	8 lâmpadas fluorescentes de 40 W

Quadro 43:Resumo do quadro de carga

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TENSÃO(V)	QUANT.	TOTAL (W)
01	Lâmpada fluorescente de 20 W	220	46	920
02	Lâmpada fluorescente de 40 W	220	350	14.000
03	Computador (150 W)	220	12	1.800
04	Ventilador de teto 130W- 0,15HP	220	54	7020
05	Geladeira 480 W	220	02	960
06	Freezer 600 W	220	02	1.200
07	Gelágua 260 W	220	8	2.080
08	Condicionador de ar (9000 BTU/h)	220	2	5.772
TOTAL				36.752

Quadro 44:Variáveis

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	
01	Cor de parede	Marfim x Branco
02	Altura do pé direito	2,10 m
03	Altura das lâmpadas	2,10 m
04	Altura dos ventiladores	2,00 m
05	Janelas por salas	02 unid.
06	Altura do plano de trabalho	0,75
07	Equipamentos	Sem selo
08	Nível de luminosidade	285 lx

Escola Profª. Guiomar de Alxeida (Antigo Sete de Setembro)
Rua Sto. Antônio, 600 - Bairro Ponta Grossa. CEP 57.055-580

Quadro 45: Carga

Dependência	Quant.	Carga
Sala de aula	10	12 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Sala de informática	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar, 10 Computadores
Sala dos professores	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar,
Diretoria	01	06 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar e 01 geladeira, 01 computador.
Cozinha	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores, 01 geladeira, 02 Freezer
Refeitório	01	12 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Área externa	01	20 lâmpadas fluorescentes de 20 W, 06 Geláguas
Biblioteca	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Banheiros	02	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W
Dispensa	01	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W

Quadro 45:Resumo do quadro de carga

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TENSÃO(V)	QUANT.	TOTAL (W)
01	Lâmpada fluorescente de 20 W	220	25	500
02	Lâmpada fluorescente de 40 W	220	162	6.480
03	Computador (150 W)	220	11	1.650
04	Ventilador de teto 130W- 0,15HP	220	28	3.640
05	Geladeira 480 W	220	2	960
06	Freezer 600W	220	2	1.200
07	Geláguas 260 W	220	6	1.560
08	Condicionador de ar (9000 BTU/h)	220	2	5.772
TOTAL				21.762

Quadro 46:Variáveis

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	
01	Cor de parede	Marfim
02	Altura do pé direito	2,10 m
03	Altura das lâmpadas	2,00 m
04	Altura dos ventiladores	2,00 m
05	Janelas por salas	01
06	Altura do plano de trabalho	0,75
07	Equipamentos	Sem selo
08	Nível de luminosidade	280 lx

Escola Estadual Major Eduardo Emiliano da Fonseca, Rua Dr. Luiz de Barros, 230, Bairro: Vergel do Lago. CEP 57.015-070

Quadro 47: Carga

Dependência	Quant.	Carga
Sala de aula	10	12 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Sala de informática	01	12 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar, 10 Computadores
Sala dos professores	01	06 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar
Diretoria	01	06 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar e 01 geladeira, 02 Computadores
Quadra para esporte	01	20 lâmpadas fluorescentes 40 W.
Cozinha	01	06 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores, 01 geladeira, 02 freezer
Refeitório	01	16 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Área externa	01	20 lâmpadas fluorescentes de 20 W, 06 Geláguas
Biblioteca	01	12 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Banheiros	04	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W
Dispensa	01	02 lâmpadas fluorescentes de 40 W

Quadro 48: Resumo do quadro de carga

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TENSÃO(V)	QUANT.	TOTAL (W)
01	Lâmpada fluorescente de 20 W	220	30	600
02	Lâmpada fluorescente de 40 W	220	194	7.760
03	Computador (150 W)	220	12	1.800
04	Ventilador de teto 130W- 0,15HP	220	26	3.380
05	Geladeira 480 W	220	02	960
06	freezer 600 W	220	02	1.200
07	Geláguas 260 W	220	06	1.560
08	Condicionador de ar (9000 BTU/h)	220	02	5.772
TOTAL				23.032

Quadro 49: Variáveis

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	
01	Cor de parede	Marfim
02	Altura do pé direito	2,20 m
03	Altura das lâmpadas	2,10 m
04	Altura dos ventiladores	2,00 m
05	Janelas por salas	02
06	Altura do plano de trabalho	0,75
07	Equipamentos	Sem selo
08	Iluminação	275 lx

Escola Estadual Profº. Edmilson de Vasconcelos Pontes (Antigo Lyceu Alagoano),
Rua Cônego Machado, S/N, Bairro: Farol. CEP 57.051-160

Quadro 50: Carga

Dependência	Quant.	Carga
Sala de aula	20	12 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Sala de informática	01	12 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar, 10 Computadores
Sala dos professores	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar,
Diretoria	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar e 01 geladeira, 02 Computadores
Lanchonete	01	10 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores, 01 geladeira, 03 freezer
Área externa	02	20 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 06 Geláguas
Biblioteca	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar.
Banheiros	08	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W
Sala de apoio	01	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W

Quadro 51: Resumo do quadro de carga

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TENSÃO(V)	QUANT.	TOTAL (W)
01	Lâmpada fluorescente de 20 W	220	18	360
02	Lâmpada fluorescente de 40 W	220	314	12.560
03	Computador (150 W)	220	12	1.800
04	Ventilador de teto 130W- 0,15HP	220	42	5.460
05	Geladeira 480 W	220	02	960
06	freezer 600 W	220	01	600
07	Geláguas 260 W	220	06	1.560
08	Condicionador de ar (9000 BTU/h)	220	03	8.658
TOTAL				31.958

Quadro 52: Variáveis

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	
01	Cor de parede	Marfim
02	Altura do pé direito	2,20 m
03	Altura das lâmpadas	2,10 m
04	Altura dos ventiladores	2,00 m
05	Janelas por salas	01
06	Altura do plano de trabalho	0,75
07	Equipamentos	Sem selo
08	Nível de luminosidade	285 lx

Escola Estadual Tavares Bastos - Praça do Centenário, S/N, Bairro: Farol. CEP 57.021-380

Quadro 53: Carga

Dependência	Quant.	Carga
Sala de aula	10	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Sala de informática	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar, 10 Computadores
Sala dos professores	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar,
Diretoria	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar e 01 geladeira,
Quadra para esporte	01	16 lâmpadas fluorescentes 40 W.
Cozinha	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores, 01 geladeira, 02 freezer
Área externa	01	40 lâmpadas fluorescentes de 20 W, 04 Geláguas
Biblioteca	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar.
Banheiros	04	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W
Dispensa	01	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W

Quadro 54: Resumo do quadro de carga

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TENSÃO(V)	QUANT.	TOTAL (W)
01	Lâmpada fluorescente de 20 W	220	50	1000
02	Lâmpada fluorescente de 40 W	220	124	4.960
03	Computador (150 W)	220	10	1.500
04	Ventilador de teto 130W- 0,15HP	220	22	2860
05	Geladeira 480 W	220	02	980
06	freezer 600 W	220	02	1.200
07	Geláguas 260 W	220	04	1.040
08	Condicionador de ar (9000 BTU//h)	220	02	5.772
TOTAL				19.312

Quadro 55: Variáveis

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	
01	Cor de parede	Marfim
02	Altura do pé direito	2,20 m
03	Altura das lâmpadas	2,10 m
04	Altura dos ventiladores	2,00 m
05	Janelas por salas	02
06	Altura do plano de trabalho	0,75
07	Equipamentos	Sem selo
08	Nível de luminosidade	295 lx

Escola Estadual Profº. Sebastião da Hora - Rua Martins Murta, S/N, Bairro:
Pitanguiha. CEP 57.050-290

Quadro 56: Carga

Dependência	Quant.	Carga
Sala de aula	10	12 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Sala de informática	01	12 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar, 10 Computadores.
Sala dos professores	01	06 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar.
Diretoria	01	06 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar e 01 geladeira, 01 Computador.
Lanchonete	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores, 01 geladeira, 03 freezer
Refeitório	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Área externa	01	16 lâmpadas fluorescentes de 20 W, 06 Geláguas.
Biblioteca	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar.
Banheiros	04	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W
Dispensa	01	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W

Quadro 57: Resumo do quadro de carga

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TENSÃO(V)	QUANT.	TOTAL (W)
01	Lâmpada fluorescente de 20 W	220	26	520
02	Lâmpada fluorescente de 40 W	220	168	6.720
03	Computador (150 W)	220	11	1.650
04	Ventilador de teto 130W- 0,15HP	220	24	3.120
05	Geladeira 480W	220	02	960
06	freezer 600 W	220	03	1.800
07	Geláguas 260 W	220	06	1.560
08	Condicionador de ar (9000 BTU/h)	220	04	11.544
TOTAL				27874

Quadro 58: Variáveis

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	
01	Cor de parede	Marfim
02	Altura do pé direito	2,20 m
03	Altura das lâmpadas	2,10 m
04	Altura dos ventiladores	2,00 m
05	Janelas por salas	01
06	Altura do plano de trabalho	0,75
07	Equipamentos	Sem
08	Nível de luminosidade	290 lx

Escola Estadual Profª. Josefa Conceição da Costa - Rua Pão de Açúcar, S/N,
Bairro: Canaã. CEP 57.080-100

Quadro 59: Carga

Dependência	Quant.	Carga
Sala de aula	10	12 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Sala de informática	01	12 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar, 10 Computadores
Sala dos professores	01	06 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar
Diretoria	01	06 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar e 01 geladeira, 01 Computador.
Quadra para esporte	01	20 lâmpadas fluorescentes 40 W.
Cozinha	01	06 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores, 01 geladeira, 02 freezer
Refeitório	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Área externa	01	20 lâmpadas fluorescentes de 20 W, 06 Geláguas
Biblioteca	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar.
Banheiros	06	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W
Dispensa	01	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W

Quadro 60: Resumo do quadro de carga

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TENSÃO(V)	QUANT.	TOTAL (W)
01	Lâmpada fluorescente de 20 W	220	24	480
02	Lâmpada fluorescente de 40 W	220	174	6.960
03	Computador (150 W)	220	11	1650
04	Ventilador de teto 130W- 0,15HP	220	28	3.640
05	Geladeira 480W	220	02	960
06	freezer 600 W	220	02	1.200
07	Geláguas 260 W	220	06	1.560
08	Condicionador de ar (9000 BTU/h)	220	03	8.658
TOTAL				25.108

Quadro 60: Variáveis

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	
01	Cor de parede	Amarelo (marfim)
02	Altura do pé direito	2.20 m
03	Altura das lâmpadas	2.10 m
04	Altura dos ventiladores	2,00 m
05	Janelas por salas	01
06	Altura do plano de trabalho	0,75 m
07	Equipamentos	Sem selo
08	Nível de luminosidade	290 lx

Escola Estadual Dr. Miguel Guedes Nogueira - Rua Dr. Oswaldo Cruz, S/N, Bairro: Chã de Bebedouro. CEP 57.018-630

Quadro 61: Carga

Dependência	Quant.	Carga
Sala de aula	10	12 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Sala de informática	01	12 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar, 10 Computadores.
Sala dos professores	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar.
Diretoria	01	06 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar e 01 geladeira, 01 Computador
Quadra para esporte	01	20 lâmpadas fluorescentes 40 W.
Lanchonete	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores, 01 geladeira, 03 freezer.
Área externa	02	20 lâmpadas fluorescentes de 20 W, 08 Geláguas.
Biblioteca	01	12 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar.
Banheiros	06	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W.
Dispensa	01	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W.

Quadro 61: Resumo do quadro de carga

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TENSÃO(V)	QUANT.	TOTAL (W)
01	Lâmpada fluorescente de 20 W	220	34	680
02	Lâmpada fluorescente de 40 W	220	182	7.280
03	Computador (150 W)	220	11	1.650
04	Ventilador de teto 130W- 0,15HP	220	22	2.860
05	Geladeira 480 W	220	02	960
06	freezer 600 W	220	02	1.200
07	Geláguas 260 W	220	08	2080
08	Condicionador de ar (9000 BTU/h)	220	04	11.544
TOTAL				28.254

Quadro 62: Variáveis

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	
01	Cor de parede	Marfim
02	Altura do pé direito	2.20 m
03	Altura das lâmpadas	2.10 m
04	Altura dos ventiladores	2.00 m
05	Janelas por salas	02
06	Altura do plano de trabalho	0,75 m
07	Equipamentos	Sem selo
08	Iluminação	290

Escola Estadual Rotary - Av. Durval de Goes Monteiro, S/N , Bairro: Tabuleiro dos Martins. CEP 57.080-000

Quadro 63: Carga

Dependência	Quant.	Carga
Sala de aula	10	12 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Sala de informática	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar, 10 Computadores.
Sala dos professores	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar,
Diretoria	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar e 01 geladeira, 02 Computadores.
Quadra para esporte	01	20 lâmpadas fluorescentes 40 W.
Cozinha	01	04 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores, 01 geladeira, 02 freezer.
Refeitório	01	08 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 02 ventiladores
Área externa	01	20 lâmpadas fluorescentes de 20 W, 06 Geláguas
Biblioteca	01	12 lâmpadas fluorescentes de 40 W, 01 condicionador de ar.
Banheiros	06	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W.
Dispensa	01	02 lâmpadas fluorescentes de 20 W.

Quadro 64:Resumo do quadro de carga

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TENSÃO(V)	QUANT.	TOTAL (W)
01	Lâmpada fluorescente de 20 W	220	34	680
02	Lâmpada fluorescente de 40 W	220	180	7.200
03	Computador (150 W)	220	12	1.800
04	Ventilador de teto 130W- 0,15HP	220	24	3.120
05	Geladeira 480 W	220	02	960
06	freezer 600 W	220	02	1.200
07	Geláguas 260 W	220	06	1.560
08	Condicionador de ar (9000 BTU /h)	220	04	11.544
TOTAL				28.064

Quadro 65: Variáveis

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	
01	Cor de parede	Marfim
02	Altura do pé direito	2.20 m
03	Altura das lâmpadas	2.10 m
04	Altura dos ventiladores	2.00 m
05	Janelas por salas	01
06	Altura do plano de trabalho	0,75
07	Equipamentos	Sem selo
08	Nível de luminosidade	295 lx

APÊNDICE C – Levantamento dos dados elétricos das lâmpadas fluorescente

Dados elétricos das lâmpadas fluorescentes tubulares de 40 W

Potência nominal	40.0 W
Tensão nominal	220...240 V
Corrente da lâmpada	0.20 A
Eficiência luminosa (condições normais)	54 lx/W
Fluxo luminoso	1600 lx

Dados fotométricos

Índice de reprodução de cor (IRC)	≥60
Fluxo luminoso a 25 °C	950 lx
Tonalidade da luz	540
Temperatura de cor	4000 K
Fluxo luminoso nominal	1600 lx
Cor da luz	LUMILUX Branco frio
Coordenadas da cor no diagrama cromático	

Temperatura

Temperatura ambiente com fluxo luminoso máximo	25.0 °C
--	---------

Expectativa de Vida

Tempo de operação	5000 h
Vida mediana	6000 h
Índice de mortalidade em 2.000 h	0.90
Modo de operação (Vida útil)	50 Hz /60 Hz
Vida	6000 h
Vida nominal	6000 h

Informação adicional do produto

Soquete (base)	G5
Quantidade de mercúrio	4.3 mg
Tratamento de resíduos conforme WEEE	Sim

Atributos

Adequado para aplicações internas	Sim
-----------------------------------	-----

Normas e Certificações

Classe de eficiência energética	A
Consumo de energia	30 kWh/1000h

Dados Elétricos das lâmpadas fluorescentes compactas de 43 W

Potência	43.0 W
Potência nominal	43.00 W
Tensão nominal	220...240 V
Fator de potência	0,95
Corrente da lâmpada	0.195 A
Frequência nominal	50/60 Hz

Eficiência luminosa (condições normais)	75 lx/W
Fluxo luminoso	2550 lx

Dados fotométricos

Índice de reprodução de cor Ra	80
Fluxo luminoso a 25 °C	2550
Tonalidade da luz	865
Temperatura de cor	6500 k
Fluxo luminoso nominal	2550 lx
Cor da luz	LUMILUX Branco luz do dia
Coordenadas da cor no diagrama cromático	0.38/0.38

Temperatura

Temperatura ambiente com fluxo luminoso máximo	25.0 °C
--	---------

Expectativa de vida

Tempo de operação	75000 h
Vida mediana	90000 h
Índice de mortalidade em 2.000 h	0.95
Frequência de operação	50 Hz /60 Hz
Vida	90000 h
Vida nominal	90000 h

Informação adicional do produto

Soquete (base)	E-27
Quantidade de mercúrio	3.0 mg
Tratamento de resíduos conforme WEEE	Sim

Atributos

Adequado para aplicações internas	Sim
-----------------------------------	-----

Normas e Certificações

Classe de eficiência energética	A
Consumo de energia	44 kWh/1000h

Fonte: http://www.osram.com.br/osram_br/produtos/lampadas/lampadas-fluorescentes-compactas/osram-dulux-el-ho-

Dados Elétricos das lâmpadas fluorescentes tubulares de 20 W

Potência nominal	20.0 W
Tensão nominal	220/240 V
Corrente da lâmpada	0,09
Eficiência luminosa (condições normais)	55 lx/W
Fluxo luminoso	600 lx

Dados fotométricos

Índice de reprodução de cor (IRC)	60
Fluxo luminoso a 25 °C	600 lx
Tonalidade da luz	540
Temperatura de cor	4000 K

Fluxo luminoso nominal	600 lx
Cor da luz	Branco fria
Coordenadas da cor no diagrama cromático	

Temperatura

Temperatura ambiente com fluxo luminoso máximo	25.0 °C
--	---------

Expectativa de Vida

Tempo de operação	3000 h
Vida mediana	3000 h
Índice de mortalidade em 2.000 h	0,90
Modo de operação (Vida útil)	3000 h
Vida	3000 h
Vida nominal	3000 h

Informação adicional do produto

Soquete (base)	G5
Quantidade de mercúrio	3,0 mg
Tratamento de resíduos conforme WEEE	Sim

Atributos

Adequado para aplicações internas	Sim
-----------------------------------	-----

Normas e Certificações

Classe de eficiência energética	A
Consumo de energia	22 kWh/1000h

Dados Elétricos das lâmpadas fluorescentes compactas de 11 W

Potência	11.0 W
Potência nominal	11.0 W
Tensão nominal	220/240 V
Fator de potência	0,05
Corrente da lâmpada	0,09 A
Frequência nominal	50/60 Hz
Eficiência luminosa (condições normais)	70 lx/W
Fluxo luminoso	800 lx

Dados fotométricos

Índice de reprodução de cor Ra	> 80
Fluxo luminoso a 25 °C	800 lx
Tonalidade da luz	865
Temperatura de cor	6500 K

Fluxo luminoso nominal	800 lx
Cor da luz	Branco luz do dia
Coordenadas da cor no diagrama cromático	

Temperatura

Temperatura ambiente com fluxo luminoso máximo	25.0 °C
--	---------

Expectativa de vida

Tempo de operação	4000 h
Vida mediana	4000h
Índice de mortalidade em 2.000 h	0,95
Frequência de operação	800
Vida	4000 h
Vida nominal	4000 h

Informação adicional do produto

Soquete (base)	E 27
Quantidade de mercúrio	2,0 mg
Tratamento de resíduos conforme WEEE	Sim

Atributos

Adequado para aplicações internas	Sim
-----------------------------------	-----

Normas e Certificações

Classe de eficiência energética	A
Consumo de energia	15 kWh/1000h

Fonte: http://www.osram.com.br/osram_br/produtos/lampadas/lampadas-fluorescentes-compactas/osram-dulux-el-ho-

APÊNDICE D – Fotos de escola



Escola Municipal Professora Silva Celena – Av. Benedito Loureiro, 2001 Bairro: Villagen Campestre



Escola Municipal Professora Silva Celena – Av. Benedito Loureiro, 2001, Bairro: Villagen Campestre



Escola Municipal Professora Silva Celena – Av. Benedito Loureiro,2001, Bairro: Villagen Campestre



Escola Municipal Professora Silva Celena – Av. Benedito Loureiro,2001, Bairro: Villagen Campestre



Escola Estadual Rotary – Av. Durval de Goes Monteiro, s/ n, Bairro: Tabuleiro do Martins



Escola Estadual Margarez Lucet - Rua Santo Antonio, s/n, Bairro: Tabuleiro do Martins.



Escola Estadual Margarez Lucet - Rua Santo Antonio, S/N , Bairro: Tabuleiro do Martins.

APÊNDICE E — CARTILHA EDUCATIVA



Em uma escola como a sua, os alunos viviam em constante desperdício de energia elétrica, causando apagões e prejuízos para todos. Até que ele foi chamado

O Super Watts!

Vindo de uma galáxia distante, onde o desperdício de energia foi um dos grandes vilões de seu povo, ele veio mostrar que, se cada um fizer a sua parte, é possível economizar e preservar os nossos recursos naturais.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
GILSON LAURENTINO DA SILVA

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM ESCOLAS
PÚBLICAS MUNICIPAIS E ESTADUAIS DE MACEIÓ - ALAGOAS
Orientador: Dr Ricardo Moreira da Silva
Coorientador: Dr. Miguel Otávio Campelo de Melo

João Pessoa
2015

Abra a janela!

Aproveite ao máximo a iluminação natural da sala de aula!
É de graça!



Tire da Tomada

Não adianta desligar os aparelhos eletrodomésticos somente no botão **OFF**. Alguns deles ainda consomem energia quando estão neste estado, o ideal é sempre tirar da tomada. Esse hábito pode economizar até 20% de energia elétrica.



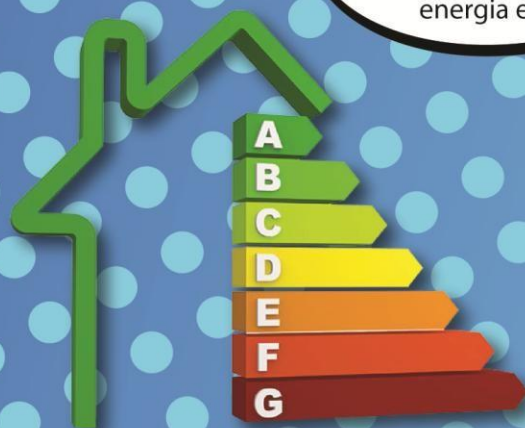


Eficiência Energética e Procel

A sua missão é melhorar o uso das fontes de energia elétrica.

Para isso foi criado o Selo **Procel**, que é um produto desenvolvido e concedido pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, e tem por objetivo diminuir o consumo de energia elétrica.

Observe se os eletrodomésticos da sua escola têm o selo **Procel**. É a sua garantia de menos gastos dos nossos recursos elétricos.



Há muito a ser feito ainda, amiguinhos! Até a próxima! E já sabem, onde tiver desperdício de energia elétrica, chamem o

Super Watts!