UNIVERSIDADE SALVADOR – UNIFACS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - DEAR
MESTRADO EM REGULAÇÃO DA INDÚSTRIA DE ENERGIA

ALUIZIO ANTONIO VERAS

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS ESCOLAS PÚBLICAS DO ESTADO DO ACRE: ESTUDO DE CASO DA ESCOLA GLÓRIA PERES

Salvador
2010

ALUIZIO ANTONIO VERAS

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS ESCOLAS PÚBLICAS DO ESTADO DO ACRE: ESTUDO DE CASO DA ESCOLA GLÓRIA PERES

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Regulação da Indústria de Energia, Universidade Salvador – UNIFACS, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Kleber Freire

Salvador
2010

Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da Universidade

Veras, Aluizio Antonio

Eficiência energética nas escolas públicas do Estado do Acre: Estudo de Caso da Escola Glória Peres. / Aluizio Antonio Veras. - Salvador : UNIFACS, 2009
101 f. il.

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Regulação da Indústria de Energia, Universidade Salvador – UNIFACS, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre.
Orientador: Prof. Dr. Kleber Freire.

1. Eficiência energética. I. Freire, Kleber, orient. II. Título.

CDD: 621

ALUIZIO ANTONIO VERAS

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS ESCOLAS PÚBLICAS DO ESTADO DO ACRE: ESTUDO DE CASO DA ESCOLA GLÓRIA PERES

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Regulação da Indústria de Energia, Universidade Salvador – UNIFACS, pela seguinte banca examinadora:

Kleber Freire – Orientador_____
Doutor em Engenharia Elétrica
Universidade de São Paulo - USP
Universidade Salvador – UNIFACS

André Luiz de Carvalho Valente_____
Doutor em Sistemas de Potência
Universidade de São Paulo – USP
Universidade Federal da Bahia – UFBA

Teresa Virginia Mousinho Reis_____
Dra. Em Engenharia Elétrica
Universidade de São Paulo – USP
Centro Brasileiro de Energia e Mudanças Climáticas

------- de ---------- de 2010

Dedico este trabalho à minha esposa e companheira Peggy Clemente, que foi compreensiva nos meses, dias e horas que estive ausente, que sempre me incentivou a manter acesa a perseverança.

AGRADECIMENTOS

Tem pessoas que no decorrer da vida, nas batalhas do dia a dia, na busca do nosso amanhã representam tudo de bom (semelhança ao Senhor). Esses agradecimentos vão para a equipe do MRIE da UNIFACS, que foram profissionais e prestativos nas horas que precisei.

Agradeço em especial, (Fátima) uma pessoa que estava com um sorriso e com o astral positivo. Ao amigo Cícero Rodrigues de Souza, pela força e orientação do anteprojeto desta monografia bem como por suas contribuições no início do curso. Aos colegas de sala de aula (que turma!).

Por fim, quero registrar o meu agradecimento ao orientador dessa dissertação, Professor Kleber Freire, por sua simplicidade dedicada ao conhecimento e inestimável orientação e sugestões, que possibilitou a conclusão desta tarefa.

Um homem sem religião é como um
barco sem leme, não tem direção.

(GHANDI)

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo para avaliar o uso racional e eficiente de energia elétrica de usos finais nas escolas públicas do Estado do Acre, voltada para a análise das instalações elétricas das escolas. Foram realizadas medições nas instalações e levantamento de usos finais como: iluminação, ar-condicionado, microcomputadores e outros equipamentos. São apresentados procedimentos para o levantamento do potencial de conservação e croquis de situação da iluminação existente nas salas de aula, para analise da iluminância existente do potencial de conservação de energia elétrica do uso final analisado. A aplicação prática é mostrada na forma de um estudo de caso, realizado na escola Glória Peres, considerada como escola padrão do Estado do Acre, localizado no município de Rio Branco, capital do Estado do Acre. Este trabalho apresenta o conceito de regulação, longe de ser interesse meramente acadêmico, é imprescindível para que seja definida a competência dos órgãos e entidades públicas que exercem essa função.

Palavras-chaves: Eficiência energética. Escolas públicas. Regulação.

ABSTRACT

This paper presents a study to evaluate and systematize the rational and efficient use of electricity end uses in the public schools of the State of Acre, focuses on an analysis of wiring in schools. Measurements were made on the premises and removal of end uses such as lighting, air conditioning, computers and other equipment. Procedures are presented for removing the potential for conservation and sketches of the situation existing lighting in classrooms, to examine the illuminance of the existing potential for energy conservation electric end use analysis. The practical application is shown in the form of a case study, conducted in school Glória Peres, considered a model school in the state of Acre, located in Rio Branco, capital of Acre. This paper presents the concept of regulation, far from being merely academic interest, it is essential in order to define the powers of the organs and public bodies that perform this function.

Keywords: Energy efficiency. Public schools. Regulatory.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Selo PROCEL de economia de energia	28
Figura 2 -	Etiqueta de Conservação de energia	29
Figura 3 -	Espectro Visível	47
Figura 4 -	Curva de Sensibilidade Visual	48
Figura 5 -	Temperatura de Cor Correlata da Luz	49
Figura 6 -	Irc 70/85/100	50
Figura 7 -	Tipo de Lâmpadas	50
Figura 8 -	Reator Eletromagnético	58
Figura 9 -	Reator Eletrônico	59
Figura 10 -	Uniformidade	63
Figura 11 -	Operacionalização de Desenvolvimento Sustentável	75
Figura 12 -	Locação Existente das Luminárias na Sala de Aula	87
Figura 13 -	Localização dos Pontos de Medição	85
Figura 14 -	Medição da Iluminância no Campo de Trabalho	85
Figura 15 -	Localização das Luminárias da Secretaria	86
Figura 16 -	Localização dos Pontos de Medição da Secretaria	89
Figura 17 -	Representação Gráfica da Tabela 6	93

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Iluminâncias por classe de tarefas visuais	57
Quadro 2 -	Escola Glória Pires: sistema de Iluminação no período noturno	87
Quadro 3 -	Quantidade	94
Quadro 4 -	Potência das lâmpadas	94
Quadro 5 -	Economia de energia	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Escola Glória Peres: demandas e horários da medição 82

Tabela 2 - Escola Glória Peres: características do consumo 83

Tabela 3 - Escola Glória Peres: sistema de ar condicionado nos ambientes 88

Tabela 4 - Escola Glória Peres: individualização de consumo 89

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

CPFL – Companhia Paulista de Força e Luz

CTEM – Comitê Técnico para Estudos de Mercado

Eletrobrás – Centrais Elétricas Brasileiras S.A.

ELETRONORTE – Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.

ELETROPAULO – Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S/A

EUA – Estados Unidos da América

GCPS – Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos

GLD – Gerenciamento pelo Lado da Demanda

gWh – gigawatt-hora

ISE - Indústria do Setor Elétrico

kWh – quilowatt-hora

LAC – Laboratório Central de Pesquisas e Desenvolvimento

LIGHT – LIGHT Serviços de Eletricidade S.A.

PIB – Produto Interno Bruto

PND – Plano Nacional de Desenvolvimento

PNEPP – Programa Nacional de Eficientização de Prédios Públicos

PROCEL – Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica

PUC-RJ – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

RGR – Reserva Global de Reversão

SIE – Sistema de Informações Energéticas

tWh – terawatt-hora

UHE – Usina Hidro Elétrica

UNB – Universidade de Brasília

UNICAMP – Universidade de Campinas

USP – Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO**	**19**
1.1	Estrutura da Dissertação	20
2	**CONCEITOS ASSOCIADOS À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**	**22**
2.1	Conceitos	22
2.2	Diagnóstico Energético	25
3	**POLÍTICAS PÚBLICAS PARA O INCENTIVO A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**	**26**
3.1	Descrição Inmetro, Procel e PBE	26
3.1.1	Inmetro	26
3.1.2	Procel	27
3.1.3	Procel Edifica	29
3.1.4	PBE	30
3.1.5	Políticas no Brasil	33
3.1.6	Ações de Eficiência Energética no Mundo	**34**
3.1.7	Desempenho Térmico da Edificação	**35**
3.1.8	Desempenho Térmico da Edificação no Brasil	**37**
3.1.9	Politicas no Estado do Acre	**38**
3.1.10	Incentivo do Governo Brasileiro à Eficiência Energética	**40**
3.1.11	Falhas de Mercado	**42**
3.1.12	Regulação	

4	**USOS FINAIS DE ENERGIA ELÉTRICA**	**48**
4.1	Iluminação	48
4.2	Ar Condicionado	70
4.3	Sistema de Bombeamento de Água	72
4.4	Bebedouro	72
5	**SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL**	**73**
5.1	Conceito	73
6	**ESTUDO DE CASO DA ESCOLA GLÓRIA PERES**	77
6.1	Consumo de Energia Elétrica	77
6.2	Consumo Individualizado por Uso Final	78
6.3	Análise das Instalações Elétricas da Escola	79
6.3.1	Análise de Sistema de Iluminação	80
6.3.1.1	Conservação no Sistema de Iluminação	80
6.3.2	Análise do Sistema de Ar Condicionado	81
6.3.2.1	Conservação no Sistema de Ar Condicionado	82
6.3.3	Análise de Outros Equipamentos	83
6.3.4	Análise Econômica das Medidas	83
6.3.5	Análise das Tarifas Cobradas	84
6.4	Potencial de Conservação	85
6.4.1	A Escola Glória Peres	85
6.4.1.1	Levantamento de Dados	86

6.4.1.2 Individualização do Consumo em Usos Finais 93

6.4.1.3 Potencial de Conservação de Energia Elétrica 95

6.4.1.4 Custo para substituição das lâmpadas 97

6.4.1.5 Economia realizada com a substituição das lâmpadas 97

7 CONCLUSÕES 98

REVISÃO ORTOGRÁFICA

1 INTRODUÇÃO

O objetivo desta dissertação é avaliar o uso racional e eficiente da energia elétrica nas escolas públicas do Estado do Acre.

A geração de energia elétrica no Brasil é um parque predominantemente hidráulico, merecendo destaque neste momento na inserção do gás natural na matriz energética, a diversificação imediata do nosso parque gerador, quer seja através da incorporação imediata de termelétricas utilizando o gás natural, quer seja através da implantação de sistemas de coogeração e através da incorporação de energias renováveis. O consumo crescente de energia elétrica aliada à falta de investimento no setor de geração vem diminuindo a distância entre a demanda e oferta.

A busca de soluções para o problema de fornecimento abrange, entre alternativas a construção de novas usinas hidrelétricas e termoelétricas a gás; a implementação de campanhas de combate ao desperdício de energia e de investimentos de ações que promovam o aumento da eficiência energética.

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, relativo à redução do consumo, são imediatos, tornando o uso racional e eficiente de energia elétrica uma alternativa de certa forma, natural para a solução de parte do problema do fornecimento de energia elétrica em curto prazo.

Uma das formas de promover e disseminar o uso racional e eficiente de energia elétrica é a intervenção junto às instalações consumidoras como, por exemplo, nas escolas públicas. Com isso estaremos disseminando o uso racional e eficiente de energia elétrica nas escolas e conseqüentemente nas residências da comunidade escolar. Através de ações que otimizam sistemas no uso final de energia elétrica que estão presentes nas instalações das escolas, isto é, reduzir o consumo sem comprometer o desempenho. Para avaliar e analisar a viabilidade técnica e conseqüentemente a econômica das ações é preciso, conhecer a forma de como a energia elétrica das escolas públicas do Estado está sendo utilizado, esse

procedimento chamaremos de diagnóstico energético. Sem conhecermos realmente as instalações elétricas das escolas públicas do Estado do Acre não seria possível o diagnóstico energético das escolas.

No diagnostico energético, teremos conhecido os respectivos potenciais de conservação e com isso de propor soluções e avaliar a viabilidade técnica e econômica das soluções apresentadas e implementar apenas aquelas que realmente irão dar grandes vantagem técnicas e econômicas no uso final de energia elétrica e com isso estaremos disseminando a eficiência energética nas escolas públicas.

Recentemente, inovações tecnológicas e regulatórias, têm ampliado as possibilidades de uma maior economia de energia elétrica, através de estudos e projetos de eficiência energética. Ao mesmo tempo em que o Governo federal faz, através da ANEEL e da Eletrobrás, regular o setor de energia elétrica para obtermos resultado e que não ponha em risco o crescimento econômico dos pais.

1.1 - Estrutura da Dissertação

Esta dissertação foi estruturada em 7 capítulos.

O primeiro capítulo apresenta os objetivos, problemática, a metodologia empregada na elaboração e sua importância para a implementação da eficiência energética nas escolas públicas do Estado do Acre, além de apresentar visão geral do conteúdo e estrutura dessa dissertação.

o segundo capítulo, apresenta conceituação teórica da eficiência Energética, que Quando investido há retorno a curto prazo, seus benefícios e resultados pode-se perceber rapidamente na conta de energia.

No terceiro capítulo é apresentada políticas públicas para incentivo a eficiência energética, considerando sobre os fatores que tornam imprescindível a participação do Estado na busca da eficiência energética nas escolas públicas.

No quarto capítulo, é apresentada os usos finais de energia elétrica, iluminação, ar condicionado, sistema de bombeamento d`agua e microcomputador que consiste na verificação desses equipamentos e que são utilizados em grande escala nas escolas públicas.

O quinto capítulo é todo referente a conceituação da sustentabilidade ambiental que é o objetivo e tem uma interligação por trás da busca da eficiência energética. Será tratada a relação do conceito de sustentabilidade ambiental com a eficiência energética.

O sexto capítulo é apresentada detalhada a metodologia escolhida na execução deste trabalho, apresentando o estudo de caso da escola Glória Peres.

No sétimo capítulo a conclusão desse árduo trabalho.

2 - CONCEITOS ASSOCIADOS À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

2.1 - Conceito

De acordo com a Primeira Lei da Termodinâmica, a energia total num sistema isolado é constante e, conforme a Segunda Lei, a entropia de um sistema isolado tende a um máximo. A eficiência energética de um processo pode ser medida em termos da Primeira ou da Segunda Lei.

Pela Primeira Lei, a eficiência é a razão entre a energia que sai do processo e a energia que entra nele. Já pela Segunda Lei, o quadro é diferente e a eficiência pode ser definida como a razão entre a energia mínima teoricamente necessária para a realização de um processo e a energia efetivamente usada no processo.

Neste caso, os processos de transformação têm a energia como principal insumo e seu produto, também é medido em termo de energia. Esta é a abordagem termodinâmica, que é, a rigor, a única definição precisa de eficiência energética.

Entretanto, em termos econômicos, os produtos são medidos em valores ou unidades físicas de massa. Exemplificando: em determinado processo tem-se a energia como insumo e seu produto medido por dólares ou toneladas.

Na realidade, entende-se por eficiência energética o conjunto de práticas, que reduza os custos com energia e/ou aumente a quantidade de energia oferecida sem alteração da geração.

O processo de globalização e a instauração de uma economia altamente competitiva vêm exigindo das empresas maior eficiência em suas atividades. O uso eficiente da energia elétrica não significa apenas uma redução nas despesas, mas também redução nos impactos ambientais. Além disso, a eficiência energética muitas vezes está ligada a melhoria na qualidade do ambiente de trabalho e do processo produtivo.

A crise do petróleo ocorrida na década de 70 serviu como alerta para que muitos países pesquisassem novas fontes de energia. Como as fontes disponíveis apresentavam custos mais altos e exigiam longos períodos para implantação, o uso

racional de energia passou a ser encarado como a opção mais vantajosa, na medida em que a redução do consumo evitaria a instalação de novos parques geradores.

Eficiência energética pode-se dizer que esta constitui no uso de menor quantidade de energia possível para o abastecimento de um determinado produto ou serviço.

Por exemplo, o automóvel energicamente mais eficiente e aquele que percorre uma maior distância com 1 litro de gasolina com velocidade constante, isto é, consome menos gasolina para percorrer 10 km.

Então é possível extrair a definição:

Eficiência energética de um equipamento, serviço, tecnologia ou processo produtivo é a quantidade do produto ou serviço necessário por unidade de energia consumida para seu abastecimento.

A eficiência energética pode ser medida por diferentes indicadores, em função do equipamento, processo, tecnologia e serviço estudado, mas sua unidade pode ser expressa basicamente como unidade de produto/serviço por unidade de energia.

Exemplos: kWh de eletricidade por *tep* (tonelada equivalente de petróleo), tonelada de alumínio obtida por redução eletrolítica de bauxita por kWh, etc.

O conceito de eficiência energética é distinto, embora próximo, dos conceitos de conservação de energia e gerenciamento pela demanda.

A conservação de energia é o conjunto de práticas nos projetos e nas aquisições, operação e manutenção, substituição de equipamentos e sistemas consumidores de energia que visa eliminar os consumos energéticos desnecessários, consumos estes denominados de desperdícios de energia. Seu escopo, embora apresente uma importante componente tecnológica, é marcadamente comportamental, envolvendo desde práticas cotidianas tais como desligar a luz dos aposentos que não estejam em uso num determinado momento, passando pela adoção de práticas de eficiência energética nos projetos, visando assim obter sistemas de iluminação, aquecimento, ventilação e ar-condicionado e de bombeamento de água mais eficientes.

As práticas de conservação de energia são referentes à otimização e manutenção da eficiência energética de um lado equipamentos ou sistema, na medida em que lidam com a mitigação e eliminação, tanto a curto quanto a médio e longo prazo, de consumos energéticos que não sejam necessários à sua função de prover serviços energéticos.

O uso de lâmpadas e luminária não eficientes como, por exemplo, as lâmpadas incandescentes que aumenta a carga térmica do sistema de ventilação e conseqüentemente ocasionando o aumento da potência do ar-condicionado que irá climatizar a sala ou ambiente. Também nas instalações de interruptores em uma mesma sala a não instalação de interruptor de 01 seção para o controle total das lâmpadas do ambiente e sim optar por conjunto de interruptores para se ter o comando setorizado, onde subconjuntos destas lâmpadas são acionados, determina o nível de iluminância e que corresponde ao consumo de eletricidade para o ambiente. No projeto arquitetônico, ter as opções de iluminamento natural e com isso reduzir sobremaneira o consumo de energia elétrica do iluminamento artificial que é substituído pelo iluminamento natural. Outra prática que se pode ter a eficiência energética é nos motores/bombas, muito utilizados nas cisternas/caixa d'água, fazendo a manutenção preventiva periódica dos motores, limpeza e lubrificação de partes móveis como eixo, mancais e rolamentos que desgastam devido ao uso excessivo e essas partes têm sua vida útil (hora de uso), quando não substituídas essas partes mantém as perdas de energia por atrito e podem vir danificar por completo o motor bomba e que nesse caso as perdas serão materiais e sociais no caso da falta de água no ambiente escolar.

Um ponto importante na concepção de eficiência é não confundir eficiência energética com eficiência elétrica ou mecânica de um equipamento, dada pela parcela da energia elétrica ou mecânica por este consumida que se reveste em trabalho útil.

Embora a alta eficiência elétrica ou mecânica seja imprescindível para um determinado equipamento sejam energicamente eficientes, outros fatores influenciam na eficiência energética final. No caso do refrigerador se este tiver um compressor de alta eficiência eletromecânica, mas seu compartimento de

estocagem de alimentos não apresenta isolação térmica adequada, este pode ser considerado um refrigerador não eficiente.

Cabe observar que a eficiência energética se refere não apenas aos usos finais, mas a toda e qualquer conversão de energia, incluindo a conversão de fontes primárias em fontes secundárias, conversão de energia química em térmica, de térmica em mecânica e de mecânica em elétrica no processo de geração de energia elétrica (termoelétrica).

2.2 - Diagnóstico Energético

O Diagnóstico Energético compreende os seguintes serviços:

Identificar os equipamentos elétricos ineficientes ou que operam com baixa eficiência como por exemplo os motores, reatores, lâmpadas de descarga, ar condicionado com compressores estáticos;

Identificar e contabilizar as lâmpadas ineficientes, propondo a sua substituição com base em critérios econômicos levando em consideração o conforto ambiental do usuário/aluno;

Verificar as perdas nos aparelhos de janela com a finalidade de identificar desperdícios nesse segmento;

Verificar os desperdícios de energia nos sistemas de aquecimento, caso haja;

Identificar se o estabelecimento paga por excesso de energia reativa indutiva;

Há necessidade de estudar alternativas para determinar qual a melhor grupo tarifário para o estabelecimento, com a finalidade de reduzir a fatura mensal de energia elétrica;

Verificar as condições das instalações elétricas no sentido de identificar perdas por deficiência de isolação ou mal dimensionamento dos condutores elétricos;

Identificação e quantificação detalhada dos potenciais de redução no consumo de energia, por meio de medições, observações, simulações e estudos.

3 - POLÍTICAS PÚBLICAS PARA O INCENTIVO A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

3.1 - Descrição INMETRO, PROCEL, PROCEL EDIFICA e PBE

O INMETRO, PROCEL, PROCEL EDIFICA e o Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE são alguns dos órgãos e programa responsáveis pela condução das políticas públicas de eficiência energética no Brasil e são descritos a seguir:

3.1.1 – INMETRO

O Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO foi criado pela Lei 5.966, de 11 de dezembro de 1973 (BRASIL, 1973). Coube-lhe a missão de substituir o então Instituto Nacional de Pesos e Medidas (INPM), ampliando significativamente o seu raio de atuação a serviço da sociedade brasileira, fortalecendo as empresas nacionais, aumentando a sua produtividade por meio da adoção de mecanismos destinados à melhoria da qualidade de produtos e serviços. O INMETRO é uma autarquia federal, vinculada ao Ministério do Desenvolvimento da Indústria e Comércio Exterior, que atua como Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (CONMETRO), colegiado interministerial que é o órgão normativo do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO).

A metrologia relaciona às atividades resultantes de exigências obrigatórias, referentes às medições, unidades de medida, instrumentos e métodos de medição, que são desenvolvidas por organismos competentes.

Tem como objetivo principal proteger o consumidor tratando das unidades de medida, métodos e instrumentos de medição, de acordo com as exigências técnicas e legais obrigatórias.

Com a supervisão do Governo, o controle metrológico estabelece adequada transparência e confiança com base em ensaios imparciais. A exatidão dos instrumentos de medição garante a credibilidade nos campos econômico, saúde, segurança e meio ambiente.

3.1.2 – PROCEL

O principal objetivo do PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - é a conservação de energia elétrica tanto do lado da oferta como do lado da demanda, concorrendo para a melhoria da qualidade de produtos e serviços, eliminando os desperdícios e reduzindo os custos e investimentos setoriais, mitigando os impactos ambientais e fomentando a criação de novos empregos. O PROCEL foi criado em dezembro de 1985 pelos Ministérios de Minas e Energia e Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, e é gerido por uma Secretaria Executiva subordinada à Eletrobrás. Em 18 de julho de 1991, o PROCEL foi transformado em programa de governo, tendo sido aumentadas suas abrangência e responsabilidade.

Em 22 anos de existência, o PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia elétrica ajudou a economizar 28,5 milhões de mWh, consumo equivalente a 16,3 milhões de residências e à energia gerada por uma hidrelétrica de capacidade instalada de 6.841mW, que teria um custo aproximado de R$ 19,9 bilhões. Para atingir esse resultado, o investimento realizado foi de R$ 1 bilhão (Eletrobrás).

Conforme esta mesma fonte o PROCEL, aplicando investimentos no montante de aproximadamente R$ 971 milhões, economizou, em 20 anos, 24,6 gWh de energia, tendo reduzido a ponta de carga do Sistema Elétrico Brasileiro de 5.900 mW, além de ter evitado a construção de usina com potência equivalente a 6.600 mW, e postergado investimentos no montante de R$17 bilhões. O “Selo PROCEL” ou “Selo

PROCEL de Eficiência Energética" tem como objetivos: orientar o consumidor no ato da compra, indicando os produtos com melhores níveis de eficiência energética dentro de suas categorias; e, estimular a comercialização dos produtos mais eficientes, contribuindo, desta maneira, para o desenvolvimento tecnológico e com a redução dos impactos ambientais. Foi instituído através do decreto presidencial de 08 de dezembro de 1993, sendo um produto desenvolvido pelo Programa Nacional de Conservação de Energia - PROCEL concedido anualmente aos equipamentos que apresentam os melhores índices de eficiência energética, normalmente caracterizados pela faixa "A" da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia - ENCE. A ENCE tem a missão de informar a eficiência energética de alguns produtos segundo padrões brasileiros e/ou internacionais específicos, e verificar se a medição dessa eficiência está sendo feita pelo fabricante de forma contínua e segundo parâmetros e valores de ensaios de aferição e controle pré-estabelecidos; para ser contemplado com o Selo PROCEL, o equipamento é submetido a testes de desempenho em ensaios específicos realizados em laboratórios idôneos indicados pelo PROCEL. A adesão dos fabricantes ao Selo PROCEL é voluntária; o PROCEL ainda estabelece metas de conservação de energia que são levadas em conta no planejamento do setor elétrico. Dentre essas metas, destacam-se: a redução de perdas técnicas das concessionárias, a racionalização do uso da energia elétrica e o aumento da eficiência energética em aparelhos elétricos.

Segue abaixo Figura 1 com o modelo do selo PROCEL de eficiência energética.

Figura 1 - Selo PROCEL de economia de energia

Fonte: PROCEL

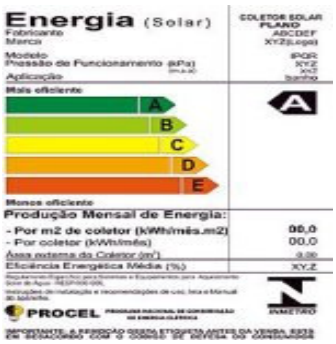

Figura 2 - Etiqueta Nacional de Conservação de energia

Fonte: PROCEL

3.1.3 – PROCEL EDIFICA

O Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações – PROCEL EDIFICA foi instituído em 2003 pela ELETROBRAS/PROCEL e atua de forma conjunta com o Ministérios de Minas e Energia, o Ministério das Cidades, as universidades, os centros de pesquisa e entidades das áreas governamental, tecnológica, econômica e de desenvolvimento, além do setor da construção civil.

O PROCEL promove o uso racional da energia elétrica em edificações desde sua fundação, sendo que, com a criação do PROCEL EDIFICA, as ações foram ampliadas e organizadas com o objetivo de incentivar a conservação e o uso eficiente dos recursos naturais (água, luz, ventilação etc.) nas edificações, reduzindo os desperdícios e os impactos sobre o meio ambiente.

O consumo de energia elétrica nas edificações corresponde a cerca de 45% do consumo faturado no país. Estima-se um potencial de redução deste consumo em 50% para novas edificações e de 30% para aquelas que promoverem reformas que contemplem os conceitos de eficiência energética em edificações.

3.1.4 – PBE

O Programa Brasileiro de Etiquetagem e Selos para equipamentos energeticamente eficientes é de caráter voluntário, e tem obtido relativo sucesso na área de eficiência

energética, contando sempre com a parceria do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL e do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO.

A etiquetagem no Brasil foi iniciada na década de 1980, logo depois do segundo choque do petróleo, com a criação do primeiro programa de etiquetagem, para a medição da eficiência energética dos veículos movidos à gasolina e a álcool, pelo INMETRO - CONPET; O Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE, que promove a eficiência de equipamentos por meio de etiquetagem é decorrente do protocolo de cooperação firmado em 1984 pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MDIC e a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica – ABINEE, com a interveniência do Ministério das Minas e Energia – MME. É um programa desenvolvido com a adesão voluntária dos fabricantes que atua através de etiquetas informativas, contando com a parceria da Eletrobrás através do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL, e da PETROBRÁS, através do Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural – CONPET. Além do mais, o PBE incentiva a melhoria contínua do desempenho dos equipamentos e estimula a competitividade do mercado.

No caso específico dos condicionadores de ar, o PBE é conduzido pelo PROCEL, ficando o INMETRO com a responsabilidade de verificar os dados dos fabricantes. Em recente levantamento, o PROCEL (critérios 2008) concluiu são fabricados no país 149 modelos de condicionadores de ar do tipo janela, sendo que 77 (43%) desses modelos possuem classificação A, e, 37 (25%) classificação B.

Participam do Programa Brasileiro de Etiquetagem:

Órgãos públicos: MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, MME - Ministério de Minas e Energia, INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, CONPET - Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados de Petróleo e do Gás Natural, PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, PETROBRÁS - Petróleo

Brasileiro S.A, Eletrobrás – Centrais Elétricas Brasileiras S.A., ANP – Agência Nacional do Petróleo e ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica.

Entidades empresariais privadas: ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Eletro e Eletrônica, ELETROS - Associação Nacional dos Fabricantes de Produtos Eletro-Eletrônicos, ABILUX - Associação Brasileira da Indústria de Iluminação, ABRAVA – Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento, ABEER – Associação Brasileira de Empresas de Energia Renovável e Eficiência Energética e ABAGAS - Associação Brasileira de Aquecimento a Gás.

3.1.5 - Políticas no Brasil

Em 1984 foi criado o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) do INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial), que fornece informações sobre o consumo de energia de aparelhos eletrodomésticos e aparelhos eletrodomésticos a gás, classificando-os em níveis de acordo ao seu consumo que vão da letra “A” (menor consumo, maior eficiência) até a letra “E” (maior consumo, menor eficiência) através de etiquetas informativas, sendo que cada linha de eletrodoméstico possui a sua própria etiqueta, de acordo com o Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE) da Universidade Federal de Santa Catarina.

Em 24 de julho de 2000, foi promulgada a Lei nº 9.991 (BRASIL, 2000) que dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências. Esta lei estabeleceu a aplicação de, pelo menos, 0,25% da Receita Operacional Líquida das concessionárias de distribuição de energia elétrica em programas de eficiência energética.

Conforme Zimmermann (2006) foram investidos em programas de eficiência energética, com recursos advindos das receitas de 64 distribuidoras no Brasil, no

período de 1998 a 2005, um total de R$ 1.362.000.000,00, tendo proporcionado uma economia de energia de 4.635 gWh, e a retirada de uma demanda de 1.395 mW da ponta de carga do sistema brasileiro.

Em 17 de outubro de 2001 foi publicada a Lei 10.295 (BRASIL, 2001) sobre eficiência energética, determinando o estabelecimento de níveis máximos de consumo específico de energia ou mínimos de eficiência energética para os equipamentos fabricados ou comercializados no país, com base em indicadores técnicos; essa lei também prevê que sejam desenvolvidos mecanismos que promovam a eficiência energética nas edificações; em 19 de dezembro de 2001 foi publicado o Decreto n° 4.059 (BRASIL, 2001) que regulamenta a Lei n° 10.295 (BRASIL, 2001), e no seu Artigo 3° estabelece a competência do Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética - CGIEE para instituir os indicadores e os níveis de eficiência energética, sob a coordenação do Ministério das Minas e Energia – MME. É decretado também no seu Art.1° que:

> Os níveis máximos de consumo de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no país, bem como das edificações construídas, serão estabelecidos com base em indicadores técnicos e regulamentação específica a ser fixada nos termos deste Decreto, sob a coordenação do Ministério de Minas e Energia.

O Art.15 do Decreto n° 4.059 (BRASIL, 2001) estabelece que compete também ao Grupo Técnico para Eficientização de Energia nas Edificações do país propor ao CGIEE:

I – a adoção de procedimentos para a avaliação da eficiência energética das edificações;

II – indicadores técnicos referenciais do consumo de energia das edificações para certificação de sua conformidade em relação à eficiência energética; e,

III – requisitos técnicos para que os projetos de edificações a serem construídas no país, atendam os indicadores mencionados no item anterior.

O Ministério das Minas e Energia - MME, aprovou a “Regulamentação para Etiquetagem Voluntária do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos” metodologia que será aplicada na certificação dessas edificações, como fruto do esforço de todos os agentes signatários, com o relevante suporte técnico proporcionado ao MME pelo PROCEL-EDIFICA e pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE) da UFSC. Esta regulamentação faz parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem, conduzido pelo INMETRO, que foi implantada no primeiro semestre de 2009 em caráter voluntário, passando a caráter obrigatório, após cinco a sete anos de vigência, tanto para edificações novas como aquelas submetidas a *retrofit* (PROCEL Eletrobrás, 2008). No rol destas políticas cabe ainda ressaltar a criação do programa PROCEL, com o objetivo de promover a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica, para que se eliminem os desperdícios e se reduzam os custos e investimentos setoriais, e, do Selo PROCEL, que é outorgado aos eletrodomésticos com melhor eficiência energética: classificação “A” no Programa Brasileiro de Etiquetagem; e no âmbito da ABNT, as publicações das Normas NBR 15220 e 15575, referentes ao desempenho energético de edificações. *Retrofit* significa requalificar uma edificação existente, sob o ponto de vista de modernizá-la.

3.1.6 - Ações de Eficiência Energética no Mundo

Wiel (2005) cita que a implantação de programas de padronização e de etiquetagem de eficiência energética pode ajudar os países a cumprir com os objetivos dos protocolos de mudanças climáticas, por diminuir as emissões de carbono, ao ser reduzido o consumo de energia elétrica. Por exemplo, pela aplicação da padronização de eletrodomésticos atualmente vigendo nos Estados Unidos, estima-se diminuir as emissões do setor residencial de 9% entre 1999 e 2020; do mesmo modo, ao se reduzir o consumo de energia nas edificações, reduz-se também a taxa de emissões de carbono, de dióxido de enxofre, de óxidos de nitrogênio, de material particulado, de outros gases tóxicos e de aerossóis provenientes das usinas termelétricas.

De acordo com Moisan (2006), as motivações atuais para concretizar os programas de eficiência energética são: a instabilidade do mercado mundial do petróleo, o aquecimento global e as questões pós Quioto, e, a escassez de recursos para a expansão do suprimento de energia em países em desenvolvimento. Este pesquisador relata ainda que a etiquetagem dos eletrodomésticos e a imposição de obrigações de eficiência energética para os fornecedores de energia são exemplos das melhores práticas adotadas mundialmente com relação a medidas e políticas de eficiência energética.

Meiriño (2006) cita que a França entre 1973 e 1989 obteve uma economia de 42% de energia elétrica no setor de edificações, ao implantar uma legislação que visava o uso racional deste insumo neste setor. O modelo francês foi prontamente adotado em toda a Europa; no início de 1990 o EUA tornou obrigatória a legislação para economia e uso racional de energia em edificações.

Koeppel e Ürge-Vorsatz (2007) afirmam que os prédios comerciais e residenciais respondem por um terço de todo o CO2 emitido mundialmente pela geração de energia elétrica, emissões essas que continuarão crescendo no futuro. A implantação de instrumentos de política regulatória e de instrumentos de política de controle, tais como os códigos de obras e padrões de eletrodomésticos, estão entre as políticas de eficiência energética mais efetivas e viáveis que foram empregadas com muito sucesso em mais de cinqüenta e dois países do mundo. A aplicação destes instrumentos conduz à melhoria da eficiência energética em prédios e eletrodomésticos, com a conseqüente redução das taxas de emissão de CO2 oriundas do setor da construção civil.

3.1.7 - Desempenho Térmico da Edificação

No relatório de Levine e Ürge-Vorsatz (2007) é afirmado que existe uma grande quantidade de conhecimento e de tecnologias acessíveis e viáveis que ainda não são amplamente empregadas, que podem melhorar a eficiência energética dos

prédios e por conseguinte reduzir substancialmente as emissões de gases de efeito estufa provenientes do setor da construção civil.

Esses incluem o projeto solar passivo, eletrodomésticos e iluminação de elevada eficiência, sistemas de ventilação e de refrigeração de alta eficiência, aquecedores solares de água, técnicas e materiais de isolamento, materiais de construção de alta refletância e áreas envidraçadas com camadas múltiplas. As maiores economias em termos de utilização de energia (75% ou mais) ocorrem nos prédios novos, ao serem projetados e operados como sistemas integrados. A obtenção dessas economias requer um processo de projetar conjunto envolvendo arquitetos, engenheiros, contratantes e clientes, com ampla noção das oportunidades de redução passiva das demandas de energia. Este relatório foi patrocinado pela UNEP (*United Nations Environmental Programe*) e contém estudos de vários países do mundo. O relatório supra comenta também que uma variedade de políticas de governo, objetivando a redução do consumo de energia dos edifícios relacionada às emissões de CO2, foram aplicadas com êxito em muitos países. Entre estas políticas estão a contínua atualização dos padrões de eletrodomésticos, de etiquetagem e dos códigos de energia na construção civil, de medidas financeiras e de estimativas de preços de energia, de programas de gerenciamento pelo lado da demanda da concessionária, de programas conduzidos pelo setor público de energia incluindo programas de políticas de compra, de educação e de iniciativas de treinamento e de promoção das companhias especializadas em eficiência energética. O maior desafio é o desenvolvimento de estratégias efetivas aplicáveis aos edifícios existentes devido ao lento retorno do investimento. Como o entendimento sobre mudanças climáticas, o conhecimento da tecnologia, as escolhas culturais e de comportamento são pré-condições importantes para a plena operacionalidade das políticas, a aplicação desta abordagem precisa vir acompanhada de programas que aumentem o acesso do consumidor à informação e ao entendimento e ao conhecimento por meio da educação.

3.1.8 - Desempenho Térmico da Edificação no Brasil

De acordo com o PROCEL-EDIFICA (2006) a participação das edificações residenciais, comerciais e públicas no consumo total de energia elétrica no Brasil é bastante significativa. A tendência de crescimento verificada e estimada é ainda maior, sobretudo devido à estabilidade da economia, aliada à uma política de melhor distribuição de renda, permitindo o acesso de uma fatia cada vez maior da população aos confortos proporcionados pelas novas tecnologias. Acrescente-se ao que foi mencionado a elevada taxa de urbanização, o setor de serviços em expansão e calcula-se que 42% da energia elétrica produzida no país seja consumida na operação e manutenção das edificações e na promoção de conforto dos seus usuários. O expressivo potencial de conservação deste setor, avaliado em 30% para edificações já existentes, através de retrofit (reforma) podendo chegar a 50% nas edificações novas que utilizem tecnologia energeticamente eficiente, desde a concepção inicial do projeto, balizou a reavaliação dos principais focos de atuação do PROCEL. O resultado foi a criação de um núcleo especialmente voltado à Eficiência Energética das Edificações – EEE, o PROCEL-EDIFICA.

De acordo com o PROCEL (2007) os projetos da indústria da construção civil que aproveitarem adequadamente os recursos naturais serão distinguidos, em breve, com um Selo Procel para Edificações. A exemplo do que acontece na certificação voluntária dos equipamentos no Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE, os projetos serão diferenciados em relação aos requisitos mínimos de eficiência energética e conforto ambiental estabelecidos pelo INMETRO e PROCEL. Esta iniciativa de sinalização ao mercado imobiliário é uma das propostas mais avançadas em estudo no Grupo de Trabalho de Edificações, criado no âmbito do Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética – CGIEE, instituído pelo Decreto nº 4.059 (BRASIL, 2001b), que visa regulamentar também a Lei nº 10.295 (BRASIL, 2001), conhecida como Lei da Eficiência Energética, para beneficiar casas e edifícios residenciais que se adequarem a esta certificação. Baseada na Lei 10.295 (BRASIL, 2001), foi idealizada uma regulamentação para etiquetagem voluntária de nível de eficiência energética de edifícios comerciais e públicos para o Brasil. É um projeto que foi desenvolvido pelo LabEEE da UFSC, através de um convênio com a Eletrobrás, como parte do programa PROCEL-EDIFICA (LabEEE, 2004); a regulamentação foi aprovada em setembro de 2006 pelo CGIEE e MME e é de caráter voluntário. O processo de certificação voluntário

será iniciado no primeiro semestre de 2009 e após um período de cinco a sete anos terá caráter obrigatório. É voltada para edifícios com área mínima de 500m^2 ou com tensão de suprimento superior a 2,3 kV; a etiquetagem avalia as edificações a partir do desempenho de três requisitos, aos quais são atribuídos diferentes pesos: eficiência e potência de iluminação (peso 30%), eficiência do sistema de condicionamento de ar (peso 40%) e desempenho da envoltória (peso 30%); há outras iniciativas que podem aumentar em até um ponto a classificação geral da edificação, sendo que a classificação geral do edifício varia do programa PROCEL-EDIFICA, objetiva apresentar os requisitos técnicos necessários para a classificação do nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos, visando a etiquetagem voluntária, com foco na eficiência energética para tais edificações; nível A (mais eficiente) até o nível E (menos eficiente) (LabEEE, 2008). Ainda de acordo com (LabEEE, 2008) e dentro do programa PROCEL-EDIFICA, está prevista a elaboração de uma regulamentação para etiquetagem de eficiência energética para o setor residencial. Esta regulamentação está sendo desenvolvida na mesma linha da regulamentação de etiquetagem de edifícios comerciais, e se encontra também de acordo com o desenvolvimento do subprojeto energia do projeto FINEP "Tecnologias para a construção habitacional mais sustentável"10; a etiquetagem leva em consideração a envoltória da edificação, iluminação natural e artificial, condicionamento de ar e aquecimento de água. Havia uma previsão de aprovação desta regulamentação até o final de 2007.

O projeto FINEP "Tecnologias para a construção habitacional mais sustentável" tem como objetivo desenvolver soluções adequadas à realidade brasileira, para tornar a construção habitacional mais sustentável.

3.1.9 - Politicas no Estado do Acre

Nos últimos anos, o Governo do Acre estabeleceu um novo modelo de Gestão Pública com vistas ao ordenamento da sua forma de organização da produção, na busca de alternativas viáveis, a um desenvolvimento sustentável, direcionando as suas ações para atividades que incorporem as variáveis econômicas sociais, e ambientais, como ponto de convergência para uma inclusão social, geração de

emprego e renda, através da agregação de valor à produção e a utilização racional de seus recursos naturais.

Para tanto, foi necessária a organização de uma nova estrutura administrativa para melhor gerenciar a aplicação de seus recursos e controle de seu patrimônio e prestação de serviços, haja vista que, a existente, estava ultrapassada, não cumprindo a contento com as funções de competência do Estado. Assim, através da Lei Complementar nº 115 de 31 Dezembro de 2002, foi criada uma nova estrutura organizacional contando com os órgãos consultivos e de assessoramento, órgãos essenciais à administração da justiça, gestão e segurança institucional, gestão e desenvolvimento econômico sustentável, finanças e gestão pública, desenvolvimento humano e inclusão social, infraestrutura e integração, totalizando 22 secretarias e 27 órgãos da administração indireta entre fundações e autarquias.

Em 2003 foi criado a agência Reguladora do Estado do Acre – AGEAC, com intuito de fazer convênio com ANEEL e com isso tería uma agência que assessorasse os usuários dos serviços públicos de energia elétrica, mas até o momento não foi realizado o convênio com a ANEEL. A AGEAC tem um departamento que faz o controle de todas as contas de energia elétrica do Estado do Acre. Dentro desse controle de energia elétrica, os responsáveis pelo departamento controlam as demandas dos prédios públicos, para que não ocorram a cobrança de multas por demanda ultrapassada.

O que foi constatado junto a agência é que eles têm planos para eleborar e implantar projeto piloto da eficiência energética nas escolas públicas do Estado do Acre. Mas até agora, só houve contatos e nada de ações práticas.

3.1.10 - Incentivo do Governo Brasileiro à Eficiência Energética

Pode ser notado, através do programa de eficiência energética do PROCEL, que quando o Estado executa com responsabilidade políticas de incentivo à busca de eficiência energética os resultados são alcançados.

Os argumentos que são apresentados para defender a intervenção do Estado nessa área foram a larga escala em que muitos investimentos em eficiência energética precisam ser coordenados e a natureza intrinsecamente institucional de alguns destes, que seriam destinados a corrigir a falha de mercado.

Quanto à escala em que estes investimentos precisam ser coordenados, basta lembrar que o Brasil é um país de dimensões continental, com diferentes características regionais. Seria inviável a iniciativa privada, coordenar sozinha uma campanha informativa ou educativa no território nacional, ou pela extensão do público alvo ou por sua variedade, já que, em função das diversas realidades culturais existentes ao longo do território nacional, muitas vezes não é sequer razoável tentar elaborar uma campanha de conscientização ou de difusão de conhecimentos e valores que tente atingir toda a população brasileira a partir de um único discurso padronizado.

Da mesma forma, sem o auxilio da máquina administrativa do Estado seria muito mais demorado a iniciativa privada estabelecer parcerias no Brasil com as universidades. Tanto que, até o presente momento, foram encontrados poucos programas isolados, envolvendo algumas universidades. Um exemplo seria envolver todas as universidades públicas federais, a rede publica de ensino técnico e centros públicos de pesquisas.

As falhas de Mercado se manifestam como um conjunto de barreiras estruturais á implantação da eficiência energética.

Faz necessário, mudanças na forma do paradigma tanto por parte do investidor quanto por parte do consumidor de modo geral. É necessária a criação de uma cultura de economia por parte do consumidor, tornando-o mais consciente em relação aos desperdícios de energia. Por exemplo, o uso consciente dos sistemas domésticos de iluminação, apagar as luzes ao retirar-se do ambiente e nesse caso poderia instalar sensores de presença nos ambiente; A simples limpeza de filtro(tela) de ar do ar condicionado é uma medida que não força o compressor do sistema de ar condicionado; No caso dos veículos automotores, fazendo a manutenção preventiva como limpeza no filtro de ar, calibrar semanalmente os pneus. Esta cultura de economia inclui igualmente a adoção de técnicas e

tecnologias de uso racional de energia, abrangendo técnicas de projetos, aquisição e operação de equipamentos energeticamente eficientes (industriais e outros); a disponibilização, pelo Estado e pelos agentes financeiros, de crédito para o financiamento de ações na busca da eficiência energética em condições competitivas com os demais investimentos disponíveis ou necessários para os diversos interessados no setor residencial, comercial, industrial de serviços etc.

Mesmo que tenha ocorrido conscientização da população á época do racionamento de energia enfrentado entre os anos 2001 e 2002, além de haver um amplo potencial disponível de economia de energia, há a possibilidade de que, após o período de emergência, a maioria das pessoas já tenha retomado ou venha a retomar os seus antigos vícios de consumo, já que o período de racionamento foi encarado como uma situação emergencial. Tal esforço de conscientização envolve ações de marketing e relações públicas em escala municipal, estadual e federal, cujo tamanho da justificativa plenamente o envolvimento da máquina do Estado em seu planejamento e execução. Uma vez que o interesse da concessionária de energia elétrica está em vender energia, e que faz com que a economia de energia por parte do cidadão vá contra seus interesses comerciais e imediatos, e o interesse do fabricante de equipamentos domésticos, que terá que produzir a preços mais reduzidos e oferecer sua mercadoria com padrões de eficiência energética e que ocasionaria mais gastos na produção dos equipamentos domésticos. Em decorrência de maior investimento inicial necessário à produção desses equipamentos eficientes e de maior preço de venda dos mesmos, evidencia-se nesse caso uma falha de mercado em atender ao interesse maior da população.

Outro motivo para a ação do setor público na área de eficiência é a aversão a longos prazos de retorno, manifestada por grande parte da indústria nacional. Isto por que, muitos projetos de eficiência energética, de processos produtivos tenha vida útil de 20 a 30 anos, seus prazos de retorno são em média de 5 a 8 anos (ALVES, 2002).

No caso da possibilidade do Estado, por exemplo, oferecer instrumentos de financiamento capas de vencer essa aversão ao risco, ao diminuir sua percepção pelos agentes investidores, e a criação de um ambiente institucional favorável ao trabalho das ESCOs (Empresas de Conservação de Energia), seja coibindo as

ações das concessionárias de energia elétrica e outros agentes interessados na não ação junto aos consumidores de energia, e que seja criado um arcabouço político a nível Estadual, favorável à celebração dos chamados contratos de desempenho, que permite ao contratante executar ações na busca da eficiência energética de forma inicialmente livre de custos (os custos serão absorvidos pela ESCO), para pagar por elas após a execução, usando para isso os recursos financeiros poupados a partir da economia de energia que estas ações geraram.

3.1.11 - Falhas de Mercado

Uma falha de mercado é quando não existe eficiência ou quando o mercado não é competitivo, dessa forma o mercado não funciona perfeitamente. Os mercados competitivos podem apresentar falha de mercado conforme os motivos a seguir: poder do mercado (monopólio), informações assimétricas, externalidades e bens públicos.

O poder de mercado é quando um produtor ou fornecedor de determinada matéria-prima domina o mercado através de um monopólio gerando uma ineficiência, pois essas empresas monopolistas produzem uma quantidade de bens e serviços mais baixa que a demanda por esses produtos a um valor mais alto do que seriam vendidos se fosse num mercado competitivo. As informações incompletas sobre preços ou quantidades de determinados produtos podem levar as empresas a produzirem de forma excessiva, determinados produtos, ou produzir de forma insuficiente outros produtos, provocando uma falha de mercado.

Outro ponto que tem que ser observado é quando os consumidores não possuem total informação a respeito de determinado produto e acabam comprando produtos que não vão lhe satisfazer plenamente. Atualmente a venda de aparelhos de televisão que não estão preparadas para receber o sinal digital é um bom exemplo de falha de mercado, pois muitos consumidores estão adquirindo aparelhos novos, com tantas siglas em seus manuais, na esperança de ter imagens perfeitas, contudo a realidade tem se mostrado diferente. As externalidades são fatores externos à relação de produção e consumo que podem interferir no mercado. Imaginemos a produção de um determinado produto agrícola destinado ao mercado

interno e externo, que tem seu preço afetado por um problema climático no país de destino das exportações, o clima pode ser considerado como uma externalidade, que afetou o preço desse produto devido a uma demanda externa maior. Quando algum bem público, socialmente desejável, não está sendo ofertado ou produzido, isto se constitui uma falha de mercado. Outro ponto que deve ser observado nessa falha de mercado é quando a iniciativa privada não está ofertando algum bem ou serviço, ou não consegue cobrar por eles o preço justo, devem entrar em cena as instituições governamentais para suprir esse mercado de bens públicos. Os setores industriais que produzem uma quantidade grande de poluentes em seus processos produtivos podem apresentar falhas de mercado devido às externalidades provocadas pela poluição sobre a população. O mercado agro-pecuário também pode apresentar falha de mercado devido às informações assimétricas, pois o vendedor possui muito mais informação sobre o produto a ser vendido do que o comprador. O vendedor possui informações sobre a saúde dos animais, a qualidade das frutas ou a quantidade de defensivos que foi utilizada na lavoura. O Estado, por sua vez, além de fornecer infra-estrutura física (rodovias, portos, aeroportos, etc.) e infra-estrutura institucional (leis, órgãos reguladores, segurança pública, etc.); pode interferir na economia com a finalidade de evitar que as falhas de mercado aconteçam ou para corrigi-las. Quando existe um monopólio que não seja natural, uma das ações do Estado seria dividir uma empresa em duas para criar competição entre elas. Quando se tratar de um monopólio natural, o governo deve regular (Regulação - será definido na seção posterior, 4.3) esse mercado para que ele funcione como se houvesse concorrência.

3.1.12 – Regulação

O conceito de regulação longe de ser interesse meramente acadêmico, é imprescindível para que seja definida a competência dos órgãos e entidades públicas que exercem essa função, ainda que não nominalmente. Contudo, sua noção é ainda imprecisa, tanto entre autores nacionais, quanto estrangeiros.

Fiani (1998) constata que regulação é termo originado na literatura econômica para se referir a qualquer tipo de intervenção estatal no mercado, com objetivo de induzir

os agentes econômicos a comportamento gerador de eficiências, em modos e graus variados, a decisão privada, que seria condicionada tão-somente pelas forças de mercado.

Segundo Moreira (1999), o processo regulatório abrange:

a) Aprovação das normas pertinentes (leis, regulamentos, códigos de conduta, etc.);

b) Implementação concreta das referidas regras (autorizações, licenças, injunções, etc.);

c) Fiscalização do cumprimento; e

d) Punição das infrações.

A regulação conjuga esses três tipos de poderes: um normativo, um executivo e um para judicial – que a doutrina norte-americana refere as 'comissões reguladoras independentes' como um concentrado dos três poderes típicos do Estado (Legislativo Executivo e Judicial)

Pegrum (2003) defende que a regulação cumpre vários objetivos e tem, como funções:

a) restringir práticas empresariais proibindo cartelização dos preços os produtos e impedindo fixação de valores excessivos;

b) regular monopólios, evitando que algumas indústrias dominem, com exclusividade, os mercados;

b) controlar qualidade e preço dos serviços nos setores tradicionalmente monopolizados, onde seja inviável a livre concorrência; e

c) afastar concorrência desleal, implementando uma saudável competição entre indústrias .

Podemos observar com base na Constituição e nas leis, o Estado tem direito de regular, alicerçado na prerrogativa de intervir na economia e nos serviços de interesse público prestado por empresas particulares.

Para Aragão (2000, p.42), o termo regulação compreende, em sua definição, duas acepções distintas.

> *Lato sensu*, equivale a todas atividades dos poderes públicos de organização e configuração da realidade social. Pode-se enumerar como possibilidades de regulação econômica:
> a) regulação estatal, feita pelas regras emitidas por órgãos estatais, mesmo que deles participem representantes de organismos intermédios da sociedade;
> b) regulação pública não estatal, praticada por entidades da sociedade, mas por delegação ou por incorporação das suas normas ao ordenamento jurídico estatal;
> c) regulação privada, levada autonomamente por instituições privadas, geralmente associativas, sem qualquer delegação ou chancela estatal; e
> d) desregulação, consistente na ausência de regulação institucionalizada, pública ou privada, ficando os agentes sujeitos apenas ao livre desenvolvimento do mercado.
> *Stricto sensu*, consiste na determinação do regime jurídico de atividade econômica. É, portanto, o uso do poder de coerção estatal com finalidade de limitar decisões dos agentes econômicos.

A palavra *regulation* costuma ser traduzida, indistintamente, por regulamentação e regulação. Contudo, especialmente no direito brasileiro, eles não têm o mesmo significado.

Para Di Pietro (1998, p.53):

> regular significa estabelecer regras, independentemente de quem as dite, seja o Legislativo ou o Executivo, ainda que por meio de órgãos da administração direta ou entidades da administração indireta. Trata-se de vocábulo de sentido amplo, que abrange, inclusive, a regulamentação, que tem um sentido mais estrito.

Por sua vez, "regulamentar significa também ditar regras jurídicas, porém, no direito brasileiro, é de competência do Poder Executivo.

São dois os tipos de regulamento: o executivo e o independente ou autônomo. O primeiro limita-se a determinar como a norma será cumprida pela administração, sem inovar o ordenamento jurídico; já o segundo, é originário do sistema francês.

Pode criar direitos, obrigações, proibições, ou medidas punitivas, porque estabelece normas sobre matérias não disciplinadas, não completando nem desenvolvendo nenhuma lei prévia.

Esta distinção é ligada, ainda, a outra oriunda do direito alemão, entre regulamento jurídico ou normativo e administrativo ou de organização. Aquele estabelece regras sobre relações de supremacia geral, ou seja, vínculos relações que unem todos os cidadãos ao Estado, tal como ocorre com as inseridas no poder de polícia, limitando direitos individuais em benefício do interesse público. Este contém normas para organização administrativa ou relações entre particulares que estejam em situação de submissão ao Estado, decorrente de titulo jurídico especial, como contrato, concessão de serviço público, outorga de auxílios ou subvenções, nomeação de servidor público, etc.

Os regulamentos jurídicos ou normativos são complementares à lei, enquanto que os administrativos ou de organização, podem ser baixados com maior liberalidade.

A Constituição Federal de 1988 limitou consideravelmente o poder regulamentar. Não deixou, como se fez supor após a aprovação da EC n. 32 de 11 de setembro de 2001, nenhum espaço para regulamentos autônomos ou independentes.

A regulação deve ser entendida de maneira abrangente, englobando a regulamentação. Compreende o controle do *Estado-administração* sobre atividades privadas, consoante regras de interesse público. Resulta na imposição de normas com propósito de controlar, dirigir, restringir e alterar comportamento dos agentes econômicos, autorizando o poder público a aplicar sanções em caso de desobediência.

A administração pode intervir através de comissões autônomas ou agências, por meio da fixação de preços dos serviços, limitar lucro, ou ainda estabelecer outras restrições prescritas pelo direito positivo.

Na realidade, pode-se dizer que a regulação serve a três objetivos fundamentais:

O primeiro lembrado por Eros Grau, é o de assegurar existência digna conforme ditames da justiça social, fim primordial da ordem econômica e princípio integrante dos fundamentos da República Federativa do Brasil contidos no art. 1º, inciso III, da Constituição Federal.

O segundo é o de garantir a igualdade de condições nas relações econômicas. Depende, dessa forma, das regras de concorrência, pois são elas que possibilitam a escolha individual por parte do consumidor e permitem a descoberta de melhores opções.

O terceiro e fundamental objetivo, citado por Salomão Filho, é o de difundir o conhecimento econômico. Essa atividade é incompatível com a existência de poder econômico. A democracia proporcionada pela concorrência traduz-se, também, em maior isonomia econômica.

4 - USOS FINAIS DE ENERGIA ELÉTRICA

O objetivo principal neste capítulo é apresentar as característica e noções sobre o uso final geralmente utilizados em instalações elétricas das escolas públicas do Estado do Acre. Ar condicionado, Iluminação e equipamentos de escritório.

As principais tecnologias aqui apresentadas, vai fornecer informações e orientações que permitem estimar quantitativamente e qualitativamente as vantagens e desvantagem de se utilizar equipamentos ou aparelhos elétricos no que diz respeito a economia de energia elétrica, permitindo verificar cuidadosamente sua aplicação mais adequada da metodologia apresentada para se determinar o potencial de conservação de energia elétrica nas escolas públicas do Estado do Acre.

4.1 - Iluminação

Embora a questão do uso racional e eficiente de energia tenha se tornado uma preocupação atual, muitos projetos ainda ignoram aspectos simples e de baixo custo relacionados com a tecnologia de iluminação adotada. É muito mais caro

substituir um sistema de iluminação já existente do que instalar um novo num prédio.

Existem diversos métodos de avaliação de iluminação natural nos ambientes escolar, estes métodos podem ser considerados como modelos que podem prever o comportamento da luz natural no interior da edificação. Como a maioria dos modelos, são realizadas simplificações e abstrações da realidade para a formulação matemática do problema. Pode-se dizer que os modelos são abstrações da realidade que possuem certas limitações e que podem fornecer dados quantitativos e qualitativos da iluminação natural no interior das edificações, podendo auxiliar o projetista a tomar decisões.

Para um melhor entendimento e posteriormente estar definindo conclusões a respeito dos usos finais que são utilizados nas escolas e residência, será dado neste capítulo os conceitos em iluminação.

4.1.1 - Luz

Luz é a radiação eletromagnética capaz de produzir sensação visual. Essa faixa de radiação eletromagnética tem com comprimento de onda entre 380 a 780 nm (nanômetros), ou seja, da cor ultravioleta à vermelha, passando pelo azul, verde, amarelo e roxo. As cores azul, vermelho e verde, quando somadas em quantias iguais, definem o aspecto da luz branca.

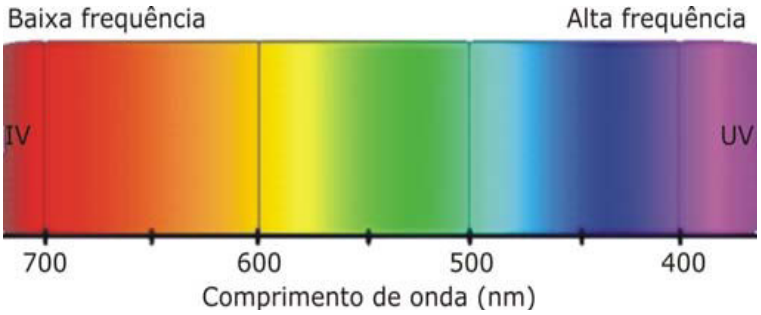

Figura 3 – Espectro visível
Fonte: OSRAM – Manual Luminotécnico Prático.

4.1.2 Sensibilidade visual

A curva de sensibilidade indica como varia a sensibilidade do olho humano aos diferentes comprimentos de onda.

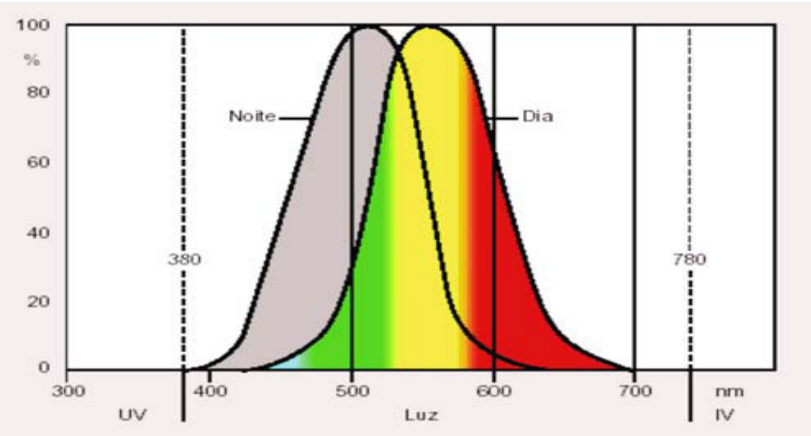

Figura 4 – Curva de sensibilidade visual.
Fonte: OSRAM – Manual Luminotécnico Prático.

Visão escotópica (noturna): baixos níveis de luminância (0,001 cd/m2)

Visão fotópica (diurna): altos níveis de luminância (> 3 cd/m2)

Sensibilidade visual depende do comprimento de onda e da luminosidade. Sendo assim:

Quanto **menor** o comprimento de onda (violeta e azul), **maior** será a intensidade de sensação luminosa com pouca luz.

Quanto **maior** comprimento de onda (laranja e vermelho), **menor** será a intensidade de sensação luminosa com pouca luz.

4.1.3 - Fluxo luminoso (φ)

É a quantidade total de luz emitida por uma fonte. É medido em lumens (lm).

4.1.4 - Intensidade luminosa

Expressa em candelas (cd), é a intensidade do fluxo luminoso projetado em uma determinada direção.

4.1.5 - Iluminância

É o fluxo luminoso que incide sobre uma superfície, situada a uma certa distância da fonte, por unidade de área. No SI a unidade de medida para iluminância é *lumen*/m² ou lux (lx).

4.1.6 - Temperatura de cor correlata (TCC)

As fontes de luz podem emitir luz de aparência de cor entre “quente” e “fria”. As cores “quentes” possuem uma aparência avermelhada ou amarelada e as cores “frias” são azuladas. No entanto, as aparências “quente” e ”fria” têm sentido inverso ao da TCC, pois quanto mais alta a TCC, mais fria é a sua aparência e quanto mais baixa a TCC, mais quente é a sua aparência. A temperatura de cor correlata é expressa em kelvin (K).

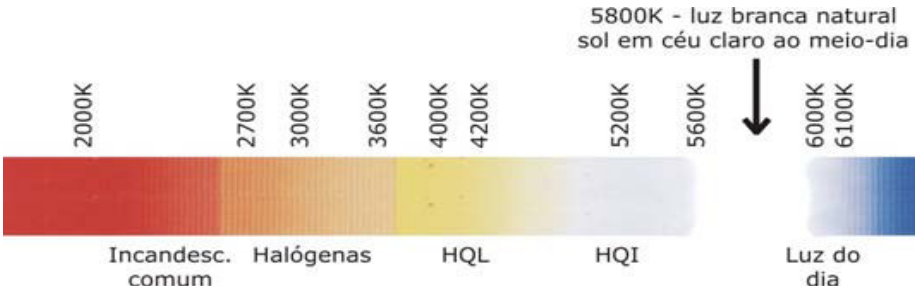

Figura 5 – Temperatura de cor correlata da luz
Fonte: OSRAM – Manual Luminotécnico Prático.

4.1.7 - Índice de reprodução de cores (IRC)

O IRC mede quanto a luz artificial se aproxima da natural. Quanto maior o IRC, melhor, sendo este um fator preponderante para reflexão das cores e comparação de fontes de luz com a mesma TCC, ou para a escolha da lâmpada, isto é, maior IRC, melhor reflexão da cor natural do objeto.

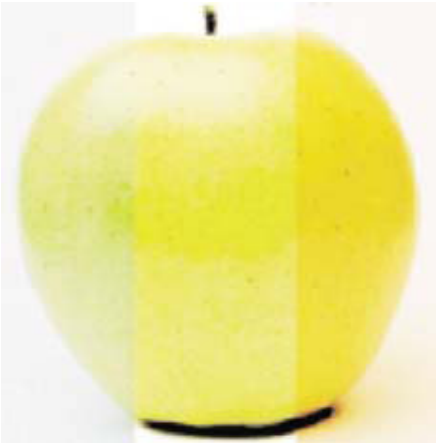

Figura 6 – IRC 70 / 85 / 100
Fonte: OSRAM – Manual Luminotécnico Prático.

No Brasil, os tipos de lâmpadas existentes no mercado brasileiro e que o projetista pode utilizar em seus projetos são classificadas da seguinte forma:

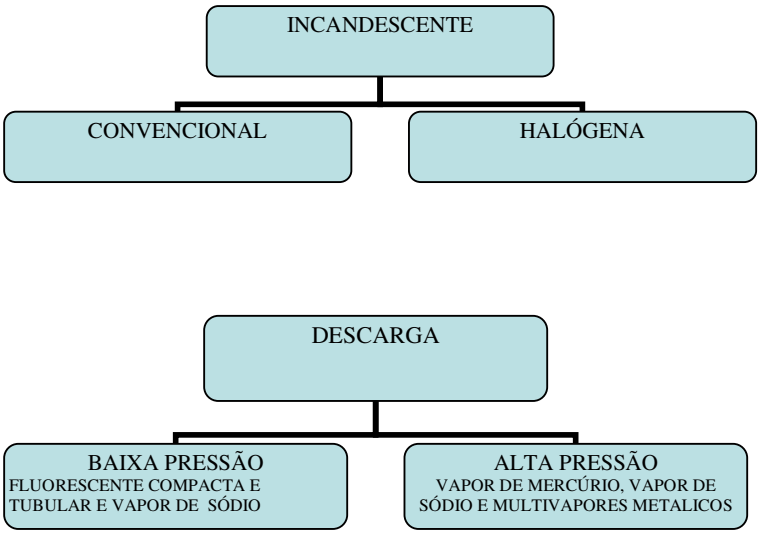

Figura 7 – Tipo de lâmpadas
Fonte: Creder (2006).

4.1.8 - 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%, têm atualmente sua aplicação predominantemente residencial. Atualmente pouco utilizada em função do aparecimento da fluorescente compacta. Tem o menor preço em relação a fluorescente compacta.

4.1.9 - Halógenas

Funcionando em tensão de rede ou em baixa tensão, 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. Essa combinação, associada à corrente térmica dentro da lâmpada, faz com que as partículas se depositem de volta no filamento, criando assim o ciclo regenerativo do halogênio. Suas principais vantagens em relação às lâmpadas incandescentes são:

- luz mais branca, brilhante e uniforme durante toda vida;
- alta eficiência energética, ou seja, mais luz com potência igual ou menor;
- vida útil mais longa (entre 2 e 4 mil horas);
- menores dimensões.

4.1.10 - Fluorescentes compactas

Possuem a tecnologia e as características de uma lâmpada fluorescente tubular, porém com tamanhos reduzidos. São utilizadas para as mais variadas atividades, seja comercial, institucional ou residencial, com as seguintes vantagens:

- consumo de energia 80% menor;
- durabilidade 10 vezes maior;
- design moderno, leve e compacto;
- aquecem menos o ambiente, representando forte redução na carga térmica das grandes instalações;
- excelente reprodução de cores, com índice de 85%;
- tonalidade de cor adequada para cada ambiente, com opções entre 2.700K (aparência de cor semelhante às incandescentes) a 4.000K (aparência de cor mais branca).

4.1.11 - Fluorescentes tubulares

De alta eficiência e longa durabilidade, emitem luz pela passagem da corrente elétrica através de um gás, descarga essa quase que totalmente formada por radiação ultravioleta (invisível ao olho humano) que, por sua vez, será convertida em luz pelo pó fluorescente que reveste a superfície interna do bulbo. É da composição deste pó que resultam as mais diferentes alternativas de cor de luz adequadas a cada tipo de aplicação, além de determinar a qualidade e quantidade de luz e a eficiência na reprodução de cor. São encontradas nas versões Standard (com eficiência energética de até 70lm/W, temperatura de cor entre 4.100 e 6.100K e índice de reprodução de cor de 85%) e Trifósforo (eficiência energética de até 100lm/W, temperatura de cor entre 4.000 e 6.000K e índice de reprodução de cor de 85%). A performance dessas lâmpadas é otimizada através da instalação com reatores eletrônicos. São usadas em áreas comerciais e industriais.

4.1.12 - Descarga em alta pressão

Seu princípio de funcionamento completamente diferente das incandescentes: uma descarga elétrica entre os eletrodos leva os componentes internos do tubo de descarga a produzirem luz. Funcionam através do uso de reatores, e, em alguns casos, só partem com auxílio de ignitores. Dependendo do tipo, necessitam de 2 a 15 minutos entre a partida e a estabilização total do fluxo luminoso. São utilizadas em ambientes internos e externos e situações especiais.

4.1.13 - Multivapores metálicos

São lâmpadas que combinam iodetos metálicos, com altíssima eficiência energética, excelente reprodução de cor, longa durabilidade e baixa carga térmica. Sua luz é muito branca e brilhante. Tem versões de alta potência (para grandes áreas, têm índice de reprodução de cor de até 90%, eficiência energética de até 100lm/W e temperatura de cor de 4.000 a 6.000K, em vários formatos) e de baixa potência (de 70 a 400 W, formato tubular com diversas bases, apresentando alta eficiência, ótima reprodução de cor, vida útil longa e baixa carga térmica);

4.1.14 **-** Vapor de sódio

Com eficiência energética de até 130lm/W, de longa durabilidade, é a mais econômica fonte de luz. Com formatos tubulares e elipsoidais, emitem luz branca dourada e são utilizadas em locais onde a reprodução de cor não é um fato importante, como em estradas, portos, ferrovias e estacionamentos.

4.1.15 - Vapor de sódio branco

Seu diferencial é a emissão de luz branca, decorrente da combinação dos vapores de sódio e gás xênon, resultando numa luz brilhante como as halógenas ou com

aparência de cor das incandescentes. Acionadas por reatores eletrônicos, podem ter, através de chaveamento, a temperatura de cor alterada de 2.600 para 3.000K ou vice versa. Com excelente reprodução de cor, são utilizadas em áreas comerciais, hotéis, exposições, edifícios históricos, teatros, stands, etc.

4.1.16 - Vapor de mercúrio

Com aparência branca azulada, eficiência de até 55lm/W e potências de 80 a 1.000W, são normalmente utilizadas em vias públicas e áreas industriais.

4.1.17 - Lâmpadas mistas

Compostas por um filamento e um tubo de descarga, funcionam em tensão de rede de 220 V, sem uso de reator. Via de regra, representam alternativa de maior eficiência para substituição de lâmpadas incandescentes.

4.1.18 - Díodos emissores de luz (LEDS)

A redução do consumo de energia elétrica na iluminação passa indiscutivelmente pela utilização de *LEDs.* Este fato é afirmado tanto por investigadores como pelas empresas produtoras. No entanto, a utilização desta tecnologia nas escolas e nas residências ainda não é viável, devido ao elevado custo inicial dos *LED*s. Por outro lado, a qualidade da luz emitida por *LEDs* de luz branca é também um impedimento para uma utilização mais alargada no sector doméstico. Segundo os fabricantes, atualmente ainda não são atingidos níveis de eficiência satisfatórios para que se possam substituir as fontes de luz tradicionais pelos *LEDs* quando se pretende atingir uma luz branca de qualidade (IRC superior a 80 e Tc entre os 2000 e os

4000 K), associada a um controle de temperatura eficaz e a uma manutenção de fluxo aceitável ao longo de toda a vida da lâmpada.

Devido às características atuais dos LEDS, as soluções que se encontram disponíveis nas superfícies comerciais são orientadas apenas para aplicações decorativas, zonas de passagem ou iluminação de presença e não para substituição de iluminação funcional em escolas e residências.

Contudo, dadas as elevadas potencialidades desta tecnologia, há um forte investimento por parte das empresas produtoras no seu desenvolvimento, esperando-se que, a curto/médio prazo apareça no mercado soluções para as mais diversas utilizações no setor residencial.

De acordo com Oliveira (1994), o planejamento do projeto visando à luz natural deve partir da identificação das atividades desenvolvidas e das características dos objetos considerados importantes dentro dos ambientes. A qualidade funcional é aquela exigida pelas atividades a serem abrigadas por um ambiente, determinada em função do correto desenvolvimento de tarefas visuais específicas. Se relaciona as definições do espaço arquitetônico, distribuição e direção de luz e ausência de ofuscamento. Na utilização de métodos de avaliação procura-se garantir a qualidade funcional do ambiente projetado, ou aferir as condições reais existentes.

A distribuição da luz no ambiente interno depende de um conjunto de variáveis, tais como: disponibilidade da luz natural, obstruções externas, tamanho, orientação, posição e detalhes de projeto das aberturas, características óticas dos envidraçados, tamanho e geometria do ambiente e refletividade das superfícies internas (PEREIRA, 1997). A eficiência da luz natural depende da iluminação da abóbada celeste, do ângulo de incidência da luz, da cor empregada no ambiente e da cor e natureza dos vidros por onde penetra a luz (PIZOTTO, 1980).

Percebe-se que os métodos de avaliação de iluminação natural se utilizam de um conjunto de variáveis que muitas vezes ainda não estão formuladas na fase de anteprojeto. Portanto a tomada de decisão nesta fase geralmente é realizada de forma empírica confiando-se na experiência do projetista, sendo proposto o desenvolvimento de método de avaliação específico para esta fase do processo projetivo.

Na fase de anteprojeto o projetista trabalha principalmente com conceitos que geram a forma dos blocos de salas, embora já exista nesta fase a preocupação com materiais de vedação e acabamento, uma metodologia de avaliação de conforto visual para esta fase deve considerar como prioridade os parâmetros de conforto relacionados à concepção do formato dos blocos e suas salas.

A intenção de qualificar parâmetros de conforto que ao mesmo tempo geram formas e sofrem influência da forma, é possibilitar que o projeto já na fase de anteprojeto seja otimizado uma vez que os problemas ambientais decorrentes de falhas deste tipo acarretam recursos financeiros maiores para sua solução, geram soluções paliativas que podem gerar outros tipos de problemas ou podem gerar problemas as vezes impossíveis de serem corrigidos como por exemplo a implantação errada de um bloco de salas de aulas que não foi levado em consideração os pólos (Norte e Sul).

A complexidade da iluminação natural nos ambientes e os diversos parâmetros que compõem sua avaliação permitem considerar, na fase de anteprojeto, o uso de instrumentos de avaliação que se baseiam no método de índices de confiabilidade, ou seja, no julgamento de especialistas quanto a orientação e formato dos ambientes para qualificar o potencial do anteprojeto referente a iluminação natural.

O nível de iluminamento é um dos parâmetros mais importantes na especificação de um sistema de iluminação, corresponde a iluminância (tratado na seção 2.3.1.5), que deve ser medida na altura do campo de trabalho (altura útil de trabalho em relação ao solo). O nível de iluminamento ideal esta diretamente relacionado com o tipo de tarefa visual. Abaixo tabela de ilumunância extraída das normas técnicas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). No Brasil, em grande parte das regiões como no Nordeste Brasileiro e aqui no Estado do Acre tem épocas do ano, o excesso de luz natural pode chegar a ser um problema se não for trabalhado adequadamente. Estabelecer níveis máximos de iluminância nos interiores é tão importante quanto estabelecer mínimos, fato que deve ser levado em consideração no anteprojeto.

Uma iluminação natural correta melhora a satisfação do aluno/usuário do ambiente e diminui o consumo de energia (SCARAZZATO,1996).

Classe A	Iluminância (lux)	Tipo de Atividade
Iluminação geral para áreas usadas ininterruptamente ou com tarefas visuais simples	20 - 30 – 50	Áreas públicas com arredores escuros
	50 - 75 – 100	Orientação simples para permanência curta.
	100 - 150 - 200	Recintos não usados para trabalho contínuo; depósitos.
	200 - 300 - 500	Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios.
	500 - 750 - 1000	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios.
Classe B	1000 - 1500 – 2000	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas.
Iluminação geral para área de trabalho	2000 - 3000 – 5000	Tarefas visuais exatas e prolongadas, eletrônica de tamanho pequeno.
	5000 - 7500 - 10000	Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica.
Classe C Iluminação adicional para tarefas visuais	10000 - 15000 - 20000	Tarefas visuais muito especiais, cirurgia

Quadro1 - Iluminâncias por classe de tarefas visuais

Fonte: Creder (2004).

4.1.19 - Reatores

Os reatores são equipamentos auxiliares para o acendimento das lâmpadas de descarga. Servem para limitar a corrente e adequar as tensões para o perfeito funcionamento das lâmpadas. Os tipos de reatores encontrados no mercado são: eletromagnéticos e eletrônicos.

A correta aplicação desses dispositivos garante um melhor desempenho para os projetos elétricos, contribuindo diretamente para a manutenção do fluxo luminoso e a vida útil da lâmpada.

4.1.20 - Tipos

Reatores eletromagnéticos: São aqueles constituídos por um núcleo laminado de aço silício (com baixas perdas) e bobinas de fio de cobre esmaltado. São impregnados com resina de poliéster adicionado com carga mineral, tendo um grande poder de isolação e dissipação térmica.

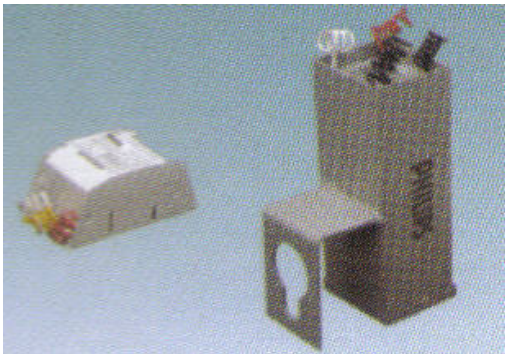

Figura 8 - Reator eletromagnético
Fonte: Guia de Iluminação PHILIPS.

Reatores eletrônicos**:** São aqueles constituídos por capacitores e indutores para alta freqüência, resistores, circuitos integrados e outros componentes eletrônicos. Operam em alta freqüência (de 20 kHZ a 50 kHZ). Essa faixa de operação, quando bem projetada, proporciona maior fluxo luminoso com menor potência de consumo,

transformando assim os reatores eletrônicos em produtos economizadores de energia e com maior eficiência que os reatores eletromagnéticos.

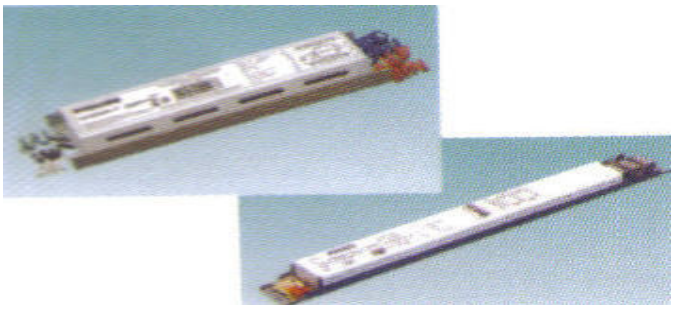

Figura 9 - Reator eletrônico
Fonte: Guia de Iluminação PHILIPS.

4.1.21 - Tipos de Partida e Funcionamento

Reator eletromagnético partida convencional: O reator fornece por alguns segundo uma tensão nos filamentos da lâmpada para pré-aquecê-lo e, em seguida, com a utilização de um starter proporciona o acendimento para a lâmpada fluorescente. O starter é um equipamento auxiliar externo ao reator convencional destinado a fornecer as condições adequadas de ignição para uma correta partida rápida de lâmpada fluorescente.

Reator eletromagnético partida rápida: Neste tipo de partida, os filamentos são aquecidos constantemente pelo reator, o que facilita o acendimento da lâmpada em um curto espaço de tempo. Para este tipo não é utilizado o starter, mas o uso de uma lâmpada (chapa metálica) aterrada é necessário para o perfeito acendimento das lâmpadas.

Reator eletrônico partida rápida: O acendimento é controlado eletronicamente pelo sistema de pré-aquecimento dos filamentos da lâmpada. O reator gera uma pequena tensão em cada filamento e, em seguida, uma tensão de circuito aberto entre os extremos da lâmpada. Esta partida possibilita a emissão de elétrons por

efeito termo-iônico. O tempo entre a energização do reator e acendimento da lâmpada ocorre em torno de 1s a 2,5s.

Reator eletrônico partida instantânea: Nesse sistema não há o pré-aquecimento dos filamentos. O reator gera diretamente a tensão de circuito aberto para o acendimento da lâmpada.

Reator eletrônico partida programada: Consiste na combinação das duas partidas anteriores, em que o reator controla além dos valores de tensão, o tempo de preaquecimento da lâmpada, fornecendo em seguida a tensão de circuito aberto e posterior acendimento.

OBS: Independente dos sistemas de partida, o reator deve fornecer as características necessárias para o funcionamento da lâmpada, não comprometendo sua vida útil.

4.1.22 - Definições Técnicas

Fator de potência (FP): Indica o grau de defasagem entra a tensão e a corrente proporcionada pelo reator e consta em catálogos e na etiqueta do produto. Revela com qual eficiência uma instalação está utilizando a energia elétrica. Consiste na relação entre a potência consumida (kW) e a potência fornecida pela Concessionária (kVA). Aparelhos eletrônicos, inclusive os reatores, consomem uma energia chamada reativa, enquanto a Concessionária fornece a energia conhecida como aparente. O consumo das instalações é medido pela potência ativa.

Fator de fluxo luminoso (FFL) ou Fator de reator (FR): Este fator determina qual será o fluxo luminoso emitido pela lâmpada. Quanto maior for o F.F.L, maior será a potência consumida pelo reator. Por exemplo: se uma lâmpada fluorescente de 32 W com fluxo luminoso de 2700 *lúmens* for utilizada com reator cujo fator de fluxo seja 1,10, o fluxo emitido será 2970 *lúmens*. Se a mesma lâmpada for utilizada com um reator que apresente fator de fluxo 0,90, seu fluxo será de 2430 *lúmens.*

Perdas do reator (W): As perdas existentes nos reatores eletromagnéticos ocorrem devido aos efeitos *Joule, Histerese e Foucalt* que devem ser considerados no cálculo de carga (10 a 15%). Essas perdas são fornecidas pelo fabricante e devem ser somadas à potência consumida pelas lâmpadas para calcular o consumo em W do conjunto. No caso de reatores eletrônicos, o valor informado pelo fabricante está relacionado ao máximo consumo que o conjunto (lâmpadas + reator) pode gerar, sendo incorreta a somatória da potência das lâmpadas com a do reator. Exemplo: 2 lâmpadas de 32 W com reator eletromagnético = [32+32 + (15% de 64)] = 73,6 Watts.

Aterramento: Para a instalação de reatores, devem ser considerados dois tipos de aterramento: de proteção e de funcionamento. O aterramento para proteção tem como principal objetivo garantir a segurança da instalação e do usuário, em caso de fuga de corrente provocada por curto-circuito ou qualquer outro defeito no equipamento. No caso do aterramento para funcionamento, o principal objetivo é proporcionar o correto acendimento das lâmpadas.

Temperatura nominal máxima de operação dos enrolamentos do reator (tw): temperatura do reator, declarada pelo fabricante, como a máxima temperatura na qual o reator deve ter uma expectativa de vida, em serviço, de pelo menos 10 anos em operação contínua, em condição normal com tensão e freqüência nominais, em ambientes com temperatura máxima de até 40°C.

Temperatura do invólucro ou “temperatura de carcaça” (Tc) : Temperatura medida no ponto mais quente da parte externa no reator.

Fator de eficácia (Fe): Definido pela relação entre o nível relativo de luz na saída do reator pela potência de alimentação (*lúmens* percentuais/watt).

4.1.23 – Luminárias

O papel das luminárias em um sistema de iluminação é fundamental, pois elas contribuem diretamente para uma distribuição eficiente da luz no ambiente e o

conforto visual das pessoas. Além dos seus requisitos básicos de manter uma boa conexão mecânica e elétrica entre as lâmpadas e os equipamentos auxiliares, que serão vistos na seção **4.1.34**, deve proporcionar a segurança necessária para a instalação, bem como a correta emissão do fluxo luminoso da lâmpada no ambiente sem causar ofuscamento.

4.1.24 - Refletor

Trata-se de uma parte interna da luminária, desenhado para refletir o fluxo luminoso nas direções projetadas, normalmente constituído de chapa de aço ou de alumínio, podendo ainda receber acabamentos de tipos diferenciados, como, por exemplo, pinturas.

4.1.25 - Difusores

É considerada a “grade” posicionada em frente às lâmpadas, no sentido perpendicular a elas. Estas, assim como os refletores, podem ser constituídas de vários materiais e com vários tipos de acabamentos (alumínio, policarbonato ou aço). Sua função é limitar o ângulo de ofuscamento em um ambiente, aumentando o conforto de seus usuários.

4.1.26 - Luminância

A distribuição da luminância no campo de visão das pessoas numa área de trabalho, proporcionada pelas várias superfícies dentro da área (luminárias, janelas, teto, parede, piso e superfície de trabalho), deve ser considerada como complementação à determinação das iluminâncias do ambiente, a fim de evitar o ofuscamento.

4.1.27 – Ofuscamento

Ocasiona desconforto visual ou redução na capacidade de ver objetos, proporcionados por excesso de luminância na direção da visão. Pode ser considerado direto, quando o ofuscamento ocorre através da luminária/lâmpada, ou indireto, quando a luz refletida em determinadas superfícies retorna aos olhos dos usuários desse ambiente. O ofuscamento direto pode ser neutralizado utilizando-se acessórios nas luminárias, como aletas. Já para o ofuscamento indireto deve-se redimensionar o projeto luminotécnico, pois é causado pelo excesso de luz no ambiente.

4.1.28 - Uniformidade

A uniformidade de uma iluminação é medida pela relação entre a iluminância mínima e a média obtida na área iluminada. Uma boa uniformidade na iluminação é necessária, a fim de evitar sombras acentuadas e assegurar o conforto e a segurança para a prática da atividade exercida na área. O espaçamento entre as luminárias e o distanciamento delas em relação às paredes têm contribuição direta no resultado da uniformidade da iluminação.

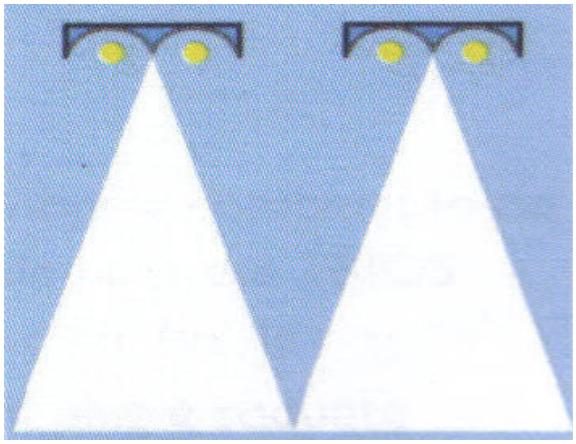

Figura 10 - Uniformidade.
Fonte: Guia de Iluminação PHILIPS.

4.1.29 - Rendimento

É a divisão entre o fluxo luminoso irradiado e o fluxo luminoso total da lâmpada. Caso a luminária não disponha de um refletor adequado para a lâmpada ou o refletor não seja de boa qualidade de reflexão, grande parte do fluxo luminoso da lâmpada não será refletida no ambiente e, conseqüentemente, haverá desperdício da luz e baixo rendimento luminoso. Uma luminária de alto rendimento possui refletor dimensionado para a lâmpada e excelente reflexão, o que proporciona um alto aproveitamento da luz e, conseqüentemente, permite reduzir o número de luminárias e lâmpadas em um projeto de iluminação de um ambiente.

4.1.30 - Fundamentos do Projeto de Iluminação

Uma vez definidas as grandezas utilizadas nos projetos, pode-se partir para o planejamento de um sistema de iluminação. Um projeto luminotécnico pode ser constituído nas seguintes etapas:

• Escolher o nível de iluminação (E): A primeira providência será escolher o nível médio de iluminação em função do tipo de atividade a ser exercido no local.

• Verificar o fator de depreciação: com o tempo, paredes e teto ficarão sujos, e os equipamentos de iluminação acumularão poeira. Alguns desses fatores podem ser eliminados por meio de manutenção, mas na prática, além de uma boa manutenção, pode-se adotar alguns valores de fator de depreciação, que mostra alguns valores levados em consideração.

• Escolha das lâmpadas e luminárias mais adequadas: Deve-se escolher a luminária e a lâmpada que melhor se adequarem e preencherem os requisitos desejados para a iluminação do ambiente, de acordo com os padrões da norma já mencionada. A qualidade do produto junto ao fabricante, bem como sua economia e rendimento, além de suas características de instalação e manutenção devem ser consideradas na definição da escolha.

• Definir o número de luminárias: Com essas informações, pode-se efetuar o cálculo do número de luminárias, que já foram escolhidas, para o ambiente a ser iluminado.

•Disposição das luminárias no recinto: Os espaçamentos entre as luminárias dependem de sua altura do plano de trabalho (altura útil) e da sua distribuição de luz. Devem ser definidos os pontos de iluminação para a adequação dos resultados ao projeto.

• Cálculo da viabilidade econômica: Deve ser realizada uma avaliação do consumo energético, para que haja um cálculo dos custos da implementação do projeto.

4.1.31 – Controle dos sistemas de iluminação e Energia

Os sistemas de iluminação, via de regra, apresentam um significativo potencial de economia de energia elétrica. Sem prejuízo da iluminância desejada para as atividades desenvolvidas nos locais atendidos, é possível otimizar estes sistemas obtendo-se redução no consumo de eletricidade. Um controle eficaz dos materiais e equipamentos se traduz em uma boa solução para a obtenção de economias substanciais, que podem ser conseguidas com a otimização na operação dos sistemas de iluminação, escolha criteriosa das fontes de iluminação, componentes acessórios e, evidentemente, com um programa de manutenção adequado das instalações.

4.1.32 - Otimizando a operação dos sistemas de iluminação

A utilização racional dos sistemas de iluminação pode trazer economias significativas de energia com a vantagem de, normalmente, exigir pouco investimento para a execução das medidas envolvidas nessa racionalização: Dentre as inúmeras medidas que podem ser adotadas, as mais representativas são:

• Adequação da iluminância a níveis previstos na norma, o que pode requerer grandes investimentos;

• Desligamento da iluminação nos locais que não estão ocupados;

• Utilização de interruptores para maior flexibilidade no uso da iluminação;

• Aproveitamento, sempre que possível, da iluminação natural.

4.1.33 - Utilização de Lâmpadas mais Eficientes

Existem no mercado vários tipos de lâmpadas que podem ser utilizadas. Cabe ao responsável pelo projeto determinar qual o tipo de lâmpada mais indicado, considerando basicamente as seguintes características:

• Eficiência luminosa: representa o número de lumens produzidos pela lâmpada, por Watt consumido.

• Cor aparente da lâmpada: deve ser avaliada para harmonizar a iluminação do ambiente.

• Reprodução de cores: caracteriza a capacidade das lâmpadas em não deformar o aspecto visual dos objetos que iluminam.

• Vida útil: representa o número de horas de funcionamento das lâmpadas, definido em laboratório, segundo critérios pré-estabelecidos.

• Custos do equipamento e instalação: devem ser utilizados numa análise de custo/benefício a ser realizada. Portanto, sempre que possível, devemos utilizar lâmpadas de alta eficiência luminosa, com maior vida útil e melhor relação custo/benefício, bem adaptadas ao meio ambiente onde serão utilizadas.

4.1.34 - Cuidados com Luminárias e Difusores

A eficiência de uma luminária depende em grande parte das condições de manutenção das superfícies refletoras e dos difusores. No caso dos difusores, a solução ideal no plano energético é não utilizá-los, por representarem uma perda significativa de fluxo luminoso. Porém, essa medida depende das características do local atendido, que pode exigir uma maior proteção para as lâmpadas, como também deve ser verificado o aumento no nível de ofuscamento que a retirada desses acessórios pode causar. Quando for necessário manter os difusores, deve-se procurar substituir aqueles que se tornaram amarelecidos ou opacos, por outros de acrílico claro com boas propriedades de difusão de luz. Para algumas aplicações, um difusor de vidro claro pode ser usado se ele for compatível com a luminária e a instalação.

Com relação às luminárias, as superfícies refletoras devem ser mantidas limpas, proporcionando boas condições de reflexão. Quando elas se tornarem amarelecidas ou ocorrerem falhas na sua pintura, pode ser interessante pintá-las novamente, procurando utilizar cores claras e refletoras.

Na aquisição ou substituição de luminárias, deve-se escolher um modelo observando as suas características de reprodução da luz. E deve-se sempre lembrar que as luminárias também apresentam parâmetros que influem no rendimento luminoso final do conjunto lâmpada-luminária-difusor.

4.1.35 - Avaliação dos Reatores Utilizados

Ao adquirir reatores, a preferência deve ser dada aos de boa qualidade, que geralmente apresentam perdas reduzidas, consumindo menos energia para seu funcionamento e, dessa forma, evitando desperdícios desnecessários de energia elétrica e prejuízos ao sistema de iluminação.

Outro ponto a ser observado é o fator de potência dos reatores. Diversos modelos já possuem compensação, apresentando elevado fator de potência. Deve-se procurar usar estes modelos, evitando assim a sobrecarga das instalações de

iluminação e o conseqüente aumento das perdas por efeito Joule, bem como o uso desnecessário de capacitores.

4.1.36 - Controle Eficiente da Qualidade da Iluminação

Para controlar a iluminação com eficiência é indispensável dispor de equipamento de medição (luxímetro), que permite efetuar controles periódicos das iluminâncias nos diversos locais. Os resultados devem ser devidamente anotados para que suas variações possam ser seguidas no tempo.

Para serem comparáveis, estas medições devem ser realizadas em pontos definidos e localizados com precisão, de acordo com as normas. Nos locais onde houver interferência da iluminância natural, as medições devem ser feitas à noite.

4.1.37 - Manutenção dos Sistemas de Iluminação

Nos sistemas de iluminação, um dos principais fatores de desperdício de energia elétrica é a manutenção deficiente. De fato, a instalação que não apresenta uma manutenção adequada se degrada com o tempo, determinando uma queda representativa do fluxo luminoso e conseqüente diminuição da iluminância nos ambientes. Isto exige uma maior potência instalada para o atendimento das normas de iluminação.

Com intervenções programadas, a iluminância melhora significativamente, permitindo a utilização de um menor número de lâmpadas, proporcionando, portanto, economia de energia elétrica. A experiência mostra que a implantação de um programa eficiente de manutenção pode proporcionar ganhos de até 30% no consumo de energia.

Estes programas normalmente compreendem dois tipos básicos de intervenção:

- Limpeza das luminárias; e

- Substituição sistemática das lâmpadas.

Em sistemas mais complexos, que necessitam manter um adequado ajuste de foco, podem-se incluir nesta manutenção periódica ajustes mais precisos de foco por profissionais do segmento da iluminação.

4.2 - Ar condicionado

O sistema de ar condicionado das escolas é responsável pelo segundo maior consumo de energia elétrica das escolas públicas do Estado do Acre.

Geralmente, o sistema de ar condicionado é utilizado para proporcionar conforto aos alunos, professores e direção que são os usuários das instalações da escola.

Assim como no sistema de iluminação, existem normas que orientam o sistema de ar condicionado, recomendando, por exemplo, os valores mais adequados de temperatura, umidade e fluxo de ar para cada tipo de ambiente.

Os equipamentos de ar condicionado são compostos por compressores, ventiladores, condensadores, evaporadores, filtro e gás refrigerante, existindo diversos modelos e topologia de sistemas: aparelho de janela, "*self contained*", aparelhos *split, ductless systems*, sistemas centrais de expansão direta, sistema centrais de expansão indireta (água gelada) e outros.

Os aparelhos de janela são os equipamentos mais portáteis, instalados diretamente nos ambientes a serem climatizados. Com capacidade de refrigeração igual ou inferior a 30000 Btu/h (8,6 Kw, + ou -), dependendo da marca, a instalação desse aparelhos se restringe a ambientes de dimensões não muito grande, onde pelo menos uma das paredes deve permitir comunicação com o ambiente exterior – troca de calor com o ar externo.

Nas escolas visitadas foram encontrados os dois sistemas de ar condicionado instalados, tanto o aparelho de janela como o aparelho *split*.

4.2.1 - Forma de Uso Racional do Ar Condicionado

Regular adequadamente os termostatos de todos os equipamentos de ar condicionado, adaptando a temperatura média para o período de outono/inverno;

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;

Utilizar o ar exterior nos períodos de outono/inverno ou quando a temperatura externa estiver amena;

Reduzir a carga térmica do equipamento eliminando a incidência direta do sol, sem prejuízo da iluminação do ambiente;

Desligar os equipamentos de ar condicionado nos ambientes não utilizados e durante os períodos de limpeza.

Programar o desligamento do sistema de ar condicionado central para horários predefinidos de expediente (ex: ligar 30 minutos antes do expediente e desligá-lo meia hora antes do final, aproveitando a inércia térmica).

Realizar a verificação de cada equipamento de modo a determinar possíveis irregularidades que resultem em desperdícios (ex: termostatos defeituosos ou inoperantes, carga de gás insuficiente, etc.).

A carga térmica provocada por lâmpadas incandescentes ou reatores expostos deve ser evitada, sempre que possível, através da substituição dessas lâmpadas por lâmpadas frias e pela instalação do reator sobre o forro.

Manter desobstruídas as grelhas de circulação de ar.

4.3 – Sistema de Bombeamento de Água

Promover campanha interna sobre a redução do consumo de água de modo a reduzir o consumo de energia elétrica no bombeamento da mesma;

Eliminar vazamentos de água, evitando desperdícios;

Evitar, sempre que possível, o bombeamento de água no horário entre 17:00h e 22:00h. Normalmente não se detecta vazamentos nesses horários.

4.4 - Bebedouros

Elimine vazamentos no registro da água: eles provocam desperdício de eletricidade. À noite e nos fins de semana, desligue os aparelhos.

5 - SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

5.1 - Conceito

Sendo o Ambiente fundamental para a vida é natural que estes aspectos tenham dominado a discussão inicial em volta da sustentabilidade. Até porque é contemporânea das primeiras percepções de risco ambiental e ameaças à vida no planeta.

Os princípios fundamentais associados à sustentabilidade ambiental são:

• a restrição ao uso de energias não renováveis (como o petróleo) que só devem ser usadas mediante o compromisso de criação proporcional de fontes de energia alternativas;

• o uso cuidadoso das energias renováveis que nunca devem ser consumidas de forma a exceder a sua capacidade de regeneração;

• a limitação de descarga de substâncias no meio ambiente que não deve ultrapassar a capacidade de assimilação do mesmo;

• os riscos e o perigo para a vida humana provocados pelo Homem devem ser evitados.

As questões ambientais estiveram sempre no cerne do conceito de sustentabilidade e também sempre que se verificavam perigos iminentes para a sobrevivência da espécie humana. Nos anos mais recentes, tem ganhado cada vez mais peso uma maior abrangência da dimensão ambiental, alargada a todas as espécies, à preservação da biodiversidade e dos ecossistemas.

No ano de 1987, a Comissão Mundial da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED), apresentou um documento chamado *Our Common Future*, mais conhecido por relatório *Brundtland*. O relatório diz que "Desenvolvimento sustentável é desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem

comprometer a capacidade de as futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades". O relatório não apresenta as críticas à sociedade industrial que caracterizaram os documentos anteriores; demanda crescimento tanto em países industrializados como em subdesenvolvidos, inclusive ligando a superação da pobreza nestes últimos ao crescimento contínuo dos primeiros.

Com esta definição, serão trabalhados alguns conceitos de economia ecológica e, a partir destes, poder-se-á melhor compreender de que modo a busca da eficiência energética cria benefícios adicionais na sustentabilidade ambiental.

No trecho supracitado da definição, uma vez que este advoga que se deve atender às necessidades de toda geração presente, não de um conjunto de povos ou classe econômica. Simplesmente, devem ser atendidas as necessidades de todo e qualquer ser humano. Atender a um requisito implica diretamente, entre outras coisas, na manutenção da capacidade da biosfera terrestre de fornecer serviços ecológicos como: água limpa, ar respirável e equilíbrio da temperatura no globo terrestre entre outros. De outro modo não será possível as gerações futuras atender às próprias necessidades, uma vez que a partir de algum momento o planeta não mais será capaz de fazê-lo.

Importa dizer que a capacidade de fornecimento de serviços ecológicos por parte do planeta terra deve ser mantida não apenas em termos das necessidades específicas da espécie humana, mas igualmente para todas as formas de vida, uma vez que destas depende diretamente a capacidade de fornecimento de serviços ecológicos do ecossistema global finito.

Quando se busca a eficiência energética nas escolas, está colaborando com os requisitos da sustentabilidade ambiental ao otimizar e diminuir as quantidades de recursos naturais a serem utilizadas na fabricação de novos equipamentos a serem utilizados nas escolas, sob a forma de insumos energéticos, como por exemplo, lâmpadas, reatores, luminárias e demais equipamentos de escritório.

Sabemos que a Educação Ambiental é a forma, vital e indispensável, pois é a maneira mais direta e funcional de se atingir a conscientização do cidadão.

A urgência é reconhecida por todos, porém, o tempo perdido e a desorganização dos

interessados atrasam um debate mais consistente e prático dos caminhos a serem propostos.

Estamos vivendo uma situação em que as pessoas endentem que é necessário ampliar e aprofundar a discussão sobre esse tema, e reconhecem a importância de cada um para as mudanças que terão de ser alcançadas. Mas a falta de liderança e de vontade política de alguns participantes tem comprometido esses esforços.

“O desenvolvimento sustentável deve conciliar, por longos períodos, o crescimento econômico e a conservação dos recursos naturais.” (EHLERS, 1999, p.12).

“[…]está associado ao uso, equilíbrio e dinâmica dos recursos da biosfera no presente e no futuro […]”. (MOREIRA, 1999, p.21).

“[…] o desenvolvimento para ser sustentável, deve ser não apenas economicamente eficiente, mas também ecologicamente prudente e socialmente desejável.” (ROMEIRO, 1998, p.23).

Como todos os novos paradigmas, o conceito de desenvolvimento sustentável passa também, por questionamentos. Uma dessas críticas é formulada por Moreira (1999, p.22) quando afirma que:

> [...] o desenvolvimento sustentável traz implícita a idéia de que a solução por meio da técnica é possível. E mais, que o problema é apenas a questão do desenvolvimento de tecnologias adequadas e que nada garante que os benefícios deste paradigma trarão ganhos para os setores sociais historicamente subalternos, como é o caso da agricultura familiar.

O sustentável ou a sustentabilidade continuará carregando elementos conservadores, ao não se constituir como um questionamento da ordem social (MOREIRA, 1999). Contrapondo a essas críticas Ehlers (1999) afirma que “a erradicação da pobreza e da miséria deve ser um objetivo primordial de toda humanidade” e que a prática sustentável envolve aspectos sociais, econômicos e ambientais que devem ser entendidos conjuntamente. A técnica é meio necessária à condução do desenvolvimento sustentável.

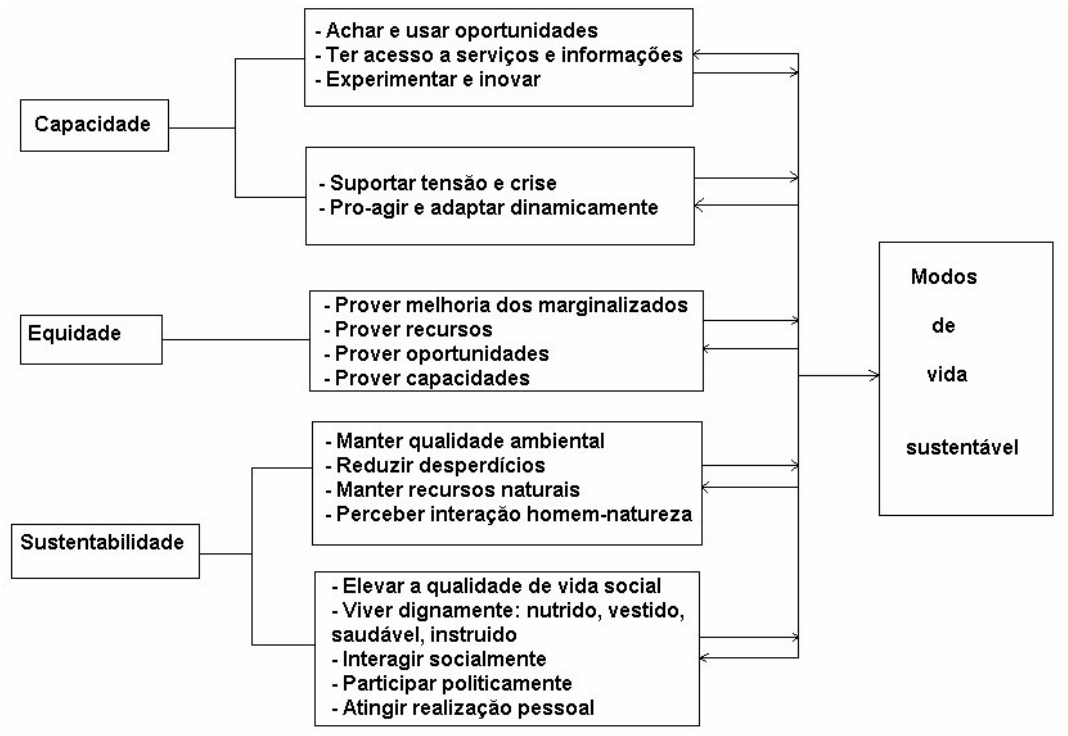

Figura 11 – Operacionalização do desenvolvimento sustentável

Fonte: Bicalho (1998).

Esses três indicadores devem ser atendidos pela "operacionalização do desenvolvimento rural sustentável […] alcançando o objetivo máximo, a geração e o suporte de modos de vida sustentáveis" (BICALHO, 1998, p.35). A capacidade está relacionada às funções básicas das pessoas como nutrição adequada, vestimentas confortáveis e boa qualidade de vida. Esta qualidade de vida é entendida como a capacidade de o grupo escolher e avaliar suas ações. A equidade refere-se à distribuição menos desigual dos bens, habilidades e oportunidades. Inclui também o fim da discriminação às mulheres e às minorias, além do fim da miséria rural ou urbana. E finalmente a sustentabilidade que está ligada à nova visão global acerca da poluição, desmatamento, superexploração de recursos não-renováveis, além da degradação ambiental.

6 - ESTUDO DE CASO DA ESCOLA GLÓRIA PERES

Este capítulo tem o objetivo de apresentar a analise das instalações elétricas da escola Glória Peres para determinar o potencial de conservação de energia elétrica nos usos finais.

Neste mesmo capítulo tem o objetivo de avaliar as instalações elétricas em relação a eficiência energética nos usos finais.

A escola é considerada pelo tamanho, quantidade de alunos e pela arquitetura, como sendo uma das escolas modelo do estado do Acre.

6.1- Consumo de Energia Elétrica

Para avaliar e analisar o consumo de energia elétrica de uma instalação se faz necessário conhecer detalhadamente o seu perfil de consumo. É preciso determinar o consumo global de energia elétrica e o consumo por tipo de uso final. O consumo global de energia elétrica é um dos parâmetros considerado para as concessionárias de energia elétrica, para o cálculo da conta de energia. Um dos principais objetivos das ações do uso racional e eficiente de energia elétrica é reduzir o consumo e os custos, e para se conseguir essa redução é imprescindível o conhecimento do consumo global de uso final. Com isso se faz necessário a realização do diagnóstico energético das instalações elétricas.

O consumo global de energia elétrica pode ser obtido diretamente nas contas de energia elétrica fornecido pela concessionária ou fazer a leitura via processo de medição direta nas cabines de medição (grupo A); Diretamente no medidor de energia elétrica da concessionária instalado em cada unidade consumidora (grupo B); Ser estimado a partir de dados levantados por inspeção nas instalações do ambiente analisado; e quando se instalada o analisador de energia no quadro geral de baixa tensão.

Os valores levantados e obtidos nas contas de energia são extremamente úteis, permitem verificar a existência de multas por ultrapassar a demanda contratada, excessos de reativos (fator de potência Baixo < 0,92), entre outras informações. Na análise dos valores levantados e nas contas de energia dos dois últimos anos, permite estimar tendência de crescimento do consumo e de demanda, fazendo com que se tenha um planejamento das instalações no que diz respeita expansão do sistema elétrico e ao seu contrato de fornecimento junto a concessionária de energia elétrica.

6.2 - Consumo Individualizado por Uso Final

Para se determinar o potencial de conservação de energia elétrica de cada uso final é necessário fazer o levantamento individualizado que é distinto presente nas instalações. Conhecido o consumo individual de cada uso final, facilita no estudo para determinação do potencial de conservação em termos de energia (kWh) e de custos (R$).

Existem várias maneiras de individualizar o consumo global nos usos finais. A medição direta dos circuitos de alimentação de cada uso final distinto e que fornece com precisão os resultados. Mas, na maioria das instalações elétricas das escolas não possuem circuitos de alimentação individualizada para iluminação, ar condicionado e tomadas diversas. Tornando difícil a medição, na prática por consumo individualizado.

Quando não existe circuito de alimentação individualizado, a determinação do consumo global por uso final poderá ser determinado através dos fatores de carga de cada uso final.

O fator de carga global de cada uso final pode ser definido pela fórmula [8]:

É a relação entre a demanda média e a demanda máxima, durante um intervalo de tempo definido. O Fator de carga diário pode ser calculado como:

$$Fcd = \frac{D_{méd}}{D_{máx}}$$, sendo Dméd a demanda média em kW ou kVA.

Quanto mais alto o fator de carga melhor, pois indica uma boa utilização da potência instalada.

Exemplo: Se um circuito de uso final fosse medido 300 kW, e que a potência instalada fosse 650 kW, o fator de carga seria:

$$Fcd = \frac{D_{méd}}{D_{máx}} \Rightarrow Fcd = \frac{300}{650} \Rightarrow Fcd = 0{,}46$$

isto é, fator de carga baixo dessa instalação, o ideal é chegar = 1.

Positivamente, a maneira mais adequada de individualizar o consumo de energia elétrica de usos finais é através da medição direto dos circuitos de alimentação equivalentes a cada uso final, iluminação, ar condicionado e tomadas de uso geral. Quando a medição individual for inviável, deve adotar o procedimento de utilização da formula acima descrita, que vai dar uma estimativa do consumo individualizado nos usos finais.

6.3- Análise das Instalações Elétricas da Escola

Nesse capítulo, iremos analisar cada uso final das instalações elétricas da escola Glória Peres. Essa análise é uma ferramenta importante para a realização do diagnóstico energético da escola.

Além disso, o levantamento e o acompanhamento dos indicadores do uso de energia elétrica, propícia a criação de um banco de dados com valores individuais de cada tipo de atividade, possibilitando a realização de análise energética mais rápida e de menor custo.

6.3.1 - Análise de Sistema de Iluminação

Essa análise no sistema de iluminação é essencial para a realização do diagnóstico energético. Além de ser um dos usos finais mais fáceis de trabalhar, e aplicar ações de uso racional e eficiente de energia elétrica, a iluminação corresponde a uma maior participação do consumo global de energia elétrica da escola Glória Peres que é considerado como uma das escolas modelos do Estado do Acre. Nos EUA, a iluminação corresponde respectivamente a 69% e 53% do consumo em escolas e faculdades (LAMBERTS, 1996). No Acre, em estudos realizados em 10 (dez) instalações de escolas estaduais e que diferem da escola Glória Peres, apontaram para uma participação do uso final iluminação de 74% do consumo global. É bom salientar que as 10 escolas levantadas não são consideradas como modelos de escolas e de padronização, isto é, não existe refrigeração nas salas de aula e que são escolas de pequeno porte. Essas escolas ainda não passaram por reformas.

6.3.1.1 Conservação no Sistema de Iluminação

No sistema de iluminação, 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 ás atividades desenvolvidas;
- Acionamento setorial do sistema;
- Implementação de programa de manutenção periódica; e
- Educação dos usuários.

Sistemas de iluminação mal projetados podem reduzir a performance e prejudicar a saúde dos usuários, além de desperdiçar energia elétrica. A substituição de tecnologias de iluminação deve ser realizada mediante um novo projeto de

iluminação, levando em consideração as características físicas e de ocupação das instalações (ambiente). Outra medida bastante efetiva é o aproveitamento da iluminação natural, dependendo do local a iluminação natural é intensa o suficiente para desligar o sistema de iluminação artificial. No caso se faz necessário haver controle setorial das luminárias próximas as 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 freqüência 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 aonde se conheça 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, verificando 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 necessário a interação entre usuário e funcionários de manutenção, visando o repasse de informação sobre a eficácia do sistema de iluminação.

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

6.3.2- Análise do Sistema de Ar Condicionado

No sistema de ar condicionado, a sua participação no consumo global de energia elétrica das escolas Glória Peres é expressivo chegando a ser o 2º maior consumo no uso final. Nos EUA, o ar condicionado chega a 14% no consumo global e no Brasil o ar condicionado representa 39% nas instituições de ensino superior. É bom salientar que no Estado do Acre, no verão a temperatura chega à sombra em média de 41ºC. No Brasil, levantamentos e estimativa indicam que o ar condicionado representa 20% aproximadamente do consumo de energia elétrica no setor terciário (LAMBERTS, 1996).

O ar condicionado é um sistema que geralmente apresenta um potencial de conservação de energia elétrica considerável, em função de dimensionamentos e projetos mal dimensionados. Sem deixar de levar em consideração a manutenção que quase sempre é precária (constatada in loco nas escolas).

6.3.2.1 - Conservação no Sistema de Ar Condicionado

Nesse sistema existe um potencial de conservação de energia elétrica que pode ser calculado através da comparação entre o consumo final atual com o consumo esperado para um sistema mais eficiente. Para obter o consumo atual, pode medir através do analisador de energia desligando o circuito da iluminação e tomadas e medindo a carga em kW no circuito do ar condicionado. Já o consumo estimado para um sistema eficiente pode ser calculado conforme a equação abaixo:

$$CONSUMO = \sum_{i-1}^{n} \frac{\Delta t.C_i}{1000.EER_i} \text{ , em kWh}$$

Onde, Consumo: Consumo mensal do ar condicionado

Ci: Capacidade do aparelho de ar condicionado (Btu/h);

Δt: Tempo de operação em horas do aparelho de ar condicionado;

EERi: Eficiência do aparelho de ar condicionado(Btu/h/w);

n: Numero total de ar condicionado da instalação.

Muitos fatores são essenciais para o cálculo da carga térmica de um ambiente (Btu/h), como por exemplo, área útil, pé direito, quantidades de portas e janelas existentes no ambiente a serem calculados; verificação de incidência solar, quantidade de pessoas que entram ou trabalham no ambiente, quantidade e potencia média do ar condicionado, material do piso, teto e paredes, condições de isolação térmica e outros mais. Dessa forma, o cálculo torna-se bastante complexo, e dependendo do tamanho das instalações, fica inviável o calculo dentro do diagnóstico energético.

6.3.3 - Análise de Outros Equipamentos

Para determinar o potencial de conservação de energia elétrica de um determinado equipamento específico, devem ser realizados estudos detalhados de seu ciclo de funcionamento. Através desse ciclo de funcionamento, é possível estudar a viabilidade de aplicação de algumas medidas do uso racional e eficiente de energia elétrica, normalmente essas ações são:

- Substituição de equipamentos antigos, por equipamentos novos com o selo do programa de eficiência energética do PROCEL.

- Implementação de programas de manutenções periódicas.

- Controle para que desligue o aparelho quando não tiver pessoas no ambiente.

6.3.4 - Análise Econômica das Medidas

Muitas vezes as medidas tomadas para a conservação de energia proporcionam grandes economias de energia elétrica, mas podem não ser economicamente viáveis. Todo administrador, por mais que esteja preocupado com questões ambientais e de preservação de recursos naturais, deseja muitas vezes, garantir o retorno do capital ou justificar o investimento, quando se implanta medidas de uso

racional e eficiente de energia elétrica. Mas, nem sempre se tem um resultado positivo em função do total descontrole após a implementação dessas ações, que visam o uso racional e eficiente de energia elétrica. Na maioria das vezes as pessoas que estavam diretamente ligadas aos programas, são relocadas para outros setores ou outras funções, que não tem correlação com o programa de eficiência energética.

6.3.5 - Análise das Tarifas Cobradas

O objetivo dessa análise é determinar a modalidade tarifária e os valores de contrato mais adequado, que o consumidor se enquadra, para que minimize sua despesa na conta de energia elétrica.

Muito embora a mudança tarifária e dos valores de contrato não proporcione diretamente uma redução do consumo de energia elétrica da instalação, ela pode proporcionar uma economia de recursos financeiros (R$), uma vez que a estrutura tarifária onera o custo da energia em horários do dia e período do ano, onde as condições de fornecimento são mais criticas.

È bom salientar que, a concessionária de energia elétrica – ELETROACRE, até fevereiro de 2010 ainda não tinha sido implantado a cobrança diferenciada nas tarifas de energia elétrica, como sendo horário de ponta, período úmido ou seco. Em contato com a concessionária de energia elétrica do Estado do Acre – ELETROACRE, com os responsáveis do laboratório de medição, foi informado que a concessionária está se estruturando para fazer a cobrança diferenciada na tarifa de energia elétrica a partir de junho/2010.

O sistema de energia elétrica do Estado do Acre, até 10/2009, era sistema isolado do resto do Brasil. A geração era feita através de motores a diesel. Oficialmente foi interligado com o Sistema Nacional a partir de 23 de outubro de 2009.

A análise tarifária deve ser realizada sempre que as características de consumo das instalações sofrerem modificações por mudança de hábitos ou por alteração na potência instalada de algum uso final.

6.4 Potencial de conservação

Neste capítulo tem o objetivo de mostrar a aplicação da metodologia aplicada para avaliar o uso racional, a eficiência energética e potencial de conservação de energia elétrica na escola nos usos finais.

A avaliação da eficiência energética e potencial de conservação de energia elétrica, da escola Glória Peres, será apresentado na forma de tabelas, gráficos e fotos de maneira que facilite a compreensão dos dados coletados e que permita o entendimento da aplicação prática da metodologia utilizada.

6.4.1 – A Escola Glória Peres

O levantamento das instalações elétricas da escola Glória Peres foi realizada no período de 15/11/2009 a 09/12/2009.

A escola Glória Peres está localizada na cidade de Rio Branco no bairro Chavier Maia, com a localização geográfica S 09º57.594' e W 067º51.319', foi inaugurada na data de 13/11/2003. A escola Glória Peres é considerada a 2ª maior escola do Estado, com 58 funcionários, 1374 alunos e 59 professores das diversas disciplinas. Funciona diurnamente das 07:30 h às 17:30 h, noturnamente das 18:30h às 22:30 h, como ensino médio regular de 2º grau. Suas instalações são compostas por 02 laboratórios de informática, 01 bloco de sala de aula com 07 salas, 01 bloco de sala de aula com 06 salas, sala de direção, secretaria, grêmio estudantil, cantina, biblioteca, sala de vídeo, auditório, cozinha, depósito de materiais e quadra poliesportiva.

Para manter toda essa infra-estrutura, a Secretaria de Educação repassou em 2009 para a escola um montante de R$ 46.800,00 (quarenta e seis mil e oitocentos reais), que foram utilizados na aquisição de materiais de consumo. As contas de água e energia elétrica são pagas pela Secretaria de Estado e Educação – SEE. A escola não possui aparelho próprio de telefone, o que existe é um aparelho de telefone tipo orelhão instalado no corredor da escola.

A escola em seu quadro de funcionários possui: 01 técnica de ensino formada em pedagogia; 01 coordenadora administrativa formada em finanças e tributos; diretor geral formado em pedagogia, os demais funcionários da secretaria em sua maioria têm o 2º grau completo.

6.4.1.1 Levantamento de Dados

A escola Glória Peres é alimentada em 13,8 kV, pela rede de distribuição da concessionária de energia elétrica – ELETROACRE. A transformação em baixa tensão é realizada por um transformador de 112,5 kVa, que alimenta toda a instalação elétrica da escola.

Em cada sala de aula, estão instaladas 06 luminárias fluorescentes tubular com 02 lâmpadas cada. As atividades na escola são iniciadas por volta das 06:00 h e encerrando suas atividades às 22:30 h. No intervalo do almoço ocorre uma redução mínima na demanda de energia (tabela 2). Nos finais de semana no horário das 22:00 h, verificou-se que a demanda de energia está alta e que poderia ser reduzida, tomando medidas simples. Foi constatado em visitas noturnas na escola que a iluminação dos corredores e salas de aulas fica toda ligada. Quando foi perguntado aos vigias porque a iluminação fica ligada, eles responderam que era devido da escuridão que ficava na escola e se deixar desligados os ladrões entravam na escola e roubavam.

Foi realizada medições no período de uma semana, com o analisador de energia minipa (marca do aparelho) modelo ET 5060C, para verificar o comportamento da demanda real global dos equipamentos de uso final e fazer analise do consumo de energia elétrica na escola.

Tabela 1 - Escola Glória Peres: Demandas e horários da medição

	segunda	terça	quarta	quinta	sexta	sábado	domingo
10:30 hs	46,6kw	62,6 kw	56,4 kw	45 kw	55 kw	4,6 kw	3,8 kw
12;30 hs	45 kw	58 kw	55 kw	44 kw	55 kw	4,5 kw	3,8 kw
21:00 hs	72 kw	68 kw	62 kw	69 kw	58 kw	17,5 kw	17,2 kw

Nota: Realizado no local pelo mestrando.

É importante observar na medição do horário das 12:30 h, a escola está em intervalo do almoço e a demanda não diminui, isto é, permanece quase a mesma nesse horário. Um dos fatores que contribui para esse quadro é o não desligamento das lâmpadas dos corredores e salas em geral. No transcorrer do levantamento de dados, foram encontradas lâmpadas acesas nas salas, corredores e até mesmo na quadra poliesportiva no horário das 12:30 h.

A partir de dados levantados por medição direta com o analisador de energia e com a conta de energia, foi possível determinar as grandezas elétricas que caracterizam o consumo global das instalações da escola glória Peres, mostradas na Tabela 3.

Tabela 2 - Escola Glória Peres: Característica do consumo

GRANDEZA	VALOR
Demanda máxima registrada	74 (kW)
Consumo total	18.800 (kwh/mês)
Demanda media dos dias úteis	65,80 (kWh)
Demanda media dos finais de semana	17,4 (kWh)
Consumo por área útil*	8,17(w/ $m^{2)}$)

Notas: Levantamento in loco.
*Área útil da escola.

Conforme a tabela anterior, o consumo de energia elétrica dos dias de fim de semana corresponde a 26,44% (100 x 17,40/65,8) do consumo dos dias úteis, um

valor considerado alto, levando em consideração as atividades reduzidas bastante nas instalações nos finais de semana.

Através de levantamento de dados via inspeção de ambiente, foram obtidas informações sobre os sistemas de iluminação, ar condicionado e sobre os equipamentos de escritório presente nas instalações.

Para avaliar alguns hábitos de uso das instalações elétricas foi feito algumas perguntas as funcionários da escola, como: Com que freqüência era realizada a limpeza nas luminárias e lâmpadas (vezes ao ano); quanto tempo era feito a limpeza nos ares condicionados. Também foi perguntado se era desligado os aparelhos na hora do almoço. A resposta em relação às luminárias e lâmpadas, foi que nunca era feita a limpeza e os ares condicionados, era feita uma vez ao ano. E com relação ao desligamento das luzes na hora do almoço, alguma vez desligavam as luzes outras vezes esqueciam. O diretor da escola chegou a comentar que não estava contente com as perguntas em relação às lâmpadas acesas do corredor e quadra poliesportiva.

O resumo das características do sistema de iluminação é detalhado no quadro 2, onde todos os ambientes da escola foram classificados segundo a sua função desenvolvida (sala de aula, secretaria, laboratório e etc.) para um estudo mais minucioso. O iluminamento nas salas de aula no período diurno foi classificado como muito bom em virtude da interferência da luz natural, mas no período noturno ficou muito abaixo do recomendado pela norma (tabela 1). Os valores encontrados no período diurno ficaram entre 550 lux e 480 lux.

Ambiente	Area(m^2)	Potencia(kW)	w/m^2	Iluminamento(LUX) Medido*	Recomendado
Sala de aula	624	6,24	10	230	500
Laboratorios	168	1,76	10,47	220	500
Secretaria	45	0,240	5,33	150	500
Area comuns (corredores)	1800	8,60	4,7	70-120	200
Auditório	450	1,44	3,2	220	200

Quadro 2 - Escola Gloria Peres: Sistema de iluminação no período noturno
Notas: Levantamento in loco.
Medido*: No horário das 19:30h.

Na figura baixo, pode ser verificada a situação das luminárias instaladas na sala de aula com dimensões (8 x 6) = 48 m^2.

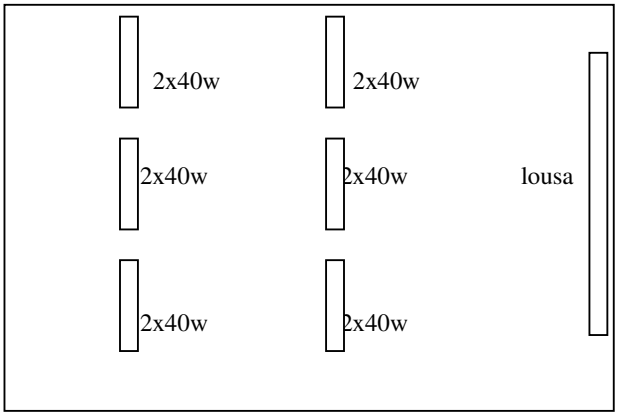

Figura 12 - Locação existente das luminárias na sala de aula
Nota: Levantamento in loco.

Foi realizada medição de iluminância em pontos distribuído dentro das salas de aula com o luxímetro da minipa modelo MLM 1011. O horário das medições foi no horário noturno das 19:30 h, para verificar se a iluminação existente estava nos padrões da norma. A altura utilizada do campo de trabalho foi de 0,70m.

Cadeira do aluno

Mesa do Professor

Figura 13 – Medição da iluminância no campo de trabalho
Nota: Realizado pelo mestrando

As medições realizadas em sala de aula, secretaria, corredores e sala dos professores, foram executadas em 04 pontos distintos dentro das salas. Os valores de iluminância, medido nas salas no horário das 19:30hs, ficou abaixo do valor mínimo da norma recomenda: 140 lux na mesa do professor, 230 lux no centro da sala, 138 lux no fundo da sala e 70 lux no canto da parede. Abaixo planta de localização dos pontos medidos na sala de aula.

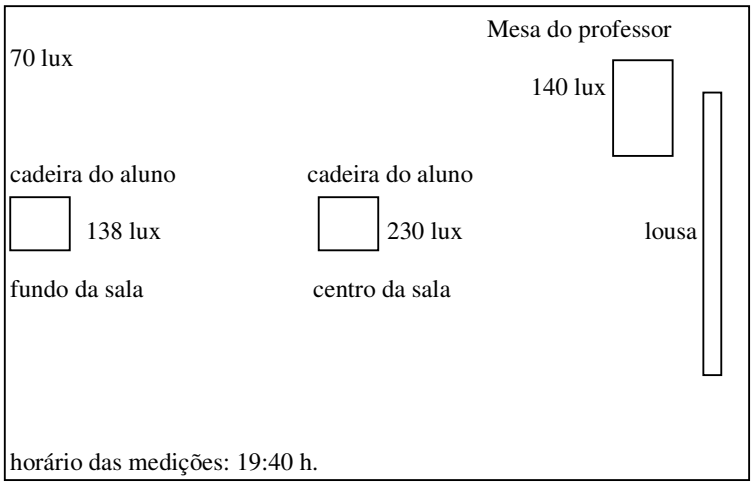

Figura 14 - Localização dos pontos de medição
Nota: Levantamento in loco.

Nos blocos 01 e 02, foram encontradas lâmpadas defeituosas em 30% das salas de aula. Nessas salas os valores de iluminância encontrados foram: 60 lux, 150 lux, 80 lux e 100 lux, isto é, o nível de iluminamento nas salas de aula, secretaria e sala dos professores é quase 35% inferior ao especificado na norma (tabela 1). Foi encontrado sala de aula com lâmpadas defeituosas que o nível de iluminamento medido chegou a 50% inferior ao que a norma recomenda.

No corredor de entrada da escola, foi medido a iluminância com o luximetro e encontrados os seguintes valores: 129 lux, 60 lux, 30 lux e 40 lux, o horário das medições foi às 20:30hs.

Na secretaria da escola, local das matriculas dos alunos, também foi feito medições com o luxímetro para medir a iluminância e o campo de trabalho utilizado foi a mesa dos funcionários. Os valores encontrados na medição foram: 80 lux, 108 lux e 144 lux (figura 16). Abaixo planta de locação das luminárias.

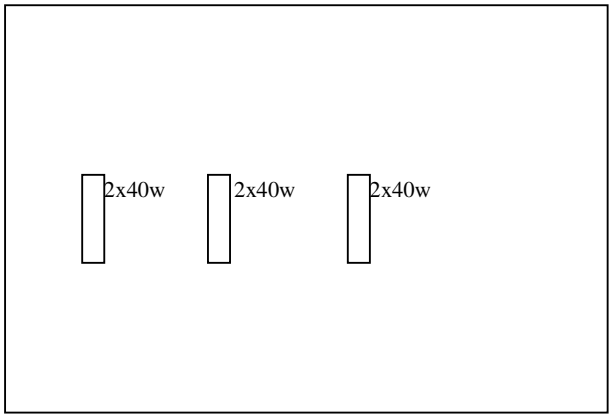

Figura 15 – Localização das luminárias da secretaria
Nota: Levantamento in loco.

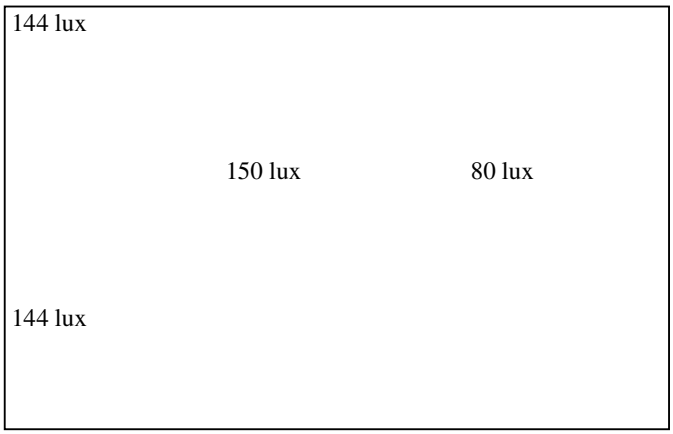

Figura 16 – Localização dos pontos de medição da secretaria
Nota: Levantamento in loco.

Na figura acima apresenta as características de um sistema de iluminação ineficiente e inadequado. Nesse caso da secretaria, os valores encontrados de iluminância nos pontos caracterizado no desenho acima, indica que não houve nenhum estudo para a implantação da iluminação da sala. Pode-se verificar que os valores encontrados são bem inferiores ao que a norma recomenda (tabela 1). Em termos de valores médios, a potência instalada por área útil iluminada é muito baixa (6,7 w/m^2). Tal fato é devido a falta de projeto luminotécnico eficiente e tecnologias ineficientes utilizadas. Como por exemplo, lâmpada com IRC baixo e TCC inadequada.

No sistema de iluminação as lâmpadas fluorescentes convencionais de 40 w, representam 75% da potência instalada em iluminação, restando 15% para a

iluminação externa que utiliza lâmpada de vapor de sódio da 250 W e 10% para a iluminação esportiva da quadra poliesportiva que utiliza lâmpadas de 400 W.

Em relação ao sistema de ar condicionado da instalação da escola, ele é composto por 15 aparelhos tipo janela e 03 aparelhos de ar condicionado tipo split em operação. A tabela abaixo discrimina a potência total do ar condicionado.

Tabela 3 - Escola Gloria Peres: Sistema de ar condicionado nos ambientes

Local	tipo	pot (BTU's)	quant	pot un(W)	pot total(W)
sala do diretor	janela	30000	1	3500	3500
secretaria	janela	30000	1	3500	3500
auditorio	split	48000	3	4600	13800
lab de informatica	janela	18000	2	2200	4400
lab de informatica 2	janela	18000	2	2200	4400
sala de video	janela	30000	1	3500	3500
sala dos professores	janela	18000	2	2200	4400
				total	37500

Nota: Levantamento in loco.

Um ponto analisado do sistema de ar condicionado foi o filtro de ar (tela) de todas as salas administrativas, e 80% deles estava repleto de sujeiras (quase que totalmente obstruído), isto é, o ar condicionado estava funcionando em situação crítica. Foi perguntado a coordenadora administrativa, qual o período de limpeza no ar condicionado. Ela respondeu, que era feito manutenção uma vez ao ano.

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

O circuito de alimentação do ar condicionado apresentou tensão de funcionamento abaixo da tolerância. A medição executada com voltímetro em duas oportunidades,

foi encontrado as duas tensões: fase-fase, 208 volts, às 10:30 h e 205 Volts às 19:30 h.

Outro uso final analisado minuciosamente foi os microcomputadores pessoais, presente em pequena quantidade na instalação.

Os microcomputadores utilizados na instalação possuem gerenciador de energia, incorporados de fábrica, uma vez que o sistema operacional Windows, bastante utilizado possui interface de fácil programação do gerenciador de energia do microcomputador.

6.4.1.2 Individualização do Consumo em Usos Finais

A partir de levantamentos por medição direta e inspeção de ambientes, foi utilizada metodologia de individualização do consumo global nos usos finais: iluminação, ar condicionado, microcomputador e demais equipamentos utilizados na escola. Os valores das grandezas utilizadas na individualização do consumo global são apresentados na tabela 6, abaixo.

Tabela 4 – Escola Glória Peres: individualização de consumo

Grandeza	**Potência**	
Sistema de Iluminação		
Iluminação interna	39,6 (kW)	
Iluminação externa	8,5 (kW)	49%
Sistema de ar condicionado		
Instalado	37,5 (kW)	38%
Bombeamento de agua		
Instalado	2,5 (kW)	3%
Outros equipamentos	9,7 (kW)	10%

Nota: Levantamento na escola.

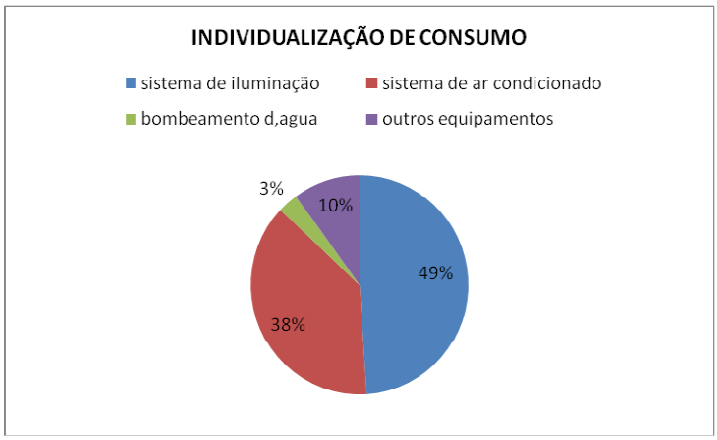

Figura 17 – Representação gráfica da tabela 6
Nota: Levantamento in loco.

É bom salientar que: na escola não foi encontrado projeto elétrico.

O consumo individualizado dos usos finais iluminação, ar condicionado, bomba d'água e outros equipamentos foram medidos individualmente, utilizando o analisador de energia minipa. Para conhecimento e analise dos circuitos existentes, o quadro geral de baixa tensão (QGBT) que está localizado na subestação abaixadora de 112,5 kVa, foram desligados todos os disjuntores. A partir daí com todos os circuitos desligado, foi possível fazer o ligamento de disjuntor por disjuntor para que realmente fosse conhecido o comportamento da demanda da instalação elétrica da escola.

Na primeira medição, foram ligados todos os ambientes que tinham iluminação existente e desligado o ar condicionado, máquina de escrever, geladeira, computadores e demais equipamentos para medir somente a potência da iluminação existente na escola.

Na segunda medição, foram ligados apenas os ares condicionados existente nos ambiente da escola e desligado a iluminação e os demais equipamentos para se obter o valor da potencia total instalado do ar condicionado.

Na escola Glória Peres, está sendo instalados 02(dois) ventiladores em cada sala de aula e não está sendo analisada a fiação geral do quadro de baixa tensão da escola.

6.4.1.3 - Potencial de Conservação de Energia Elétrica

O potencial de conservação de energia elétrica global da escola Glória Peres, pode ser estimado através do potencial de conservação de cada uso final da escola representado na tabela 6, acima.

A conservação de cada uso final pode ser calculada, estimado e pode ser implantado, tomado algumas ações que já foram tratados nos capítulos anteriores. São ações que quando tomadas o retorno é de curto prazo como:

a) Substituição da lâmpada fluorescente tubular de 40w por lâmpada fluorescente tubular de 32 W nas salas de aula e corredores;

Quantidade	Pot/Unid(W)	Consumo(W)
880	40	35.200
880	32	28.160
Total da economia		7.040

Quadro 3 – Quantidade
Nota: Levantamento in loco.

b) Substituição da lâmpada fluorescente tubular de 40W por lâmpada fluorescente compacta de 23W nos depósitos;

Quantidade	Pot/Unid (W)	Consumo (W)
110	40	4.400

110	23	2.530
Total da economia		1.870

Quadro 4 – Potência de lâmpadas
Nota: Levantamento in loco.

c) Substituição de lâmpadas vapor de sódio de 400W por lâmpadas vapor de sódio de 250W na área externa da escola;

Quantidade	Pot/Unid (W)	Consumo (W)
21	400	8.400
21	250	5.250
Total da economia		3.150

Quadro 5 – Economia de energia
Nota: Levantamento in loco.

d) Limpeza periódica nos filtros dos ares condicionados;

e) O desligamento do ar condicionado no horário de almoço;

f) Controle da iluminação da quadra de esportes (desligar a iluminação, quando não estiver sendo usada a quadra);

g) Desligar a iluminação dos corredores durante o dia;

h) Instalar sensores de presença nos corredores da escola.

6.4.1.4 - Custo para substituição das lâmpadas

Tipo de lâmpada (W)	quantidade	Preço unit (R$)	Valor total (R$)
32	880	4,60	4.048,00
23	110	7.80	858,00
250	21	38,00	798,00
Custo Total			5.704,00

Quadro 6 – Custo total para substituição de lâmpadas econômicas
Levantamento realizado na escola Glória Peres.

6.4.1.5- Economia realizada com a substituição das lâmpadas

Considerou a utilização das lâmpadas em média 8 h/d.

Tipo de lâmpada (W)	Economia (W)	Preço (kW)	Valor total (R$)
32	7040 x 8 x 30 = 1689600	0,349520	590,54
23	1870 x 8 x 30 = 448800	0,349520	156,86
250	3150 x 8 x 30 = 756000	0,349520	264,23
Custo Total			1.011,63

Quadro 7 - Potência economizada, quando da substituição de lâmpadas mais eficiente.
Levantamento realizado na escola Glória Peres

Quando substituído as lâmpadas fluorescente tubular de 40 Watts, por lâmpadas fluorescente tubular de 32 Watts, temos a economia de 7040 Watts conforme indicado no quadro 3. Quanto a economia de 7040 Watts é apenas em 01 hora e considera-se em média a utilização da iluminação de 08 horas por dia nas escolas. Como o mês tem 30 dias comerciais, multiplica-se por 30.

Conforme cálculos indicado no quadro 7, a economia de energia elétrica em R$ por mês substituindo as lâmpadas existentes por lâmpadas mais eficientes é R$ 1.011,63. Como o custo para adquirir as novas lâmpadas foi de R$ 5.704,00, que está calculado no quadro 6, então o retorno era conseguido no sétimo mês.

7 - CONCLUSÃO

Nas instalações elétricas da escola Glória Peres, a falta de padronização na distribuição das luminárias ao longo das salas de aula, secretaria, arquivos em geral é evidente. Os equipamentos de iluminação e ar condicionado, se encontram em condições precárias, devido à falta de cuidado para com eles. Isso acarreta grandes diferenças nas medições dos fluxos luminosos, cujos valores estão abaixo do exigido pela norma. Um dos grandes problemas das instalações da escola glória Peres é que não há documentação, como plantas, especificações das marcas das luminárias, lâmpadas, reatores, entre outras coisas para posterior orientação aos usuários e administradores da escola sobre projeto luminotécnico.

Algumas ações os diretores de escola devem tomar:

- Orientar o uso do manual de normas e procedimentos técnicos, para que tenhamos resultados no uso eficiente de energia elétrica nas escolas e que venha ser adotado pelos órgãos da administração pública 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.

Logo após o racionamento de energia enfrentado entre os anos 2001 e 2002, houve uma conscientização considerável na população em geral no Brasil. Além de haver um amplo potencial disponível de economia de energia, há a possibilidade de que, após o período de emergência, a maioria das pessoas já tenha retomado ou venha a retomar os seus antigos vícios de consumo, já que o período de racionamento foi visto como uma situação de emergência.

No Acre a conscientização não teve muita repercussão (não houve racionamento), em decorrência do sistema gerador ainda era a óleo diesel e isolado.

Devemos concentrar os esforço para o uso eficiente de energia elétrica independentemente de região ou Estado, porque só assim estaremos contribuindo para uma sustentabilidade ambiental. Temos que ter ações concretas, através da

mídia e relações públicas em escala municipal, estadual e federal, de maneira justificada plenamente para o envolvimento da máquina do Estado em seu planejamento e execução.

No levantamento realizado na escola Glória Peres, ficou caracterizado que as instalações elétricas da escola, precisam de investimentos e a implementação de medidas para o uso racional e eficiente da energia elétrica. No estudo realizado, foi encontrado nas instalações elétricas, iluminação e condicionadores de ar fora de Padrões que não atende as normas vigentes. Em sua maioria os equipamentos elétricos encontrados na escola precisam de substituição e recuperação como, por exemplo: lâmpadas fluorescente tubular de 32w, que poderia substituir as lâmpadas fluorescente tubular de 40w; distribuição das luminária nas salas, de maneira que se obtenha os lumens padronizados.

Existe a necessidade de ter programas permanentes para o uso racional e eficiente de energia elétrica nas escolas do Estado do Acre, é necessário também que a Secretaria de Educação do Estado crie grupo gestor para a disseminação do uso racional e eficiente de energia elétrica nas escolas públicas. Fica também, o desafio para a Secretaria de Educação buscar, 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, relativo à redução do consumo, são imediatos como mostrado no ítem 6.4.1.5 , 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, informação e mudanças de hábito das pessoas.

O Brasil possui Programas maduros e de grande abrangência.

Conservação de energia é uma tarefa de todos.

Existe legislação favorável, mas que ainda carece de novos instrumentos.

Há um imenso potencial de Eficiência Energética ainda a ser explorado.

REVISÃO ORTOGRÁFICA

ALVES, Sizenando Silveira. **A regulação como incentivo à eficiência energética**. [S.l.]: [s.n.], 2002. 1 CD-ROM.

ARAGÃO, Alexandre Santos de. O poder normativo das agências reguladoras independentes e o Estado democrático de direito. **Revista de Informação Legislativa**, Brasília, n. 148, out./dez. 2000.

BICALHO, Ronaldo G. **As mudanças tecnológicas no setor elétrico.** Rio de Janeiro, 1998. Mímeo.

BRASIL, **Lei n. 9.649, de 27 de maio de 1998**. Dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em 29 out. 2009.

COPNET. Programa Nacional da Racionalização do uso dos derivados de petróleo e do gás natural. Disponível em: <http://www.conpet.gov.br/noticias/noticia.php>. Acesso em: 12 dez. 2009.

CREDER, Helio, **Instalações elétricas**. 15. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

EHLERS, Eduardo. **Agricultura sustentável**: origens e perspectivas de um novo paradigma. 2. ed. [S. l.]: Livraria e Editora Agropecuária, 1999.

ELETROBRÁS. Dirigida por José Antonio Muniz Lopes. 1962-2010. Apresenta informações sobre a empresa que atua nos mercados de energia de forma integrada, rentável e sustentável. Disponível em: http://www.eletrobras.com.br/elb/portal/data/Pages >. Acesso em: 15 jan. 2010.

FIANI, Ronaldo. Teoria da regulação econômica: estado atual e perspectivas futuras. **Textos para discussão**, Rio de Janeiro: Instituto de Economia/UFRJ, n. 423, 1998.

GOLDEMBERG, José. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento**. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2001.

GRAU, Eros Roberto. **Elementos de direito econômico**. São Paulo: Ed. Revista dos Tribunais, 1981.

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES - LabEEE. Atua visando reduzir o consumo específico de energia em edificações novas e existentes, através da implantação de novas tecnologias de iluminação, condicionamento de ar

e isolamento térmico. Disponível em: < http://www.labeee.ufsc.br/pos >. Acesso em: 19 jan. 2010.

LAMBERTS, R; LOMARDO, L. L. B. **Eficiência energética em edificações**: estado da arte.Brasília: Procel/ELETROBRÁS. 1996.

MAMEDE FILHO, J. **Instalações elétricas industriais**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

MEIRIÑO, M.J. Arquitetura e sustentabilidade. **Arquitextos,** v. 47, 2004. Disponível em: < http://www.vitruvius.com.br/ arquitextos/ arq 000/esp227.asp >. Acesso em: 15 ago. 2009.

MIRASGEDIS URGE-VORSATZ, D., S. Koeppel, S. Uma avaliação dos instrumentos da política de redução das emissões de CO2 os edifícios . **Building research and information.** v. 35, n. 4, p. 458-477, 2007.

MOISAN, F. **Energy efficiency:** an option for sustainable development. [S.l.]: Conselho Mundial de Energia (World Energy Council /ADEME), 2006. Disponível em: <http://www.eskom.co.za/content/Moisan.ppt >. Acesso em: 20 ago. 2009.

MOREIRA, E.M. ; GRIMONI, J.A.B.; UDAETA, M.E.M. Gerenciamento pelo lado da demanda: uma contribuição para o desenvolvimento sustentável. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO, 4., 2004. Itajubá – MG. **Anais...** Itajubá, USP, 2004.

OLIVEIRA, P. M. P. **Modelagem da luz natural na arquitetura aspectos qualitativos e quantitativos**. São Paulo: ANTAC/EPUSP, 1994.

PEREIRA, F.O.R. **Método de determinação da iluminação natural em ambientes internos**. 2007. (Monografia)- Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

PIZOTTO, E**. Luz e cor nos ambientes de trabalho**. Método simplificado para a avaliação de iluminação natural em anteprojetos de escolas de ensino estadual de São Paulo. São Paulo: UNICAMP, 2001. Disponível em: <www.fec.unicamp.br/~doris/pt/artigos/con_html/pdf> Acesso em: 15 ago. 2009.

PROCEL. Disponível em: <http://www.educacao.rj.gov.br/arq_pdf/manual_PROCEL_orientacoes_gerais_predios_publicos.pdf >. Acesso em: 15 nov. 2009.

PROCEL-EDIFICA. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/eletrobras/reg.etiquetagem.voluntaria.php >. Acesso em: 23 mar. 2010.

ROMEIRO, A. R. **Meio ambiente e dinâmica de inovações na agricultura**. São Paulo: Annablume; FAPESP, 1998.

SCARAZZATTO,P. S. et. al. The dynamic of daylight in tropical climates and its influence on Indoor environment. In: THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDOOR AIR QUALITY AND CLIMATE, 7., 1996. Nagoya, Japan. **Anais...** Japan: 1996. p. 185-226.

URGE-VORSATZ, Diana et al. Mitigação das emissões de CO2 do uso de energia nos edifícios do mundo. **Building Research & Information,** v. 35, n. 4, p.379 – 398, 2007.

WIEL, S. **Standards & labeling guidebook for appliances, equipment, and lighting**. 2005, Disponível em: <http://www.clasponline.org/showtool.php?no=289 >. Acesso em: 20 set. 2009.

ZIMMERMANN, M. P. **Eficiência energética:** um desafio estratégico para o MME. Brasília: MME, 13 jul. 2006. Disponível em: <www.mme.gov.br/download.do;jsessionid=25C177EBFAC9E237260031436376BDE6?attachmentId=7524&download>. Acesso em: 20 nov. 2009.