

PROGRAMA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Felipe Augusto Monteiro Ramalho

Gestão Energética em Edificações

Estudo de caso com análise do perfil de consumo e de demanda, do ar condicionado e iluminação de uma instalação predial administrativa, visando uma redução financeira.

Monografia apresentada como forma de avaliação final do Curso de Especialização em Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética, orientador Professor MSc. Enio Akira Kato.

São Paulo

2013

PROGRAMA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Felipe Augusto Monteiro Ramalho

Gestão Energética em Edificações

Estudo de caso com análise do perfil de consumo e de demanda, do ar condicionado e iluminação de uma instalação predial administrativa, visando uma redução financeira.

Monografia apresentada como forma de avaliação final do Curso de Especialização em Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética, orientador Professor MSc. Enio Akira Kato.

São Paulo

2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Ramalho, Felipe Augusto Monteiro

**Estudo de caso com análise do perfil de consumo e de demanda do ar condicionado e iluminação de uma instalação administrativa, visando uma redução financeira / F.A.M. Ramalho. -- São Paulo, 2013.
40 p.**

Monografia (Especialização em Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Programa de Educação Continuada em Engenharia.

**1.Consumo de energia 2.Energia (Demanda) 3.Ar condicionado
4.Iluminação I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Programa de Educação Continuada em Engenharia II.t.**

DEDICATÓRIA

Agradeço primeiramente a Deus por me abençoar e conduzir meus caminhos.

A minha irmã Juliana, meus pais Otilia e Carlos e a minha esposa Alessandra, pois sem eles nada disso seria possível.

A minha avó Antonia, pelo estímulo e pelas orações que fizeram chegar até aqui.

Aos professores Eduardo Ioshimoto e Enio Akira Kato, que me inspiraram em suas aulas para que seguisse na linha da eficiência energética.

RESUMO

Este trabalho descreve um estudo sobre gestão energética utilizando-se da norma NBR ISO 50.001:2011, realizado em uma edificação em Brasília, localizada dentro da Zona Bioclimática 4 Brasileira, com 13 andares, área total equivalente a 35.000,00 m² e cerca de 2.000 ocupantes trabalhando dentro do horário comercial, das 09:00 horas da manhã até as 18:00 horas.

As premissas deste estudo partiram de uma reunião inicial entre a empresa contratada para desenvolvimento deste estudo e o contratante, o proprietário, onde foram discutidos os limites de atuação e os focos destas ações.

Dentro de um consenso, foram avaliados os seguintes itens:

- Demanda, Consumo e Contrato de Energia Elétrica
- Ar Condicionado
- Iluminação

Após estas definições, é descrito como será abordada uma das principais partes que é a coleta de dados, parte importantíssima dentro de um projeto de gestão ou eficiência energética.

Após o levantamento dos dados da instalação, este trabalho passa para uma análise do Consumo e Contrato de Energia Elétrica, em que é descrito como foi traçada a linha base deste projeto, bem como uma explicação de como é feita uma análise para otimização de um contrato de demanda com análise tarifária.

No tópico Iluminação a análise foi baseada em um “retrofit”, mas antes do diagnóstico, foi analisada a viabilidade deste projeto.

O ar condicionado, um dos agentes de maior consumo dentro de uma instalação deste tipo, fará parte desta análise pois pode ser tirados muito exageros em sua operação.

Por fim, foi apresentado os resultados de todas estas ações sinalizando o quanto é importante a visão de eficiência e a procura por gestão dos recursos prediais.

Palavras chave: Estudo de Caso de Gestão Energética em Edificação Predial Administrativa; Eficiência em Edificações; Análise de Demanda; Análise Tarifária; Ações de Eficiência Energética; Sistema WEB Energy.

ABSTRACT

This paper describes a study about energy management using the NBR ISO 50.001:2011. It was realized in a building in Brasilia, located within the Brazilian Bioclimatic Zone 4, with 13 floors, total area of 35,000.00 m² and about 2,000 occupants working within business hours, from 09:00 until 18:00 hours.

The assumptions of this study started from an initial meeting between the company contracted to develop this study and the contractor, the owner, where they discussed the limits of operation and focuses on these actions.

Within a consensus, we evaluated the following items:

- Demand, Consumption and Electricity Contract
- Air Conditioning
- Lighting

After these settings, is described as will be abroad one of the main parts that is data collection, the main role within a project management or energy efficiency.

After the data surveying of the installation, this job pass for an analysis of Consumption and Electricity Contract, which is described as the base line was drawn from this project as well as an explanation of how an analysis for optimization of a contract demand with pricing analysis.

In the topic of the Lighting the analysis was based on a "retrofit" but before diagnosis, we analyzed the feasibility of this project.

The air conditioning, one of the agents increased consumption within a facility of this type, will be part of this analysis because it can be taken much exaggerations in its operation.

Finally, we presented the results of all these actions indicating how important it is the vision of efficiency and demand for resource management buildings.

Keywords: Case Study on Building Energy Management in Administrative Building; Efficiency in Buildings; Demand Analysis; Tariff Analysis, Energy Efficiency Stocks, Energy System WEB.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SGE	Sistema de Gerenciamento de Energia
BAG	Bombas de Água Gelada (fazem a distribuição da água gelada entre os chiller's e os fancoil's).
EER	Razão de eficiência energética, ou seja, a relação entre a capacidade do equipamento em BTU/h e a energia gasta para fazê-lo funcionar em Watts.
“Fancoil”	Unidades climatizadoras que fazem o insuflamento de ar frio para os ambientes climatizados.
TR	É uma unidade de medida para carga térmica e é comumente utilizada para equipamentos a partir de 60.000 BTU/h. Quer dizer Tonelada de Refrigeração. Cada TR equivale a 12.000 BTU/h.
PIMVP	Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance
M&V	Medição e Verificação
MTEP	Milhões de Toneladas Equivalentes de Petróleo
TEP	Toneladas Equivalentes de Petróleo

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de Sistema de Gestão Energética (NBR ISO 50.001, 2011, p.vii).	11
Figura 2 - Exemplo de um sistema de climatização a Chiller e Fancoils	16
Figura 3 - INSULFILMCLIMATIZADO (INSULFILM ARQUITETÔNICO, 2011).....	30
Figura 4 - Diagrama conceitual de processo de planejamento energético (NBR ISO 50.001, 2011, p.17).	37

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição de Demandas por cargas Principais	19
Gráfico 2 - Demanda Anual 2012 [kW].....	21
Gráfico 3 - Demanda Ativa Semanal [kW] – de 28/10/2012 a 03/11/2012	22
Gráfico 4 - Demanda Ativa Semanal [kW] – de 10/03/2013 a 16/03/2013	23
Gráfico 5 – Linha de Base Energética 2012 + Meta de Economia [kWh]	31
Gráfico 6 – IDE de kWh / Pessoas / Horas Trabalhadas.....	32
Gráfico 7 – IDE de kWh / m ²	32
Gráfico 8 – IDE de R\$ / MWh.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela de Dados de “Performance” RTAC 170 – “Standard Units” (p. 19)	
.....	25
Tabela 2 - Ações de Substituição da Iluminação.....	29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 Objetivo	12
1.2 Ferramentas de Análise	12
1.3 Metodologia	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 Consumo / Demanda de Energia Elétrica	15
2.2 Sistema de Ar Condicionado	15
2.3 Fator de Potência	16
2.4 Iluminação	17
3 AQUISIÇÃO DE DADOS.....	18
4 REVISÃO ENERGÉTICA	19
4.1 Análise do Uso de Energia	19
4.1.1 Identificação das Fontes de Energia Atuais	20
4.1.2 Análise da Demanda Contratada.....	20
4.1.3 Análise de Consumo	21
4.2 Identificação de áreas com um uso significativo de energia.....	24
4.2.1 Dados das Unidades / Horários de Funcionamento	24
4.3 Conforto Térmico – Ar Condicionado	25
4.4 Tipo de Iluminação	26
4.5 Carga de Computadores	26
5 OPORTUNIDADES DE MELHORAR O DESEMPENHO ENERGÉTICO;.....	27
5.1 Prioridade 1 – Alteração do Contrato de Demanda	27
5.2 Prioridade 2 – Automação do Ar Condicionado.....	27
5.3 Prioridade 3 – Correção do Fator de Potência	28
5.4 Prioridade 4 – Substituição da Iluminação	29
5.5 Novas Oportunidades de Pesquisas em Eficiência Energética	29
6 LINHA DE BASE	31
6.1 Indicadores de Desempenho Energético (IDE)	31
7 METAS / OBJETIVOS ENERGÉTICOS.....	33
8 PLANO DE AÇÃO.....	35
8.1 Responsabilidades	35
8.2 Competência e Treinamento	35
8.3 Comunicados.....	35
8.4 Documentação / Controle Operacional.....	36
8.5 Verificação (Monitoramento / Medição / Análise)	36
9 CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	39

1. INTRODUÇÃO

A busca pela eficiência e por gestão energética tem crescido muito nestes últimos tempos, sendo apoiada por muitas pesquisas e estudos que estão sendo disseminados em universidades, escolas e empresas, através de cursos, palestras, artigos técnicos, revistas e entrevistas no mundo todo.

Esta gestão tem sido bem vista pela sociedade e organizações, pois o futuro de um planeta sustentável pede por mais eficiência em tudo o que é gerado. A gestão abre a possibilidade de um maior conforto pessoal e melhora no ambiente de trabalho, gerando economia. Com um mundo cada vez mais competitivo, à eficiência em processos traz um diferencial no produto final.

De acordo com uma coluna no “site” da Petrobrás (2011) de Gestão Energética para Sustentabilidade do Negócio, o modelo de gestão energética se baseia em três pilares: eficiência energética e automação, suprimento de energia e manutenção. No contexto deste trabalho pode-se traduzir estes pilares em contratar energia de forma eficiente, automatizar e substituir equipamentos para elevar seu nível de eficiência e manter sempre os sistemas com manutenção de forma contínua, evitando falhas.

Este ato de gerir encaixa-se na estrutura PDCA (“**P**lan” – Planejar / “**D**o” – Fazer / “**C**heck” – Verificar / “**A**ct” – Agir) de melhoria contínua, onde as ações e o planejamento e a execução, não podem ser parados depois de concluídos (NBR ISO 50.001, 2011), como pode ser ilustrado com a figura a seguir:

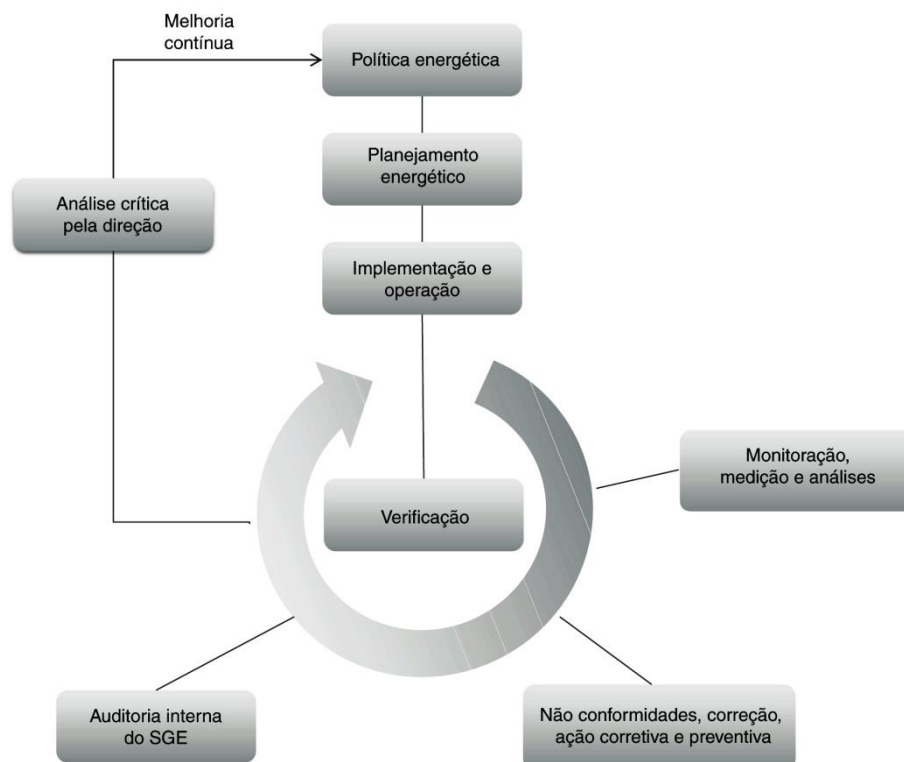


Figura 1 - Modelo de Sistema de Gestão Energética (NBR ISO 50.001, 2011, p.vii).

Muitas destas ações são comprovadas mediante aos números apresentados pelo texto a seguir extraído do Balanço Energético Nacional Brasileiro de 2012 que comenta sobre o aumento da eficiência energética da economia em:

“A oferta interna de energia (total da energia demandada no país) cresceu 1,3% em 2011 ante 2010, atingindo 272,3 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep). Foi uma evolução menor do que a do PIB (soma de todas as riquezas produzidas no Brasil), que, conforme o IBGE, expandiu 2,7%. O menor crescimento da demanda de energia significa que a economia brasileira gastou menos energia para produzir a mesma quantidade de bens e serviços. A demanda de energia per capita ficou em 1,41 tep por habitante.

O consumo final de energia (energia usada pelas pessoas e pelas empresas) cresceu 2,6%, mais do que a oferta interna, alcançando 228,7 Mtep. Isto significa que se usou menos energia para oferecer ao consumidor final o mesmo serviço energético. A diferença entre a oferta interna e o consumo final de energia é o que se gasta nos processos de transformação da energia primária (por exemplo, a energia gasta para gerar energia elétrica ou para produzir os derivados de petróleo)” (Balanço Energético Nacional, 2012, p.9).

Este programa de Gestão de Energia, também está sendo implementado em faculdades e outras instituições de ensino, como é o caso da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que possui dentro de seu campus o PRUEN – Programa de racionalização do uso da energia, no qual seus dados estão monitorados e

constantemente avaliados desde o ano de 2000, trazendo sempre uma melhora no conforto visual e térmico e nos aspectos econômicos a instituição (PRUEN, 2000).

1.1 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo utilizar-se de um estudo caso real de efficientização que foi aprovado para a execução pela diretoria de um condomínio, para aplicação de algumas regras de gestão de energia, para trazer os benefícios contínuos a esta instituição, sem deixar o projeto apresentado se perder com o tempo.

Outro objetivo é trazer ao leitor a ideia de um cenário real, fazendo com que o entendimento de algumas ações e de como as fazê-las fique cada vez mais transparente, podendo assim a partir deste ponto se aprofundar no assunto obtendo assim mais resultados positivos em seus novos desafios.

Este estudo de caso já realizado passará por alguns tratamentos para aplicar ações de eficiência energética em sua edificação visando a implantação de um Sistema de Gerenciamento de Energia (SGE), utilizando como orientação a NBR ISO 50.001 para minimizar os gastos com energia elétrica.

Este estudo de caso se deparou com algumas restrições comuns dentro de grandes clientes, que são impeditivas para a execução de algumas medidas por se tratar de substituições de equipamentos, estes casos foram tratados de outra forma afim de trazer a companhia benefícios e aplicabilidade de controles.

Em cada uma destas ações foi explicada a forma em que se chegou ao resultado e os motivos pelos quais foi levado em consideração, assim o leitor poderá saber como guiar-se dentro de um levantamento destas características.

1.2 Ferramentas de Análise

Na forma de explicar o passo a passo, das tomadas de ações, justificativas e conclusões, serão apresentadas a seguir algumas ferramentas de coletas de dados e análise que simulou alguns pontos deste trabalho.

Por se tratar de uma instalação de energia elétrica atendida no subgrupo de tensão AS, “tensão de fornecimento inferior a 2,3 kV, a partir de sistema subterrâneo de

distribuição” (ANEEL 414, 2010, p. 9), todas as informações de consumo, demanda e fator de potência, serão coletados através de um acoplador óptico que é ligado diretamente ao medidor de energia da concessionária que o atende, no caso a CEB. Neste acoplador trafegam os dados via protocolo de comunicação ABNT-CODI, padrão para todas as concessionárias do Brasil.

Estas informações foram recebidas por um gerenciador de energia da marca ACS-Automação, onde houve um tratamento interno e depois foram enviadas para um servidor remoto para serem tratadas.

Após esta coleta e transmissão de dados, as informações ficam disponíveis para o usuário do sistema, para que sejam visualizadas e aproveitadas no software WEB ENERGY que trabalha “nas nuvens”, ou seja, de qualquer lugar que se esteja é possível se conectar ao ponto e ter as informações on-line, bastando apenas ter acesso a internet.

Esta ferramenta possui vários tratamentos das informações já prontos dentro do sistema que irão facilitar em muito a gestão e a visualização das grandezas elétricas como um todo.

Outra ferramenta que deverá ser utilizada, e que é bem conhecida por muitas pessoas é o Excel. Nele irá ser inserido alguns dados de consumo para que seja feita comparações entre equipamentos e dados, apresentando resultados estimados a serem alcançados pelo projeto.

1.3 Metodologia

A metodologia aplicada é baseada na NBR ISO 50.001, que de acordo com seu texto tem a proposta de habilitar uma organização a estabelecer um sistema e processos necessários para trazer uma melhora no desempenho energético, incluindo eficiência energética, uso e consumo de energia.

Como um norte nestes trabalhos, deverá ser montado um planejamento energético que passará pelos seguintes assuntos:

- Aquisição de dados (Memória de Massa de Informação)
- Análise do uso de energia
- Identificação de áreas com um uso significativo de energia

- Identificar dentro destas áreas, oportunidades de melhorar o desempenho energético;
- Montar a Linha de Base (Verificando fatores ofensores)
- Trazer KPIs ou IDEs (Índices que revelarão dados de eficiência futura)
- Metas (Devem ter metas a serem alcançadas)
- Plano de Ação

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Abaixo segue alguns conceitos / definições que ajudarão no entendimento desta monografia.

2.1 Consumo / Demanda de Energia Elétrica

Abaixo segue algumas definições relativas a demanda:

“Energia Elétrica Ativa: aquela que pode ser convertida em outra forma de energia, expressa em quilowatts-hora (kWh);

Fator de Carga: razão entre a demanda média e a demanda máxima da unidade consumidora ocorridas no mesmo intervalo de tempo especificado”; (ANEEL REN 414, 2011, p.8).

“Demanda: média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado, expressa em quilowatts (kW) e quilovolt-ampère-reactivo (kVAr), respectivamente;

Demanda Contratada: demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela distribuidora, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados em contrato, e que deve ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW);

Demanda Faturável: valor da demanda de potência ativa, considerada para fins de faturamento, com aplicação da respectiva tarifa, expressa em quilowatts (kW);

Demanda Medida: maior demanda de potência ativa, verificada por medição, integralizada em intervalos de 15 (quinze) minutos durante o período de faturamento”; (ANEEL REN 414, 2011, p.9).

“Ultrapassagem de Demanda: Art. 93. Quando os montantes de demanda de potência ativa ou de uso do sistema de distribuição – MUSD medidos excederem em mais de 5% (cinco por cento) os valores contratados, deve ser adicionada ao faturamento regular a cobrança pela ultrapassagem conforme a seguinte equação”, (ANEEL REN 414, 2011, p.83).

2.2 Sistema de Ar Condicionado

O sistema de Ar Condicionado é composto por equipamento que retiram o inserem calor em um determinado ambiente.

Para esta aplicação, o sistema de ar condicionado que está instalado e em funcionamento neste edifício, é composto por chillers e fancoils a água.

Chiller é a unidade do sistema que faz o resfriamento da água, que neste sistema irá fazer a troca de calor. Este equipamento trabalha pressurizando e despressurizando o gás refrigerante R134a, que tira o calor do líquido que corre na instalação, no caso a água.

Fancoils são unidades que ficam presente próximo ao local a ser climatizado, que recebem esta água gelada e trocam calor com o ar ambiente através de trocador de calor e ventiladores que retiram o ar quente e insuflam o ar gelado.

Abaixo segue uma figura ilustrativa do funcionamento do sistema de climatização.

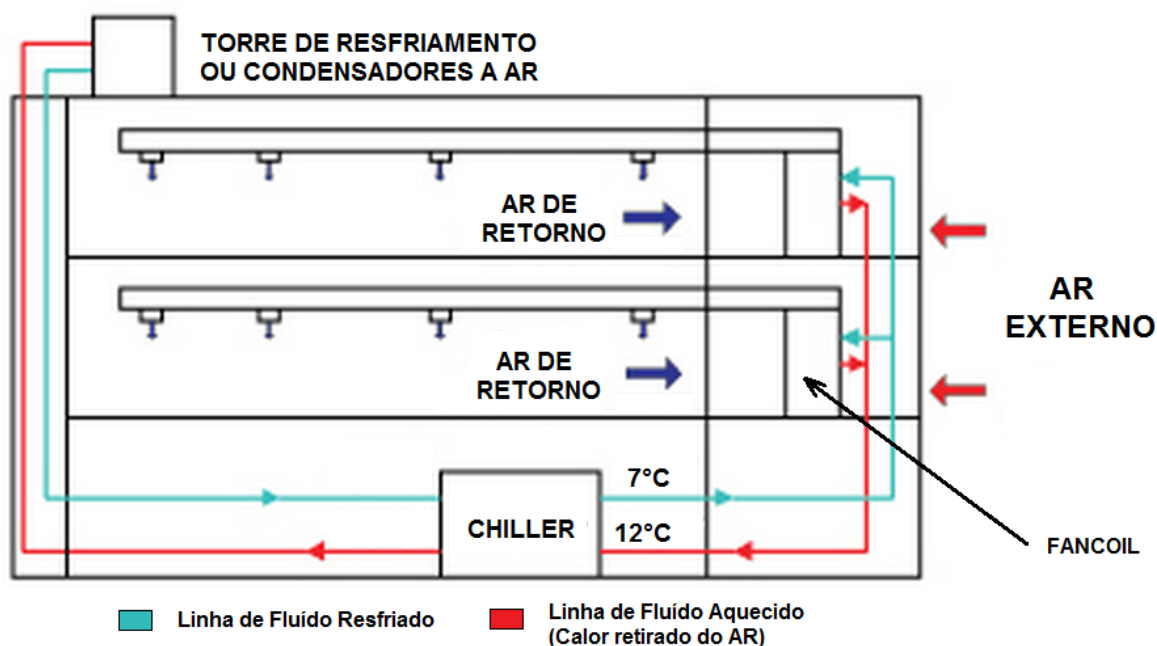


Figura 2 - Exemplo de Sistema de Climatização COM Chiller e Fancoils

2.3 Fator de Potência

Fator de potência é a relação entre a energia ativa e a energia reativa presente no sistema elétrico. O fator de potência é cobrado pela média horária que ficar abaixo do limite mínimo com valor de 0,92.

“Energia Elétrica Reativa: aquela que circula entre os diversos campos elétricos e magnéticos de um sistema de corrente alternada, sem produzir trabalho, expressa em quilovolt-ampère-reactivo-hora (kVARh)” (ANEEL REN 414, 2011, p.8).

O fator de potência pode ser capacitivo, quando o consumidor está gerando mais energia reativa do que consumindo, ou seja, quando está exportando para a rede. Fator de Potência indutivo acontece quando o consumidor solicita energia reativa da fonte geradora ou do sistema que está conectado.

Para a correção de fator, nos casos de consumidores indutivos, deve-se instalar um equipamento chamado de banco de capacitor. Este equipamento é instalado na rede elétrica e é responsável por gerar somente energia reativa, não aumentando o consumo de energia elétrica ativa com sua instalação.

2.4 Iluminação

O setor de iluminação vem crescendo rapidamente com muitas inovações. No mercado depois das lâmpadas incandescentes com uma baixa eficiência, chegaram as fluorescentes convencionais e compactas, as lâmpadas de descarga, halógenas e agora o LED e os Super LED, trazendo consigo a visão de alto desempenho e eficiência luminosa e a baixa manutenção.

As luminárias tradicionais fluorescentes, trabalham a partir de reatores, portanto além das trocas das lâmpadas, é preciso também a troca dos reatores que possuem uma vida útil restrita e se estragam. Com isso, o desenvolvimento das lâmpadas com LED chegou a uma lâmpada chamada de TuboLED com encaixe exatamente no formato das T8 mas com um consumo 40% menor e uma iluminância maior.

Esta vantagem se dá, pois o LED não tem seu funcionamento com as lâmpadas tradicionais, ele trabalha com foco e não emitindo luz para todos os lados, como as convencionais, portanto não depende de luminárias com bons defletores para aumentar seu rendimento. Com esta emissão de luz em todo seu raio, no caso das tubulares, acaba que a própria lâmpada cria uma área de sombra por sua própria carcaça, ou seja por este motivo que a evolução destas lâmpadas traz o afinamento de seu corpo, reduzindo seu raio. No caso das tubulares e toda esta iluminação que é jogada de volta a seu corpo, jogando fora toda a energia consumida para gerar esta potência luminosa.

3 AQUISIÇÃO DE DADOS

Foram utilizados os dados de um relatório de ações de eficiência energética que foi aprovado para a execução pela equipe responsável por novas implantações prediais, onde foram retirados os dados deste janeiro de 2011 através de faturas de energia elétrica e pelo gerenciador de energia a partir de outubro de 2011, tendo seus registros sendo colhidos de 15 em 15 minutos, onde continua em funcionamento. Desta forma, poderemos comparar mês a mês (como uma redundância) se os dados de ambos estão coerentes.

Nestes tipos de sistema de coleta de dados, gerenciadores, além de oferecer medições como Consumo kWh, Demanda kW Ativa e Reativa, fator de potência e relatórios distintos, sua precisão é muito alta sendo aceitável um erro máximo, devido a alguma falha de comunicação ou outro acontecimento, de 0,1%.

Estes registros devem ser mantidos no mesmo sistema para fins de comparações para a real conclusão de que o projeto está tendo sucesso.

Outros dados como área, número de ocupantes, atividades e outros, devem ser colhidos com as equipes responsáveis dentro da corporação e outros ainda mais específicos como tipo de luminárias, dados de máquinas devem ser levantados em campo, para melhor retratar sua disposição e funcionamento.

O levantamento em campo acompanhado por uma pessoa conhecedora da instalação revelam muitos dados que não são obtidos através de sistema e outros como perfis de utilização do prédio são identificados com conversas não diretas, que irão revelar como é a gestão atual da manutenção, horários, acionamentos, problemas recorrentes e etc.

Todos estes dados coletados, devem ser organizados na forma de um planilhamento, para que não sejam esquecidos. Eles serão úteis nas tomadas de ações e no planejamento da execução.

4 REVISÃO ENERGÉTICA

A revisão energética por definição é a determinação do desempenho da organização baseado em dados e informações que levam a identificar oportunidades de melhoria (NBR ISO50.001, 2011).

A seguir, pode ser verificadas as observações sobre os tópicos de análise do uso de energia e a identificação de áreas de maior consumo, que deverão ficar bem detalhadas para sua supervisão.

4.1 Análise do Uso de Energia

A análise do uso de energia reporta como é o perfil de usuário ou processo que está presente nesta instalação. Neste caso em específico, irá identificar qual é o comportamento de acionamento das cargas mais expressivas, quais são os horários de trabalhos das equipes envolvidas e quais são as rotinas de acionamento de equipamentos e as fontes atuais de energia do empreendimento.

Nesta etapa pode-se ter uma ideia de como está a gestão de manutenção interna, ou até mesmo se não há qualquer gestão aplicada na edificação.

O estudo apontou que existem pontos em que houve alguns exageros de consumo, que estão mostrados abaixo. Foi tomado como base para as identificações a seguir o ano de 2012, que reflete o cenário atual de consumo de energia, com as mesmas características físicas, de equipamentos e de ocupação da edificação.

Abaixo está representada a distribuição de demanda por cargas pesadas:

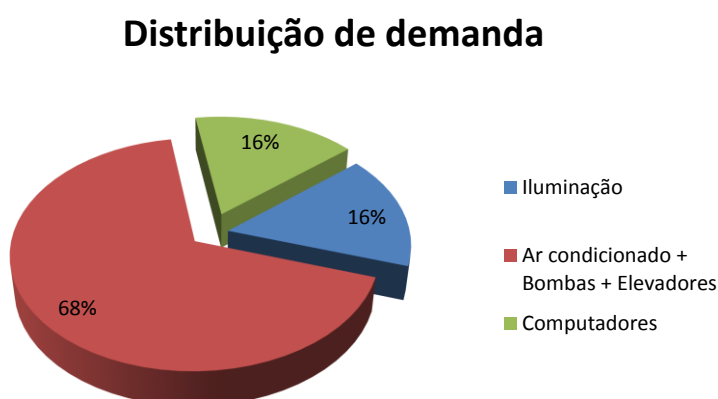


Gráfico 1 – Distribuição de Demandas por cargas Principais

4.1.1 Identificação das Fontes de Energia Atuais

Foram identificadas duas fontes de energia de abastecimento da unidade, a principal é o contrato de energia com a CEB e outro atualmente utilizado somente em emergências que é um gerador a diesel

Abaixo serão apresentados os dados de contrato de energia elétrica junta a CEB, que é a concessionária de fornecimento de energia local:

Tarifa:	Horossazonal Verde Grupo AS – Classe Comercial
Concessionária:	CEB Distribuição S/A
Contrato de demanda:	1.000 kW
Consumo médio mensal ponta:	29.568 kWh (9,95%)
Consumo médio mensal fora de ponta:	267.688 kWh (90,05%)
Custo médio mensal:	R\$ 100.559,61
Custo específico:	R\$ 0,338293/kWh
Demanda máxima registrada:	1.165 kW

Para a geração a Diesel, possuem dois motogeradores a diesel que suprem toda a carga do prédio, com as seguintes características:

STEMAC	1.000kVA / 380Vca
STEMAC	500kVA / 440Vca

Estes geradores hoje são utilizados apenas para a cobertura de falhas, picos e manobras de energia na concessionária e todo o tempo restante ficam ociosos.

A seguir será mostrado como está a situação atual da instalação, com uma breve análise da de sua demanda de energia e seu consumo.

4.1.2 Análise da Demanda Contratada

Abaixo mostra o gráfico de demanda referente ao ano de 2012, neste gráfico o estudo apontou uma subcontratação, onde pode ser notado que há um grande número de meses que ficaram acima da tolerância de 5% do contrato de demanda com a concessionária (linha verde contínua), que é de 1.000 kW, veja abaixo:

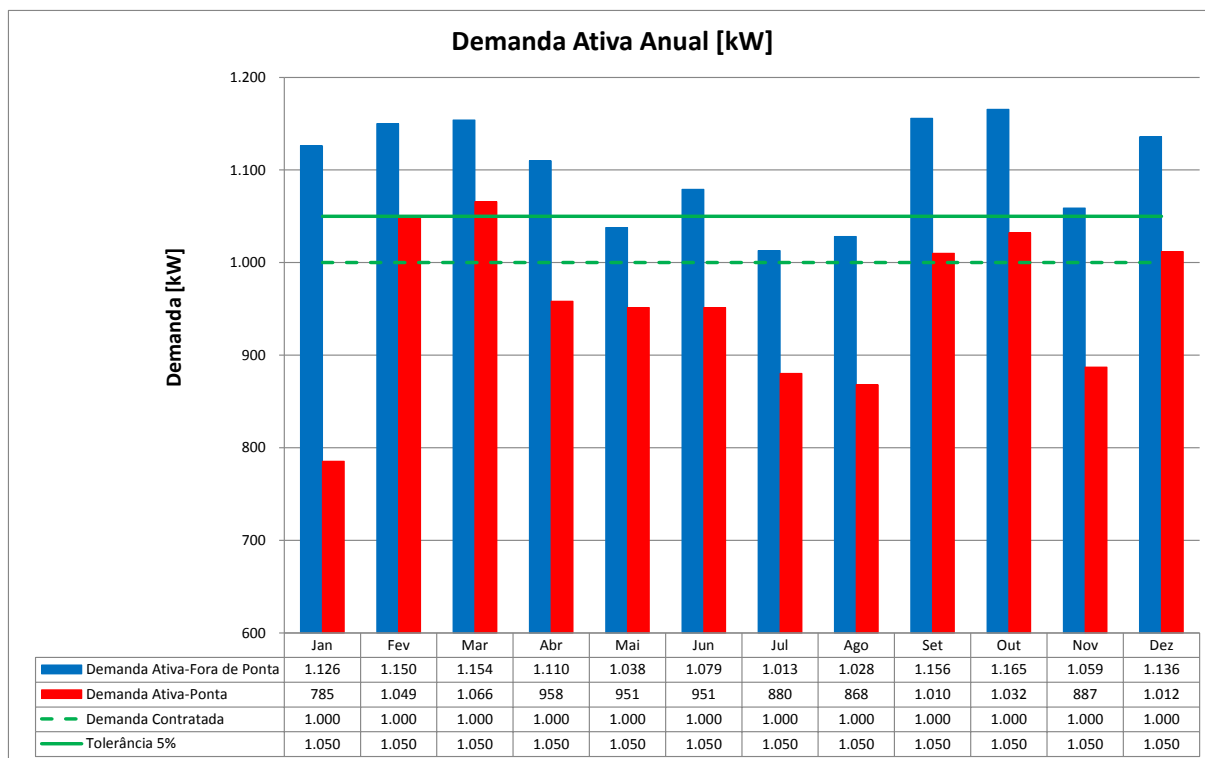


Gráfico 2 - Demanda Anual 2012 [kW]

Note de que acordo com o gráfico acima que mostra as demanda faturadas pela concessionária, possuem 9 em 12 meses que houveram ultrapassagens de demanda. Por este motivo, foi reavaliado este montante de contratação e sugerido que esta demanda aumentasse, passando assim para 1.113kW.

Esta reavaliação se obtém ganhos financeiros expressivos dentro de uma fatura de energia elétrica, no qual se deve sempre levar em consideração a aquisição ou a diminuição de cargas futuras do sistema.

4.1.3 Análise de Consumo

Explorando o gráfico proveniente do “software” WEB Energy, o gráfico de Demanda Ativa Semanal, é possível facilmente identificar a grande abertura do horário de funcionamento de máquinas, que no estudo foi identificado nos registros da manutenção que todas as cargas de iluminação e ar condicionado foram ligadas por volta das 04:30 horas da manhã, este gráfico além de reforçar a ideia apresentada acima da subcontratação de demanda pela extrapolação de 3 dias de ultrapassagem na mesma semana, mostra que há uma possibilidade de estudo de sobre regras de acionamento das cargas, fazendo com que o gráfico se estreite.

Esta redução é apresentada, segundo a análise, como um dos grandes vilões de excesso de consumo de energia elétrica.

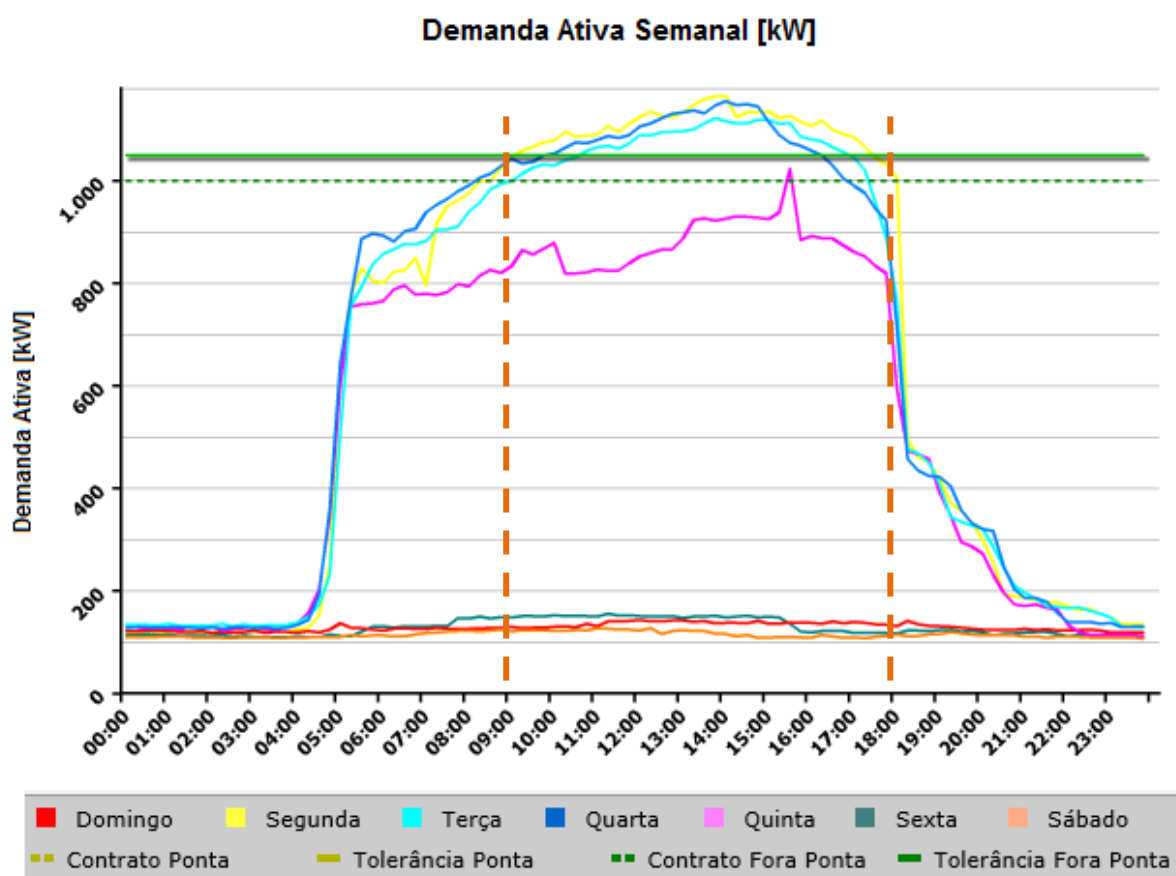


Gráfico 3 - Demanda Ativa Semanal [kW] – de 28/10/2012 a 03/11/2012

A análise prévia do consumo mostra também de uma forma macro, o comportamento dos acionamentos de grandes consumidores dentro de uma instalação. De forma a terem uma grande carga, seus acionamentos ficam bem demarcados nas curvas de demanda diária como exemplo a carga de iluminação ligando (1) e a carga de iluminação desligando (2), que está apresentando pelo gráfico abaixo, onde existe um acionamento mais regrado.

Foi utilizado um gráfico de demanda para analisar o consumo, pois na realidade a área traçada por este tipo de gráfico, nada mais é do que o consumo diário, onde o consumo é a demanda no tempo, ficando assim mais fácil sua visualização.

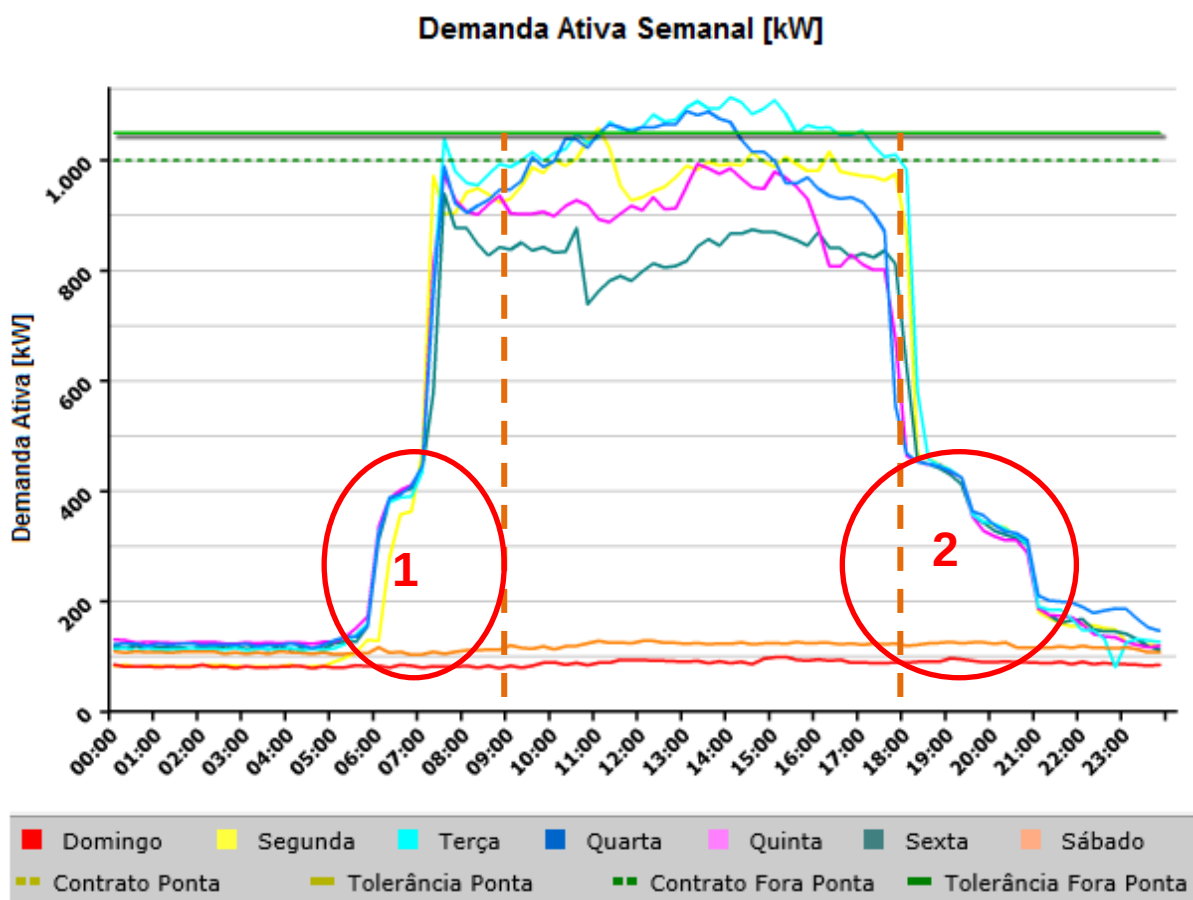


Gráfico 4 - Demanda Ativa Semanal [kW] – de 10/03/2013 a 16/03/2013

Na análise destes desperdícios apontados, deve ser todas as ações para que inibam estes acionamentos, fazendo assim com que haja em menor perda por usos não autorizados.

As linhas tracejadas em cor laranja nos gráficos 2 e 3 acima retratam o “horário de expediente”. Conforme apontado no estudo, estes horários onde as cargas estão sendo ligadas como de ar condicionado e iluminação, provem dá equipe de limpeza e abertura do prédio, que ao chegarem antes para executar seus serviços e acabam acionando todos os equipamentos de forma descontrolada.

De acordo com o estudo apresentado como base para esta proposta de gestão energética, foram comparados os consumos entre os anos de 2011 e 2012, neste foi apresentado um aumento de 4,5% no consumo e uma redução de 0,5% na demanda, a justificativa apresentada é que houve um aumento na temperatura média entre 2011 e 2012 que aumentou o consumo do ar condicionado, levando em conta que o número de funcionários se manteve desde aquela época até os dias

atuais. Este dado para o futuro deve ser melhor analisado levando em conta uma associação Grau-Dia a estrutura, assim podendo ser comprovada esta análise.

4.2 Identificação de áreas com um uso significativo de energia

A identificação destas áreas leva uma importância sobre as possíveis ações que podem gerar grandes resultados financeiros futuros, ao até mesmo deixar o projeto como negativo em sua questão de eficiência.

Outra de sua importância é chamar a atenção para novas tecnologias, que podem ser aplicadas diretamente nestes itens, que neste momento e para este estudo não foram discutidas mas, podem se tornar um novo projeto que se mostrará eficiente.

Assim, foram levantados os seguintes dados:

4.2.1 Dados das Unidades / Horários de Funcionamento

A seguir serão disponibilizados os dados que foram coletados pelo estudo que entrarão em alguns dos processos de gestão, que são:

Tipo:	Edifício com fachada de vidro, sem proteção solar, apenas cortinas internas.
Quantidade de Andares:	13
Área:	35.000m ²
Número de Ocupantes:	2.000
Número de Computadores:	2.000
Tipo de Ocupação:	Administrativa com uso apenas de computadores e periféricos
Horário de funcionamento:	das 09:00 às 18:00 horas
Data da Construção:	2003

Esta edificação por ser nova ainda não passou por nenhuma ação de eficiência energética, pois suas características permanecem as mesmas desde sua construção

4.3 Conforto Térmico – Ar Condicionado

A instalação da climatização é composta por quatro chillers na cobertura e dois fancoils em cada andar insuflando ar gelado para cada Ala (Sul e Norte), com as seguintes características:

- Unidades resfriadoras (chillers):

O sistema existente é composto por quatro chillers, marca Trane, modelo RTAC 170, com capacidade nominal de 170 TR (toneladas de refrigeração) cada chiller, totalizando 680 TR. Dois equipamentos atendem a Ala Sul e outros dois a Ala Norte. Cada chiller está equipado com dois compressores a parafuso. Refrigerante utilizado R134a. Eficiência desta máquina de acordo com seu fabricante é de 12,15 (EER) ou 3,65 (COP). Equipamentos com condensação a ar. Potência elétrica nominal 187 kW, cada chiller.

Tabela 1 - Tabela de Dados de “Performance” RTAC 170 – “Standard Units” (p. 19)
Table P-3 – RTAC 170 **Entering Condenser Air Temperature (°C)**

LWT °C	25			30			35			40			46			50		
	C.C. kW	Pl. kW/kW	COP kW	C.C. kW	Pl. kW/kW	COP kW	C.C. kW	Pl. kW/kW	COP kW	C.C. kW	Pl. kW/kW	COP kW	C.C. kW	Pl. kW/kW	COP kW	C.C. kW	Pl. kW/kW	COP kW
5	640.2	160.5	3.56	603.9	172.2	3.15	566.5	185.4	2.77	527.9	200.0	2.41	479.5	220.0	2.00	448.1	233.9	1.77
7	681.1	167.2	3.65	642.9	179.1	3.24	603.5	192.4	2.85	562.9	207.2	2.48	511.9	227.4	2.07	478.8	241.4	1.84
9	722.7	174.2	3.73	682.6	186.2	3.32	641.2	199.7	2.93	598.6	214.6	2.56	545.0	234.9	2.14	491.5	237.7	1.91
11	765.0	181.4	3.81	723.0	193.5	3.39	679.5	207.2	3.00	634.9	222.2	2.63	578.7	242.7	2.21	497.9	230.3	1.99
13	807.9	188.8	3.88	763.9	201.1	3.46	718.5	214.8	3.07	671.8	230.0	2.69	607.7	245.1	2.30	504.4	222.7	2.08

- Bombas de água gelada (BAG's):

Possuem 6 bombas de água gelada de 7,5CV, sendo três para cada chiller (duas são reservas).

- Unidades climatizadoras (fancoils):

O sistema é composto por 2 fancoils por andar, sendo um para atender a Ala Sul e o outro para a Ala Norte. Marca Trane, modelo WDPA 17KHB3100000 – potência 7,5CV – 380V – Trifásicos – vazão de ar de 9000 a 17000 m³/h. Operam das 7 horas às 19 horas, de segunda a sexta-feira. Temperatura de controle ajustada em 24,5°C. Abaixo segue características da operação identificadas:

- Temperatura de saída da água no evaporador: 5,5°C.
- Temperatura de entrada da água no evaporador: 11,1°C.
- Temperatura da água gelada: 6,1°C
- Temperatura limite de demanda: 120%
- Temperatura do ar externo: 22,7°C

4.4 Tipo de Iluminação

A iluminação umas das cargas principais desta edificação, não está tão defasada, pois conta com sistema lâmpadas fluorescentes de 32W, Branca Confort nas disposições de 1 ou 2x32W. As luminárias instaladas na região de escritório do edifício são de alta eficiência com refletores de alumínio de alto rendimento e com aletas para a redução do ofuscamento.

4.5 Carga de Computadores

Dentre as cargas pesadas a serem consideradas, entra neste critério as cargas provenientes de computadores, que para um ambiente de trabalho administrativo, estas máquinas possuem um trabalho linear ao longo de todo o dia. Nesta edificação foram listados 2.000 trabalhadores diretos, e em sua totalidade são utilizados computadores tradicionais, ou seja, para uma edificação deste porte, trabalhando com computadores modernos com telas de LCD / LED e por se tratar de um consumo de um PC (Computador Pessoal) de uso final, temos uma potência de cerca de 110 a 130W.

Este quesito não foi abordado neste estudo base desta gestão, mas existem inúmeras reportagens e matérias, mostrando que há uma enorme possibilidade de economia de energia fazendo a alteração de PCs por “Thin Clients”. Neste tipo de comparação, muitas pesquisas são apresentadas neste setor, como a reportagem no “site” do O Globo (2008) de Anderson Ferreira coordenador da Equipe de Infra-Serviços de Tecnologia, que administra os servidores da Infoglobo que colocou em ação a substituição de 250 estações de trabalho por terminais “Thin Clients” onde seu consumo não ultrapassa os 10% de um consumo de um PC tradicional. Como base de tempo para uma implantação neste porte, foi gasto um tempo entre planejamento e substituição total, 10 meses.

5 OPORTUNIDADES DE MELHORAR O DESEMPENHO ENERGÉTICO;

Neste estudo, foram realizadas algumas ações simples que serão mostradas abaixo, que trazem um retorno imediato em sua implantação. Estas medidas dão o parecer de que a empresa está interessada no momento em operações simples, que a própria equipe de manutenção predial, com pouco investimento, pudesse desenvolver de forma simples, mas olhando do ponto de vista geral, poderiam ser tomadas muitas outras ações que teriam sua rentabilidade garantida, mas que por alguma decisão não foram tomadas.

A seguir serão apresentadas as medidas propostas pelo estudo e também alguns comentários de outras oportunidades que poderiam ser feitas, elas serão priorizadas da seguinte forma:

5.1 Prioridade 1 – Alteração do Contrato de Demanda

Esta é uma alteração simples que por e-mail ou pelo próprio “site” da concessionária pode ser solicitada a alteração de demanda. No mês subsequente será aplicado o período de testes

- Contrato Atual 1.000kW
- **Novo Contrato 1.113kW**

Para esta alteração, não há custos envolvidos, apenas deve-se solicitar diretamente a concessionária de energia.

5.2 Prioridade 2 – Automação do Ar Condicionado

A automação dos equipamentos de ar condicionado irá ajudar na redução dos custos com acionamentos indevidos fora do horário estipulado e evitar o esquecimento após o expediente.

Esta automação irá ligar o sistema de Ar Condicionado cerca de 1 hora antes do expediente e desligar no mesmo horário de saída, permanecendo apenas os fancoils ligados por mais 30 minutos. Portanto teríamos a seguinte automação

- Chillers: das 08:15 às 18:00 horas
- Fancoils: das 08:00 às 18:30 horas

Outra mediada de automação que deverá ser inserida, é a automação das tomadas de ar externo. Esta ação é baseada em um controlador de abertura da tomada de ar, que se baseia em alguns parâmetros como: temperatura de ar interno, temperatura do ar externo e a quantidade de CO₂ presente no local refrigerado. Ou seja se a temperatura do ar externo estiver menor que a temperatura do ar interno, deve-se aproveitar desta fonte para resfriar o ambiente, chamada de ventilação seletiva de acordo com as estratégias de condicionamento térmico passivo para a Zona Bioclimática 4, no qual este edifício se encontra. Para isso também deve ser analisados os níveis de CO₂ presentes nos andares em dias muito quentes, estas tomadas de ar não podem ser simplesmente fechadas, pois melhorariam a eficiência do sistema de refrigeração, mas causariam a intoxicação por CO₂ em seus ocupantes.

5.3 Prioridade 3 – Correção do Fator de Potência

A correção do fator de potência é umas das prioridades apontadas pelo estudo. De acordo com o relatório de correção de fator de potência fornecido pelo “software” de monitoramento, deve ser instala um banco de capacitor de 122kVAr com acionamento através de um controlador de fator de potência que receba as informações do medido de energia da concessionária, com isso esta correção é visualizada na alta tensão, corrigindo também transformador que hora opera com carga e hora em vazio.

Deve ser estudado o melhor local para esta instalação e executar a ação com brevidade. Para menores custos, deve-se verificar a possibilidade de instalação em tensões mais altas da edificação, como por exemplo, entre um ramal de 380V e outro de 440V, deve ser estudado a possibilidade instalação no ramal de 440V, pois a bitola dos cabos diminuem e os bancos de capacitores ficam mais baratos.

Outra medição que deve ser executada no ramal de saída do transformador é a medição de harmônicos presentes nesta instalação. Estas componentes senoidais afetam diretamente a vida útil das células capacitivas e também trazem riscos a instalação de queima de equipamentos quando a uma harmônica entra em

ressonância com o banco e principalmente se esta ressonância estiver ligada a alguma harmônica de 3ª, 5ª ou 7ª ordem que tem maiores amplitudes. Os limites aceitáveis para esta medição são 3% de DHTv e 30% de DHTi, caso estejam muito próximos ou superem estes limites, deve ser avaliado a instalação de filtros de dissintonia neste banco de capacitor.

5.4 Prioridade 4 – Substituição da Iluminação

As ações do sistema de iluminação estão descritas através desta tabela:

Tabela 2 - Ações de Substituição da Iluminação

O QUE	COMO	POR QUE	ONDE
Eficientização do sistema de iluminação	Substituição de 5112 lâmpadas fluorescentes tubulares de 32W e 2556 reatores 2x32W por 5112 lâmpadas Tubo LED de 18W.	Para reduzir o consumo de energia elétrica e custos com manutenção	Escritórios
	Substituição de 162 lâmpadas fluorescentes tubulares de 32W e 162 reatores 1x32W por 162 lâmpadas Tubo LED de 18W.		Corredores das Garagens
	Substituição de 125 lâmpadas fluorescentes tubulares de 32W e 125 reatores 1x32W por 125 lâmpadas Tubo LED Sensor de 18W, com sensores de presença .		Vagas de Estacionamento das Garagens

5.5 Novas Oportunidades de Pesquisas em Eficiência Energética

Após as prioridades de implantação dos objetivos desta gestão, terá que ser avaliados outras oportunidades que o estudo não abordou, como por exemplo a colocação de “Insulfilm” especial para retenção da energia solar que atravessa com facilidade os vidros comuns. Este bloqueio faz com que haja uma menor utilização do ar condicionado pois reflete os raios solares, não deixando o ambiente quente. A seguir está representado este bloqueio do sol e os dados do “site” “Insulfilm” Arquitetônico (2011):



Figura 3 - INSULFILMCLIMATIZADO (INSULFILM ARQUITETÔNICO, 2011)

Outra oportunidade é o estudo de substituição do sistema de ar condicionado atual que utiliza chiller elétrico, por unidades de chiller a absorção solar com o aproveitamento do sol, que de acordo com o Atlas Solarimétrico Brasileiro (2000) possui uma média diária anual de 6 horas de insolação.

Outra oportunidade, aproveitando esta informação de energia solar abundante na região central do Brasil, poderia ser instalada de acordo com a resolução ANEEL 482/2012 (2012) uma microgeração elétrica na cobertura e assim jogar sua geração no sistema elétrico.

Outra oportunidade de trabalhos em pesquisa para futuras implantação é a substituição das estações de trabalho hoje “pessoais”, ou seja, cada pessoa na corporação tem seu PC de trabalho, por “Thin Clients”, estes equipamentos conforme descritos no item 4.5 desta monografia, apresentam um consumo muito baixo, cerca de 10% do consumo dos tradicionais desktops. Estes equipamentos, além de serem compactos e versáteis em suas mobilizações de funcionários dentro da empresa, este tipo de máquina não trabalha com HDs e com isso todas as pessoas não são donas de suas máquinas, assim existe a possibilidade de duas ou mais pessoas em diferentes turnos usufruírem do mesmo espaço, com isso além da economia em kWh de cada unidade, há uma melhora no fator de carga daquela instalação, pois terão horários de trabalhos e com isso melhora a eficiência na contratação da demanda, pois ela é melhor distribuída no custo final, onde será mostrada pelo índice R\$ / kWh.

6 LINHA DE BASE

A linha de base escolhida pelo estudo aprovado para a projeção das estimativas foi o perfil de consumo do ano de 2012 que, em reuniões chegou a um Índice importante que irá relatar as análises futuras que é o kWh / Pessoas / Horas Trabalhas.

A escolha desta linha de base e deste índice foi citado pois por justificativa que o efetivo de cerca de 2.000 pessoas se manteve, e por definições legais há uma exigência futura que as horas trabalhadas passem de 8 para 6 horas.

Abaixo segue a linha de base para apresentação desta gestão:

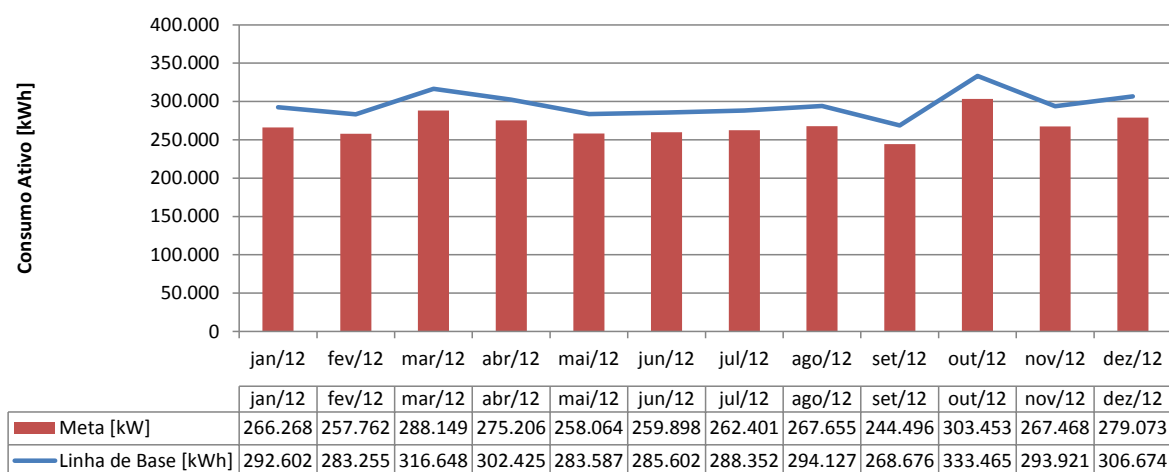


Gráfico 5 – Linha de Base Energética 2012 + Meta de Economia [kWh]

6.1 Indicadores de Desempenho Energético (IDE)

De acordo com as necessidades da instituição foram levantados os seguintes indicadores:

- kWh / Pessoas / Horas Trabalhadas (Gráfico 6)
- kWh/m² (Gráfico 7)
- R\$/kWh (Gráfico 8)

Estes indicadores servirão para fazer as análises futuras se houve eficiência ou não nas ações tomadas, pois analisando somente um perfil de consumo, não há como mostrar ou provar que houve uma redução no consumo.

Abaixo seguem gráficos com o comportamento mensal dos IDEs:

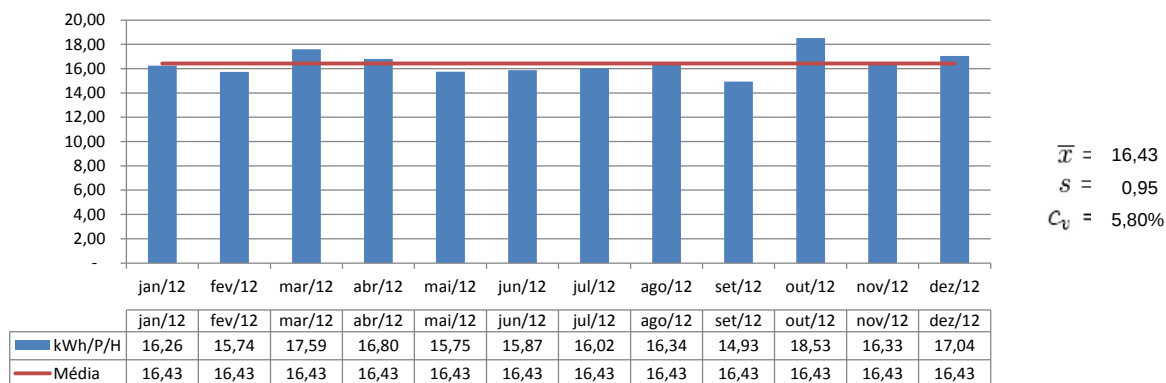


Gráfico 6 – IDE de kWh / Pessoas / Horas Trabalhadas

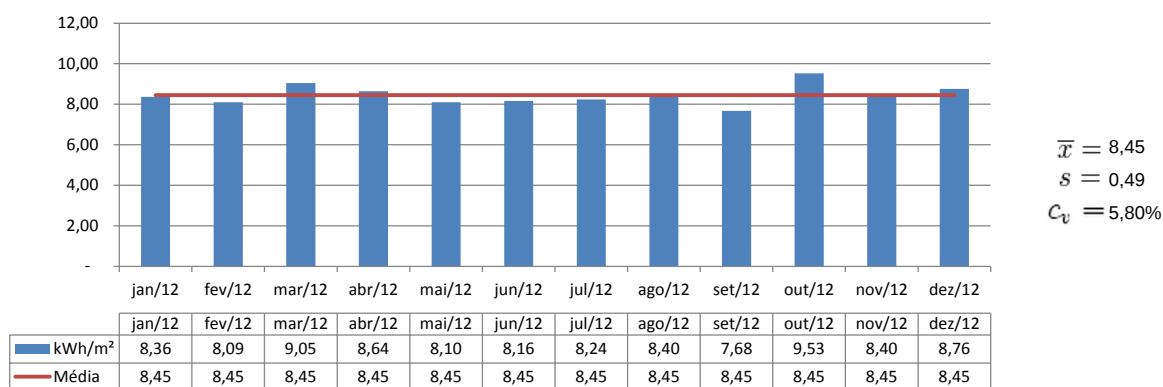


Gráfico 7 – IDE de kWh / m²

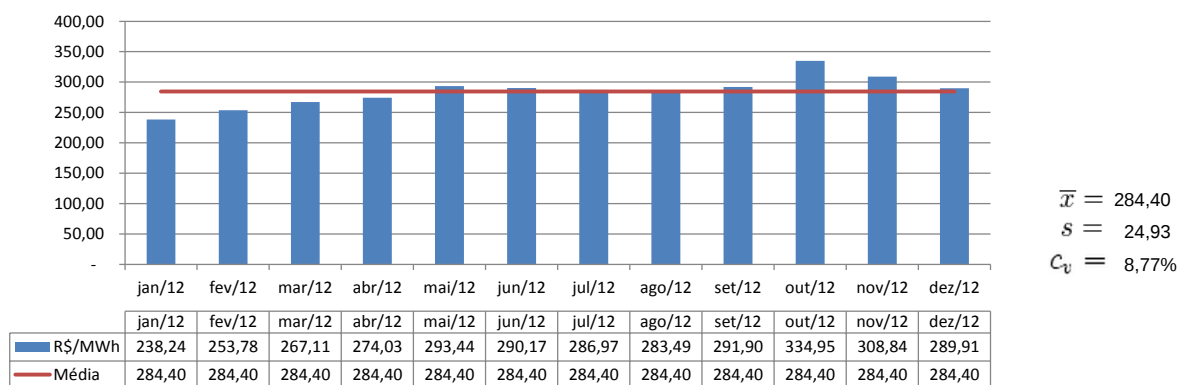


Gráfico 8 – IDE de R\$ / MWh

A partir destes acompanhamentos dos IDEs, poderá ser controlada a evolução dos trabalhos na gestão de energia elétrica.

7 METAS / OBJETIVOS ENERGÉTICOS

A principal meta é ingressar em um sistema de gestão focado em atender o escopo deste projeto, para isso deve ser montada a seguinte equipe composta de: Diretoria, Gestor e assistentes, Responsável pela Manutenção, Responsável por Divulgação, Verificador / Analista de Evolução das ações.

Assim que criada a equipe todo sistema deve trabalhar dentro do PDCA, no qual sempre após cada execução deve ser verificada sua evolução de resultados e analisada de que maneira pode ser melhorada.

Toda a equipe deve ter entender sobre todas as ações sugeridas pelo estudo, e com isso pretende-se chegar aos seguintes objetivos mensais:

Meta de Redução de Custos na Fatura de Energia Elétrica:

- Reconstrução de Demanda:
R\$1.500,00 / mês
- Automação do sistema de Ar Condicionado:
R\$4.000,00 / mês
- Correção do fator de Potência:
R\$600,00 / mês
- Troca da Iluminação:
R\$8.900,00 / mês

Redução do Consumo de Energia Elétrica [kW/h]:

- Automação do Sistema de Ar Condicionado:
4.000kWh / mês 1%
- Troca da Iluminação
24.700 kWh / mês 8%

Meta de Redução de Demanda [kW]

- Troca de Iluminação
79 kW

Totais de Metas de Reduções

- 9% do consumo [kW/h]
- 7% da Demanda [kW]
- R\$15.000,00/mês

8 PLANO DE AÇÃO

Toda organização deve montar seu plano de ação que qualquer colaborador que esteja envolvido nesta gestão, tenha conhecimento sobre os processos que estão sendo realizados.

8.1 Responsabilidades

Deverá ser definida a equipe técnica que ficará responsável pela a gestão, manutenção e análise dos dados diários.

Dentro desta equipe, deve ser muito bem caracterizada o envolvimento de cada funcionário em especifica tarefa.

A alta direção ou algum representante deve ter o poder de sustentar a gestão, pois será através dele o encaminhamento de diversas definições entras diferentes áreas.

8.2 Competência e Treinamento

Toda a equipe deve ser capacitada e frequentemente treinada com objetivo de manter sempre o foco nos resultados propostos pelas metas.

“Competência baseia-se na combinação relevante de educação, treinamento, habilidades e experiência” (NBR ISO 50.001, 2011, p.19)

8.3 Comunicados

Comunicados devem ser apresentados a toda organização o trabalho de gestão suas metas, para isso deve ser feito comunicados com a colaboração da alta direção, para a conscientização de todos, desde as pessoas envolvidas até os colaboradores mais distantes deste programa.

8.4 Documentação / Controle Operacional

Assim como o plano de gestão, deve ser criados critérios de documentação para documentação da ação, planejamento ou execução, como por exemplo, de um controle operacional, deve-se criar um documento com os relatos de qualquer manutenção ou manuseio de equipamento fora do cotidiano da organização, este tipo de ação irá documentar uma possível falha no alcance da meta, como exemplo uma reforma com o uso de marteleiros, fichadeiras, compressores.

8.5 Verificação (Monitoramento / Medição / Análise)

Deve-se manter os monitoramento inicial ou ainda colocar novos pontos de monitoração nas ações que serão feitas. Somente com este monitoramento mantido, será possível avaliar se as medidas foram bem sucedidas.

Deve ser frequentemente analisada todas as ações, pois o sistema de gestão somente tem sua funcionalidade garantida pois esta baseado na melhoria contínua PDCA.

9 CONCLUSÃO

Após a conclusão deste trabalho, fica evidente que não basta aplicar medidas de eficiência energética, há a necessidade de aplicar a norma NBR ISO 50.001:2011, para alcançar os sucessos dessas políticas de eficiência.

A utilização da norma NBR ISO 50.001 habilita a organização estabelecer sistemas e processos, a fim de melhorar o desempenho energético de forma eficiente ao uso e consumo de energia, reduzindo assim emissões de gases de efeito estufa, impactos ambientais e custo de energia.

Toda companhia visando melhorar a compreensão com um todo do processo de planejamento energético, deve passar por uma análise que está representada pela figura a seguir, definindo suas entradas do planejamento, a revisão energética e suas saídas:

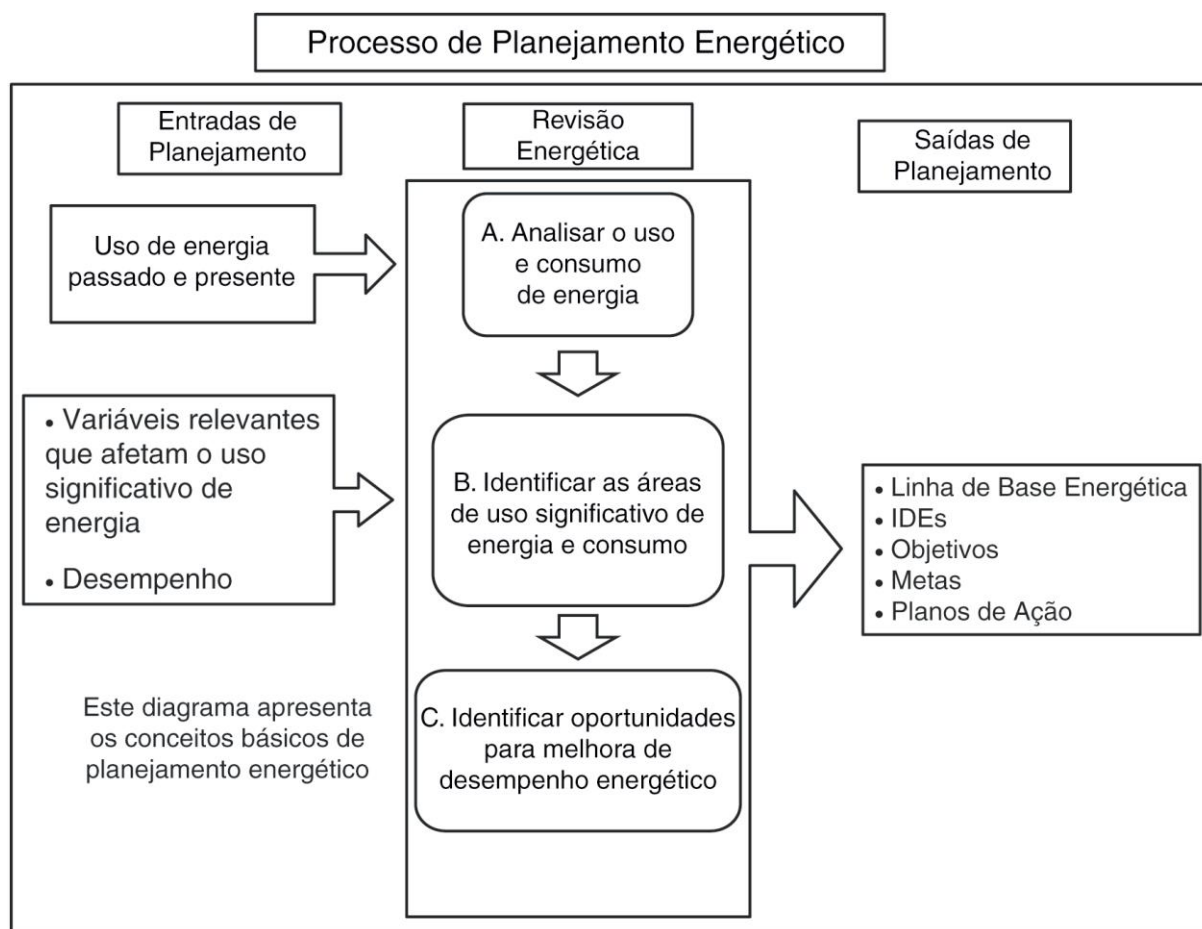


Figura 4 - Diagrama conceitual de processo de planejamento energético (NBR ISO 50.001, 2011, p.17).

É Importante ressaltar que para o sucesso da implantação da norma tem que ocorrer o comprometimento de todos os níveis da organização, principalmente de alta direção que deve disseminar a importância destas ações.

Com essa gestão sistemática implementada, as informações e ações não se perdem com o passar do tempo, uma vez que a estruturação da melhoria contínua PDCA, não só planeja e implementa os planos de ação da gestão de energia, como monitora e age para melhorar continuamente, mantendo a eficiência energética.

Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se avaliar o diferencial após a aplicação da norma NBR ISO 50.001:2011.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **REN 414/2010**: Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada. Brasília, 2010.

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **REN 482/2012**: Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Brasília, 2012.

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Manual para elaboração do programa de eficiência energética**. Brasília, 2008.

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **REN479/2012**: Altera a Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010, que estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada. Brasília, 2012

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **REN 1446/2013**: Homologa as Tarifas de Energia – TEs e as Tarifas de Uso dos Sistemas de Distribuição – TUSDs e estabelece a revisão das receitas das instalações de conexão referentes à CEB Distribuição S.A. – CEB-DIS e dá outras providências. Brasília, 2013

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413/1992**: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1992

CHIGUERU, T. et al. **Atlas Solarimétrico do Brasil**: banco de dados solarimétricos. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2000.

DA COSTA, G. J.C. **Iluminação econômica**. Porto Alegre: EDIPUCRS, Ed. 4, 2006.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanço Energético Nacional 2012**. Rio de Janeiro: EPE, 2012.

INSULFILM ARQUITETÔNICO. São Paulo. Fábrica de películas. Disponível em: <<http://www.insulfilmarquitetonico.com.br/informacoestecnicas-insulfilmclimatizado>>. Acesso em 25 mar. 2013

MONTEIRO, Marco Aurelio Guimarães Monteiro – ROCHA, Leonardo Resende Rivetti – **Gestão Energética**. ELETROBRAS / PROCEL & CONSÓRCIO EFFICIENTIA / FUPAI. Rio de Janeiro, 1a edição – 2005

O GLOBO. Rio de Janeiro. Jornal da globo on line. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/blogs/tecnologia/posts/2008/03/17/thin-client-90755.asp>>. Acesso em 25 mar. 2013

PROGRAMA DE RACIONALIZAÇÃO DO USO DE ENERGIA. Santa Catarina. Projeto de redução do uso de energia elétrica. Disponível em: <<http://www.pruen.ufsc.br/historico.htm>>. Acesso em 12 abr. 2013