

ROBERTO RIBEIRO DE AZEVÊDO CRUZ

**GERENCIAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA OTIMIZAR A QUALIDADE E
A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE GRANDES CONSUMIDORES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica - PPGEE, da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Clivaldo Silva de Araújo

JOÃO PESSOA - PB

2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Cruz, Roberto Ribeiro de Azevêdo

Gerenciamento de energia elétrica para otimizar a qualidade e a eficiência energética de grandes consumidores – João Pessoa, 2013.

Nº de páginas 76

Área de concentração: Sistema de Energia.

Orientador: Prof. Dr. Clivaldo Silva de Araújo.

Dissertação de Mestrado–Universidade Federal da Paraíba, Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica.

1. Eficiência; 2. Qualidade de energia; 3. Engenharia Econômica

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB
CENTRO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS E RENOVÁVEIS – CEAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA - PPGE

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação

**GERENCIAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA OTIMIZAR A QUALIDADE E
A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE GRANDES CONSUMIDORES**

Elaborada por

ROBERTO RIBEIRO DE AZEVÊDO CRUZ

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Elétrica.

COMISSÃO EXAMINADORA

PROF. DR. CLIVALDO SILVA DE ARAÚJO
(Presidente)

PROF. DR. SIMPLÍCIO ARNAUD DA SILVA
(Examinador Interno)

PROF. DR. HEBER PIMENTEL GOMES
(Examinador Externo)

João Pessoa/PB, 25 de fevereiro de 2014.

A minha família, pela compreensão e resignação pela nossa ausência do convívio familiar, temporário, em particular aos meus filhos Raiane e Rairon Fernandes de Azevêdo Cruz, que sempre estiveram presentes nas discussões e revisões da montagem desse trabalho. Aos meus colegas da Prefeitura Universitária que deram total apoio na realização da captura de todos os dados coletados ao longo dos anos e ao meu orientador professor Dr. Clivaldo Silva de Araújo, que mostrou-se sempre disponível para orientar no desenvolvimento desse trabalho.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente, aos meus familiares e aos colegas de mestrado pelo companheirismo e cumplicidade, de tantos dias e noites de estudos, requisitos estes que me fortaleceram a enfrentar tão nobre desafio.

Ao meu Orientador Professor Dr. Clivaldo Silva de Araújo, pela confiança depositada e pelos esforços e esmera dedicação neste período de grande aprendizado.

A todos os professores do PPGEE e particularmente ao secretário do programa, Rafael Cavalcanti, e as belas pessoas que deram todo o apoio para podermos desenvolver o nosso trabalho e suportar todas as pressões ocorridas desde o início até a conclusão do Mestrado. Sem o apoio dessas pessoas não seria possível o desfecho desse trabalho tão importante na minha vida profissional.

Aos colegas de mestrado, Robério Parentes, Robson, Jairo, Génisson, Marcos Moura e demais amigos e em particular ao amigo de convívio do período de graduação que se renovou agora com o PPGEE/UFPB, nessa nova etapa de nossas vidas, o nobre e querido, Edson Pessoa de Carvalho, pelos vários dias de estudos lá no nosso ambiente de trabalho que foi transformado num verdadeiro QG do nosso grupo de estudos ao longo de todo o curso e os vários aprendizados oriundos de discussões e questionamentos extremamente acalorados e contributivos para a consolidação deste trabalho.

O que é a filosofia senão uma maneira de refletir, não sobre o que é verdadeiro e o que é falso, mas sobre nossa relação com a verdade.

Michel Foucault, filósofo francês. 1926 - 1984 .

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS E TABELAS.....	VIII
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	II
RESUMO.....	III
ABSTRACT.....	IV
1 INTRODUÇÃO	6
1.1 SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	6
1.2 OBJETIVO.....	9
1.3 MOTIVAÇÃO.....	9
1.4 METODOLOGIA DO TABALHO.....	10
1.5 MODELO PROPOSTO.....	11
1.6 CONTRIBUIÇÃO DA PESQUISA.....	11
1.7 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 QUALIDADE DE ENERGIA.....	14
2.1.1 COMO MONITORAR A QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA.....	15
2.1.2 ALGORITIMOS DE CONTROLE DE DEMANDA ATRAVÉS DE EQUIPAMENTOS DA CCK QUE SERVEM COMO PARÂMETROS DE ESTUDO DE CARGA ELÉTRICA DO CAMPUS I DA UFPB.	17
2.1.2.1 Controle de Demanda utilizando o ponto de entrega da Concessionária com relação ao usuário e o sistema de medição adotado.	17
2.1.2.2 Controle da Demandas	18
2.1.2.3 Cálculos de Demanda.....	18
2.1.2.4 Tendência	18
2.1.2.5 Janela Deslizante	19
2.1.2.6 Maximus.....	19
2.1.2.7 Maximus com valor de carga	19
2.1.2.8 Algoritmo de Controle de Demanda	19
2.2 ÊNFASE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS INSTALAÇÕES.	23
2.2.1 Lâmpadas.....	23
2.2.2 Ar Condicionado.....	25
2.2.2.1 Medidas sem a necessidade de investimento.....	25
2.2.3 Motores e Bombeamento para abastecimento de Água	27
2.2.4 Aquecimento	27

2.2.5	Jardins.....	28
2.2.6	Garagens e Estacionamentos	28
2.2.7	Utilização de Equipamentos Elétricos em Geral.....	28
2.2.7.1	Freezers e geladeiras.....	28
2.2.7.2	Computadores.....	29
2.2.8	Instalação Elétrica	29
2.2.9	Limpeza e Conservação.....	30
3	CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA	32
3.1	INTRODUÇÃO	32
3.2	LEGISLAÇÃO ATUAL PARA DEFINIR O FATOR DE POTÊNCIA	33
3.3	TARIFAÇÃO DE REATIVOS.....	33
3.3.1	Fator de potência horário	34
3.3.2	Fator de potência mensal:.....	35
3.4	TRIÂNGULO DE POTÊNCIAS.....	35
3.5	CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA COM CAPACITOR.....	37
3.6	CONSEQUÊNCIAS E CAUSAS DE UM BAIXO FATOR DE POTÊNCIA	38
3.6.1	Perdas na Instalação.....	38
3.6.2	Quedas de Tensão.....	38
3.6.3	Subutilização da Capacidade Instalada	39
3.6.4	Vantagens da Correção do Fator de Potência	40
3.6.4.1	Melhoria da Tensão.....	40
3.6.4.2	Redução das Perdas.....	40
3.6.5	Tipos de Correção do Fator de Potência.....	40
4	CONTRATOS DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	43
4.1	CONCEITOS	43
4.2	ASPECTOS IMPORTANTES	45
4.3	LEIS E NORMAS	46
4.4	OTIMIZAÇÃO DE CONTRATOS DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	46
5	AÇÕES EFETUADAS.....	50
5.1	INTRODUÇÃO	50
5.2	RESULTADOS PRELIMINARES	51
5.3	OS EQUIPAMENTOS CCK 7600 E CCK 4400	52
5.4	RESULTADOS OBTIDOS COM OS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA O GERENCIAMENTO.....	54

5.4.1	Gerenciamento das subestações	54
5.4.2	Correção de fator de Potência.....	55
5.5	TARIFAÇÃO.....	69
6	CONCLUSÕES	73
	REFERÊNCIAS.....	75

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

FIGURA 1 – RELAÇÃO DO CONSUMO COM A CAPACIDADE INSTALADA.....	7
FIGURA 2 - MOSTRA A EVOLUÇÃO DE CONSUMO MENSAL DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL	8
FIGURA 3 - EVOLUÇÃO DE CONSUMO ANUAL DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL POR REGIÃO.....	9
FIGURA 4 - INTERVALO DE TEMPO PRA REGISTRO DE DEMANDA MÁXIMA .	17
FIGURA 5 – ILUSTRA A ATUAÇÃO DO CONTROLE RESIDUAL	22
FIGURA 6 - TRIÂNGULO DE POTÊNCIA.....	36
FIGURA 7 – CARGA INDUTIVA COM CAPACITOR EM PARALELO E DIAGRAMA FASORIAL	37
FIGURA 8 – DIAGRAMA COM MANEIRAS DE CORREÇÃO DE FATOR DE POTÊNCIA	41
FIGURA 9 - CCK 7600 GERENCIADOR DE ENERGIA.....	52
FIGURA 10 - CCK 4400 COM CAPACIDADE DE MEMÓRIA DE MASSA	53
FIGURA 11 – ÁREAS ACADÊMICAS E ORGÃOS SUPLEMENTARES DO CAMPUS I DA UFPB.....	55
FIGURA 12 - CONSUMO DE UM DIA ÚTIL COM FP BAIXO.....	58
FIGURA 13- CONSUMO DE UM DIA ÚTIL, 26/10/2007, DA SUBESTAÇÃO DO CCS.	59
FIGURA 14 - CONSUMO DE UM DIA ÚTIL, 26/11/2013, DA SUBESTAÇÃO DO CCS.	60
FIGURA 15 - CONSUMO DE UM DIA ÚTIL, 26/09/2007, DA SUBESTAÇÃO DA BC.....	60
FIGURA 16 - CONSUMO DE UM DIA ÚTIL, 25/06/2013, DA SUBESTAÇÃO DA BC.....	61
FIGURA 17 - DEMANDAS CONTRATADAS E O NÍVEL DO FATOR DE POTÊNCIA EM 0,97 CAPTURADO NO DIA 25/11/2013.....	68
TABELA 1 - TIPOS DE LÂMPADAS UTILIZADAS NAS INSTALAÇÕES EM ANÁLISE	24
TABELA 2 - POTÊNCIA TOTAL PARA FATORES DE POTÊNCIA CRESCENTES.....	39
TABELA 3 – RELAÇÃO DE TODAS AS SUBESTAÇÕES INSTALADAS NO CAMPUS I DA UFPB.....	56
TABELA 4 - MULTAS APLICADAS NOS ANOS DE 2002 E 2003.....	62
TABELA 5 - MULTAS APLICADAS NOS ANOS DE 2004 E 2005.....	63
TABELA 6 - MULTAS APLICADAS NOS ANOS DE 2006 E 2007.....	64
TABELA 7 - MULTAS APLICADAS NOS ANOS DE 2008 E 2009.....	65
TABELA 8 - MULTAS APLICADAS NOS ANOS DE 2010 E 2011.....	66
TABELA 9 - MULTAS APLICADAS NOS ANOS DE 2012 E 2013.....	67

TABELA 10 – VALOR DAS TARIFAS SEM OS ENCARGOS E IMPOSTOS.....	70
TABELA 11 - MOSTRA NÍVEIS DE CONSUMO EM KWH A PARTIR DE 2003.	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

GCS	Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica
LEHNS	Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
NTI	Núcleo de Tecnologia da Informação
kVA	Quilo Volt Ampères
QEE	Qualidade de Energia Elétrica
kWh	Quilo Watt Hora
kVArh	Quilo Volt Ampères Reativo Hora
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
VTCD	Variações Transitórias de Curta Duração
MHz	Mega Hertz
CTE	Constante
kW	Quilo Watts
DC	Demanda Contratada
DR	Demanda Residual
VAV	Volume de Ar Variável
FP	Fator de Potência
Cos ϕ	Cosseno do ângulo

RESUMO

GERENCIAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA OTIMIZAR A QUALIDADE E A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE GRANDES CONSUMIDORES

Neste trabalho é apresentado o gerenciamento do sistema de energia de um grande consumidor, com o objetivo de minimizar custos e desperdícios de energia elétrica, bem como propiciar o controle do comportamento do seu sistema de distribuição de energia elétrica, fazendo com que a unidade consumidora venha a ter condições de monitorar a energia recebida através da concessionária e entregue a seus usuários buscando atingir bons níveis na qualidade e eficiência energética. O trabalho é desenvolvido em um grande consumidor, UFPB-CAMPUS I, através da análise das informações quanto a sua eficiência energética, do gerenciamento do sistema utilizando equipamentos gerenciadores de energia elétrica e de técnicas para maior controle da qualidade e eficiência desejadas. Os resultados obtidos com o gerenciamento mostram detalhes da redução na fatura mensal da unidade analisada com a eliminação de multas provocadas pelo baixo fator de potência, melhores condições na contratação das demandas e as melhorias quanto à continuidade no fornecimento de energia. As medidas e soluções adotadas neste estudo podem ser aplicadas a outros consumidores com todas as condições de se chegar aos resultados esperados, respeitando suas particularidades e suas atividades produtivas.

Palavras-chaves: Gerenciar sistemas de distribuição, Redução de custos, Controle de parâmetros, Eficiência e Qualidade de energia elétrica.

ABSTRACT

MANAGEMENT OF ELECTRIC ENERGY TO OPTIMIZE THE QUALITY AND ENERGY EFFICIENCY FOR LARGE CONSUMERS

This paper presents the management of power system of a major consumer, with the objective of minimizing cost and waste of electric energy, as well as providing controlling of the behavior of its system of distribution of electric energy, causing the consumer unit to be able to monitorise the energy received through the dealership and delivered to their users, seeking to attain good levels in quality and energy efficiency. The work was developed in a large consumer UFPB CAMPUS - I, through the analysis of information regarding its energy efficiency, and system management using electric power management equipment and techniques to better control the quality and efficiency desired. The results obtained with the management show details of the reduction in the monthly bill of the unit analyzed with the elimination of fines caused by low power factor, improvements in hiring demands and regarding the continuity of energy supply. Measures and solutions adopted in this study can be applied to other consumers with all the conditions to reach the expected results, respecting their particularities and their productive activities.

Keywords: Manage distribution systems, reduction of costs, control parameters, Efficiency and Quality of electric energy.

1 INTRODUÇÃO

1.1 SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

Nos anos de 2001 e 2002 o Brasil enfrentou uma grande crise com a escassez na produção de energia elétrica devido à falta de investimentos neste setor ao longo dos anos (ALMEIDA, R.B), não apenas na área de geração, como também na transmissão e distribuição de energia elétrica em todo o país. Em consequência destes fatos, houve um período de racionamento deste insumo para todos os consumidores, que tiveram de buscar alternativas para viabilizar a economia de energia, sem que para isso fosse necessária a redução da produção ou o sacrifício das condições desejadas para o adequado funcionamento da cadeia produtiva, portanto, o racionamento de energia foi indispensável.

Uma unidade produtiva é mais eficiente energeticamente que outra, quando proporciona as mesmas ou até melhores condições operacionais, com menor quantidade de energia possível para a produção de determinado produto ou serviço.

Com o advento do racionamento (Brasil, Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (GCE)) ocorrido no período compreendido entre os meses de maio de 2001 a fevereiro de 2002, se fez necessária a participação de todos os agentes responsáveis pelo bom uso deste insumo. Em todo o país criou-se um envolvimento mais efetivo para desenvolvimento de técnicas onde surgiram vários trabalhos acadêmicos, bem como programas de governo, tais como os programas desenvolvidos pelo Procel, principalmente na área de eficiência energética, pondo em prática o melhor uso da energia elétrica pelos agentes envolvidos desde a geração até o consumidor final.

Na UFPB e em outras IFES foram criados os LENHS - Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento, que no caso da UFPB em muito vem contribuindo para o desenvolvimento de pesquisas utilizando-se novas tecnologias e metodologias com relação à Eficiência Energética para sistemas de abastecimento d'água, sistemas de irrigação e saneamento básico.

Com a aplicação dos recursos técnicos em eficiência energética, tem-se o propósito de evitar investimentos elevados sem que exista a intrínseca necessidade para a produção de energia elétrica, evitando impactos ambientais com a construção

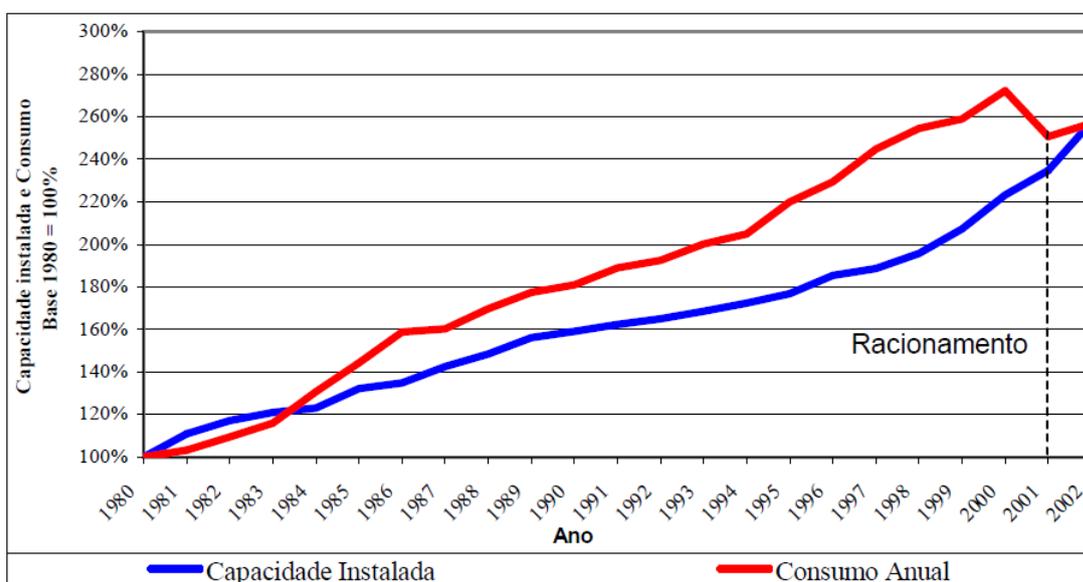
de novas usinas de geração de energia elétrica, tais como as hidroelétricas e as termelétricas.

Um importante conceito é o de intensidade energética, que está normalmente ligado a processos produtivos. Esta é dada pelo inverso de sua eficiência energética, ou seja, é a quantidade de energia necessária para que este entregue uma unidade de produto, como mostra a fórmula abaixo:

Intensidade energética = Quantidade de energia / Unidade de serviço ou produto.

Como mostrado na figura 1, o racionamento ocorrido nos anos de 2001 e 2002 (Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica – GCE) foi necessário devido ao consumo ser maior que a capacidade instalada, sem que houvesse naquela ocasião uma fonte alternativa de geração de energia capaz de suprir as necessidades de consumo de toda a população brasileira, pois a matriz energética no Brasil na época era quase toda provinda de usinas hidrelétricas e com a estiagem prolongada não havia outra saída senão pelo racionamento.

FIGURA 1 – RELAÇÃO DO CONSUMO COM A CAPACIDADE INSTALADA

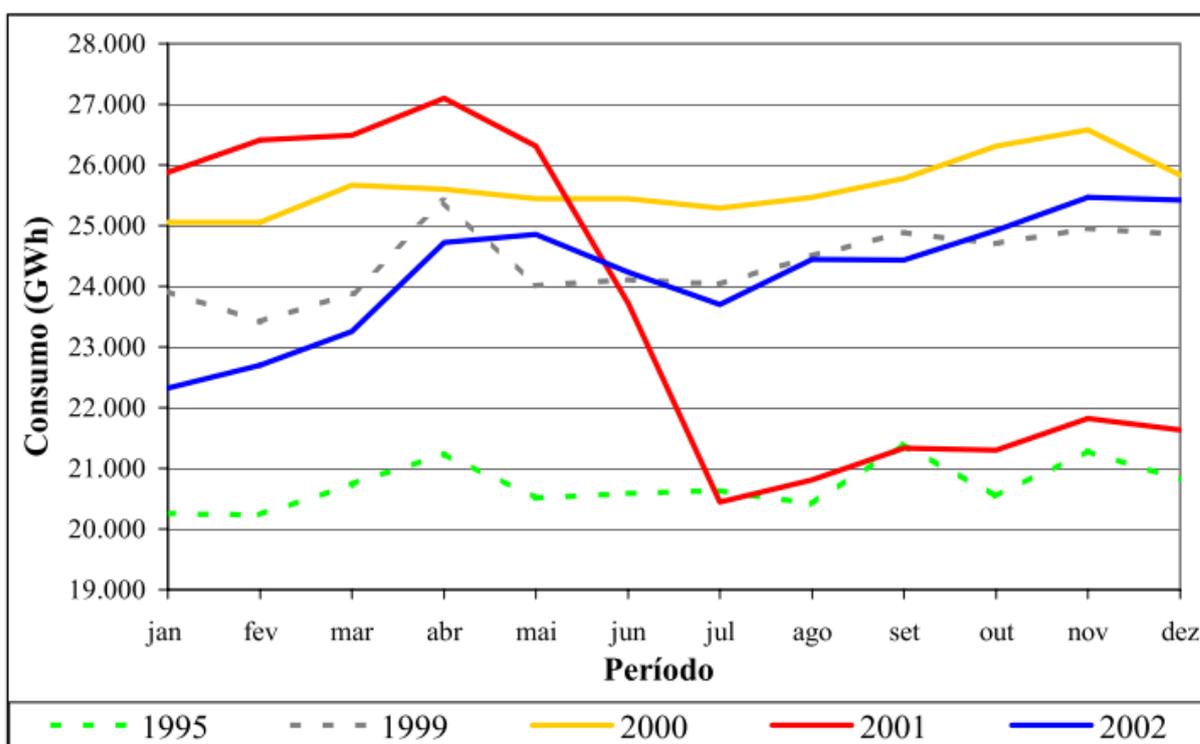


Fontes: Capacidade instalada: base de dados - Aneel
Consumo anual: base de dados – Eletrobrás, 2003 [47]

OBS: O consumo tem a contribuição de combustíveis fósseis (Gás natural, Óleo Diesel, etc.) não contabilizados pela matriz energética da Aneel.

Conforme mostrado na figura 2, com o racionamento houve uma mudança significativa no comportamento do consumo de energia elétrica no Brasil, acarretando um recuo no consumo equivalente a seis anos, voltando a níveis de consumo de 1995, trazendo prejuízos enormes para todos os segmentos da sociedade, com a redução na produção e dos serviços ofertados a população do país, fazendo com que o crescimento do país ficasse negativo.

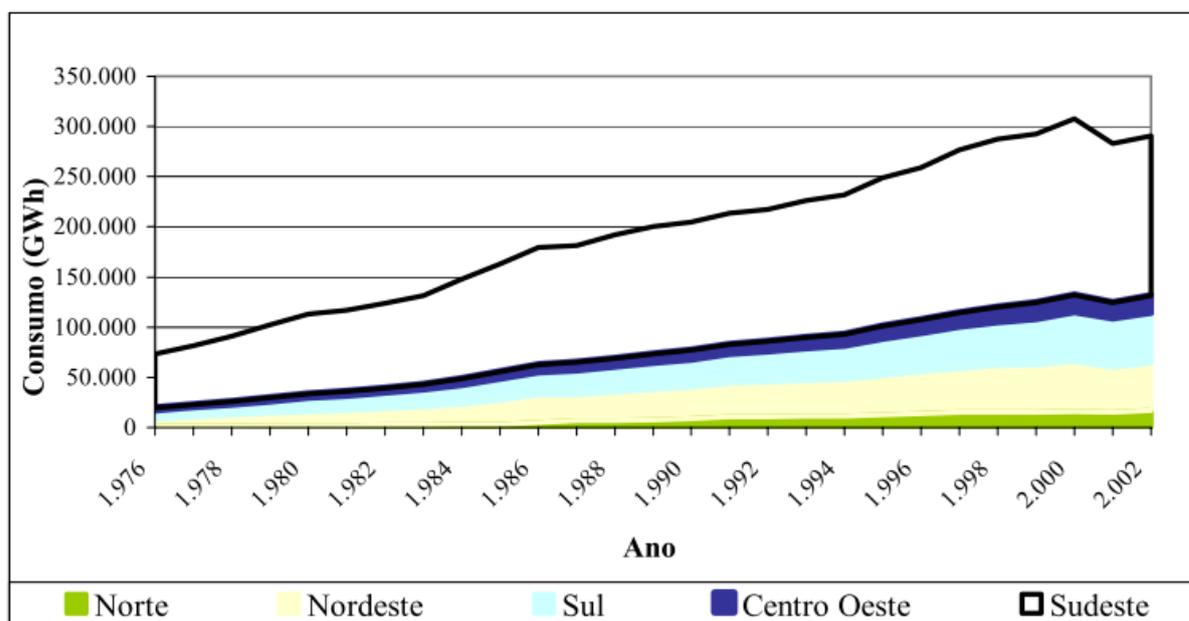
FIGURA 2 - MOSTRA A EVOLUÇÃO DE CONSUMO MENSAL DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL



Fonte: base de dados - Eletrobrás, 2003 [48]

Antes mesmo de se decretar o racionamento de energia elétrica a nível nacional, já poderia ser observado o comportamento na evolução do consumo de energia elétrica no Brasil compatível com o crescimento sócio/econômico ocorrido no período analisado. Com o racionamento houve um recuo drástico deste crescimento promovendo prejuízos muito significativos para todos os segmentos da sociedade e bem como na produção de bens e serviços conforme pode ser observado na figura 3.

FIGURA 3 - EVOLUÇÃO DE CONSUMO ANUAL DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL POR REGIÃO



Fonte: base de dados - Eletrobrás, 2003 [48]

1.2 OBJETIVO

O objetivo geral deste trabalho é o gerenciamento eficaz do uso da energia elétrica para otimizar a qualidade e a eficiência energética de grandes consumidores, onde a unidade produtiva promova um controle pleno no uso da energia elétrica eliminando possíveis desperdícios no sistema de distribuição.

1.3 MOTIVAÇÃO

Com o crescimento econômico do país ocorreu a inclusão social de uma boa parcela da população devido a melhoria do poder aquisitivo provocando o aumento do uso de bens de consumo, constatando-se o crescente aumento do consumo de energia elétrica acima dos índices da economia formal, verificando-se a necessidade de promover o controle do consumo de energia elétrica para evitar colapso no sistema de geração e distribuição que necessita de um tempo e de investimentos de longo prazo para promoverem seus ajustes de ofertas de novas fontes de energia elétrica.

Tendo o compromisso de bem orientar e mostrar aos gestores que o uso com critérios técnicos e utilizando instrumentos adequados de gerenciamento, podendo chegar a um maior controle dos gastos, adquirindo equipamentos certificados com comprovada eficiência quanto ao consumo de energia elétrica e que produzam a mesma, ou melhor, quantidade de trabalho ou serviços com a menor parcela de consumo deste importante insumo que compõe os elevados custos operacionais da unidade produtiva.

Com as medidas propostas e implementadas, verificou-se uma redução bastante significativa de custos com o uso da energia elétrica pela unidade monitorada, em média trinta por cento, com redução de multas e melhoria de componentes do uso da energia elétrica, como o fator de potência, fator de carga e outros fatores, podendo, desta forma, apresentar condições de se incrementar novas cargas na unidade monitorada sem a que seja motivo de acréscimos desnecessários.

1.4 METODOLOGIA DO TABALHO

A metodologia apresentada no desenvolvimento do trabalho será constituída das seguintes etapas:

1. Análise das informações do consumidor quanto a sua eficiência energética, observando suas características elétricas, localização da unidade, tipos de cargas utilizadas, condições operacionais da rede, sistema de proteção, cargas dos transformadores, condições de fornecimento de energia, falhas do sistema, tarifação de energia;
2. Descrição da plataforma de gerenciamento em que o controle do uso da energia elétrica será aplicado, observando quantidade e localização de transformadores e banco de capacitores, rede de distribuição em alta e baixa tensão;
3. Gerenciamento da energia elétrica sobre a unidade consumidora utilizando equipamentos analisadores de energia elétrica;

4. Utilização de técnicas para maior controle da qualidade e eficiência desejadas tais como, correção de fator de potência, coordenação de proteção, seccionamento da rede de alta e baixa tensão;
5. Resultados alcançados com o gerenciamento e aplicação das técnicas utilizadas para o alcance do objetivo proposto.

1.5 MODELO PROPOSTO

Para o presente projeto, foi desenvolvido um trabalho de acompanhamento ao longo dos anos na Universidade Federal da Paraíba – UFPB, mais precisamente no Campus I, que pelas características de sua potência instalada, acima de 10 MVA, é taxado como um grande consumidor de energia elétrica.

A cidade universitária que forma o Campus I teve sua implantação numa reserva da Mata Atlântica localizada no município de João Pessoa estado da Paraíba, Brasil. As diversas edificações que são formadoras dos Centros de Tecnologia, Exatas e da Natureza, Conjunto Humanístico, da Saúde, Biotecnologia, Médicas, Jurídicas e de Energias Alternativas e Renováveis, bem como diversos Órgãos Suplementares (Hospital Universitário Lauro Wanderley, Reitoria, Biblioteca Central, Editora, Prefeitura Universitária, NTI dentre outros) são atendidas por um sistema de distribuição de energia elétrica do tipo radial aéreo de alta e baixa tensão formados por cabos nus em alumínio e atendido por oitenta e duas subestações com capacidade de potência instalada variando de subestações de 45 kVA até 2.250 kVA.

1.6 CONTRIBUIÇÃO DA PESQUISA

A principal contribuição desta pesquisa é a aplicação de técnicas voltadas para o gerenciamento de grandes consumidores com a instalação dos equipamentos analisadores de energia. Com a coleta continuada dos dados, torna-se possível analisar as informações e tomar as medidas de forma a atingir os resultados desejados quanto à qualidade, eficiência e principalmente a obtenção de um menor custo, tanto no aspecto financeiro como no aspecto de maior e melhor continuidade

no uso da energia elétrica com redução substancial de falhas ocorridas no sistema melhorando o atendimento dos usuários deste importante insumo.

1.7 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho será desenvolvido em 6 capítulos apresentados da seguinte forma:

Capítulo 1 constitui uma introdução apresentando o problema desde o racionamento ocorrido nos anos de 2001 e 2002 e suas dificuldades de funcionalidade e operação com interrupções provocadas por diversos problemas.

Capítulo 2 constitui uma revisão literária que tem como temas a qualidade e a eficiência energética do sistema de distribuição com a indicação de gerenciamento para melhorar suas condições operacionais.

Capítulo 3 tem como prioridade a utilização dos métodos e técnicas para melhorar o fator de potência da unidade consumidora, evitando-se o pagamento de pesadas multas no faturamento de energia elétrica faturada pela distribuidora.

Capítulo 4 descreve como melhor contratar a energia elétrica utilizada pela unidade junto a distribuidora de energia de acordo com a legislação vigente.

Capítulo 5 apresenta todas as ações efetuadas para a melhoria do sistema de distribuição no que se refere à qualidade e eficiência energética da unidade consumidora.

Capítulo 6 apresenta os resultados alcançados pelas ações empregadas com a melhoria na qualidade e na eficiência energética.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 QUALIDADE DE ENERGIA.

O termo Qualidade de Energia Elétrica - QEE, está atrelado com qualquer desvio que venha a ocorrer na magnitude, forma de onda ou frequência da tensão e/ou corrente elétrica (DIAS, R.F; Cachapuz, P.B.B; Cabral, L.M.M; Lamarão, S.T.N). Esta designação também se aplica às interrupções de natureza permanente ou transitória que venham a afetar o desempenho da transmissão, distribuição e utilização da energia elétrica no que se refere a: Tensão, Corrente, Frequência, Potência Ativa, Potência Reativa, Fator de Potência - $\cos \varnothing$, Energia (kWh, KVArh), Harmônicos de Tensão e de Corrente, Distorção Harmônica individual e total, Flícker, Medição da Corrente de Neutro, Perturbações e Qualidade do Sistema de Distribuição, Análise das Correntes Transitórias (in rush e de desligamento de banco de capacitores). Estes são os fatores que norteiam a qualidade de energia elétrica de um consumidor.

Entre os parâmetros apresentados acima tem-se como prioritários:

- Distorções harmônicas
- Flutuações de tensão;
- Variações de tensão de curta duração;
- Desequilíbrio de sistemas trifásicos;
- Transitórios rápidos.

A preocupação com a QEE é decorrente em parte da reformulação que o setor elétrico vem experimentando, para viabilizar a implantação de um mercado consumidor, no qual o produto comercializado passe a ser a própria energia elétrica.

Parece óbvio que o consumidor dê preferência para a energia que apresenta os melhores parâmetros de qualidade ao custo mais baixo possível.

Nesse contexto, as operadoras de sistemas elétricos são estimuladas, tanto pelas agências reguladoras (ANEEL) como pelo próprio mercado, a prestar informações sobre as condições de operação ou fornecer detalhes acerca de

eventos ocorridos e que afetaram os consumidores. Esse é um dos papéis do monitoramento e da análise da qualidade de energia elétrica.

As distorções harmônicas quando circulam nas redes provocam a deterioração da qualidade da energia, provocando inúmeros prejuízos:

- sobrecarga das redes de distribuição com aumento da corrente eficaz;
- sobrecarga dos condutores de neutro em razão da soma das harmônicas de ordem 3 geradas pelas cargas monofásicas;
- sobrecarga, vibrações e envelhecimento dos alternadores, transformadores, motores, ruídos dos transformadores;
- sobrecarga e envelhecimento dos capacitores de compensação de energia reativa;
- deformação da tensão de alimentação podem perturbar receptores sensíveis;
- perturbação das redes de comunicação ou das linhas telefônicas.

As flutuações de tensão também conhecido na terminologia internacional como flicker, pode ser definido como variações de tensão do valor eficaz da tensão.

As Variações Transitórias de Curta Duração (VTCD) são eventos de afundamento e elevação de tensão com duração de 0,5 ciclo a alguns minutos, dependendo da norma a ser considerada.

O desequilíbrio de sistemas trifásicos demonstraram que desequilíbrios de 3,5% na tensão podem aumentar as perdas do motor em 20%.

Os Transitórios rápidos possuem pequena duração (na ordem dos microssegundos), são detectados por altas taxas de amostragem (na ordem dos MHz) e possuem difícil parametrização.

2.1.1 COMO MONITORAR A QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA.

Em função do consumidor em análise, deve-se fazer uma pesquisa para diagnosticar as causas de um problema relativo à qualidade da energia elétrica.

Como se trata de diagnosticar um problema de compatibilidade eletromagnética, uma vez que as cargas utilizadas, deixam de ser cargas lineares e cada vez mais estão sendo incrementadas cargas não lineares com comportamento

de difícil controle, com presença de harmônicos e outros parâmetros, essa pesquisa pode envolver questões que vão além de um simples problema tecnológico. Uma abordagem recomendável incluiria os seguintes passos:

1. Deve-se conhecer os problemas que se poderá enfrentar;
2. Estudar as condições locais onde os problemas se manifestam;
3. Medir e registrar as grandezas contendo os sintomas dos problemas apresentados;
4. Analisar os dados e confrontar os resultados obtidos com estudos ou simulações;
5. Finalmente diagnosticar os problemas, suas causas e propor soluções.

Cada um desses passos requer um conhecimento ou estudo específico. Quando se tem uma ideia de como os problemas se manifestam, das suas causas, dos seus efeitos e das soluções usuais, fica mais fácil chegar a um diagnóstico correto.

Conhecer as condições locais é fundamental para levantar corretamente as hipóteses que levam às causas dos problemas. As circunstâncias locais muitas vezes interferem na forma em que os sintomas se apresentam ao observador. Por exemplo, o afundamento da tensão pode ser a causa da falha na partida de um motor (dimensionamento errado do alimentador) ou a consequência (curto-circuito no enrolamento, falta de fase, etc.).

Saber escolher corretamente os instrumentos de medida e os locais mais adequados para a sua instalação pode ser decisivo para se conseguir detectar e quantificar o problema.

Conhecer a faixa de frequências do distúrbio também é importante para escolher o tipo de registrador que deve ser usado. Fenômenos térmicos, por exemplo, costumam ser lentos, requerendo registradores contínuos para longos períodos de medição, assim como, ventos intermitentes ou espúrios. Fenômenos periódicos, como ressonâncias harmônicas ou modulação de amplitude, podem requerer analisadores de espectro em frequência.

2.1.2 ALGORITIMOS DE CONTROLE DE DEMANDA ATRAVÉS DE EQUIPAMENTOS DA CCK QUE SERVEM COMO PARÂMETROS DE ESTUDO DE CARGA ELÉTRICA DO CAMPUS I DA UFPB.

2.1.2.1 Controle de Demanda utilizando o ponto de entrega da Concessionária com relação ao usuário e o sistema de medição adotado.

Os medidores de energia fornecem pulsos de energia ativa e reativa que são integralizados a cada 15 minutos (900) segundos.

Portanto, a cada 15 minutos, existe um sinal que zera estes pulsos (pulso de integração) e assim começa um novo cíclico de integração.

A demanda para efeito de cálculo pela concessionária é a quantidade de pulsos no final desta integração. Se ultrapassar o valor de contrato será computada uma multa. Como o medidor fornece pulsos integralizados a cada 15 minutos para o controle é importante observar a curva de tendência. Ela é uma reta que vai do início da integração até o final dos 15 minutos.

Observando a figura 4, constata-se que o controle da demanda deve atuar quando a curva real se torna vermelha. Para calcular a demanda naquele ponto usamos a expressão apresentada juntamente com a figura 4. Na verdade o controle de tendência observa sempre a inclinação da reta, se a mesma for maior do que a da curva ideal significa que deve-se tirar cargas. A constante assume valor de acordo com a relação do medidor utilizado na análise do consumidor que neste caso seu valor é de 1.200.

FIGURA 4 - INTERVALO DE TEMPO PRA REGISTRO DE DEMANDA MÁXIMA



$$\text{Demanda} = \frac{\text{Pulsos}(t) \times 900 \times 4}{t} \times \text{Cte}$$

Cte = Constante de Transformação de pulsos para KWh
 t = tempo atual da janela de integração de 15 minutos

Nota: Linha em vermelho significa tendência de Ultrapassagem

2.1.2.2 Controle da Demandas

Controlar a demanda de um consumidor horo-sazonal, em resumo, significa promover o desligamento de cargas, quando possível, com o objetivo de não permitir a ultrapassagem dos valores de demanda contratados junto à concessionária de energia elétrica para o período de ponta e fora de ponta, caso em que serão aplicadas pesadas multas por ultrapassagem de demanda.

As ultrapassagens das demandas contratadas são averiguadas pela concessionária de energia mês a mês, quando é verificada uma média de 2880 intervalos de 15 minutos, sendo 240 para o período de ponta e o restante para o período fora de ponta.

Atendendo a estas necessidades, a unidade CCK 6700 já permite, além da programação de duas demandas mensais de controle, uma para ponta e outra para fora de ponta, a programação de 28 demandas semanais, 4 por dia. Uma destas é aplicada para o período fora de ponta e, as outras três, para o período de ponta que, neste caso, poderá ser repartido em 3 períodos: ponta 1, ponta 2 e ponta 3.

No caso da nossa unidade em estudo, não usamos a prerrogativa do sistema de controle do CCK 6700 de retirar ou deslocar cargas, por não contarmos com a cogeração através de grupos geradores que pudessem atender a totalidade das cargas que fossem retiradas nos horários de pico.

2.1.2.3 Cálculos de Demanda

Para este item, o usuário pode escolher um entre os três tipos de cálculo de demanda disponíveis na unidade CCK 6700 que, associados aos diversos algoritmos de controle de cargas, permitem um melhor aproveitamento da demanda contratada sem interferência no processo produtivo.

2.1.2.4 Tendência

Este tipo de projeção de demanda é o mais tradicional e utiliza a fórmula da reta de tendência. O valor obtido neste cálculo será comparado com um valor máximo e mínimo de demanda programado pelo usuário (histerese). Quando este valor for maior que o máximo programado, serão realizados desligamentos de

cargas, quando programado para tal. Se o valor for inferior ao mínimo programado, serão realizados religamentos de cargas e, se o valor estiver entre o máximo e o mínimo, não haverá atuações sobre cargas.

2.1.2.5 Janela Deslizante

Neste tipo de cálculo, a demanda dos últimos 15 minutos é totalizada a cada 30 segundos. Em um dado instante, esta demanda será coincidente com o intervalo de 15 minutos avaliado pela concessionária de energia elétrica.

Os acionamentos de carga seguem a mesma HISTERESE da TENDÊNCIA para ligamento/desligamento de cargas descritas no item anterior.

2.1.2.6 Maximus

Este algoritmo, que tem como principal característica a sua eficiência, permite-se ao usuário programar além das demandas máximas que poderão ser atingidas sem incorrer em multas, um valor de demanda residual, que corresponde ao valor de demanda que permanecerá mesmo que todas as cargas que estão sendo controladas pelo CCK 6700 venham a ser desligadas.

2.1.2.7 Maximus com valor de carga

Análogo ao MAXIMUS, sendo que, ao invés de se dividir a DEMANDA DE CONTROLE pelo número de cargas a serem controladas, os patamares serão obtidos de acordo com o valor das diversas cargas que serão controladas.

2.1.2.8 Algoritmo de Controle de Demanda

a) Prioridade

O usuário, neste algoritmo, programa a prioridade do ponto a ser controlado, onde, o de maior prioridade será o último a ser retirado, em uma eventual tendência de ultrapassagem de demanda, e o primeiro a ser religado quando a tendência normalizar.

b) Restritivo

Os pontos serão desligados/religados conforme programação de prioridades descrita anteriormente.

Entretanto, este algoritmo permite a programação de um tempo máximo do ponto desligado que, quando cumprido, será religado e irá cumprir um novo tempo, denominado tempo de restabelecimento, quando o ponto estará ligado e fora do controle de demanda. Este tipo de algoritmo é muito utilizado em cargas térmicas, quando uma carga pode ser desligada por um determinado tempo sem perder calor e, quando religada, entra em restabelecimento.

c) Prioridade com programação horária

Segue as mesmas regras da prioridade, sendo que poderão ser desligados pontos que tenham sido ligados por programação horária, permitindo desta forma que um mesmo ponto acumule duas formas de atuação: programação horária e por demanda;

d) Cíclico

Este tipo de algoritmo normalmente é utilizado para atuações em pontos onde as cargas conectadas possuem o mesmo valor, em prioridade de funcionamento, em valor da carga em KW ou em ambos, caso em que estas cargas podem ser desligadas e religadas em forma de rodízio.

No caso de combinações no uso dos algoritmos prioridade e cíclico, em uma tendência de ultrapassagem de demanda serão desligados inicialmente os pontos programados como cíclico, para, só então e não havendo ocorrido a normalização da demanda, iniciar o desligamento dos pontos programados com prioridade.

Também nos algoritmos cíclico e prioridades, é possível a programação não só do tempo entre desligamentos e religamentos de pontos, como o início de acionamento dos pontos na janela de 15 minutos.

A programação destes tempos só será possível caso, como cálculo da demanda, tenha sido programada a forma de tendência ou janela deslizante.

e) Controle de gerador

Na hipótese de uma tendência de ultrapassagem de demanda, os pontos que tenham sido programados com este algoritmo serão acionados de maneira a ligar um gerador. Este ponto permanecerá ligado por um tempo programado pelo usuário, independentemente do valor de demanda e, só será desligado ao final, quando houver sido cumprido o tempo, independente da normalização da demanda.

f) Controle residual

O algoritmo Controle Demanda Residual (Maximus) está fundamentado no valor da demanda quando todas as cargas controladas são retiradas.

O controle é igual a um Rally de Automóveis com tempo ideal. Temos um percurso a fazer que é o consumo nos 15 minutos e um tempo ideal que nos dá uma velocidade média que é nossa demanda média dos 15 minutos.

A Demanda Residual é a velocidade mínima que podemos atingir durante qualquer momento do percurso. Portanto podemos partir com uma velocidade maior que o sistema estará calculando quando deveremos começar a diminuir para não ultrapassar a média ideal do percurso.

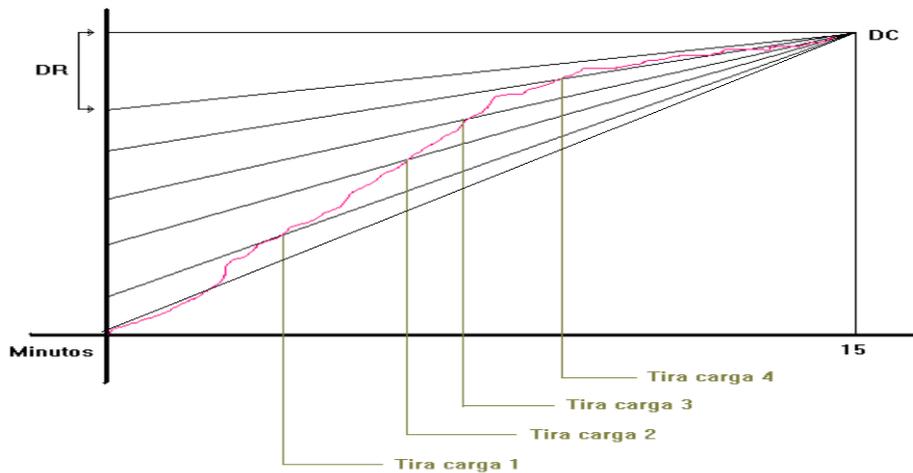
O número de cargas define os degraus de velocidade (Demanda) que podemos aumentar ou diminuir. Por exemplo, se a demanda contratada é de 10000 KW e a residual é de 5000 KW e temos 5 cargas os degraus serão de 1000 KW.

Na figura 5 é mostrada a curva de controle, onde DC é a demanda contratada e DR é a demanda Residual.

Esta curva ilustra como é o comportamento do algoritmo. Ele permite que no início da integração de 15 minutos, ditada pela concessionária de energia elétrica a demanda média atinja valores maiores do que a contratada. A medida que o tempo vai chegando ao final do intervalo ele começa a retirar carga com a velocidade que for necessária para não ocorrer o estouro de demanda.

Este algoritmo além de rápido diminui sensivelmente o número de chaveamentos. O usuário só precisa programar o valor da demanda residual, que deve ser o mais correto possível, e o número de cargas controlado até 128 com suas devidas prioridades.

FIGURA 5 – ILUSTRA A ATUAÇÃO DO CONTROLE RESIDUAL



A reta que vai de 0 (zero) minutos até DC é a curva de carga que o algoritmo de mesmo nome controla. Observe que quando o valor da curva ultrapassa a reta o sistema começa a retirar cargas. Já no residual a carga só sai quando atinge as demais retas.

Equação de uma Reta.

Para cada reta temos um $V_0 = ((DC - DR) / ntC) \times nC$

$$\text{Valor} = V_0 + (DC - V_0) / 900)) \times T$$

Onde:

DC = Demanda Contratada

DR = Demanda Residual

ntC = número de cargas controladas

nC = número da carga

T = Tempo percorrido no intervalo de 900 segundos

2.2 ÊNFASE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS INSTALAÇÕES.

2.2.1 Lâmpadas

Substituir lâmpadas incandescentes (FILHO, J.M) por fluorescentes compactas e fluorescentes normais por modelos eficientes com reator eletrônico. Nos jardins, estacionamentos externos e áreas de lazer, dar preferência a lâmpadas de vapor de sódio a alta pressão;

Usar reatores eletrônicos com alto fator de potência.

Usar luminárias reflexivas de alta eficiência, com superfícies interiores desenhadas de forma a distribuir adequadamente a luz. Refletores de alumínio anodizado são os mais eficientes;

Controlar a iluminação externa por timer ou foto célula;

Utilizar interruptores para setorização da iluminação,

Setorizar os circuitos a fim de aproveitar a iluminação natural. Instalar, se possível, um interruptor para cada 11 m² ou sensores de ocupação;

Utilizar sensores de presença nos ambientes pouco utilizados. Rebaixar as luminárias quando o pé-direito for alto, reduzindo, conseqüentemente, a potência total necessária;

Projetar iluminação localizada quando a atividade assim o exigir, reduzindo proporcionalmente a iluminação geral do ambiente;

Instalar nas áreas próximas às janelas circuitos independentes e sensores com fotocélulas, que ajustam automaticamente os níveis de iluminação necessários para complementar a luz natural. Reatores com dimmer consomem 14% mais energia que os comuns, e, portanto, devem ser usados apenas nas luminárias próximas a grandes painéis de vidro;

Paredes, pisos e tetos devem ser pintados com cores claras que exigem menor nível de iluminação artificial. A redução de carga de iluminação reduz como consequência a carga térmica para o condicionamento de ar;

A tabela 1 apresenta uma orientação para adequação da iluminação aos ambientes e uso de lâmpadas mais eficientes.

TABELA 1 - TIPOS DE LÂMPADAS UTILIZADAS NAS INSTALAÇÕES EM ANÁLISE

Características das Lâmpadas		
Tipo	Lúmens / W	Vida Média (horas)
Incandescente	10 à 20	1.000
Halógena	15 à 25	2.000
Vapor de Mercúrio	45 à 60	15.000
Mista	18 à 25	6.000 à 8.000
Fluorescente	55 à 75	10.000
Fluorescente Especial	75 à 100	10.000 à 20.000
Fluorescente Compacta	50 à 80	8.000 à 10.000
Vapor Metálico	65 à 90	6.000 à 20.000
Vapor de Sódio (Alta Pressão)	101 à 150	24.000 à 32.000

Neste estudo foi feita a opção por tipos de lâmpadas que se apresentaram com maior eficiência não só de capacidade luminosa, mas também por uma vida útil maior.

Quando nos casos dos ambientes que usavam lâmpadas incandescentes, todas foram trocadas por lâmpadas eletrônicas que apresentaram uma vida útil oito vezes maiores que as incandescentes e com um consumo de energia com oitenta por cento abaixo. Nos ambientes que utilizavam lâmpadas fluorescentes de quarenta watts, foram substituídas por lâmpadas de trinta e dois watts com uma redução de vinte por cento no consumo e substituídas às luminárias que pudessem apresentar resultados mais eficientes reduzindo assim as quantidades de lâmpadas para atender ao ambiente sem perda de quantidade de lumens.

Para a iluminação pública, praças, estacionamentos e fachadas optamos por lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão por apresentarem maior eficiência energética e principalmente por permitirem uma vida útil bem mais significativa, evitando em muito o deslocamento de equipes de manutenção, diminuindo muito os custos nesse sentido.

2.2.2 Ar Condicionado.

2.2.2.1 Medidas sem a necessidade de investimento

Manter as janelas e portas fechadas, evitando a entrada de ar externo;

Limitar a utilização do aparelho somente às dependências ocupadas;

Evitar a incidência de raios solares no ambiente climatizado, (FILHO, J.M) pois aumentará a carga térmica para o condicionador;

Limpar o filtro do aparelho na periodicidade recomendada pelo fabricante, evitando que a sujeira prejudique o seu rendimento;

No verão, não refrigerar excessivamente o ambiente. O conforto térmico é uma combinação de temperatura e umidade, sendo recomendado entre 22 °C e 24 °C de temperatura e 50 e 60 % de umidade relativa do ar. O frio máximo nem sempre é a melhor solução de conforto;

Desligar o aparelho de ar-condicionado em ambientes não utilizados ou que fiquem longo tempo desocupados;

Manter desobstruídas as grelhas de circulação de ar;

Manter livre a entrada de ar do condensador;

Verificar o funcionamento do termostato;

No inverno ou em dias frios desligar o equipamento de ar-condicionado central ou aparelho de ar-condicionado individual e manter somente a ventilação;

Regular ao mínimo necessário à exaustão do ar nos banheiros contíguos aos ambientes climatizados;

Não operar as válvulas de bloqueio do sistema de água gelada em posição parcialmente aberta (estrangulada).

Estudar a possibilidade de ventilar naturalmente o edifício à noite, para retardar o acionamento do sistema de ar-condicionado pela manhã;

2.3.2.2 Medidas de Médio e Longo Prazo com Investimentos

Dimensionar o sistema de ar-condicionado para a carga total real, levando em conta o uso de iluminação eficiente e as medidas adotadas para a envoltória do prédio que reduzam a carga térmica;

Escolher o sistema de ar-condicionado considerando, além dos custos aquisição e instalação, também os de manutenção, operação e o consumo de energia;

Dar preferência, se possível, ao sistema de Volume de Ar Variável (VAV), que otimiza a vazão de ar-condicionado evitando desperdício, substituindo os aparelhos do tipo janela por Split;

Estudar a viabilidade econômica de instalar um sistema de termo acumulação de gelo ou água gelada, o que permitirá deslocar o consumo elétrico do sistema de ar condicionado para o horário fora de ponta. Tanques de gelo ocupam menos espaço que os de água gelada.

Utilizar volume de ar variável de acordo com a necessidade de cada ambiente e procurar atender vários ambientes com a mesma máquina;

Utilizar, sempre que possível, controle de temperatura (termostato) setorizado por ambientes;

Utilizar ciclo economizador de temperatura ou entálpico, com o objetivo de evitar o funcionamento dos compressores quando as condições do ar externo estiverem próximas às de conforto;

Realizar balanceamento do sistema;

Usar acessórios de insuflamento adequados;

Modelar a geração de frio e setorizar sua distribuição de acordo com as necessidades;

Em climas quentes e secos, estudar a possibilidade de utilizar resfriador evaporativo em vez de ar-condicionado convencional. Esse equipamento umidifica o ar, baixando sua temperatura sem uso de compressores ou ciclo de refrigeração, o que permite grande economia de energia;

Empregar sistemas automatizados de controle;

Automatizar os sistemas de ar-condicionado central para permitir o desligamento dos fan coils e interrupção da circulação de água gelada nos circuitos dos ambientes em horários de não utilização;

Reparar janelas e portas quebradas ou fora de alinhamento;

Reparar fugas de ar, água e fluido refrigerante;

Isolar termicamente tubulações e tanques de serviço;

Tratar quimicamente a água de refrigeração;

2.2.3 Motores e Bombeamento para abastecimento de Água

Promover campanha 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;

Verificar se a alimentação elétrica do motor está de acordo com as especificações do fabricante;

Dimensionar adequadamente os motores e dar preferência aos de alto rendimento, que, embora sejam mais caros que os do tipo padrão, apresentam maior eficiência energética;

Considerar a instalação de controlador eletrônico de velocidade nos motores que funcionam com carga parcial, tais como motores dos compressores rotativos, bombas, torres, e ventiladores do sistema de ar-condicionado;

Evitar o bombeamento de água no horário de ponta.

2.2.4 Aquecimento

Reduzir a temperatura de água dos aquecedores para banheiro e cozinha para 55°C;

Utilizar torneiras com baixa vazão na água quente;

Sempre que possível, optar por centralizar a produção de água quente e vapor;

Aquecimento de água efetuado por sistemas baseados em combustíveis, como gás natural e GLP, é sempre consideravelmente mais econômico que com sistemas elétricos;

Avaliar a viabilidade do emprego de sistema solar para aquecimento de água;

Avaliar a recuperação do calor rejeitado nas unidades de refrigeração e ar condicionado para aquecimento de água.

A nossa opção foi sempre quando possível substituir os aparelhos de janela por aparelhos tipo Split que apresentam maior rendimento térmico bem como menor consumo de energia para atender a mesma área a ser climatizada. E para os

grandes ambientes nossa indicação sempre no sentido de usar o sistema de água gelada, pelas mesmas razões anteriores.

2.2.5 Jardins

Dar preferência, no projeto paisagístico, a plantas que necessitam de pouca água. Projetar, quando possível, reservatórios subterrâneos (cisternas) para armazenar água de chuva e eliminar o bombeamento para a irrigação dos jardins no horário de ponta ou de maior consumo de acordo com o perfil do consumidor;

2.2.6 Garagens e Estacionamentos

Iluminar somente as áreas de circulação de veículos e não diretamente os boxes, quando se tratar de garagem fechada.

Para os boxes, estudar a possibilidade de instalar interruptores individuais comuns ou do tipo pera, que permitem o desligamento parcial de lâmpadas.

Usar lâmpadas fluorescentes;

Aproveitar ao máximo a iluminação natural, de modo a não usar a iluminação artificial durante o dia;

Em pátios de estacionamento a céu aberto, usar lâmpadas de vapor de sódio a alta pressão.

2.2.7 Utilização de Equipamentos Elétricos em Geral

A adoção de medidas simples para equipamentos elétricos em geral, como as apontadas a seguir, certamente permitirá reduções de consumo.

Disciplinar o uso de fogões, cafeteiras, ebulidores e aquecedor elétrico de água, de forma a evitar desperdícios, devido à grande potência dissipada por estes equipamentos.

2.2.7.1 Freezers e geladeiras

Evitar que as portas fiquem abertas desnecessariamente;

Fazer degelo periódico;

- Evitar a colocação de alimentos quentes;
- Mantê-los em perfeito estado de conservação, (FILHO, J.M) particularmente em relação à borracha de vedação da porta;
- Manter o termostato regulado no mínimo necessário;
- Localizá-los fora do alcance de raios solares ou de outras fontes de calor.

2.2.7.2 Computadores

Manter acionado o Programa Energy Star. Esse sistema desliga o monitor sempre que o computador não estiver em uso. Para ativa-lo siga os seguintes passos:

Clicar em: Meu computador, Painel de Controle, Vídeo, Configurações, Propriedades Avançadas, Monitor acionar a opção. Monitor Compatível com Energy Star.

Voltar em Propriedades de Vídeo, clicar em Proteção de Tela e em Recursos de Economia de Energia do Monitor colocar o tempo desejado.

Sugerimos:

Espera Com Baixa Energia à 5 minutos. Desligar Monitor à 15 minutos

2.2.8 Instalação Elétrica

A execução, de modo sistemático, de um adequado programa de manutenção das instalações elétricas está inserida no contexto da filosofia de conservação de energia elétrica, visto que a sua ausência implica em: aumento de perdas térmicas, custos adicionais imprevistos em virtude da incidência de defeitos nas instalações, maior consumo, maior probabilidade de ocorrência de incêndios, etc.

Portanto, recomenda-se verificar a instalação elétrica periodicamente para localizar possíveis fugas de corrente por defeitos de isolamento ou emendas de fios malfeitas.

2.2.9 Limpeza e Conservação

A maneira pela qual são executadas as tarefas referentes a limpeza e conservação dos prédios influi no consumo da energia elétrica. Assim, recomenda-se a adoção das seguintes providências:

- Fazer a limpeza preferencialmente durante o dia, fora do horário de ponta;
- Iniciar a limpeza pelos andares superiores, mantendo todos os demais apagados, caso a mesma seja realizada após o encerramento do expediente;
- Programar o serviço de forma a que o ambiente ou andar tenha a respectiva iluminação e outros equipamentos desligados imediatamente após a sua conclusão.
- Evitar a limpeza da edificação no horário de ponta;

Com os devidos cuidados com todas as sub unidades consumidoras em análise pode-se afirmar que a eficiência energética se fará presente nesta unidade em estudo.

3 CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA

3 CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA

3.1 INTRODUÇÃO

As causas que provocam baixo fator de potência, FP, estão relacionadas aos transformadores operando a vazio ou subcarregados durante longos períodos de tempo, motores operando em regime de baixo carregamento, utilização de grande número de motores de pequena potência, instalação de lâmpadas de descarga (fluorescentes, de vapor de mercúrio e de vapor de sódio) e capacitores ligados nas instalações das unidades consumidoras horo sazonais no período da madrugada.

Um baixo fator de potência indica que a energia apresenta um aumento das perdas elétricas internas da instalação, queda de tensão na instalação, redução do aproveitamento da capacidade dos transformadores e aquecimento dos condutores.

A correção do baixo Fator de Potência é uma das soluções para reduzir as perdas de energia elétrica, diminuir os riscos com acidentes elétricos por superaquecimento e, também, para evitar acréscimo na fatura de energia.

O baixo Fator de Potência pode ser corrigido com o dimensionamento correto de motores e equipamentos, a seleção, utilização e operação correta de motores e equipamentos elétricos em geral, a utilização permanente de reatores de alto Fator de Potência, a instalação de capacitores ou banco de capacitores onde for necessário (de preferência próximo da carga) e a instalação de motores síncronos em paralelo com a carga.

Quando o Fator de Potência é corrigido e elevado para 0,92 ou maior, não haverá o acréscimo cobrado nas contas de energia elétrica, haverá uma melhora no aproveitamento da energia elétrica para geração de trabalho útil, diminuem as variações de tensão (oscilações), melhora o aproveitamento dos equipamentos com menos consumo, aumenta a vida útil dos equipamentos e os condutores tornam-se menos aquecidos diminuindo as perdas de energia elétrica na instalação.

3.2 LEGISLAÇÃO ATUAL PARA DEFINIR O FATOR DE POTÊNCIA

Em conformidade com o estabelecido pelo Decreto nº 62.724 de 17 de maio de 1968 e com a nova redação dada pelo Decreto nº 75.887 de 20 de junho de 1975, as concessionárias de energia elétrica adotaram, desde então, o fator de potência de 0,85 como referência para limitar o fornecimento de energia reativa.

O Decreto nº 479, de 20 de março de 1992, reiterou a obrigatoriedade de se manter o fator de potência o mais próximo possível da unidade (1,00), tanto pelas concessionárias quanto pelos consumidores, recomendando, ainda, ao Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE - o estabelecimento de um novo limite de referência para o fator de potência indutivo e capacitivo, bem como a forma de avaliação e de critério de faturamento da energia reativa excedente a esse novo limite.

A nova legislação pertinente, estabelecida pelo DNAEE, introduziu uma nova forma de abordagem do ajuste pelo baixo fator de potência, com os seguintes aspectos relevantes:

1. Aumento do limite mínimo do fator de potência de 0,85 para 0,92;
2. Faturamento de energia reativa excedente;
3. Redução do período de avaliação do fator de potência de mensal para horário, a partir de 1996 para consumidores com medição horosazonal.

A Resolução ANEEL nº 456/2000 define o fator de potência como um índice que mostra o grau de eficiência em que um determinado sistema elétrico está sendo utilizado. Esse índice pode assumir valores de 0 (zero) a 1 (um). Valores altos de FP, próximo de 1 (um), indicam o uso eficiente. Valores baixos evidenciam um mau aproveitamento.

3.3 TARIFAÇÃO DE REATIVOS

Pela legislação atual, o fator de potência de referência é 0,92. Fator de potência mínimo autorizado pela Resolução da ANEEL. Clientes que tenham carga

com fator de potência menor terão sua energia e/ou demanda reativa excedentes tarifadas na sua conta.

3.3.1 Fator de potência horário

A demanda de potência e o consumo de energia reativa excedentes, calculados através do fator de potência horário, serão faturados pelas Equações 1 e 2:

$$FER_{(p)} = \left\{ \sum_{t=1}^n \left[CA_t \cdot \left(\frac{0,92}{f_t} - 1 \right) \right] \right\} \cdot TCA_{(p)} \quad (1)$$

$$FDR_{(p)} = \left\{ MAX_{t=1}^n \left(DA_t \cdot \frac{0,92}{f_t} \right) - DF_{(p)} \right\} \cdot TDA_{(p)} \quad (2)$$

Onde:

FDR(p) = Faturamento da demanda de potência reativa excedente por posto tarifário.

DA_t = Demanda de potência ativa medida de hora em hora.

DF(p) = Demanda de potência ativa faturada em cada posto horário.

TDA(p) = Tarifa de demanda de potência ativa

FER(p) = Faturamento do consumo de reativo excedente por posto tarifário.

CA_t = Consumo de energia ativa medido em cada hora.

TCA(p) = Tarifa de energia ativa

f_t = Fator de potência calculado de hora em hora

∑ = Soma dos excedentes de reativo calculados a cada hora

MAX = Função que indica o maior valor da expressão entre parênteses, calculada de hora em hora.

t = Indica cada intervalo de uma hora

p = Indica posto tarifário: ponta e fora de ponta, para as tarifas horosazonais, e único, para a tarifa convencional.

n = Número de intervalos de uma hora, por posto horário no período de faturamento.

3.3.2 Fator de potência mensal:

A demanda de potência e o consumo de energia reativa excedentes, calculados através do fator de potência mensal, serão faturados pelas Equações 3 e 4:

$$FDR = \left(DM \cdot \frac{0,92}{f_m} - DF \right) \cdot TDA \quad (3)$$

$$FER = CA \cdot \left(\frac{0,92}{f_m} - 1 \right) \cdot TCA \quad (4)$$

Onde:

FDR = Faturamento da demanda de reativo excedente.

DM = Demanda ativa máxima registrada no mês (kW).

DF = Demanda ativa faturável no mês (kW).

TDA = Tarifa de demanda ativa (R\$/ kW).

FER = Faturamento do consumo de reativo excedente.

CA = Consumo ativo do mês (kWh).

TCA = Tarifa de consumo ativo (R\$ / kWh).

f_m = Fator de potência médio mensal.

3.4 TRIÂNGULO DE POTÊNCIAS

Os motores, os transformadores e outros equipamentos de unidades consumidoras usam energia elétrica para produzir força motriz, que é utilizada de duas formas distintas: a energia reativa e a energia ativa.

A primeira delas, a energia reativa, medida em kVArh, não realiza trabalho efetivo, mas é necessária e consumida na geração do campo eletromagnético responsável pelo funcionamento de motores, transformadores e geradores.

A segunda, a energia ativa, medida em kWh, é a que realmente produz as tarefas, isto é, faz os motores e os transformadores funcionarem.

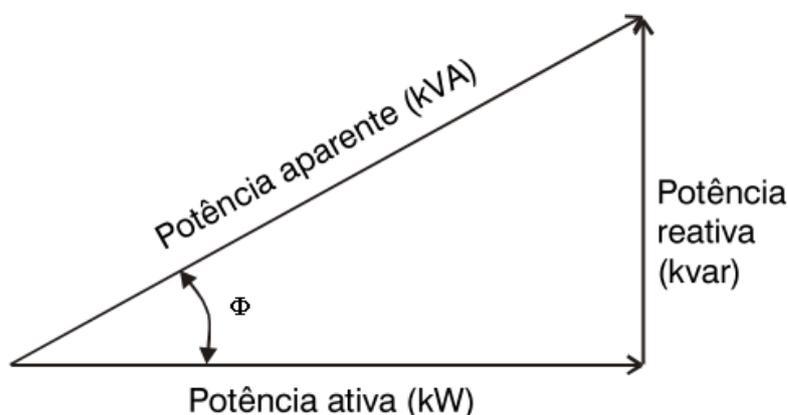
A composição destas duas formas de energia resulta na energia aparente ou total medida em kVAh.

Assim, enquanto a energia ativa é sempre consumida na execução de trabalho, a energia reativa, além de não produzir trabalho, circula entre a carga e a fonte de alimentação, ocupando um espaço no sistema elétrico que poderia ser utilizado para fornecer mais energia ativa.

O Fator de Potência é uma relação entre a energia ativa e a energia aparente ou total e mostra se a empresa consome energia elétrica adequadamente ou não, indicando a eficiência do uso da energia. Um alto fator de potência indica uma eficiência alta e inversamente, um fator de potência baixo indica baixa eficiência energética.

Na Figura 6 é mostrada as relações entre as potências ativa (kW), reativa (kVAr) e aparente (kVA) que dão origem as respectivas energias ativa (kWh), reativa (kVArh) e aparente (kVAh) consolidando o chamado Triângulo de Potência.

FIGURA 6 - TRIÂNGULO DE POTÊNCIA



O Fator de Potência, FP, pode ser deduzido da figura 6, conforme apresentado nas equações abaixo:

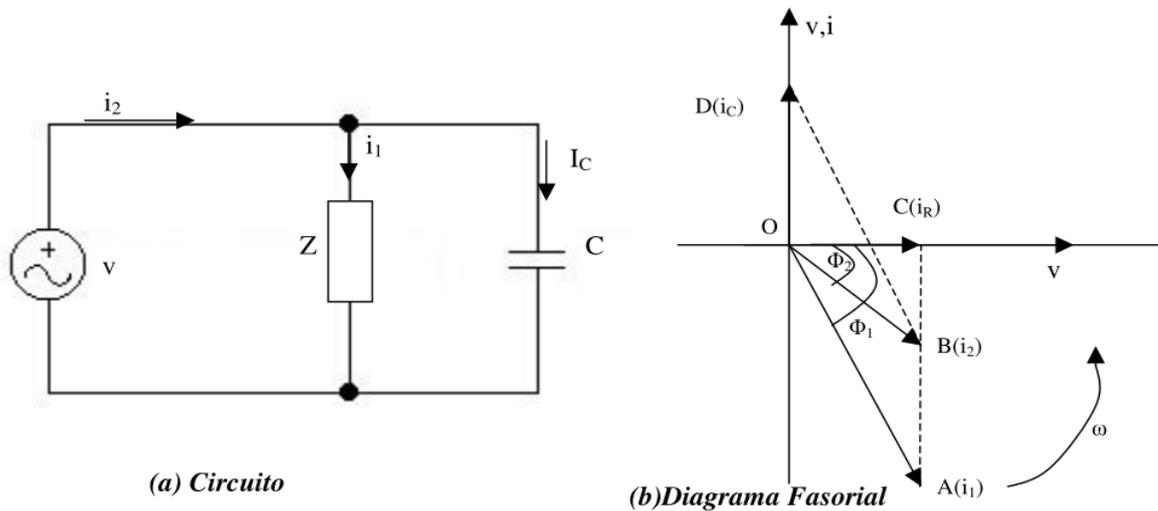
$$FP = kW / kVA = \cos \Phi = \cos [\text{arc tg} (kVAr/kW)] \quad (5)$$

$$FP = kW / \sqrt{kW^2 + kVAr^2} \quad (6)$$

3.5 CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA COM CAPACITOR

A figura 7 mostra o ajuste de fator de potência com capacitor em paralelo com a carga para reduzir a defasagem de ϕ_1 para ϕ_2 .

FIGURA 7 – CARGA INDUTIVA COM CAPACITOR EM PARALELO E DIAGRAMA FASORIAL



O Diagrama Fasorial mostra que com a colocação do capacitor, a potência ativa do circuito não se altera, pois o valor da corrente ativa, I_r , permanece a mesma, uma vez que está relacionada à componente resistiva da carga que está relacionada com a potência ativa ($P=V \cdot I_r$).

Na figura, identificamos os triângulos OAC e OBC e obtemos:

$$AC = OC \cdot \operatorname{tg} \phi_1 \quad \text{e} \quad BC = OC \cdot \operatorname{tg} \phi_2$$

Do mesmo diagrama obtemos:

$$\begin{aligned} AB = OD &= AC - BC = OC \cdot \operatorname{tg} \phi_1 - OC \cdot \operatorname{tg} \phi_2 \\ &= OC \cdot (\operatorname{tg} \phi_1 - \operatorname{tg} \phi_2) \end{aligned}$$

Como $OC = I_r = P/V$ e $AB = OD = I_C$, resulta que:

$$I_C = (P/V) \cdot (\operatorname{tg} \phi_1 - \operatorname{tg} \phi_2).$$

$$\text{Por outro lado, } I_C = V/X_C = V \cdot \omega \cdot C$$

Igualando-se as duas expressões de I_c , temos:

$$(P/V). (\operatorname{tg} \phi_1 - \operatorname{tg} \phi_2) = V.\omega.C$$

$$\text{logo } C = (P/(\omega.V^2)). (\operatorname{tg} \phi_1 - \operatorname{tg} \phi_2) \text{ ou}$$

$$C = (P/(2.\pi.f.V^2)). (\operatorname{tg} \phi_1 - \operatorname{tg} \phi_2) \quad (7)$$

Onde:

C = Capacitância em Farad

P = Potência ativa da carga em Watts

ω = Velocidade angular em rad/s

f = Frequência da rede em Hz

V = Tensão sobre a carga em Volts

Este é, portanto, o valor do capacitor necessário para se corrigir o fator de potência do circuito de $\cos\phi_1$ para $\cos\phi_2$.

3.6 CONSEQUÊNCIAS E CAUSAS DE UM BAIXO FATOR DE POTÊNCIA

3.6.1 Perdas na Instalação.

As perdas de energia elétrica ocorrem em forma de calor e são proporcionais ao quadrado da corrente total (RI^2). Como essa corrente cresce com o excesso de energia reativa, estabelece-se uma relação entre o incremento das perdas e o baixo fator de potência, provocando o aumento do aquecimento de condutores e equipamentos.

3.6.2 Quedas de Tensão.

O aumento da corrente devido ao excesso de energia reativa leva a quedas de tensão acentuadas, podendo ocasionar a interrupção do fornecimento de energia elétrica e a sobrecarga em certos elementos da rede. Esse risco é sobretudo

acentuado durante os períodos nos quais a rede é fortemente solicitada. As quedas de tensão podem provocar ainda, a diminuição da intensidade luminosa das lâmpadas e aumento da corrente nos motores.

3.6.3 Subutilização da Capacidade Instalada

A energia reativa, ao sobrecarregar uma instalação elétrica, inviabiliza sua plena utilização, condicionando a instalação de novas cargas a investimentos que seriam evitados se o fator de potência apresentasse valores mais altos. O “espaço” ocupado pela energia reativa poderia ser então utilizado para o atendimento de novas cargas. Os investimentos em ampliação das instalações estão relacionados principalmente aos transformadores e condutores necessários. O transformador a ser instalado deve atender à potência total dos equipamentos utilizados, mas devido à presença de potência reativa, a sua capacidade deve ser calculada com base na potência aparente das instalações.

Na Tabela 2 é mostrada a potência total que deve ter o transformador, para atender uma carga útil de 800 kW para fatores de potência crescentes.

TABELA 2 - POTÊNCIA TOTAL PARA FATORES DE POTÊNCIA CRESCENTES

Potência útil absorvida – kW	Fator de Potência	Potência do Trafo - kVA
800	0,50	1.600
	0,80	1.000
	1,00	800

Pode-se observar que para uma mesma potência útil é necessário uma potência do transformador maior quando temos um fator de potência mais baixo. A correção do fator de potência por si só já libera capacidade para instalação de novos equipamentos, sem a necessidade de investimentos em transformador ou substituição de condutores para esse fim específico.

Também o custo dos sistemas de comando, proteção e controle dos equipamentos cresce com o aumento da energia reativa. Da mesma forma, para

transportar a mesma potência ativa sem o aumento de perdas, a seção dos condutores aumenta à medida que o fator de potência diminui.

3.6.4 Vantagens da Correção do Fator de Potência

3.6.4.1 Melhoria da Tensão.

As desvantagens de tensões abaixo da nominal em qualquer sistema elétrico são bastante conhecidas. Embora os capacitores elevem os níveis de tensão, é raramente econômico instalá-los em estabelecimentos industriais apenas para esse fim. A melhoria da tensão deve ser considerada como um benefício adicional dos capacitores.

3.6.4.2 Redução das Perdas.

As perdas são proporcionais ao quadrado da corrente e como a corrente é reduzida na razão direta da melhoria do fator de potência, as perdas são inversamente proporcionais ao quadrado do fator de potência. A redução percentual das perdas é dada pela Equação:

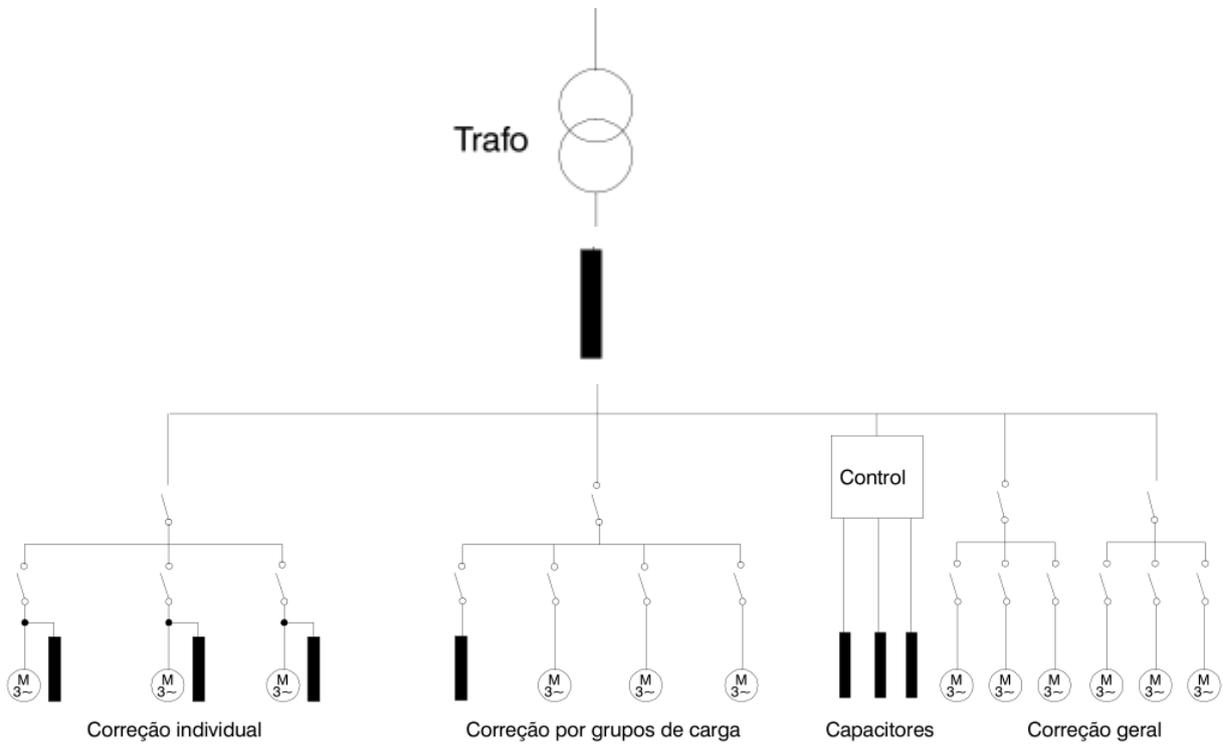
$$\% \Delta P/P1 = 100 \cdot \cos^2 \Phi 1 / \cos^2 \Phi 2$$

3.6.5 Tipos de Correção do Fator de Potência

A correção pode ser feita instalando os capacitores, tendo como objetivos a conservação de energia e a relação custo/benefício como mostra a figura 8:

- a) Correção na entrada da energia de alta tensão;
- b) Correção na entrada da energia de baixa tensão;
- c) Correção por grupos de cargas;
- d) Correção localizada;
- e) Correção mista.

FIGURA 8 – DIAGRAMA COM MANEIRAS DE CORREÇÃO DE FATOR DE POTÊNCIA



No estudo de caso (Campus I da UFPB), foi feita a opção pela correção mista, pois no ponto de vista de Conservação de Energia, considerando aspectos técnicos, práticos e financeiros, torna-se a melhor solução.

4 CONTRATOS DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

Considerando que a otimização dos contratos de fornecimento de energia elétrica pode gerar redução significativa nas contas de energia elétrica, liberando recursos para investimentos em outras áreas prioritárias, este tópico tem o objetivo de instruir os administradores dos prédios, apresentando os principais aspectos da relação contratual consumidor/concessionária, os conceitos envolvidos, a identificação de oportunidades de economia, bem como algumas orientações sobre o encaminhamento dos problemas identificados junto à própria concessionária ou empresas especializadas.

De modo a facilitar o entendimento deste item começamos com a identificação dos principais conceitos envolvidos:

4.1 CONCEITOS

Contrato de Fornecimento de Energia Elétrica – (GARCIA AS, 2011) - Negócio jurídico estabelecido entre consumidor de alta tensão ou de sistema subterrâneo e concessionária, onde encontram-se definidas a modalidade tarifária, a(s) demanda(s) contratada(s), o intervalo do horário de ponta, prazo de validade e as condições especiais de fornecimento estabelecidas de comum acordo entre as partes.

Empresa Supridora - Empresa responsável pela produção e transmissão de energia elétrica.

Empresa Distribuidora - Empresa responsável pela distribuição direta de energia elétrica aos consumidores. Esta empresa atua como Concessionária do Serviço Público.

Consumo - É a energia utilizada em um determinado intervalo de tempo. É obtido pelo produto entre a potência da carga (kW) e o intervalo de tempo (h) que a mesma permaneceu em funcionamento. É expressa em Wh ou seus múltiplos (KWh, MWh, TWh.)

Demanda - É o quociente obtido entre o consumo de energia elétrica(kWh) verificado em um dado intervalo de tempo pelo intervalo de tempo(h) considerado.

Em nosso país a demanda é medida pela concessionária em intervalos de 15 (quinze) minutos. É expressa em Watts ou seus múltiplos (kW, MW etc.)

Demanda Registrada - É a máxima demanda medida pela concessionária, dentro de um intervalo de 15 (quinze) minutos, durante o período de leitura considerado.

Demanda Contratada - É a demanda prevista de utilização, estabelecida pelo consumidor, nos diferentes postos tarifários (ponta e fora ponta) e acordada com a concessionária através do contrato de fornecimento de energia elétrica. O consumidor está obrigado a não ultrapassar este valor durante os períodos de leitura, sob pena de sofrer a cobrança do valor a maior sob tarifas muito mais elevadas.

Demanda Faturada - É o maior valor verificado entre a demanda registrada e a demanda contratada, nos casos de enquadramento como consumidor horo sazonal.

Fator de Carga - É a relação entre a demanda média verificada em um dado intervalo de tempo e a máxima demanda registrada neste mesmo intervalo.

Horário de Ponta - Horário composto por 3 (três) horas consecutivas, definidas pela concessionária, exceção feita aos sábados, domingos, e feriados nacionais definidas no contrato de fornecimento de energia elétrica estabelecido com a concessionária.

Horário Fora de Ponta - São as horas complementares às de ponta, acrescidas à totalidade das horas dos sábados e domingos.

Período Seco - Compreende o intervalo situado entre os meses de maio a novembro de cada ano.

Período Úmido - Compreende o intervalo situado entre os meses de dezembro de um ano a abril do ano seguinte.

Tarifas Horo-Sazonais - Tarifas de energia elétrica com preços diferenciados de acordo com sua utilização durante as horas do dia (ponta e fora de ponta) e durante os períodos do ano (seco e úmido), oferecidas aos consumidores de alta tensão com fornecimento igual ou superior a 2,3 kV e a consumidores atendidos por sistema subterrâneos, faturados pelo Grupo A.

Existem dois modelos de tarifas horo-sazonais a tarifa Azul que caracteriza-se pela aplicação de preços diferenciados de demanda e consumo, dependendo dos

horários e período e a tarifa Verde que caracteriza-se pela aplicação de um preço único de demanda, independente de horário e período.

Tarifa de Ultrapassagem - É uma tarifa diferenciada a ser aplicada à parcela de demanda que superar as respectivas demandas contratadas, em cada segmento horo-sazonal para a tarifa azul ou a demanda única contratada para tarifa verde.

4.2 ASPECTOS IMPORTANTES

O fornecimento de energia elétrica com a concessionária é um negócio jurídico de natureza contratual com direitos e deveres estabelecidos entre as partes.

O contrato de fornecimento de energia elétrica com a concessionária poderá ser revisto a cada 12(doze) meses ou a qualquer tempo em caso do consumidor comprovar a implantação de medidas de efficientização energética.

As premissas a serem estabelecidas no contrato de fornecimento de energia elétrica com as concessionárias serão tão mais otimizadas para o consumidor quanto maior for seu conhecimento sobre o perfil histórico de utilização de energia elétrica diária, mensal e anual.

Observar na fatura de energia elétrica da concessionária a existência de qualquer dos seguintes itens: Ultrapassagem de demanda na ponta, Ultrapassagem de demanda fora de ponta, Demanda reativa excedente (Ponta ou Fora de Ponta) e Consumo reativo excedente (Ponta ou Fora de Ponta). A ocorrência de pelo menos um destes itens caracteriza oportunidade de economia através da correção do problema.

Se a unidade consumidora for do Grupo B (baixa tensão) e apresentar uma carga instalada maior que 50 kW, verificar a possibilidade, através de empresas especializadas, da construção de uma subestação. Em caso afirmativo, montar a subestação e solicitar da concessionária a alteração para o Grupo A, onde as tarifas são bem mais reduzidas.

No estabelecimento do contrato de fornecimento de energia elétrica com a concessionária é fundamental a escolha correta do modelo tarifário mais adequado e das demandas contratadas, uma vez que, se o valor estabelecido for inferior às necessidades da unidade, o consumidor arcará com as pesadas multas de

ultrapassagens de demandas. Se o valor for superior ao requerido, o consumidor irá pagar um valor de demanda sem fazer uso integral da mesma.

Quanto menor for o fator de carga da unidade consumidora mais onerosa será a fatura de energia da concessionária. O aumento do fator de carga só é possível através de correto gerenciamento da utilização de energia elétrica.

Observar o prazo de vigência do contrato de fornecimento de energia com a concessionária. Caso o consumidor não se pronuncie, o contrato é automaticamente renovado por igual período, perdendo o consumidor uma oportunidade de renegociá-lo em condições mais favoráveis.

Para os contratos de fornecimento de energia para iluminação pública é fundamental que o cadastro das instalações esteja sempre atualizado, uma vez que o valor total da fatura é função da quantidade e das características das lâmpadas existentes.

4.3 LEIS E NORMAS

Portaria no 456 / 2000 / ANEEL de 29 de novembro de 2000. Estabelece de forma atualizada e consolidada, as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica a serem observadas tanto pelas concessionárias quanto pelos consumidores.

Condições Gerais de Fornecimento (Concessionárias). Estabelece condições técnicas de fornecimento de energia elétrica ao consumidor, (CORREIA SPS. Tarifas e Demandas de Energia Elétrica – 2010).

NBR 5410. Instalações Elétricas em Baixa Tensão. Norma da ABNT que estabelece as condições técnicas a serem obedecidas para as instalações elétricas em baixa-tensão.

4.4 OTIMIZAÇÃO DE CONTRATOS DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

Os passos a seguir (ANEEL, 2002) constituem, de maneira resumida, as principais providências para se obter a máxima otimização nos contratos de fornecimento de energia elétrica.

Analisar os dados de demanda, consumo, fator de carga e fator de potência nas últimas 24 faturas de energia elétrica emitida pela concessionária. Verificar a existência de qualquer dos seguintes itens:

- Ultrapassagem de demanda na ponta,
- Ultrapassagem de demanda fora de ponta,
- Demanda reativa excedente (Ponta ou Fora de Ponta) e
- Consumo reativo excedente (Ponta ou Fora de Ponta).

Efetuar o somatório dos valores dos itens acima identificados e determinar a média mensal para cada segmento. O somatório destas médias irá indicar o valor excedente que está sendo pago naquela unidade consumidora.

A existência de tarifas de ultrapassagem de demanda, dentro ou fora de ponta, significa que a demanda contratada encontra-se inferior ao máximo valor registrado pela concessionária no intervalo de leitura. Neste caso duas ações podem ser adotadas:

- Implantação de um sistema automático de controle de demanda que evite que a demanda ultrapasse os valores preestabelecidos em contrato. Neste caso faz-se necessário o apoio de especialistas para determinação do melhor projeto de controle automático de demanda;
- Solicitação formal à concessionária de um novo valor contratual para demanda, com o objetivo de adequar os parâmetros contratuais à realidade da unidade consumidora.

A opção a ser escolhida é aquela que apresentar a maior atratividade econômica, visto que a primeira exige o investimento em mão-de-obra e equipamentos especializados, enquanto a segunda, apesar de prescindir de maiores investimentos, pode representar um incremento mensal de custos, muitas vezes indesejável.

A existência de demandas registradas inferiores ao valor de demanda contratada, significa que está ocorrendo uma contratação indevida e custos

adicionais são verificados para esta condição. Neste caso deve-se determinar a melhor demanda a ser contratada através de análises especializadas e solicitar da concessionária a alteração contratual pertinente, que será possível após o transcurso de 12 meses da última alteração contratual solicitada ou durante a renovação do contrato, que acontece a cada três anos.

A existência de tarifas de excedentes de demanda ou consumo reativo significa que a unidade está consumindo, em determinados intervalos de tempo, um valor de energia reativa superior aos limites máximos estabelecidos pela ANEEL. Neste caso nenhuma alteração do contrato deve ser solicitada à concessionária e o problema deve ser encaminhado a especialistas para determinação da melhor solução técnica para eliminar os excedentes, sendo suficiente, na maioria dos casos, a instalação de bancos de capacitores. Se a unidade consumidora apresentar um baixo consumo no horário de ponta (menor que 10% do consumo total) e um baixo fator de carga médio (menor que 0,5) neste segmento horário, seguramente, a tarifa horo-sazonal se mostrará mais econômica. A determinação dos novos parâmetros de contratação deve ser estabelecida por especialistas, que indicarão o melhor modelo tarifário (azul ou verde) e as demandas a serem contratadas.

5 AÇÕES EFETUADAS

5 AÇÕES EFETUADAS

5.1 INTRODUÇÃO

Quando do racionamento de energia elétrica ocorrido no ano de 2001, foram adotadas medidas para que o Campus I da UFPB pudesse controlar e gerenciar a cota a qual foi estabelecida pela concessionária de energia elétrica.

Como todos os demais consumidores do Brasil, a UFPB por determinação imposta por decreto, teve que reduzir em 30% a sua média de consumo de três meses definidos pelas concessionárias (abril, maio e junho do ano 2000). No início não havia nenhum parâmetro de acompanhamento do consumo, a não ser comparando mensalmente de acordo com a fatura recebida, o que não seria condição suficiente para se evitar a ultrapassagem da cota estabelecida.

Portanto, foi desenvolvida uma planilha com uma coleta de dados diária dos parâmetros formadores do consumo para a análise e tendências do consumo dentro do período de cada mês. Em princípio, com a criação da planilha foram fornecidas as condições de acompanhamento e avaliação da tendência de ultrapassagem ou não da referida cota definida para o período do racionamento e onde foi possível estimar os parâmetros definidos pela concessionária para o Campus I. Com isto, houve a possibilidade de monitorar todas as cargas e promover desligamentos em horários preestabelecidos.

É importante salientar que em função das medidas tomadas com desligamentos de cargas em horários pré-definidos e com a cogeração de subunidades de grande consumo, principalmente no caso do Hospital Universitário, durante todo o período do racionamento o Campus I da UFPB não ultrapassou a cota que lhe foi imposta, não gerando o pagamento de multas devido a ultrapassagem no período do racionamento, que no caso em estudo, seria de valores bastante significativos.

Algum tempo depois do período de racionamento, com a volta à normalidade do sistema integrado nacional e com diversas medidas adotadas dentre as quais a aquisição de gerenciadores de energia, foi implantado um sistema capaz de fornecer dados precisos e suficientes para acompanhar todos os parâmetros

necessários e suficientes para quantificar em tempo real o comportamento do uso de energia do Campus I.

5.2 RESULTADOS PRELIMINARES

O sistema inicialmente encontrado era uma rede de distribuição, do tipo radial aberta, formada por uma rede de média e baixa tensão composta por cabos nus de cobre e alumínio, acarretando falhas e faltas de energia constantes, por apresentar problemas de diversas naturezas, tais como: falta de coordenação de proteção (feita através de chaves fusíveis), cabos subdimensionados, conexões apresentando pontos quentes e com a proteção da entrada feita por elo fusível, apresentando desta forma curto circuitos constantes.

Com o período chuvoso, o sistema de distribuição apresentava falta de energia com muita frequência devido à proximidade da rede com os galhos das árvores, uma vez que o Campus I é implantado numa área de reserva da Mata Atlântica. Para resolver essa questão, foram substituídos todos os cabos de média tensão por uma rede compacta isolada e os cabos de baixa tensão por uma rede multiplexada.

Vale salientar que com a substituição dos cabos houve também a mudança de todos os componentes formadores da rede de distribuição, tais como: isoladores do tipo porcelana e vidro que foram substituídos por isoladores poliméricos, com um resultado muito positivo; chaves de manobra que podem ser operadas com a linha viva e chaves de proteção para atenderem as novas configurações do sistema de distribuição; conectores e conexões de um modo geral, melhorando em muito os resultados com relação à continuidade, diminuindo significativamente as faltas de energia provocadas pelos problemas apresentados nas condições anteriores a substituição da rede elétrica.

Com os serviços dessa etapa concluídos, foi feita a inspeção por meio de Termo Visor para identificar os pontos quentes que se apresentassem no sistema e corrigi-los ou suprimi-los antes que apresentassem qualquer dano ao sistema de distribuição de energia do Campus I da UFPB e a seus usuários.

Ficou muito evidenciado que a QEE – Qualidade de Energia Elétrica (BARROS BF, BURELLI R, GEDRA RL, 2010), após as ações promovidas com as

mudanças na rede de distribuição do Campus I, teve um salto de qualidade bastante visível, bem como a eficiência energética dessa unidade consumidora.

5.3 OS EQUIPAMENTOS CCK 7600 E CCK 4400

Os equipamentos de sistema de gerenciamento, (CCK Automação Ltda) CCK 7600 e CCK 4400, foram adquiridos junto a CCK Automação Ltda.

O modelo CCK 7600, mostrado na figura 9, é responsável pelo monitoramento dos dados para o acompanhamento “On Line” dos parâmetros necessários para um bom gerenciamento da energia na entrada do consumidor e aquela fornecida através da concessionária de energia elétrica, enquanto o CCK 4400, mostrado na figura 10, é um equipamento de monitoramento por memória de massa que foi instalado nas subestações de 112,5 kVA e maiores.

FIGURA 9 - CCK 7600 GERENCIADOR DE ENERGIA



FIGURA 10 - CCK 4400 COM CAPACIDADE DE MEMÓRIA DE MASSA



Com a captura de memória de massa feita num intervalo máximo de trinta dias, monitorou-se o comportamento dos parâmetros elétricos das cargas de cada subestação, observando os dados necessários ao bom uso de energia por parte de cada unidade que compõe as subestações do Campus I da UFPB, incluindo a análise da presença de harmônicos de cada subunidade consumidora que faz parte da carga do Campus I.

Em função das informações colhidas e analisadas com o gerenciamento do sistema, foi possível o acompanhamento dos parâmetros formadores das nossas faturas junto a concessionária de energia e demais subunidades, onde a partir desse gerenciamento, tivemos o controle total sobre as condições ótimas de uso de cada subestação em operação, permitindo a possibilidade de fazer remanejamentos e desligamentos de transformadores, evitando com essas medidas a instalação de novas subestações sem que existam as reais necessidades de implantá-las no sistema de distribuição da unidade em estudos.

5.4 RESULTADOS OBTIDOS COM OS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA O GERENCIAMENTO.

5.4.1 Gerenciamento das subestações

Após análise das cargas feita através do instrumento CCK, (CCK Automação Ltda) foi desativado um transformador de 225 kVA de uma subestação composta por dois transformadores de 225 kVA ficando evidenciado que apenas um transformador poderia atender a unidade que estava atrelada àquela subestação de 450 kVA, que passou a ser de apenas 225 kVA, sem que acarretasse qualquer prejuízo nas atividades produtivas daquele consumidor (fato ocorrido no antigo LTF).

Outro transformador de 750 kVA foi desativado de uma unidade que era atendida por três transformadores de 750 kVA, HULW – Hospital Universitário Lauro Wanderley, que além de desativar um transformador, foi adicionada uma nova unidade que foi construída próxima ao HULW, o CCM – Centro de Ciências Médicas, que deveria ser atendido por uma nova subestação de 300 kVA e após análise e estudos, foi alimentada por um dos dois transformadores de 750 kVA que ficaram em operação, permanecendo com apenas dois transformadores de 750 kVA, diminuindo substancialmente o desperdício de energia no conjunto do Campus I. Portanto na realidade foram retirados e/ou deixados de instalar mais 300 kVA, ou seja, foi subtraído 1.050 kVA de operação do sistema deixando os transformadores em operação com um nível de carga mais adequado à sua capacidade de atendimento.

Como o grande incremento de novas unidades consumidoras no Campus I da UFPB foram feitos remanejamentos de subestações que tinham alguma folga para outras subestações que necessitavam de serem ampliadas devido a instalação de novas cargas. Este foi o caso do CCHLA (Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes) que era atendido por uma subestação de 150 kVA que estava ultrapassando esse limite em alguns momentos e com a expectativa da entrada de novas edificações, haveria a necessidade de substituição ou instalação de mais uma nova subestação. Neste caso foi feito o remanejamento de uma outra unidade do antigo LTF – Laboratório de Tecnologia Farmacêutica, unidade essa que era atendida por um transformador de 225 kVA e como tinha nos seus registros tão somente uma carga máxima ao longo de vários meses que não chegava a 140 kVA, foi possível a

permuta dos transformadores com suas respectivas proteções e outras atitudes, resolvendo o problema das duas unidades sem que houvesse a necessidade de se ampliar a capacidade instalada do Campus I para resolver aquela situação em questão.

5.4.2 Correção de fator de Potência

Equipamentos de gerenciamento de energia elétrica, tipo CCK 7600 e CCK 4400, foram instalados em locais estratégicos. Na entrada geral conjuntamente com a medição da concessionária foi instalado o CCK 7600 e nas subestações acima de 112.5 kVA os CCK 4400. Desta forma foram oferecidas as condições ótimas para que se fizesse o gerenciamento de todo o comportamento energético da unidade consumidora em análise, Campus I da UFPB.

Na figura 11 é mostrada a planta do Campus I - UFPB com as áreas administrativas distribuídas por Centros Acadêmicos e Órgãos Suplementares.

FIGURA 11 – ÁREAS ACADÊMICAS E ORGÃOS SUPLEMENTARES DO CAMPUS I DA UFPB.



- 1-Praça de Esporte
- 2-Hospital Universitário.
- 3-Centro de Saúde
- 4-Ciências Médicas.
- 5-Ciências Exatas.
- 6-Bio-Tecnologia.
- 7-Centro de Tecnologia.
- 8-Energias Alternativas.
- 9-Conjunto Humanístico.
- 10-Biblioteca Central.
- 11-Administração Central.
- 12-Editora.

Na Tabela 3 são mostradas as subestações que compõe o nosso estudo de caso, Campus I da UFPB, com seus 86 transformadores, potências nominais e locais de instalação do CCK.

TABELA 3 – RELAÇÃO DE TODAS AS SUBESTAÇÕES INSTALADAS NO CAMPUS I DA UFPB.

Lista dos transformadores instalados no Campus I – UFPB					
CCEN			Conjunto Humanístico		
	Subestações	CCK		Subestações	CCK
1	225 kVA - Geociências	X	12	225 kVA - CCHLA	x
2	225 kVA – DSE	X	13	150 kVA - CCSA I	x
3	150 kVA – DBM	X	14	150 kVA - CCSA II	x
4	150 kVA - Lab. Combustíveis	X	15	112,5 kVA - CE	
5	225 kVA - Tecnologia Virtual	X	16	150 kVA - DECOM	
6	112,5 kVA – LI		17	75 kVA - CCTA / Est. Elevat.	
7	75 kVA - Administração		18	75 kVA - NEDESP / SUVAG	
8	75 kVA - Matemática e Física		19	150 kVA - Psicologia	x
9	45 kVA - Iluminação e Cantina		20	75 kVA - CCSA III	
10	150 kVA - Bloco de Física - CCEN		21	150 kVA bloco C, bib setorial CCHLA e Auditório de Música	
11	75 kVA - LEA - PRODEMA – Geociências		22	112,5 kVA - CCSA IV	
			23	150 kVA - Bloco de Mídias Digitais - CCHLA	
			24	75 kVA - Dep. Música	
CT			CCS		
		CCK			CCK
25	150 kVA - Administração	X	39	300 kVA - Administração	x
26	150 kVA - Lab. Elétrica	X	40	150 kVA - Odontologia	x
27	150 kVA - Of. Mecânica	X	41	112,5 kVA - Arnaldo Tavares	
28	75 kVA - Lab.Hidráulica		42	75 kVA - Escola de Enferm.	
29	75 kVA - Lab.Materiais I		43	112,5 kVA - Fisioterapia	
30	75 kVA - Lab.Materiais II		44	150 kVA - Residência Univ.	
31	150 kVA - Produç. Mec.		45	75 kVA - Morfologia	
32	75 kVA - LES I		46	75 kVA - Educação Física	
33	45 kVA - Lab.Hidráulica II		47	45 kVA - SVO / Iluminação Púb.	

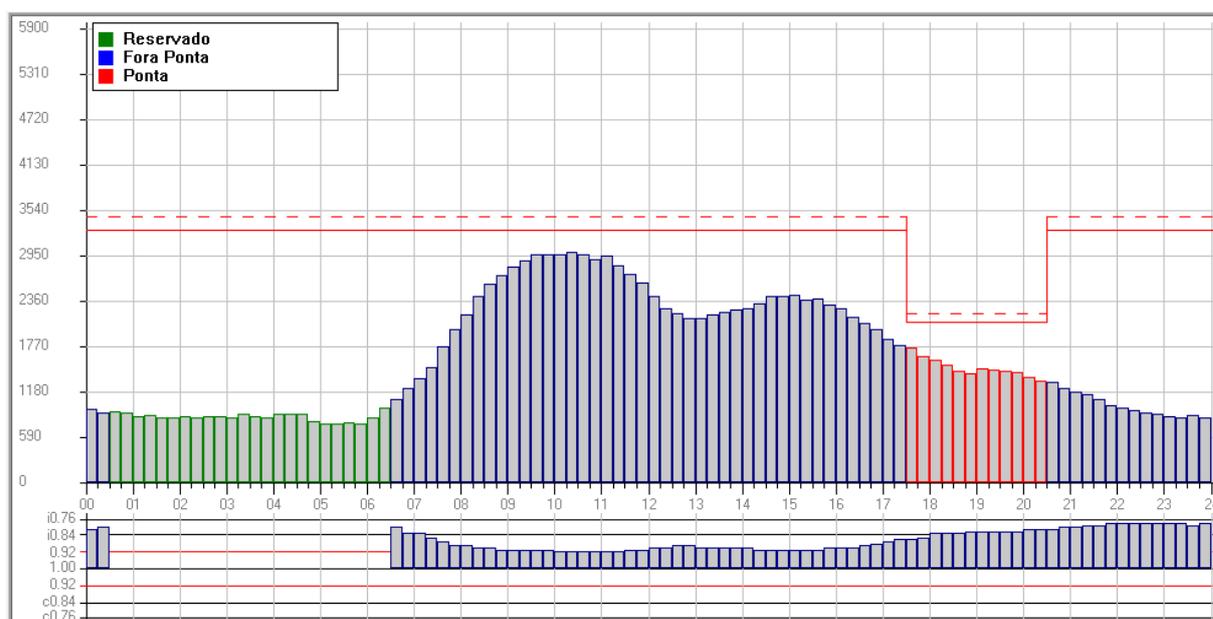
34	45 kVA - LES II		48	112,5 kVA - Terapia Ocu. E Fono.	
35	30 kVA - Lab.Materiais III		49	112,5 kVA - Bloco Pós - Fisioterapia e Educação Física	
36	150 kVA - Bloco J				
37	150 kVA - Bloco K,L e M				
38	30 kVA - Lab.Materiais IV				
SUPLEMENTARES E OUTROS			HU		
		CCK			CCK
50	225 kVA - Reitoria I	x	67	750 kVA - HU I	x
51	225 kVA - Reitoria II	x	68	750 kVA - HU II	x
52	150 kVA - Central de Aulas I	x	69	750 kVA - HU III	x
53	75 kVA - NTI	x	70	45 kVA - HU IV	
54	112,5 kVA - Prefeitura				
55	150 kVA - Polo Mult./Editora		LTF		
56	112,5 kVA - Reitoria III				CCK
57	75 kVA - Almox. Central / Patrim.		71	225 kVA - LTF I	x
58	75 kVA - CCJ		72	150 kVA - LTF II	x
59	75 kVA - Central de Aulas II		73	225 kVA - LTF III	x
60	75 kVA - Banco do Brasil		74	225 kVA - LTF IV	x
61	75 kVA - Santander		75	112,5 kVA - LTF V	
62	150 kVA - RU				
63	45 kVA - Creche Escola - CE				
64	75 kVA - Garagem				
65	45 kVA - RNP				
66	45 kVA - Ginásio Princ.				
Futuras Unidades Consumidoras					
		CCK			
76	Clinica de Nutrição - CCS			CA dos CCSA	
77	Proposição NESC - CCS (112,5 kVA)			Bloco da Central de Aulas	
78				Auditório de Música	
79				Expansão da Música	
80				Pós CE	
81				Pós CCSA	

82				Centro de Informat.	
83	Blocos CCSA A e B			Arquiv. Reitoria	
84	Blocos CE			Expansão Abacatão	
85				ETS duas expans.	
86				Geociências	

Com o monitoramento de 28 subestações de um total de 86, ficou constatado que se fazia necessário uma ação rápida e consistente para melhoria do fator de potência.

Na figura 12 apresenta-se o comportamento da carga e do fator de potência do Campus I ao longo do dia 26/10/2007. Observa-se que o fator de potência durante todo o dia encontrava-se ao longo do dia, abaixo de 0,92.

FIGURA 12 - CONSUMO DE UM DIA ÚTIL COM FP BAIXO.



Após simulação realizada através do software da CCK, ficou constatada a necessidade de um acréscimo de energia reativa capacitiva total de 600 kVAr, para que o fator de potência ficasse acima de 0,92 e conseqüentemente não houvesse incidência de multa por este motivo.

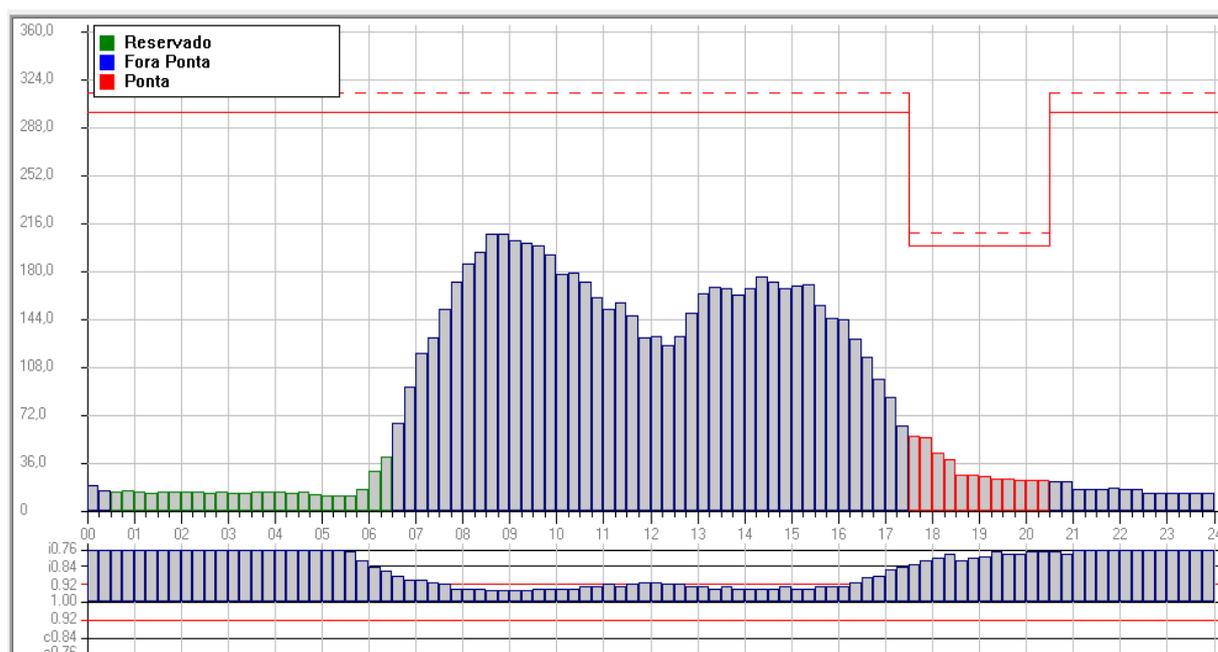
Para que atingisse o resultado esperado, essa carga reativa capacitiva que inicialmente havia sido simulada foi distribuída em vários bancos de capacitores, de

30 kVAr, 60 kVAr e 90 kVAr, de acordo com as necessidades de cada subestação analisada e monitorada através dos equipamentos de gerenciamento instalados e que apresentou nos resultados de seus gráficos muita carga indutiva.

Como consequência foi possível a liberação de cargas para os transformadores que apresentavam baixo fator de potência, provocando dessa forma a presença elevada de reativo, com valores acima de 0,426 kVAr por cada 1 kW, circulando no sistema sem produzir nenhum tipo de trabalho ou benefício ao sistema de distribuição de energia elétrica envolvido.

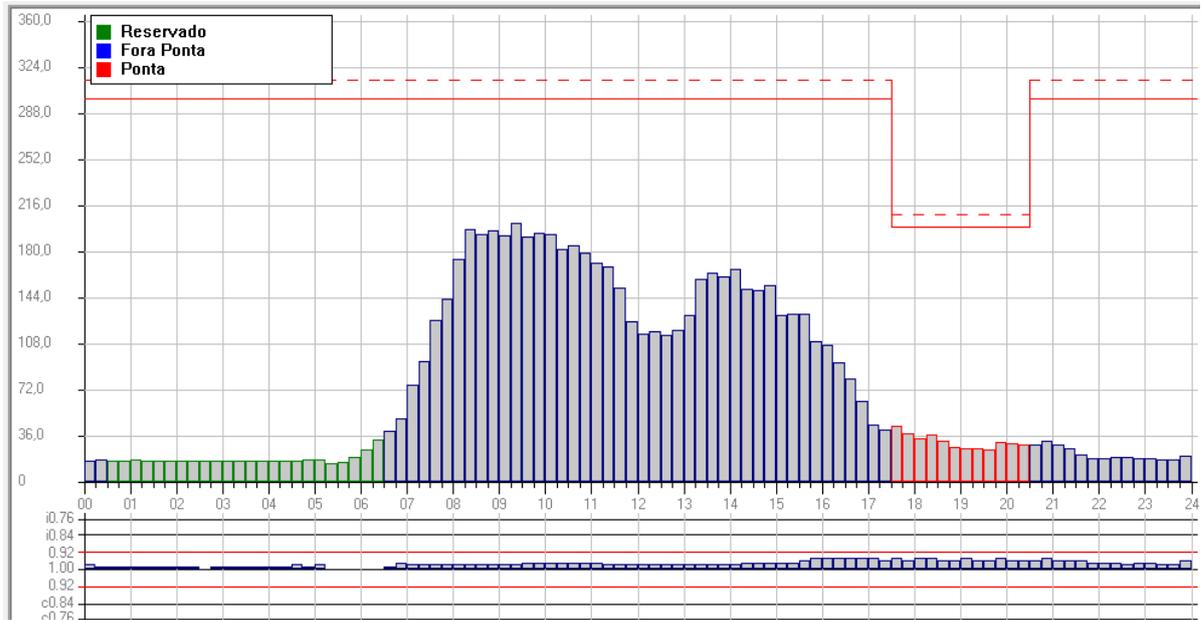
Na figura 13 apresenta-se o comportamento da carga e do fator de potência da subestação do CCS (300kVA) ao longo do dia 26/10/2007. Observa-se que o fator de potência durante grande parte do dia encontrava-se abaixo de 0,92.

FIGURA 13- CONSUMO DE UM DIA ÚTIL, 26/10/2007, DA SUBESTAÇÃO DO CCS.



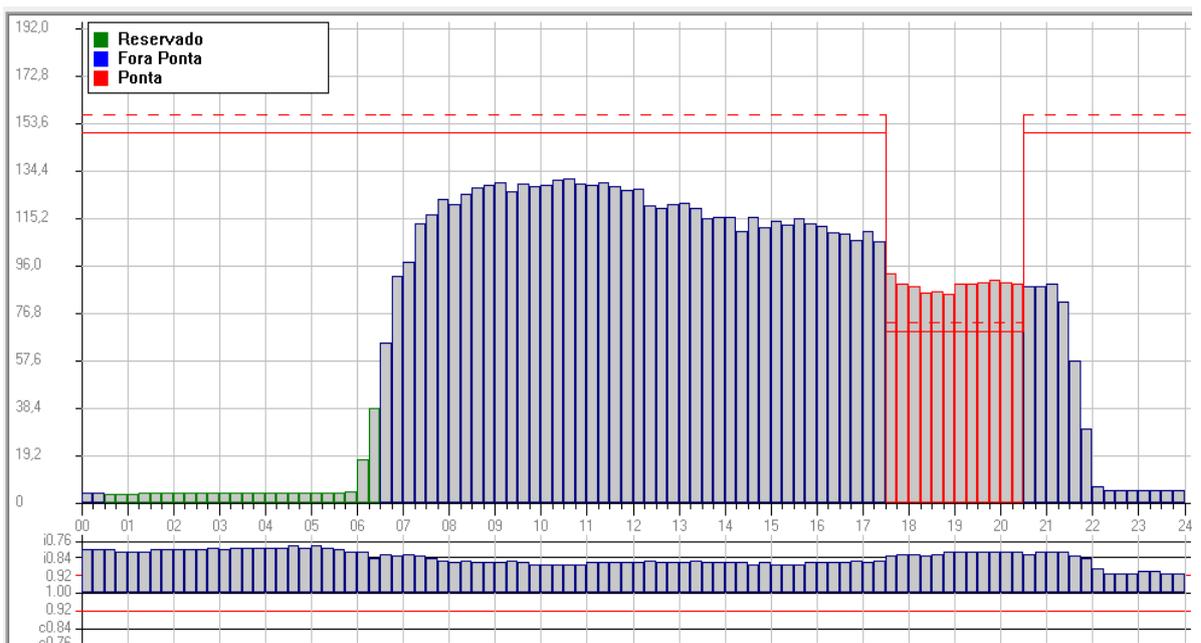
Na figura 14 apresenta-se o comportamento da carga e do fator de potência do CCS (300 kVA) ao longo do dia 26/11/2013. Observa-se que após a instalação do banco de capacitores o fator de potência durante todo o dia ficou acima de 0,92.

FIGURA 14 - CONSUMO DE UM DIA ÚTIL, 26/11/2013, DA SUBESTAÇÃO DO CCS.



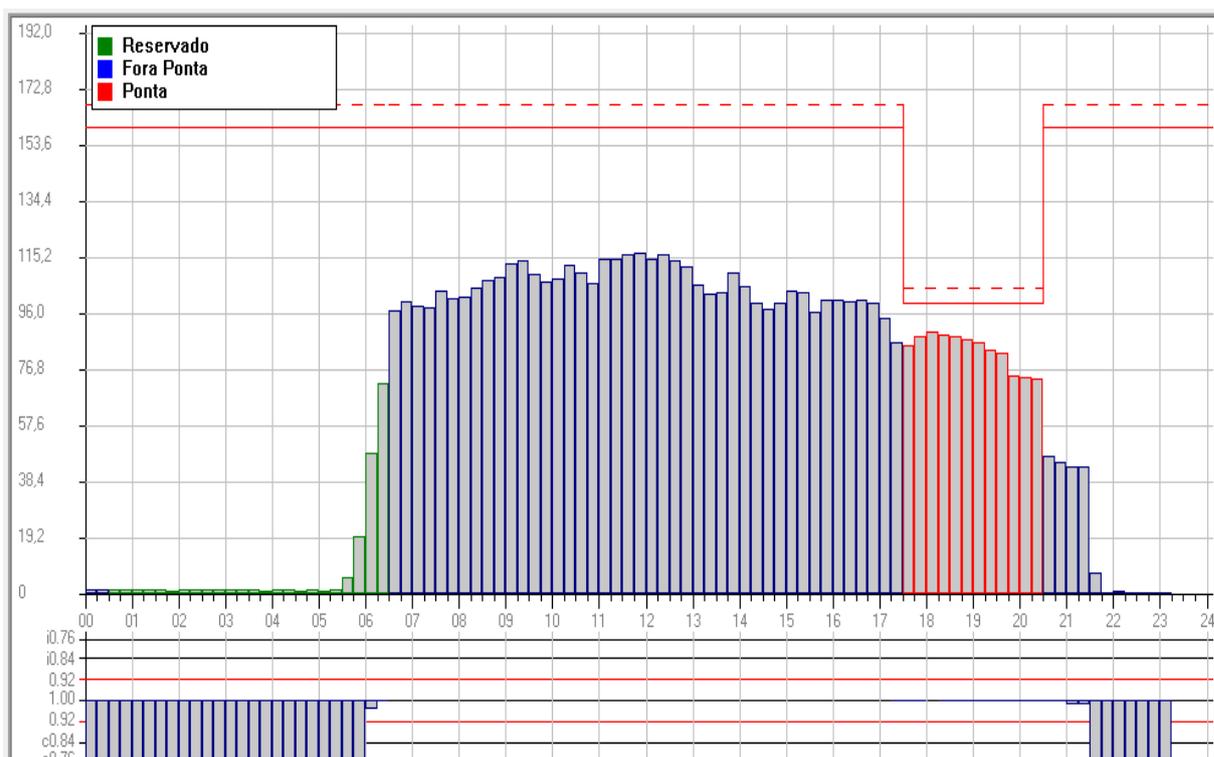
Na figura 15 apresenta-se o comportamento da carga e do fator de potência da subestação da Biblioteca Central (225 kVA) ao longo do dia 26/09/2007. Observa-se que o fator de potência durante todo o dia encontrava-se abaixo de 0,92.

FIGURA 15 - CONSUMO DE UM DIA ÚTIL, 26/09/2007, DA SUBESTAÇÃO DA BC.



Na figura 16 apresenta-se o comportamento da carga e do fator de potência da BC (225 kVA) ao longo do dia 25/06/2013. Observa-se que o fator de potência durante todo o dia encontrava-se acima de 0,92 ou capacitivo, das 22 às 06 horas.

FIGURA 16 - CONSUMO DE UM DIA ÚTIL, 25/06/2013, DA SUBESTAÇÃO DA BC.



Os resultados quanto à correção do fator de potência foram muito importantes para que o consumidor tivesse condições de eliminar as constantes cobranças de multas por parte da concessionária devido ao baixo fator de potência, onde foi corrigido com a instalação dos vários bancos de capacitores e com isto eliminado totalmente as multas por esta motivação como mostram as tabelas 4, 5, 6, 7, 8 e 9.

Devendo sempre as equipes de manutenção e prevenção ficarem monitorando todas as unidades de bancos que foram instaladas, através do gerenciador de energia e com estas medidas evitando que alguns bancos sejam por razões de falta de manutenção ou por decurso de prazo da vida útil venham apresentar redução substancial no montante de carga reativa capacitiva que foram injetadas no sistema da unidade consumidora em análise.

TABELA 4 - MULTAS APLICADAS NOS ANOS DE 2002 E 2003.

Mês	Ultrap. HFP	Valor (R\$)	Ultrap. HP	Valor (R\$)	FER HFP (kWh)	Valor (R\$)	FER HP (kWh)	Valor (R\$)	FDR HFP	Valor (R\$)	FDR HP	Valor (R\$)	Acresc. Morat.	Juros de Mora	Total
2002															
jan/02	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
fev/02	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
mar/02	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
abr/02	0	0,00	0	0,00	8.466	542,67	6.530	922,10	0	0,00	137,30	3.192,23	0,00	0,00	4.657,00
mai/02	0	0,00	0	0,00	16.266	1.180,26	4.145	632,40	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	1.812,66
jun/02	0	0,00	0	0,00	19.200	1.393,15	7.200	1.098,50	0	0,00	0	0,00	2.092,52	2.929,53	7.513,70
jul/02	0	0,00	0	0,00	15.733	1.141,59	6.363	970,80	0	0,00	76,93	1.788,62	2.133,42	4.089,05	10.123,48
ago/02	0	0,00	0	0,00	15.627	1.153,27	6.698	1.039,33	0	0,00	51,26	1.212,30	2.452,02	5.517,04	11.373,96
set/02	0	0,00	0	0,00	15.573	1.279,01	6.195	1.069,94	0	0,00	40,3	1.060,70	0,00	0,00	3.409,65
out/02	0	0,00	0	0,00	7.938	651,70	5.103	880,93	0	0,00	0	0,00	5.775,74	5.719,75	13.028,12
nov/02	0	0,00	0	0,00	9.600	788,16	7.200	1.242,93	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	2.031,09
dez/02	0	0,00	0	0,00	9.600	696,19	2.400	383,47	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	1.079,66
2003															
jan/03	0	0,00	0	0,00	12.000	870,24	4.800	766,94	0,00	0,00	0,00	0,00	6.114,05	3.434,65	11.185,88
fev/03	0	0,00	0	0,00	12.000	870,24	4.800	766,94	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	1.637,18
mar/03	0	0,00	0	0,00	16.800	1.218,33	4.800	766,94	0	0,00	0	0,00	2.799,26	1.975,35	6.759,88
abr/03	0	0,00	0	0,00	739.200	1.392,38	4.800	766,94	0	0,00	0	0,00	2.455,29	9.725,28	14.339,89
mai/03	0	0,00	0	0,00	31.200	2.561,52	7.200	1.242,93	0	0,00	0	0,00	3.193,35	3.682,74	10.680,54
jun/03	0	0,00	0	0,00	28.800	2.364,48	7.200	1.242,93	0	0,00	0	0,00	2.960,71	3.743,83	10.311,95
jul/03	0	0,00	0	0,00	31.200	2.561,52	7.200	1.242,93	0	0,00	0	0,00	2.698,23	12.749,84	19.252,52
ago/03	0	0,00	0	0,00	21.600	1.589,11	4.800	865,92	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	2.455,03
set/03	0	0,00	0	0,00	21.600	2.437,99	7.200	1.675,87	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	4.113,86
out/03	0	0,00	0	0,00	19.200	2.165,37	7.200	1.674,50	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	3.839,87
nov/03	0	0,00	0	0,00	16.800	1.894,70	4.800	1.116,33	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	3.011,03
dez/03	0	0,00	0	0,00	19.200	1.914,24	7.200	1.542,74	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	3.456,98
Total		R\$		R\$	R\$	30.686,12	R\$	21.912,31	R\$	7.253,85	R\$	32.674,59	R\$	53.567,06	146.073,93

TABELA 5 - MULTAS APLICADAS NOS ANOS DE 2004 E 2005.

Mês	Ultrap. HFP	Valor (R\$)	Ultrap. HP	Valor (R\$)	FER HFP (kWh)	Valor (R\$)	FER HP (kWh)	Valor (R\$)	FDR HFP	Valor (R\$)	FDR HP	Valor (R\$)	Acresc. Morat.	Juros de Mora	Total
2004															
jan/04	0	0,00	0	0,00	19.200	1.914,24	7.200	1.542,24	0	1.542,74	0	0,00	0,00	0,00	R\$ 3.456,98
fev/04	0	0,00	0	0,00	16.800	1.674,96	7.200	1.542,74	0	1.542,74	0	0,00	0,00	0,00	R\$ 3.217,70
mar/04	0	0,00	0	0,00	28.800	2.871,36	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	R\$ 2.871,36
abr/04	0	0,00	0	0,00	21.600	2.153,52	4.800	1.028,49	0	1.028,49	0	0,00	0,00	0,00	R\$ 3.182,01
mai/04	0	0,00	0	0,00	31.200	3.518,73	7.200	1.674,50	0	1.674,50	0	0,00	0,00	0,00	R\$ 5.193,23
jun/04	0	0,00	0	0,00	36.000	4.060,08	9.600	2.232,67	0	2.232,67	0	0,00	0,00	0,00	R\$ 6.292,75
jul/04	0	0,00	0	0,00	31.200	3.518,73	7.200	1.674,50	0	1.674,50	0	0,00	0,00	0,00	R\$ 5.193,23
ago/04	0	0,00	0	0,00	31.200	3.619,51	4.800	1.139,04	0	1.139,04	0	0,00	0,00	0,00	R\$ 4.758,55
set/04	0	0,00	0	0,00	31.200	4.298,11	7.200	1.938,31	0	1.938,31	0	0,00	13.193,66	0,00	R\$ 19.430,08
out/04	0	0,00	0	0,00	33.600	4.628,73	7.200	1.938,31	0	1.938,31	0	0,00	0,00	0,00	R\$ 6.567,04
nov/04	0	0,00	0	0,00	31.200	4.298,11	7.200	1.938,31	0	1.938,31	0	0,00	0,00	1.705,63	R\$ 7.942,05
dez/04	0	0,00	0	0,00	36.000	4.399,20	7.200	1.770,55	0	1.770,55	0	0,00	5.635,31	563,53	R\$ 12.368,59
2005															
jan/05	0	0,00	0	0,00	40.800	5.317,87	7.200	1.888,56	0,00	1.888,56	0,00	0,00	0,00	0,00	R\$ 7.206,43
fev/05	330	13.431,00	0	0,00	33.600	4.379,42	7.200	1.888,56	0	1.888,56	0	0,00	0,00	0,00	R\$ 19.698,98
mar/05	450	18.315,00	284	36.587,72	40.800	5.317,87	9.600	2.518,08	0	2.518,08	0	0,00	0,00	0,00	R\$ 62.738,67
abr/05	402	16.361,40	308	39.679,64	43.200	5.630,68	9.600	2.518,08	0	2.518,08	0	0,00	0,00	0,00	R\$ 64.189,80
mai/05	0	0,00	0	0,00	52.800	7.758,43	9.600	2.756,64	0	2.756,64	48	2.061,12	0,00	0,00	R\$ 12.576,19
jun/05	0	0,00	0	0,00	55.200	8.111,08	12.000	3.445,80	0	3.445,80	0	0,00	0,00	0,00	R\$ 11.556,88
jul/05	0	0,00	0	0,00	36.000	5.289,84	9.600	2.756,64	0	2.756,64	0	0,00	0,00	0,00	R\$ 8.046,48
ago/05	0	0,00	0	0,00	31.200	4.704,02	4.800	1.401,84	0	1.401,84	0	0,00	0,00	0,00	R\$ 6.105,86
set/05	0	0,00	0	0,00	48.000	8.476,32	9.600	3.120,86	0	3.120,86	0	0,00	0,00	0,00	R\$ 11.597,18
out/05	0	0,00	0	0,00	55.200	9.232,20	12.000	3.694,44	0	3.694,44	0	0,00	0,00	0,00	R\$ 12.926,64
nov/05	0	0,00	0	0,00	16.800	2.809,80	2.400	738,89	0	738,89	0	0,00	0,00	0,00	R\$ 3.548,69
dez/05	0	0,00	0	0,00	9.600	1.429,06	2.400	668,09	0	668,09	0	0,00	0,00	0,00	R\$ 2.097,15
Total		R\$ 48.107,40		R\$ 76.267,36		R\$ 109.411,87		R\$ 45.816,64		R\$ 45.816,64		R\$ 2.061,12	R\$ 18.828,97	R\$ 2.263,16	R\$ 302.762,52

TABELA 6 - MULTAS APLICADAS NOS ANOS DE 2006 E 2007

Mês	Ultrap. HFP	Valor (R\$)	Ultrap. HP	Valor (R\$)	FER HFP (kWh)	Valor (R\$)	FER HP (kWh)	Valor (R\$)	FDR HFP	Valor (R\$)	FDR HP	Valor (R\$)	Acrés. Morat.	Juros de Mora	Total
2006															
jan/06	0	0,00	0	0,00	26.400	3.929,90	4.800	1.336,18	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	5.266,08
fev/06	0	0,00	0	0,00	21.600	3.215,38	4.800	1.336,18	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	4.551,56
mar/06	0	0,00	0	0,00	26.400	3.929,90	7.200	2.004,26	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	5.934,16
abr/06	0	0,00	0	0,00	19.200	2.868,11	4.800	1.336,18	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	4.194,29
mai/06	0	0,00	0	0,00	31.200	5.218,20	4.800	1.477,78	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	6.695,98
jun/06	0	0,00	0	0,00	38.400	6.422,40	7.200	2.216,66	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	8.639,06
jul/06	0	0,00	0	0,00	12.000	2.007,00	2.400	738,89	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	2.745,89
ago/06	0	0,00	0	0,00	9.600	1.599,64	4.800	1.454,64	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	3.054,28
set/06	0	0,00	0	0,00	16.800	2.730,84	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	2.730,84
out/06	0	0,00	0	0,00	19.200	3.120,96	4.800	1.298,64	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	4.419,60
nov/06	0	0,00	0	0,00	36.000	5.851,80	7.200	1.947,96	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	7.799,76
dez/06	0	0,00	0	0,00	19.800	3.825,12	1.800	636,53	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	4.461,65
jan/07	0	0,00	0	0,00	52.800	7.774,79	9.600	2.349,88	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	10.124,67
fev/07	660	35.574,00	0	0,00	43.200	6.361,20	9.600	2.349,88	0	0,00	48	3.034,56	0,00	0,00	47.319,64
mar/07	564	30.399,60	0	0,00	43.200	6.361,20	9.600	2.349,88	0	0,00	0	0,00	22.918,30	7.208,92	69.237,90
abr/07	0	0,00	0	0,00	45.600	6.714,59	9.600	2.349,88	0	0,00	0	0,00	8.834,12	147,24	18.045,83
mai/07	0	0,00	0	0,00	45.600	7.412,28	9.600	2.597,28	0	0,00	0	0,00	7.991,28	266,38	18.267,22
jun/07	0	0,00	0	0,00	62.400	10.143,12	9.600	2.597,28	0	0,00	0	0,00	8.211,05	136,85	21.088,30
jul/07	0	0,00	0	0,00	64.800	10.533,24	12.000	3.246,60	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	13.779,84
ago/07	0	0,00	0	0,00	60.000	9.678,00	12.000	3.215,40	0	0,00	0	0,00	7.167,45	119,46	20.180,31
set/07	0	0,00	0	0,00	58.800	8.992,87	8.400	2.103,86	0	0,00	0	0,00	7.188,18	119,80	18.404,71
out/07	0	0,00	0	0,00	53.200	8.136,40	8.400	2.103,86	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	10.240,26
nov/07	0	0,00	0	0,00	56.000	8.564,63	11.200	2.805,15	0	0,00	28	1.782,76	0,00	0,00	13.152,54
dez/07	0	0,00	0	0,00	61.600	8.535,91	11.200	2.527,84	0	0,00	0	0,00	7.591,24	1.518,25	20.173,24
Total		R\$ 65.973,60		R\$	R\$ 143.917,48	R\$ 46.380,69	R\$	R\$ 4.817,32	R\$	R\$ 69.901,62	R\$ 9.516,90	R\$ 340.507,61			

TABELA 7 - MULTAS APLICADAS NOS ANOS DE 2008 E 2009

Mês	Ultrap. HFP	Valor (R\$)	Ultrap. HP	Valor (R\$)	FER HFP (kWh)	Valor (R\$)	FER HP (kWh)	Valor (R\$)	FDR HFP	Valor (R\$)	FDR HP	Valor (R\$)	Acresc. Morat.	Juros de Mora	Total	
2008																
jan/08	0	0,00	0	0,00	61.600	8.535,91	11.200	2.527,84	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	11.063,75	
fev/08	0	0,00	252	14.873,04	50.400	6.472,36	8.400	1.757,02	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	23.102,42	
mar/08	0	0,00	241	14.223,82	53.200	6.831,94	11.200	2.342,70	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	23.398,46	
abr/08	0	0,00	0	0,00	50.400	6.472,36	11.200	2.342,70	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	8.815,06	
mai/08	0	0,00	0	0,00	50.400	7.143,69	8.400	1.949,72	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	9.093,41	
jun/08	0	0,00	0	0,00	33.600	4.762,46	8.400	1.949,72	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	6.712,18	
jul/08	0	0,00	0	0,00	33.600	4.762,46	5.600	1.298,81	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	6.062,27	
ago/08	0	0,00	0	0,00	30.800	4.428,73	8.400	1.978,87	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	6.407,60	
set/08	0	0,00	0	0,00	22.400	3.533,15	5.600	1.450,28	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	4.983,43	
out/08	0	0,00	297	20.632,59	22.400	3.533,15	5.600	1.450,28	0	0,00	0	0,00	7.970,62	531,37	34.118,01	
nov/08	398	8.282,38	353	24.522,91	19.600	3.091,50	5.600	1.450,28	0	0,00	0	0,00	9.868,66	493,43	47.709,16	
dez/08	0	0,00	241	12.558,51	8.400	899,72	2.800	489,88	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	13.948,11	
jan/09	0	0,00	0	0,00	0	2.399,26	5.600	979,77	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	3.379,03	
fev/09	0	0,00	0	0,00	0	2.399,26	2.800	489,88	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	2.889,14	
mar/09	0	0,00	0	0,00	0	2.399,26	5.600	979,77	0	0,00	0	0,00	15.853,76	9.235,15	28.467,94	
abr/09	0	0,00	0	0,00	0	3.298,98	8.400	1.469,66	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	4.768,64	
mai/09	0	0,00	0	0,00	0	4.637,36	8.400	1.631,61	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	6.268,97	
jun/09	0	0,00	0	0,00	0	4.968,60	8.400	1.631,61	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	6.600,21	
jul/09	0	0,00	0	0,00	0	5.631,08	11.200	2.175,48	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	7.806,56	
ago/09	0	0,00	0	0,00	0	5.593,95	11.200	2.157,45	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	7.751,40	
set/09	0	0,00	0	0,00	0	4.402,16	8.400	1.527,28	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	5.929,44	
out/09	504	7.323,12	425	23.013,75	0	4.402,16	8.400	1.527,28	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	36.266,31	
nov/09	0	0,00	369	19.981,35	0	1.257,76	2.800	509,09	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	21.748,20	
dez/09	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	-	
Total		R\$ 15.605,50		R\$ 129.805,97		R\$ 101.857,26		R\$ 36.067,98		R\$		R\$	R\$	R\$ 33.683,04	R\$ 10.259,95	R\$ 327.289,70

TABELA 8 - MULTAS APLICADAS NOS ANOS DE 2010 E 2011

Mês	Ultrap. HFP	Valor (R\$)	Ultrap. HP	Valor (R\$)	FER HFP (kWh)	Valor (R\$)	FER HP (kWh)	Valor (R\$)	Valor (R\$)	FDR HFP	Valor (R\$)	FDR HP	Valor (R\$)	Acrésc. Morat.	Juros de Mora	Total	
2010																	
jan/10	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
fev/10	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	1.224,72	1.224,72	
mar/10	731	10.621,43	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	16.500,98	0,00	27.122,41	
abr/10	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
mai/10	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	1.224,72	1.224,72	
jun/10	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
jul/10	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
ago/10	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
set/10	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
out/10	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
nov/10	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
dez/10	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
jan/11	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	10.194,32	0,00	10.194,32	
fev/11	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
mar/11	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	1.359,24	1.359,24	
abr/11	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
mai/11	0	0,00	278	13.997,30	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	13.997,30	
jun/11	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
jul/11	0	0,00	0	0,00	2.800	305,20	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	305,20	
ago/11	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	160,12	0,00	160,12	
set/11	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
out/11	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	9.607,26	9.607,26	
nov/11	0	0,00	176	9.305,12	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	9.305,12	
dez/11	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Total		R\$ 10.621,43		R\$ 23.302,42		R\$ 305,20		R\$ 305,20		R\$ -		R\$ -		R\$ -	R\$ 26.855,42	R\$ 13.415,94	74.500,41
2011																	

TABELA 9 - MULTAS APLICADAS NOS ANOS DE 2012 E 2013

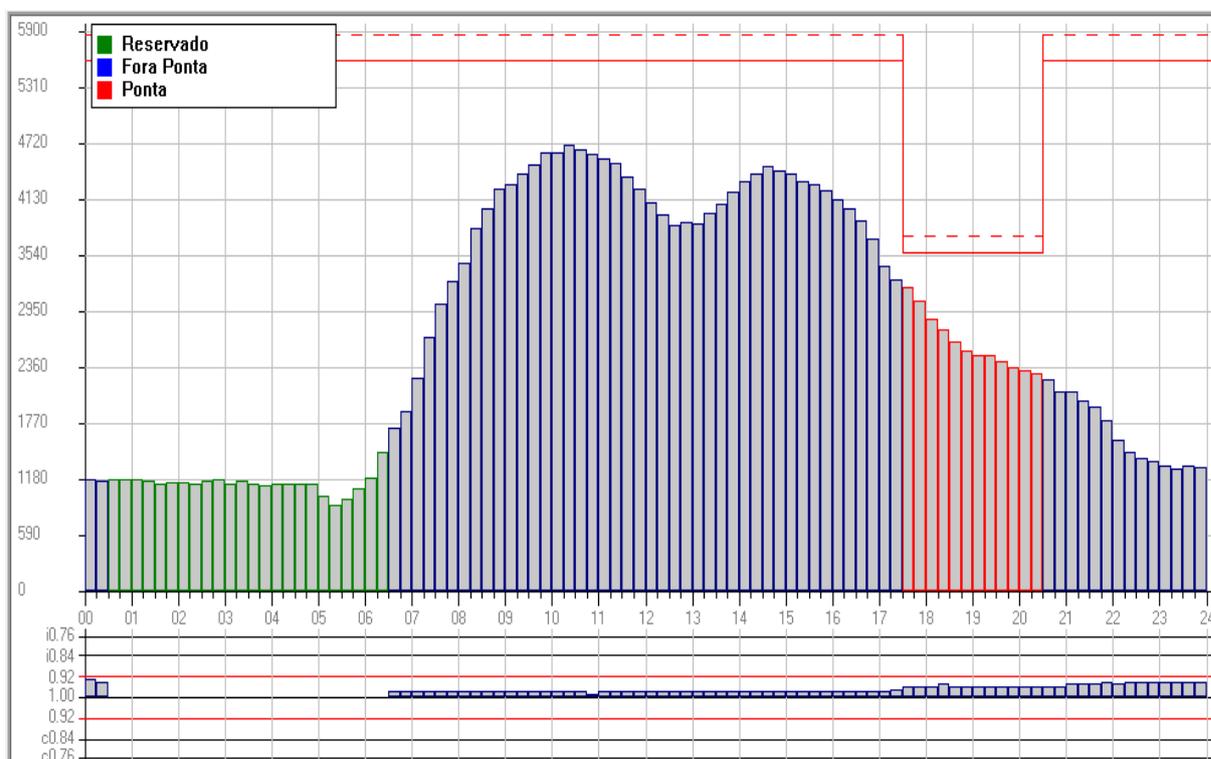
Mês	Ultrap. HFP	Valor (R\$)	Ultrap. HP	Valor (R\$)	FER HFP (kWh)	Valor (R\$)	FER HP (kWh)	Valor (R\$)	FDR HFP	Valor (R\$)	FDR HP	Valor (R\$)	Acresc. Morat.	Juros de Mora	Total
2012															
jan/12	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
fev/12	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
mar/12	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
abr/12	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
mai/12	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
jun/12	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
jul/12	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
ago/12	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	10.469,32	174,49	10.643,81
set/12	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	10.589,88	353,00	10.942,88
out/12	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
nov/12	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
dez/12	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
jan/13	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	12.675,35	1.056,28	13.731,63
fev/13	364	11.313,12	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	11.313,12
mar/13	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	11.789,73	1.178,97	12.968,70
abr/13	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
mai/13	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
jun/13	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
jul/13	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	22.754,41	1.162,15	23.916,56
ago/13	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	10.381,16	1.398,53	11.779,69
set/13	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
out/13	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	9.721,82	162,03	9.883,85
nov/13	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
dez/13	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Total		R\$ 11.313,12		R\$		R\$		R\$		R\$		R\$	R\$ 88.381,67	R\$ 5.485,45	105.180,24

Quando do advento do gerenciamento das cargas do consumidor ocorrido a partir de 2007, observa-se através das colunas FER (faturamento de energia reativa), um decréscimo nas multas devido a ações realizadas com o auxílio dos dados fornecidos em tempo real pelos equipamentos instalados nos pontos considerados estratégicos, para que se tenha um controle de todas as cargas consideradas importantes nesta unidade consumidora.

É importante observar que os valores das multas aplicadas no biênio 2012/2013 são basicamente por atraso de pagamentos com cobrança de juros e mora como pode ser observado na tabela 9.

Como mostra a figura 17, observamos que após as medidas adotadas, o fator de potência do campus I da UFPB encontra-se em níveis muito bons, onde se sabe que a faixa de fator de potência mínimo deve passar para 0,95 de acordo com tendência mundial (KURAHASSI, Luiz Fernando)

FIGURA 17 - DEMANDAS CONTRATADAS E O NÍVEL DO FATOR DE POTÊNCIA EM 0,97 CAPTURADO NO DIA 25/11/2013.



Com o investimento feito na instalação dos bancos de capacitores, observou-se a eliminação das multas por baixo fator de potência e que os investimentos foram amortizados num prazo de até três meses. Portanto, é importante observar que a aquisição dos equipamentos de gerenciamento deram as condições plenas para o dimensionamento, capacidade e definição dos locais de instalação dos bancos de capacitores.

Os benefícios, após serem instalados os equipamentos da CCK Automação no consumidor em análise foram significativos, uma vez que, efetivamente se fez o gerenciamento de todos os itens formadores da fatura de um consumidor horo-sazonal azul em uma grande unidade consumidora.

Ficou claro a melhora alcançada com o gerenciamento de todo o sistema de distribuição não só na questão de valores contratados, mas principalmente no monitoramento das causas e efeitos dos fatos ocorridos em todo o sistema de distribuição de energia elétrica de um grande consumidor.

Os equipamentos de gerenciamento instalados podem oferecer muitas outras ações para o controle de contratos junto à concessionária, havendo a condição de retirada de cargas em horário de pico tanto na ponta como fora de ponta.

Em nosso caso não foi possível a retirada pura e simples das cargas por falta de geradores que substituíssem as subestações nos períodos de maior demanda. Em se fazendo uso de cogeração através de grupos geradores, podemos fazer uso desses equipamentos de forma automática e segura para transferir as cargas do sistema normal para o sistema de geração a base de gerador a gás ou até mesmo alimentada a óleo diesel. Isto definiria quais as subestações que seriam retiradas de operação em determinados períodos definidos, para que se tenha a garantia de não ultrapassagem das demandas contratadas nas condições de ponta e fora de ponta.

5.5 TARIFAÇÃO.

O campus I da UFPB é atendido pelo nível de tensão primária de 13.8 kV e se enquadra na condição de um consumidor Horo Sazonal Azul, mas em função da sua carga instalada, tem plenas condições de migrar para um outro nível de

atendimento quanto a tensão de alimentação, migrando de 13,8 kV para 69 kV acarretando com isto condições de contratação mais vantajosas.

Foi feito um estudo técnico financeiro junto a concessionária para justificar a mudança de atendimento de 13,8 kV para o nível de 69 kV. No caso do Campus I da UFPB, observa-se da tabela 10 que deveria contratar a sua energia com nível de 69 kV em função de sua potência instalada, onde seu contrato de demanda seria reduzido a menos que um terço do valor atual, pois o valor do kW da demanda de ponta é de R\$ 30,86, em 13,8 kV, e o valor do kW da demanda fora de ponta é de R\$ 10,12 enquanto sendo atendido no nível de 69 kV os valores são respectivamente R\$ 10,11 e R\$ 2,65.

TABELA 10 – VALOR DAS TARIFAS SEM OS ENCARGOS E IMPOSTOS

MODALIDADE TARIFÁRIA AZUL E VERDE																			
GRUPO	CLASSES	TUSO + TE								TUSO				TE					
		DEMANDA (R\$/kW)				CONSUMO (R\$/kWh)				DEMANDA (R\$/kW)		CONSUMO (R\$/kWh)		CONSUMO (R\$/kWh)					
		PONTA	FORA PONTA	ULTRAPASSAGEM	F. PONTA	SECA	ÚMIDA	SECA	ÚMIDA	PONTA	F. PONTA	SECA	ÚMIDA	SECA	ÚMIDA	SECA	ÚMIDA	SECA	ÚMIDA
AZUL (69 kV)	SERVIÇO PÚBLICO	10,11	2,65	20,21	5,30	0,16407	0,16407	0,10403	0,10403	10,11	2,65	0,01125	0,01125	0,01125	0,01125	0,15282	0,15282	0,09279	0,09279
	RURAL ISOLADO	10,70	2,81	21,40	5,62	0,17372	0,17372	0,11015	0,11015	10,70	2,81	0,01191	0,01191	0,01191	0,01191	0,16181	0,16181	0,09824	0,09824
	DEMAIS CLASSES (69 KV)	11,89	3,12	23,78	6,24	0,19302	0,19302	0,12239	0,12239	11,89	3,12	0,01323	0,01323	0,01323	0,01323	0,17979	0,17979	0,10916	0,10916
	SERVIÇO PÚBLICO	30,86	10,12	61,71	20,25	0,16942	0,16942	0,10939	0,10939	30,86	10,12	0,01660	0,01660	0,01660	0,01660	0,15282	0,15282	0,09279	0,09279
AZUL (13,8 kV)	RURAL IRRIGAÇÃO	32,67	10,72	65,34	21,44	0,17939	0,17939	0,01287	0,01287	32,67	10,72	0,01758	0,01758	0,00195	0,00195	0,16181	0,16181	0,01092	0,01092
	RURAL ISOLADO	32,67	10,72	65,34	21,44	0,17939	0,17939	0,11582	0,11582	32,67	10,72	0,01758	0,01758	0,01758	0,01758	0,16181	0,16181	0,09824	0,09824
	DEMAIS CLASSES (2,3 a 25 KV)	36,30	11,91	72,60	23,82	0,19932	0,19932	0,12869	0,12869	36,30	11,91	0,01953	0,01953	0,01953	0,01953	0,17979	0,17979	0,10916	0,10916
	SERVIÇO PÚBLICO	-	10,12	-	20,25	0,91151	0,91151	0,10939	0,10939	-	10,12	0,75869	0,75869	0,01660	0,01660	0,15282	0,15282	0,09279	0,09279
VERDE (13,8 kV)	RURAL IRRIGAÇÃO	-	10,72	-	21,44	0,96513	0,96513	0,01287	0,01287	-	10,72	0,80332	0,80332	0,00195	0,00195	0,16181	0,16181	0,01092	0,01092
	RURAL ISOLADO	-	10,72	-	21,44	0,96513	0,96513	0,11582	0,11582	-	10,72	0,80332	0,80332	0,01758	0,01758	0,16181	0,16181	0,09824	0,09824
	DEMAIS CLASSES	-	11,91	-	23,82	1,07237	1,07237	0,12869	0,12869	-	11,91	0,89258	0,89258	0,01953	0,01953	0,17979	0,17979	0,10916	0,10916
	SERVIÇO PÚBLICO	-	10,12	-	20,25	0,91151	0,91151	0,10939	0,10939	-	10,12	0,75869	0,75869	0,01660	0,01660	0,15282	0,15282	0,09279	0,09279

Fonte: Energisa Paraíba, 2013.

Também pode ser observado através da tabela 11, o crescimento do consumo ao longo dos anos em torno de 10% ao ano, o que mostra a necessidade premente de migração dos níveis de tensão.

TABELA 11 - MOSTRA NÍVEIS DE CONSUMO EM KWH A PARTIR DE 2003.

ANO	CONSUMO FORA DE PONTA	CONSUMO DE PONTA	CONSUMO TOTAL
2003	8.714.400,00	1.008.000,00	9.722.400,00
2004	8.719.200,00	921.600,00	9.640.800,00
2005	9.211.200,00	969.600,00	10.180.800,00
2006	10.006.800,00	1.094.400,00	11.101.200,00
2007	10.648.000,00	1.144.400,00	11.792.400,00
2008	11.625.600,00	1.265.600,00	12.891.200,00
2009	12.215.600,00	1.316.000,00	10.899.600,00
2010	12.992.000,00	2.539.600,00	15.531.600,00
2011	13.672.400,00	1.458.800,00	15.131.200,00
2012	13.865.600,00	1.461.600,00	15.327.200,00
2013	16.217.600,00	1.794.800,00	18.012.400,00

É muito importante ter o conhecimento dos tipos de tarifação que são ofertados para os consumidores de grande porte (CORREIA, S.P.S), para que se possa definir com muita clareza que tipo de tarifa pode ser enquadrado os consumidores em estudo.

5 CONCLUSÕES

6 CONCLUSÕES

Neste trabalho fica claro o quanto é importante que tenha-se condições plenas de monitorar, acompanhar, analisar e gerenciar todas as cargas da unidade consumidora. É fundamental que se tenha plenas condições de saber em detalhes, as condições de como estão sendo usadas e se estão bem aproveitadas as horas trabalhadas, ou se está havendo desperdícios com o uso inadequado deste importante insumo para todos aqueles que necessitam de energia elétrica para produzir trabalho ou serviço e com isso poder absorver o máximo dos benefícios provocados pelo bom uso da energia elétrica.

No início dos trabalhos apresentou-se um grande consumidor que não tinha o devido controle sobre o uso de energia elétrica e, com a implantação das medidas tomadas para ajustar o sistema tais como: elaboração de projeto de rede de distribuição e a implantação de novo sistema com rede compacta e multiplexada na média e baixa tensão; instalação de chaves de manobras e de operação em carga; implantação de novos recursos técnicos; mostrou-se a facilidade do isolamento das eventuais falhas e retorno à normalidade das áreas não atingidas pela falha apresentada, evidenciando os ganhos e melhorias das condições operacionais e gerenciais dessa unidade.

Com a implantação dos equipamentos de gerenciamento e acompanhamento sistemático da unidade consumidora monitorada pode-se afirmar que foram obtidos ganhos de eficiência do sistema com o controle das cargas, do fator de potência, acompanhamento e isolamento das falhas, do controle dos picos de consumo obtendo desta forma as totais condições de celebrar-se o melhor contrato de fornecimento de energia junto a concessionária no tocante a:

- Melhor tipo de tarifação, para promover a redução de custos;
- Melhor demanda a ser contratada, na ponta e fora de ponta;
- Qual deve ser o nível de tensão da entrada, 13,8 kV ou 69 kV.

Neste caso, ficou evidenciada a necessidade premente de se promover em tempo hábil a mudança do nível de fornecimento da energia elétrica junto a concessionária, passando do grupo A4 para o grupo A3, o consumidor do grupo A4 recebe a energia elétrica no nível de tensão de 13,8 kV e o consumidor do grupo A3 recebe sua energia elétrica no nível de tensão de 69 kV. Com esta medida haverá

uma redução de aproximadamente um terço do valor, em real, da tarifa da demanda contratada.

Observa-se, ainda, a necessidade de se implementar condições de em intervalos de pico, e em horários de ponta, lançar mão de cogeração que possa operacionalizar automaticamente esses períodos com a finalidade de reduzir cada vez mais os custos financeiros do uso da energia elétrica.

Este trabalho não pode ser definido como conclusivo e acabado, uma vez que a maior ênfase foi dada no que se refere ao melhoramento e controle mais efetivo do fator de potência da unidade consumidora, Campus I da UFPB. No geral, o fator de potência em análise saiu de valores muito baixos, onde flutuava na faixa de 0,60 a 0,80 e após as intervenções ocorridas o fator de potência encontra-se no patamar de 0,94 a 0,98 eliminando totalmente as multas de faturamento por baixo fator de potência.

Após o controle desse importante parâmetro, o fator de potência no conjunto de itens necessários para a formação da fatura de um consumidor deste porte, podendo em novas abordagens, fazer o estudo mais minucioso de outros componentes como a influência das harmônicas de ordens: 3, 5, 7, 9 e até a harmônica de ordem 23, que possam influenciar com contribuições não muito desejáveis para diversas unidades consumidoras que fazem parte do consumidor em análise. Com isto, haverá uma melhoria na capacidade de reduzir os custos e desperdícios da energia elétrica utilizada, sabendo-se que as cargas não lineares estão cada vez mais presentes no conjunto das cargas elétricas do consumidor de energia. Neste caso, a influência das harmônicas deve ser estudada, controlada e quando possível torna-la sem efeito negativo para a unidade consumidora.

Com uso adequado deste insumo, evita-se o desperdício de recursos financeiros e humanos e contribui com o meio ambiente reduzindo a emissão de mais poluentes provocados pela implantação de novas fontes de energia, que seriam necessárias para atender a mesma carga quando não bem gerenciada.

Logo, pode-se afirmar que o gerenciamento implantado e as ações realizadas no sistema de distribuição do Campus I da UFPB podem e devem ser aplicados a todo aquele consumidor que tenha compromisso com a qualidade e a eficiência energética de sua unidade consumidora.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R.B; A aplicação de tarifas especiais durante o racionamento. 10 Seminário nacional de distribuição de energia elétrica. Rio de Janeiro. Brasil. Outubro de 1998

BARROS B.F; BURELLI, R; GEDRA R.L; Gerenciamento de Energia Elétrica - Ações Administrativas e Técnicas de Uso Adequado da Energia Elétrica. Editora Érica Ltda. 2010.

Brasil, Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL); Resolução 456. 30 de novembro de 2000.

Brasil, Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL); Organização Mundial de Meteorologia (OMM). Atlas de Energia Elétrica do Brasil. 1 edição. 2002.

Brasil, Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (GCE); Resoluções de Racionamento. 2001 e 2002.

BRAZ J. O racionamento e a Oportunidade de Racionalização do Uso da Energia Elétrica: A Experiência UMC (Mestrado). São Paulo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2002.

CCK Automação Ltda; www.cck.com.br

Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão do Setor Elétrico (CCPE). Plano Decenal de Expansão – 2001 / 2010. Brasil. 2001.

CORREIA, S.P.S; Tarifas e Demandas de Energia Elétrica. Editora Sinergia 2010.

DIAS, R.F; Cachapuz, P.B.B; Cabral, L.M.M; Lamarão, S.T.N; Panorama do Setor de Energia Elétrica no Brasil. Centro de Memória da Eletricidade no Brasil. 1998

Economia de energia no período de racionamento. Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica – GCE Disponível em: www.energiabrasil.gov.br

FILHO, J.M; Instalações Elétricas Industriais, Editora LTC, 2010.

GARCIA, A.S; Consumo de Energia Elétrica - Aspectos Técnicos, Instrumentais e Jurídicos. Editora Juruá - 2011.

JABUR, M.A; Racionamento: do susto a consciência. Ed. Terra das Artes. 1 edição 2001.

KAMUHASSI, Luiz Fernando; Tese (Doutorado) Escola Politécnica de São Paulo. 2006.

Ministério das Minas e Energia (MME), balanço Energético Nacional (BEN 2002). Brasil 2002.

WEG; www.weg.net.