

**GERENCIAMENTO DE ENERGIA EM PLANTA INDUSTRIAL VISANDO A
REDUÇÃO DOS CUSTOS DE OPERAÇÃO**

Alexandre Regueiro de Almeida Machado

PROJETO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA ELÉTRICA DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO ELETRICISTA

Aprovado por:

Prof. Sebastião Ércules Melo de Oliveira, D.Sc.

Orientador

Prof. Sergio Sami Hazan, Ph.D.

Examinador

Eng. João Vicente Pínola

Examinador

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

SETEMBRO DE 2010

DEDICATÓRIA

Dedico não só este trabalho, mas também tudo o que ele representa, a todas as pessoas que um dia acreditaram ou ainda acreditam no meu potencial como engenheiro e como homem.

Dedico ainda, em especial, aos meus pais Jorge e Vera Machado que, durante todos esses anos, seja no ensino superior, médio ou fundamental, deram de tudo e um pouco mais para que hoje eu pudesse estar onde estou. Compartilho com os mesmos a minha felicidade.

Às minhas irmãs, com quem tanto entrei em conflito por coisas que agora parecem tão fúteis, e que também me deram a força necessária colaborando para minha formação.

Aos meus avôs maternos Walter e Irene de Almeida que, da mais meiga e pura maneira, me ajudaram a ser quem hoje sou.

À minha noiva, e futura esposa, Patrícia O. Macedo que foi compreensiva durante os momentos de trabalhos, relatórios, projetos e estudos e esteve sempre ao meu lado.

E finalmente, às grandes amizades formadas durante todos esses duros anos.

Sem todos vocês eu não estaria aqui. Obrigado!

PROPOSTA DE PROJETO FINAL

A proposta deste trabalho é a apresentação de um estudo de caso que visa à identificação da melhor solução em termos de gerenciamento de energia para uma planta industrial. Uma vez monitoradas as necessidades energéticas da mesma, serão calculados os custos de quatro distintos modos de operação sendo indicado, ao final do estudo, o mais eficiente. Nesta análise, serão considerados tanto aspectos técnicos quanto econômicos da operação da planta.

O tema deste trabalho se encaixa no atual panorama energético mundial, uma vez que, devido a constantes desastres ambientais no mundo atribuídos ao uso irresponsável de recursos energéticos, é cada vez mais presente na sociedade a procura por soluções eficientes para o aproveitamento dos mesmos.

Ainda, uma vez que é objeto deste trabalho a identificação de modos de gerenciamento de energia que impactam diretamente na redução de custos de operação, este trabalho se mostra muito importante para as indústrias.

As soluções em energia a serem estudadas serão a utilização de cogeração de energia ou CHP por queima de gás natural, de uma usina de cortes de picos de demanda ou “peak shaving”, utilização de geração própria contínua sem compra de energia da concessionária, e a compra de energia da concessionária em sua totalidade.

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1.	ENERGIA, INDÚSTRIA E COMÉRCIO	1
1.2.	FLEXIBILIDADE DO SISTEMA ELÉTRICO DE UMA PLANTA	2
2.	ENERGIA NO BRASIL E NO MUNDO.....	3
2.1.	INFORMAÇÕES BÁSICAS.....	3
2.2.	CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO.....	3
2.2.1.	GERAÇÃO	4
2.2.2.	TRANSMISSÃO	7
2.2.2.1.	SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL.....	7
2.2.2.2.	SISTEMAS ISOLADOS	9
2.2.3.	DISTRIBUIÇÃO	9
3.	CONSUMO.....	12
3.1.	INFORMAÇÕES GERAIS.....	12
3.2.	CONSUMO DE ENERGIA NO MUNDO.....	13
3.2.1.	PAÍSES DESENVOLVIDOS	14
3.2.2.	PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO	14
3.3.	CONSUMO DE ENERGIA NO BRASIL.....	15
3.3.1.	ENERGIA ELÉTRICA	17
4.	ENERGIA HIDRÁULICA	21
5.	GÁS NATURAL	25
5.1.	INFORMAÇÕES GERAIS.....	25
5.2.	HISTÓRIA DO GÁS NATURAL NO BRASIL.....	27
5.3.	RESERVAS, PRODUÇÃO E CONSUMO NO MUNDO.....	29
5.4.	GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR GÁS NATURAL.....	31
5.5.	IMPACTOS AMBIENTAIS	32
6.	APRESENTAÇÃO DA PLANTA.....	33
6.1.	DADOS GERAIS	33
6.2.	SISTEMA ELÉTRICO	33
6.2.1.	CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA.....	33
6.2.2.	UNIFILAR DO SISTEMA	33
6.2.2.1.	ENTRADA DE ENERGIA	33

6.2.2.2.	DESPACHOS DAS LOJAS EM BAIXA TENSÃO	37
6.2.2.3.	DESPACHOS DAS LOJAS ÂNCORAS EM ALTA TENSÃO	39
6.2.2.4.	DISJUNÇÃO CAG	41
6.2.3.	EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS	42
6.2.3.1.	MOTOGERADOR A GÁS	43
6.2.3.1.1.	MOTOR	43
6.2.3.1.2.	ADMISSÃO DE AR	43
6.2.3.1.3.	SISTEMA DE COMBUSTÍVEL	43
6.2.3.1.4.	TURBINA E AFTERCOOLER	44
6.2.3.1.5.	ALTERNADOR	44
6.2.3.2.	DISJUNTORES	44
6.2.3.3.	SECCIONADORAS	46
6.2.3.4.	TRANSFORMADORES	48
6.2.3.4.1.	TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA	48
6.2.3.4.2.	TRANSFORMADORES DE POTENCIAL	49
6.2.3.4.3.	TRANSFORMADORES DE CORRENTE	50
6.2.3.5.	GCP (GENERATOR CONTROL PACKAGE)	54
6.2.3.5.1.	FUNÇÃO DE SINCRONISMO (25)	54
6.2.3.5.2.	FUNÇÃO DE MEDIÇÃO DE ÂNGULO DE FASE (78PS)	55
6.2.3.5.3.	FUNÇÃO DE SUB/SOBREFREQUÊNCIA (81)	55
6.2.3.5.4.	FUNÇÃO DE PERDA DE EXCITAÇÃO (40)	55
6.2.3.6.	RELÉS MICROPROCESSADOS	56
6.2.3.6.1.	FUNÇÃO SOBRECARGA TÉRMICA (49)	56
6.2.3.6.2.	FUNÇÃO DE SOBRECORRENTE (50/51 E 50N/51N)	56
6.2.3.6.3.	FUNÇÃO SUBTENSÃO (27)	57
6.2.3.6.4.	FUNÇÃO DE DESBALANCEAMENTO DE CORRENTE DE FASE (46)	57
6.2.3.6.5.	FUNÇÃO SOBRETENSÃO (59)	58
6.2.3.6.6.	FUNÇÃO AUXILIAR DE BLOQUEIO (86)	58
6.2.3.6.7.	FUNÇÃO DIRECIONAL DE SOBRECORRENTE (67)	59
6.2.3.7.	AVR	59
6.2.3.8.	MEDIÇÃO	59
6.2.4.	CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL	59
6.3.	SISTEMA TÉRMICO	60
6.3.1.	TIPOS DE RESFRIGERAÇÃO	61
6.3.1.1.	REFRIGERAÇÃO POR COMPRESSÃO DE VAPOR	61

6.3.1.2.	REFRIGERAÇÃO POR ABSORÇÃO DE VAPOR.....	62
6.3.1.3.	BOMBAS	64
6.3.1.3.1.	BOMBA DE ÁGUA QUENTE.....	64
6.3.1.3.2.	BOMBA DE ÁGUA DE CONDENSAÇÃO	64
6.3.1.3.3.	BOMBA DE ÁGUA GELADA	64
6.3.1.4.	INVERSORES DE FREQUÊNCIA	65
7.	TIPOS DE OPERAÇÃO	66
7.1.	CONSUMO DA CONCESSIONÁRIA.....	66
7.2.	CORTE DE PICOS DE DEMANDA	66
7.2.1.	DEFINIÇÃO	66
7.2.2.	MODIFICAÇÕES DO SISTEMA ORIGINAL.....	67
7.3.	COGERAÇÃO.....	71
7.3.1.	HISTÓRIA.....	71
7.3.2.	TIPOS DE CICLO COGERAÇÃO	72
7.3.2.1.	TOPPING CYCLE.....	72
7.3.2.2.	BOTTOMING CYCLE	72
7.3.3.	MODIFICAÇÕES NO SISTEMA ORIGINAL	73
8.	CÁLCULOS.....	75
8.1.	CÁLCULO BASE	78
8.1.1.	HOROSAZONAL VERDE.....	78
8.1.1.1.	CUSTOS COM ENERGIA ELÉTRICA	78
8.1.1.2.	CUSTOS COM OPERAÇÃO	78
8.1.1.3.	CUSTOS COM MANUTENÇÃO	79
8.1.1.4.	CUSTO TOTAL (HOROSAZONAL VERDE).....	79
8.1.2.	HOROSAZONAL AZUL	79
8.1.2.1.	CUSTOS COM ENERGIA ELÉTRICA	79
8.1.2.2.	CUSTOS COM OPERAÇÃO	80
8.1.2.3.	CUSTOS COM MANUTENÇÃO	80
8.1.2.4.	CUSTO TOTAL (HOROSAZONAL AZUL)	80
8.2.	CÁLCULO CORTE DE PICOS DE DEMANDA.....	81
8.2.1.	INVESTIMENTO	82
8.2.2.	MANUTENÇÃO	82
8.2.3.	OPERAÇÃO	83
8.2.4.	COMPRA DE ENERGIA ELÉTRICA DA CONCESSIONÁRIA	83
8.2.5.	GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	84

8.2.5.1.	CUSTOS COM COMBUSTÍVEL.....	84
8.2.5.2.	PREÇO DA ENERGIA ELÉTRICA GERADA	85
8.3.	CÁLCULOS DA COGERAÇÃO	85
8.3.1.	INVESTIMENTO	86
8.3.2.	MANUTENÇÃO	87
8.3.3.	OPERAÇÃO	88
8.3.4.	COMPRA DE ENERGIA ELÉTRICA DA CONCESSIONÁRIA	88
8.3.5.	CUSTOS COM COMBUSTÍVEL.....	91
9.	COMPARAÇÃO DOS CÁLCULOS.....	92
9.1.	TOTALIZAÇÃO.....	92
9.1.1.	CONCESSIONÁRIA	92
9.1.2.	USINA DE CORTE DE PICOS DE DEMANDA	92
9.1.3.	USINA DE COGERAÇÃO	93
10.	CONCLUSÃO	94
11.	ANEXOS.....	97
11.1.	ANEXO 1 – ESTUDO DE PERFIL DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA	97
11.2.	ANEXO 2 - ESTUDO DE PERFIL DE CARGA TÉRMICA	115
12.	BIBLIOGRAFIA	119

1. INTRODUÇÃO

1.1. ENERGIA, INDÚSTRIA E COMÉRCIO

A energia elétrica, desde seu descobrimento, se tornou indispensável na vida dos seres humanos. Utilizada para os mais variados fins, a mesma é fundamental tanto para o uso doméstico quanto para as atividades dos diversos setores da economia mundial.

Antes da revolução industrial, as pequenas manufaturas da Europa utilizavam máquinas a vapor e o carvão era o principal combustível. Nessa época, devido à baixa tecnologia aliada à falta de domínio sobre a mesma, a energia elétrica era caríssima e as redes elétricas eram pequenas.

Com o passar dos anos e os avanços tecnológicos que eles trouxeram, a energia elétrica foi ficando cada vez mais barata e confiável. As usinas geradoras produziam cada vez mais com geradores cada vez maiores e a tecnologia em avanço fez com que as redes crescessem e ficassem mais seguras. Aos poucos a energia elétrica dominava e impulsionava todos setores, principalmente a indústria.

Nos dias de hoje, grandes usinas geradoras das mais variadas fontes produzem energia elétrica para milhões de habitantes e linhas de transmissão transportam esta energia por milhares de quilômetros de maneira segura e eficiente.

Todavia, sistemas elétricos estão sujeitos a falhas, e indústrias que produzem em larga escala não podem ter sua produção interrompida. Cada minuto sem produzir significa perdas grandiosas, e em nosso mundo atual, perda de competitividade no mercado.

No setor comercial, a falta de energia elétrica impossibilita vendas ou a prestação de serviços, implicando em alguns casos em multas contratuais pelo não cumprimento dos mesmos. Em outros casos, o não suprimento de energia elétrica implica em desconforto para clientes seja pela parada de um sistema de ar condicionado, ou seja pelo simples apagão da iluminação.

Desta forma, cada vez mais a eletricidade é vista como uma das principais variáveis na equação que rege o bom funcionamento de um sistema e deve ser muito bem gerenciada.

1.2. FLEXIBILIDADE DO SISTEMA ELÉTRICO DE UMA PLANTA

Como visto no item anterior, o fornecimento de energia é essencial para os diversos setores da economia e deve ser tratado como um fator importante na logística e no valor final de um produto.

De modo a garantir um fornecimento de energia contínuo, ou pelo menos de diminuir as interrupções do mesmo, algumas alternativas podem ser consideradas quando da construção de uma planta, como aumentar a quantidade de possíveis caminhos por onde esta energia passa ou até mesmo diversificar suas fontes.

Grandes consumidores, independentes do setor de atuação, têm seu fornecimento de energia em média tensão e geralmente possuem mais de uma linha de entrada de energia da concessionária. Porém quando da impossibilidade de ser suprido por uma das linhas devido a uma falta da concessionária, a incapacidade de restabelecer rapidamente a planta causa muitos prejuízos.

Aumentando-se o número de fontes, se possível com diferentes insumos, diminui-se as chances de uma falta de energia. Plantas que possuem geradores podem ligá-los durante um apagão e não sofrer interrupção. Ainda, se os mesmos tiverem diferentes insumos, se ganha na flexibilidade da operação podendo-se escolher o insumo mais viável no momento.

2. ENERGIA NO BRASIL E NO MUNDO

2.1. INFORMAÇÕES BÁSICAS

A facilidade de acesso das pessoas à infra-estrutura pode ser considerada como um dos principais indicadores de desenvolvimento de um país. Infra-estruturas como saneamento básico, saúde, transporte, telecomunicações, educação e energia são os pilares de uma sociedade. Os dois primeiros relacionados à saúde pública, o terceiro e o quarto, relacionados ao desenvolvimento social. Já a energia é o fator que liga os demais e serve como combustível às ações humanas.

Pesquisas visam o avanço tecnológico de forma a garantir a qualidade de energia gerada e a eficiência de sua distribuição, assim como o desenvolvimento de novas fontes de energia. Por outro lado, a necessidade de acesso à energia a todas as pessoas força a utilização de instalações precárias e ilegais oferecendo perigo a sociedade.

No meio destes extremos encontra-se a indústria de energia, formada por órgãos públicos e empresas privadas, regidas por regulamentações do governo, que exploram recursos da União e produzem e distribuem energia elétrica para a população.

2.2. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO

Segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) o Brasil possui cerca de 185 milhões de habitantes, sendo a quinta nação mais populosa do mundo. Ainda, segundo a ANEEL (Agencia Nacional de Energia Elétrica) existem aqui cerca de 65 milhões de unidades consumidoras em 99% dos municípios brasileiros. Destas, cerca de 85% são unidades consumidoras residenciais. Em 2008, cerca de 95% da população possuía acesso à energia elétrica.

Para garantir o fornecimento de energia às unidades geradoras acima citadas o Brasil conta com um vasto sistema elétrico denominado SIN (Sistema Interligado Nacional). O mesmo é composto por usinas geradoras, linhas de transmissão e subestações distribuidoras por todo território nacional.

A distribuição dos componentes do sistema elétrico acima citados está relacionada com as características demográficas e econômicas de cada região e pode ser vista na tabela 2.1 que mostra a variação de 2006 a 2007 do número de unidades consumidoras por região.

Tabela 2.1 – Variação do número de unidades consumidoras de 2006 para 2007 por região –
EPE 2008

COMPARAÇÃO ENTRE 2006 E 2007 DO NÚMERO DE UNIDADES CONSUMIDORAS POR REGIÃO EM 1.000			
UNIDADES			
REGIÃO	2006	2007	VARIAÇÃO PERCENTUAL
NORTE	2.620	2.745	4,77
NORDESTE	12.403	13.076	5,43
SUDESTE	24.399	25.101	2,88
SUL	7.319	7.520	2,75
CENTRO-OESTE	3.579	3.703	3,46
TOTAL	50.319	52.146	3,63

Percebe-se que quase 50% das unidades consumidoras se encontram na região Sudeste, região mais desenvolvida do país e que demanda mais energia.

2.2.1. GERAÇÃO

De acordo com o BIG (Banco de Informações de Geração), da ANEEL, o Brasil contava com 1.768 usinas de geração de energia elétrica com uma capacidade elétrica instalada de 104.816MW no ano de 2008. Estas usinas utilizam as mais variadas fontes de energia, como hidráulica, gás natural, biomassa, óleo diesel dentre outros.

O mercado é composto por agentes regulados tais quais concessionárias de geração, comercializadores, autoprodutores e produtores independentes. O mesmo, ao contrário da década de 80, onde os investimentos em expansão foram praticamente paralisados, encontra-se atualmente com um ritmo de crescimento constante desde meados da década de 90, como pode ser visto na tabela 2.2.

Tabela 2.2 – Acréscimo anual de geração – ANEEL 2008

ACRÉSCIMO ANUAL DE GERAÇÃO EM MW	
1999	2.840,30
2000	4.264,20
2001	2.506
2002	4.638,40
2003	3.998
2004	4.234,60
2005	2.425,20
2006	3.935,50
2007	4.028
TOTAL	28.842,20

Desde 1999, um acréscimo de quase 29.000MW pode ser verificado. Estes crescentes aumentos caracterizam o desenvolvimento do país, que passou a demandar mais energia, a produzir mais.

No início de 2000, o Brasil possuía cerca de 90% de sua geração de energia elétrica proveniente de hidrelétricas. Há pouco tempo, devido a uma mudança no planejamento do setor elétrico brasileiro pela EPE (Empresa de Pesquisa Energética) para aumentar a flexibilidade do sistema, houve uma redução da dependência da energia hidrelétrica que passou a representar 71,2% da geração total. Este aumento se deu pela construção de termelétricas movidas em quase sua totalidade a gás natural e a biomassa.

A tabela 2.3 a seguir nos mostra que o Brasil possui um total de 104.816MW de capacidade de geração instalada aproximadamente, e que 71,2% deste total são proveniente da geração hidrelétrica, 24,22% da geração termelétrica e o restante das demais formas de geração.

Tabela 2.3 – Empreendimentos em operação – ANEEL 2008

PLANTAS EM OPERAÇÃO - BRASIL – 2008			
TIPO	QUANTIDADE	POTÊNCIA (kW)	%
CENTRAL GERADORA HIDRELÉTRICA	227	120.009	0,11
CENTRAL GERADORA EÓLICA	17	272.650	0,26
PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA	320	2.399.598	2,29
CENTRAL GERADORA SOLAR	1	20	0
USINA HIDRELÉTRICA DE ENERGIA	159	74.632.627	71,2
USINA TERMELÉTRICA DE ENERGIA	1.042	25.383.920	24,22
USINA TERMONUCLEAR	2	2.007.000	1,92
TOTAL	1768	104.815.824	100

Mesmo com a mudança de planejamento, o potencial hidrelétrico brasileiro não pode ser desprezado como pode ser visto pela tabela 2.4 a seguir.

Tabela 2.4 – Potencial hidrelétrico brasileiro por bacia – EPE 2007

POTENCIAL HIDRELÉTRICO BRASILEIRO POR BACIA		
- 2007 - EM MW		
BACIA	TOTAL	%
AMAZONAS	106.149	42,21%
PARANÁ	57.801	22,98%
TOCANTINS/ARAGUAIA	28.035	11,15%
SÃO FRANCISCO	17.757	7,06%
ATLÂNTICO SUDESTE	14.728	5,86%
URUGUAI	12.816	5,10%
ATLÂNTICO SUL	5.437	2,16%
ATLÂNTICO LESTE	4.087	1,63%
PARAGUAI	3.102	1,23%
PARNAÍBA	1.044	0,42%
ATLÂNTICO NORDESTE	376	0,15%
ATLÂNTICO NORDESTE ORIENTAL	158	0,06%
TOTAL	251.490	100,00%

O futuro da geração de energia elétrica no Brasil ainda terá predominância hidrelétrica, mas com as descobertas recentes de reservas de petróleo e gás natural esta predominância deve diminuir, perdendo espaço para o gás natural.

2.2.2. TRANSMISSÃO

O sistema de transmissão de energia elétrica brasileiro é composto por mais de 90.000 quilômetros de linhas de transmissão operados por cerca de 64 concessionárias, segundo a ANEEL.

As mesmas são responsáveis pela transmissão da energia elétrica fornecida pelas usinas geradoras até as instalações das companhias distribuidoras junto aos centros de carga.

A dimensão do sistema de transmissão é consequência da configuração do sistema de geração de energia brasileiro, que concentra suas usinas geradoras nas regiões menos populadas do país, longe dos centros consumidores.

Pode-se dividir o sistema de transmissão de energia elétrica brasileiro em dois blocos, o SIN (Sistema Interligado Nacional) e os sistemas isolados, como será visto a seguir.

2.2.2.1. SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL

O sistema interligado nacional contém aproximadamente 900 linhas de transmissão totalizando cerca de 90.000km nas cinco regiões do país. Possui linhas de 230kV, 345kV, 440kV, 500kV e 750kV abrigando cerca de 96% da capacidade de geração instalada brasileira.

A ONS (Operador Nacional do Sistema) é o órgão responsável pela sua operação e coordena a integração do sistema controlando os despachos. Essa operação coordenada possibilita a troca de energia entre regiões, assim como o controle da tarifa pelo tipo de geração.

Diferentes fontes de energia possuem diferentes custos como pode ser visto na figura 2.1 a seguir.

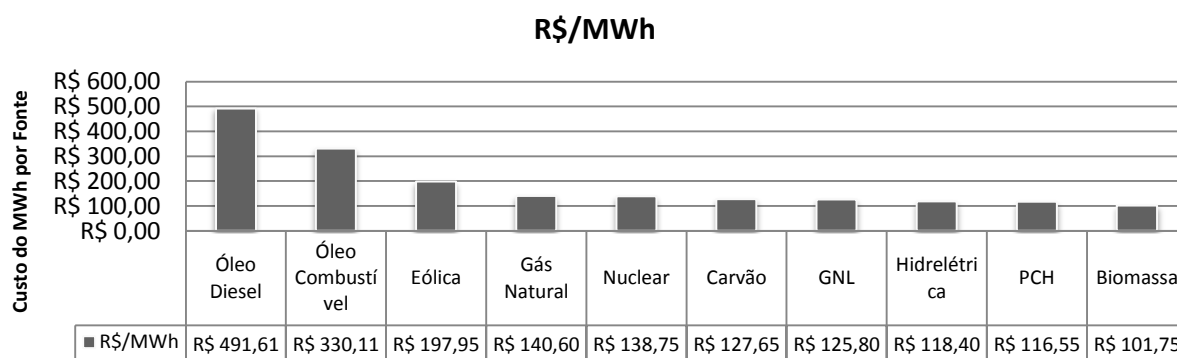


Figura 2.1 – Custos de produção de energia elétrica – PSR 2008

O SIN pode ser visto na figura 2.2. Percebe-se a concentração de linhas nas regiões Sul e Sudeste. Isto se dá pela grande concentração de unidades consumidoras em ambas as regiões.



Figura 2.2 – Sistema Interligado Nacional – ONS 2008

2.2.2.2. SISTEMAS ISOLADOS

As linhas de transmissão que compõem os sistemas isolados têm esse nome por não estarem interligadas ao SIN. As mesmas se concentram na região Norte do país e transmitem em sua maioria, energia elétrica proveniente de usinas geradoras a óleo diesel e biomassa.

Segundo dados da Eletrobrás, os sistemas isolados atendem uma área de 45% do território nacional e suprem de energia elétrica cerca de 3% da população, ou aproximadamente 1,3 milhão de consumidores transmitindo cerca de 3,4% da energia produzida no país.

Com a expansão do sistema elétrico brasileiro, a tendência é que esses sistemas isolados sejam interligados ao SIN. O gráfico 2.1 mostra a expansão do sistema elétrico brasileiro ao longo dos anos.

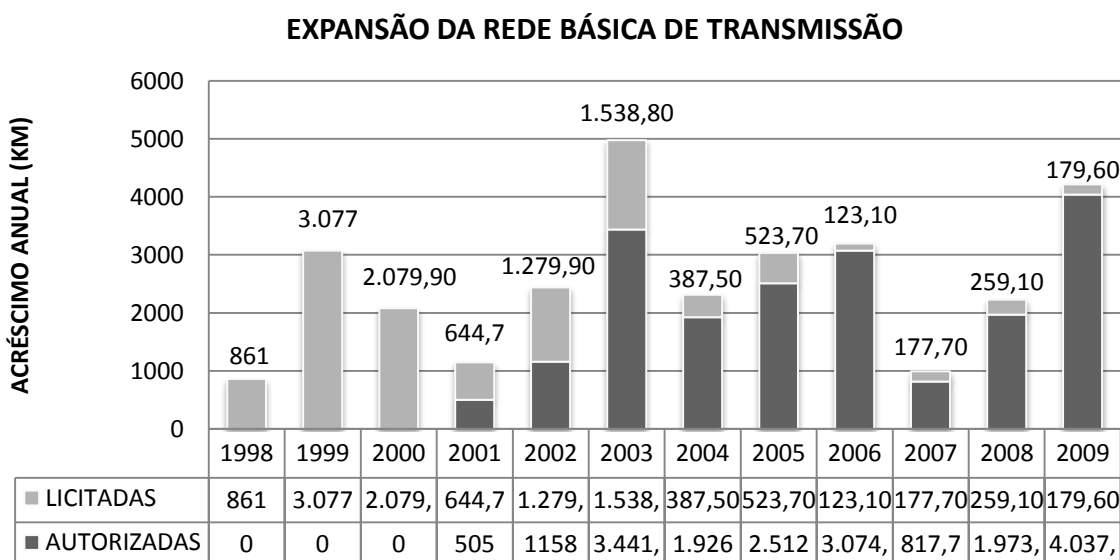


Gráfico 2.1 – Expansão do sistema elétrico brasileiro – ANEEL 2008

2.2.3. DISTRIBUIÇÃO

O mercado de distribuição de energia elétrica brasileiro é formado por cerca de 63 concessionárias, que são o elo entre o setor de transmissão e os consumidores finais da energia. Estima-se que as concessionárias sejam responsáveis pelo atendimento de 61 milhões de unidades consumidoras

As concessionárias distribuidoras recebem em suas instalações a energia elétrica por meio de linhas de transmissão em alta tensão, abaixando-a por meio de subestações e distribuindo-a

mesma através do sistema formado por postes, transformadores e condutores, dentre outros elementos.

Quando se tem uma concessão, as empresas candidatas fazem um complexo cálculo que leva em conta tanto fatores geográficos quanto fatores econômicos e indicam a tarifa a ser cobrada pela energia. A empresa candidata com menor tarifa ganha o direito de explorar o serviço público de distribuição durante um determinado tempo para uma determinada área.

Um contrato de concessão estabelece direitos e obrigações das concessionárias em sua área de atuação e é fiscalizado pela ANEEL. Esta fiscalização visa a garantia do fornecimento contínuo de energia de boa qualidade a um preço justo aos consumidores assim como um equilíbrio econômico para as concessionárias para que as mesmas sejam capazes de cumprir sua parte do contrato.

Na tabela 2.5 , dois indicadores de desempenho da concessionária podem ser visualizados de 1997 a 2007, o DEC (Duração Equivalente de Interrupção) e FEC (Frequência Equivalente de Interrupção), que indicam a duração e frequência das interrupções de energia por mês.

Tabela 2.5 – Indicadores brasileiros de qualidade de distribuição de energia – ANEEL 2008

INDICADORES DE QUALIDADE		
- MÉDIA ANUAL 2008 EM HORAS -		
ANO	DEC	FEC
1997	27,19	21,68
1998	24,05	21,68
1999	19,85	17,59
2000	17,44	15,29
2001	16,57	14,56
2002	18,07	14,84
2003	16,66	13,12
2004	15,81	12,12
2005	16,83	12,62
2006	16,33	11,71
2007	16,08	11,72

Percebe-se uma melhora de aproximadamente 41% e 46% dos indicadores DEC e FEC respectivamente. Esta melhora pode ser creditada aos avanços tecnológicos dos equipamentos envolvidos na distribuição, assim como a melhoria na estrutura de linhas distribuidoras. Serviços de manutenção bem executados também impactam na melhoria dos índices.

Dentre outras obrigações, as concessionárias são responsáveis pela fiscalização de ligações clandestinas assim como a implementação de projetos de eficiência energética e P&D.

As unidades consumidoras são classificadas pelas concessionárias por classes e subclasses de consumo, tais qual residencial, industrial, comercial e serviços, rural, poder público, iluminação pública, serviço público e consumo próprio. Cada classe, dependendo de sua potência instalada e característica de consumo, possui estruturas tarifárias distintas.

3. CONSUMO

3.1. INFORMAÇÕES GERAIS

O consumo de energia pode ser considerado um dos principais indicadores de desenvolvimento econômico e do nível de qualidade de vida de uma sociedade, uma vez que o mesmo retrata não só o ritmo da atividade dos diversos setores da econômica, mas também a capacidade dos indivíduos de adquirir equipamentos tecnologicamente avançados e bens de consumo duráveis como carros (combustível) e equipamentos elétricos que demandam energia.

Pode-se ver pelo gráfico 3.1, de acordo com o IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), que a variação do consumo de energia mundial segue a variação do PIB mundial, consolidando o consumo de energia como indicador de qualidade de vida.

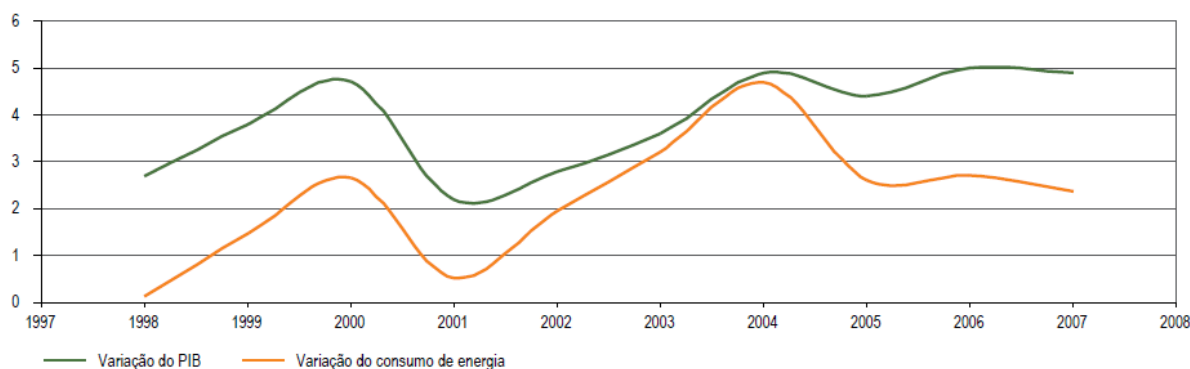


Gráfico 3.1 – Comparação entre variação do PIB e consumo de energia – Ipea 2008

Ainda sobre o consumo de energia mundial, de acordo com a IEA (International Energy Agency), entre os anos de 1973 e 2006, houve um aumento de 73% no consumo, passando de 4.672 milhões de teps (toneladas equivalentes de petróleo) para 8.084 milhões. As principais fontes de energia, em milhões de teps, podem ser vistas na tabela 3.1 a seguir.

Tabela 3.1 – Consumo mundial de energia por combustível em 2007 – BP 2008

CONSUMO MUNDIAL DE ENERGIA		
POR COMBUSTÍVEL - 2007		
COMBUSTÍVEL	Mtep	%
PETRÓLEO	3.952,80	35,61%
CARVÃO	3.177,50	28,63%
GÁS NATURAL	2.637,70	23,76%
HIDRÁULICA	709,20	6,39%
NUCLEAR	622,00	5,60%
TOTAL	11.099,20	100,00%

Dos valores da tabela 3.1, o setor de transportes é responsável por 60,5% do consumo de energia proveniente de derivados do petróleo, enquanto a indústria consome 78,8% da energia produzida pelo carvão. Os dados da tabela não se referem a todo o tipo de energia, não somente energia elétrica.

A tabela 3.2, mostra o consumo mundial de cada setor da economia mundial por fonte.

Tabela 3.2 – Consumo mundial de energia por setores da economia em 2006 em Mteps – IEA 2008

CONSUMO MUNDIAL DE ENERGIA POR SETOR DA ECONOMIA - 2006									
SETOR/FONTES	CARVÃO MINERAL	PETRÓLEO	DERIVADOS DE PETRÓLEO	GÁS NATURAL	ENERGIA NUCLEAR	ENERGIA HIDRELÉTRICA	BIOMASSA	OUTRAS FONTES	TOTAL
INDÚSTRIA	550,57	4,19	325,35	434,28	-	-	187,83	678,24	2180,46
TRANSPORTES	3,78	0,01	2.104,85	71,28	-	-	23,71	22,8	2226,43
OUTROS SETORES	114,21	0,32	471,39	592,9	-	-	828,57	930,22	2937,61
USOS NÃO ENERGÉTICOS	29,69	6,55	568,72	134,99	-	-	-		

3.2. CONSUMO DE ENERGIA NO MUNDO

Como já mencionado, os maiores índices de consumo de energia elétrica per capita se encontram nos países mais ricos, porém, em alguns desses países, verifica-se uma tendência de diminuição do consumo, enquanto em países em desenvolvimento esta tendência seja contrária.

3.2.1. PAÍSES DESENVOLVIDOS

Países como França e Alemanha apresentaram retrações de 2,1% e 5,6% respectivamente em seus consumos entre 2006 e 2007, de acordo com estudo da BP (British Petroleum). Os países citados possuem economias estáveis que apresentam pouca margem para acentuados crescimentos.

Segundo estudo da IEA, em 1973, os países desenvolvidos consumiram 60,6% dos 4.672 milhões de teps produzidos naquele mesmo ano. Já em 2006, esse percentual caiu para 47,3% dos 8.084 milhões. Ainda, entre esses dois anos o aumento do consumo de energia pelos países desenvolvidos aumentou 35%, diante do aumento dos 73% mundial. O gráfico 3.2 mostra a comparação dos percentuais das participações de cada fonte de energia nos anos de 1973 e 2006.

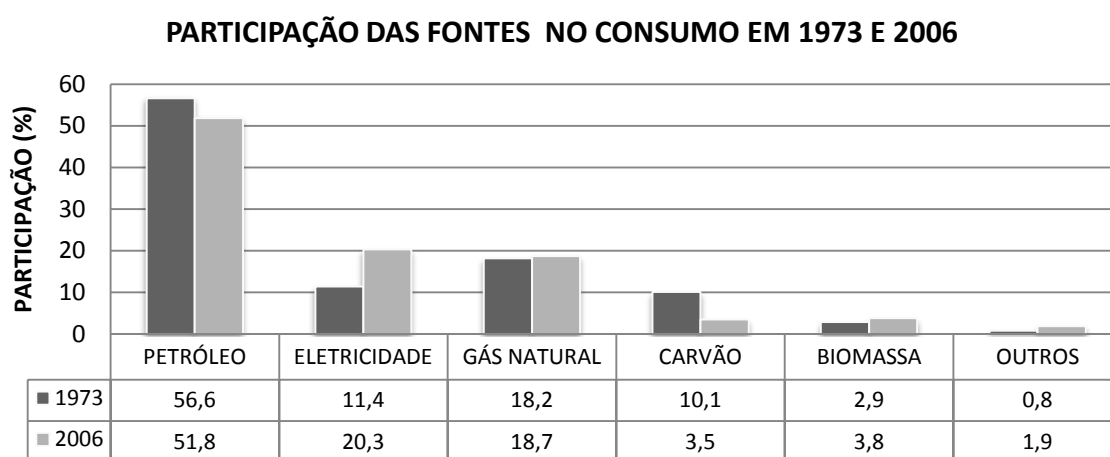


Gráfico 3.2 – Participação das fontes no consumo de energia em 1973 e 2006 – IEA - 2008

3.2.2. PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

Países em desenvolvimento, ao contrário dos desenvolvidos integrantes da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) vêm apresentando significativos aumentos no consumo de energia como já mencionado. A China já corresponde a 5,3% do consumo de energia mundial, somente consumindo menos que os Estados Unidos.

Grande parte desta energia é proveniente do carvão, fazendo com que a China seja um dos países mais poluentes do mundo. Países como o Brasil e Chile também tiveram aumentos significativos de seus consumos, mas ainda sem representar um aumento significativo do total consumido no mundo.

O gráfico comparativo 3.3 por região do mundo, dos consumos de energia nos anos de 1973 e 2006.

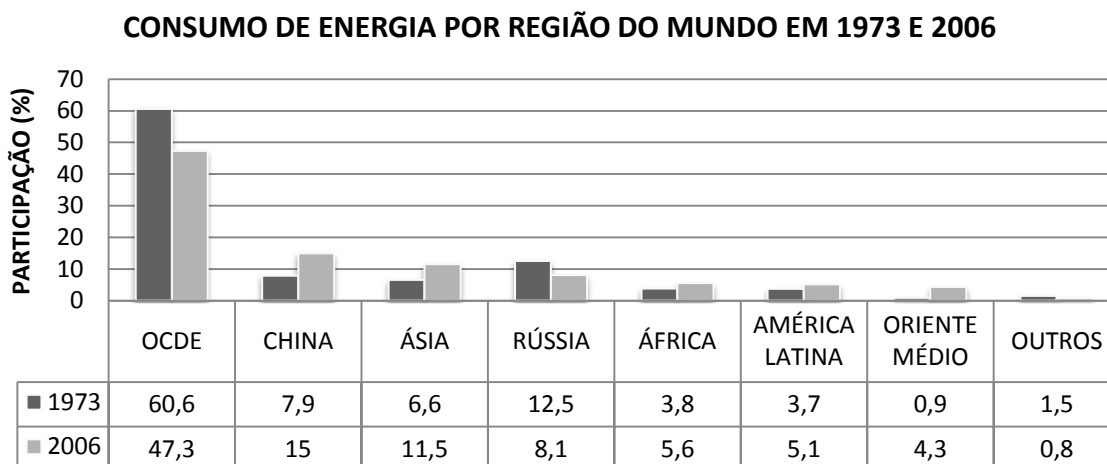


Gráfico 3.3 – Comparação do consumo de energia por região em 1973 e 2006 – IEA - 2008

As fontes utilizadas para produção desta energia dependem unicamente da facilidade em que os países têm para acessar os diferentes recursos dependendo da localidade.

3.3. CONSUMO DE ENERGIA NO BRASIL

No Brasil, de acordo com dados do Ipea entre os anos de 2000 e 2005, verificou-se um aumento do consumo de energia elétrica de 13,93%. O aumento de consumo de energia por uma sociedade pode ser causado por uma série de fatores, dentre eles o crescimento demográfico. No Brasil este aumento foi devido ao aquecimento de sua economia.

Se analisarmos um período maior, entre 1970 e 2007, o país teve um aumento de 69% em seu consumo de energia, de acordo com dados do Ministério de Minas e Energia, passando de 127,596 milhões de teps por ano para 215,565 milhões.

A tabela 3.3, juntamente com o gráfico 3.4, possibilitam a visualização da variação do consumo de energia por fonte, para os anos de 2006 e 2007.

Tabela 3.3 – Consumo final energético por fonte em 2006 e 2007 – MME 2008

CONSUMO FINAL ENERGÉTICO POR FONTE - EM ktep			
FONTE	2006	2007	%
ELETRICIDADE	33.536	35.443	5,69%
ÓLEO DIESEL	32.816	34.836	6,16%
BAGAÇO DE CANA	24.208	26.745	10,48%
LENHA	16.414	16.310	-0,63%
GÁS NATURAL	13.625	14.731	8,12%
GASOLINA*	14.494	14.342	-1,05%
ÁLCOOL ETÍLICO	6.395	8.612	34,67%
GLP	7.199	7.433	3,25%
OUTRAS FONTES*	39.887	42.957	7,70%

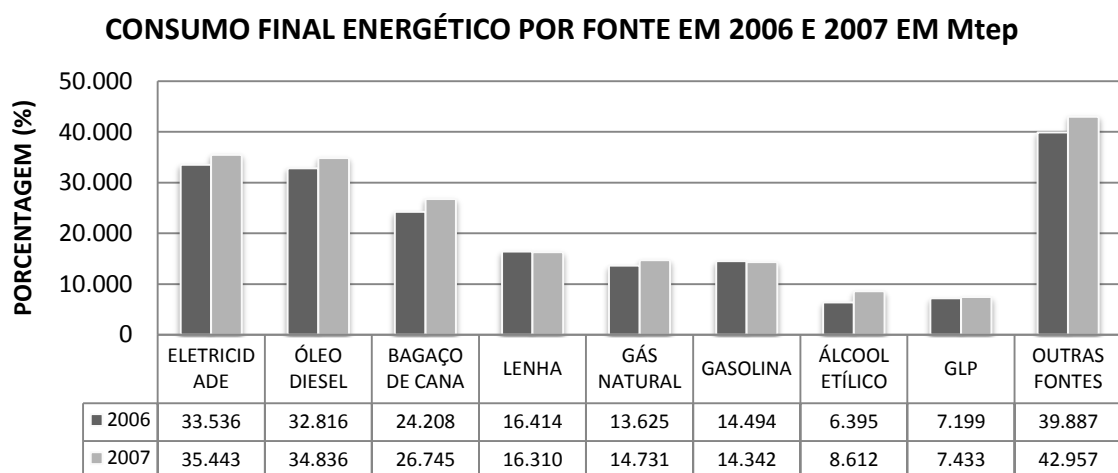


Gráfico 3.4 – Consumo final energético por fonte em 2006 e 2007 em Mtep – MME 2008

Se analisarmos para o mesmo período a variação de consumo de energia por setores, vê-se que a indústria obteve o segundo maior avanço, aumentando em 6,7% seu consumo devido ao aquecimento do setor nos últimos anos. As informações acima podem ser melhor visualizadas pelo gráfico 3.5.

CONSUMO FINAL ENERGÉTICO POR SETOR EM Mtep

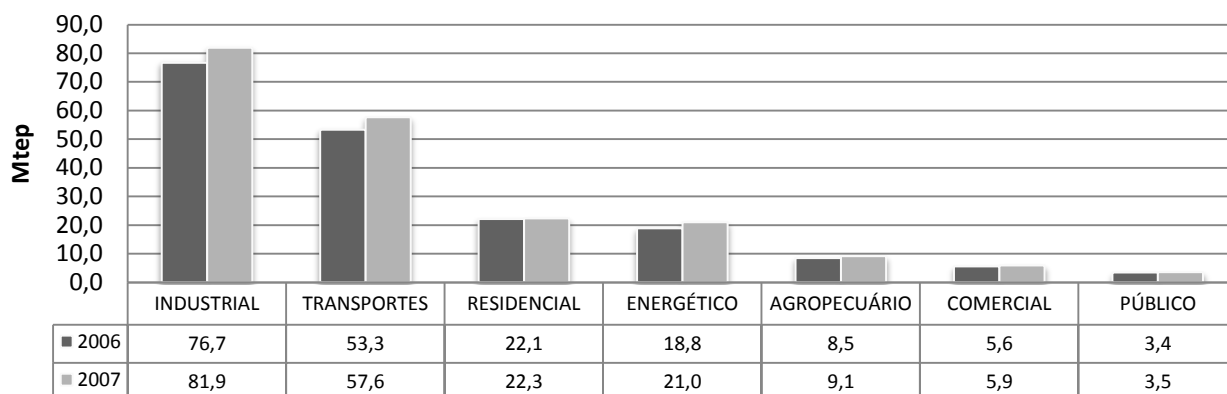


Gráfico 3.5 – Consumo final energético por setor em 2006 e 2007 em Mtep – MME 2008

Pelos dados apresentados nas tabelas e gráficos acima, percebe-se o quão importante é o bom gerenciamento de energia e o quanto as indústrias podem economizar a longo prazo, uma vez que são as maiores consumidoras. Um bom gerenciamento de energia levam ao aumento de seus lucros e competitividade como veremos a seguir.

3.3.1. ENERGIA ELÉTRICA

A energia elétrica foi a energia mais consumida no Brasil no ano de 2007, apresentando um aumento de 5,7% com relação ao ano anterior e representando cerca de 17,6% do total de energia consumida, o que equivale a 35,443 milhões de teps.

No início do segundo milênio, uma crise no setor energético brasileiro estourou e causou mudanças no comportamento tanto de pessoas em suas residências quanto de indústrias e suas plantas. Com a iminência de um racionamento, houve grande busca por eficiência energética, principalmente por iluminação eficiente por parte das residências. No ano de 2001, devido a estas modificações, verificou-se um consumo em níveis próximos aos anos anteriores de 1999 e 2000, porém, a partir deste ano, aumentos significativos foram verificados como 6,5% em 2003, 5,2% em 2004, 4,2% em 2005 e 3,9% em 2006.

Estes dados podem ser melhor visualizados pela tabela 3.4, que mostra a evolução do consumo de energia por fontes entre os anos de 1999 e 2007.

Tabela 3.4 – Evolução do consumo energético por fonte de 1997 a 2007 em ktep – MME

2008

EVOLUÇÃO DO CONSUMO FINAL ENERGÉTICO POR FONTE EM Ktep					
RECURSO	1997	1998	1999	2000	2001
GÁS NATURAL	4.196	4.305	4.893	6.384	7.552
CARVÃO MINERAL	2.101	2.084	2.525	2.841	2.759
LENHA	12.919	13.296	13.500	13.627	13.699
BAGAÇO DE CANA	16.674	16.684	16.687	13.381	15.676
CROQUE DE CARVÃO MINERAL	6.695	6.538	5.829	6.506	6.327
ELETRICIDADE	25.333	26.394	27.144	28.509	26.626
CARVÃO VEGETAL	4.379	3.986	4.401	4.814	4.409
ÁLCOOL ETÍLICO	6.910	6.783	6.798	5.820	5.377
ÓLEO DIESEL	27.569	28.541	29.084	29.505	30.619
ÓLEO COMBUSTÍVEL	12.301	11.997	10.544	9.500	8.469
GASOLINA	14.215	14.834	13.838	13.319	13.051
GLP	7.116	7.335	7.661	7.844	7.742
QUEROSENE	2.931	3.202	2.988	3.180	3.286

EVOLUÇÃO DO CONSUMO FINAL ENERGÉTICO POR FONTE EM Ktep - CONTINUAÇÃO						
2002	2003	2004	2005	2006	2007	%
9.202	10.184	11.448	12.663	13.625	14.731	251,07%
3.016	3.294	3.594	3.519	3.496	3.743	78,15%
14.390	15.218	15.752	16.119	16.414	16.310	26,25%
17.495	19.355	20.273	21.147	24.208	26.745	60,40%
6.673	6.688	6.817	6.420	6.137	6.716	0,31%
27.642	29.430	30.955	32.267	33.536	35.443	39,91%
4.609	5.432	6.353	6.248	6.085	6.247	42,66%
5.776	5.794	6.445	6.963	6.395	8.612	24,63%
31.694	30.885	32.657	32.382	32.816	34.836	26,36%
8.239	7.223	6.513	6.574	6.126	6.498	-47,18%
12.468	13.162	13.607	13.638	14.494	14.342	0,89%
7.402	6.996	7.182	7.121	7.199	7.433	4,45%
3.161	2.221	2.369	2.578	2.401	2.632	-10,20%

Percebe-se a grande evolução do consumo do gás natural, num acumulado de 251%. Para o óleo combustível, houve uma involução de 47,18%.

A seqüência de aumentos no consumo de energia desencadeou inclusive, uma série de discussões sobre a capacidade do setor de geração de energia estar apto ou não para acompanhar esta evolução.

No Brasil, as atividades industriais se encontram centralizadas na região Sudeste enquanto uma forte indústria agropecuária se encontra na região Centro-oeste, fazendo destas as maiores consumidoras de energia. De acordo com a ONS, entre 1988 e 2007 houve um aumento de 83,71% do consumo de energia nestas regiões.

Na contramão, os maiores avanços de consumo de energia nos últimos anos foram verificados nas regiões Norte, Nordeste e Sul com variações de 184,51%, 130,79% e 128,53% respectivamente.

A região Norte teve seu maior aumento de consumo devido à instalação da Zona Franca de Manaus e pela construção da usina hidrelétrica de Tucuruí, que possibilitou a instalação de indústrias de alumínio na região.

Já a região Nordeste teve seu aumento de consumo devido à melhora na renda per capita da região causada por programas sociais do governo como “Bolsa Família” e “Luz Para Todos”. Foi verificado que o consumo de energia elétrica residencial teve aumento significativo, inclusive ultrapassando a região Sul em Maio de 2008 de acordo com a EPE.

Pela figura 3.1 a seguir, tem-se o consumo de energia elétrica dividido por regiões do país no ano de 2007.

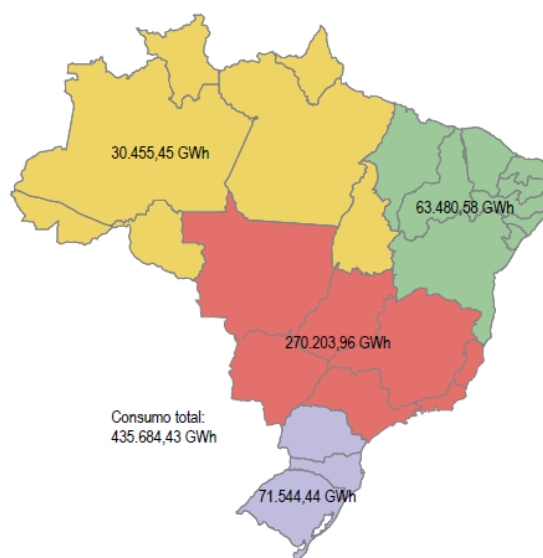


Figura 3.1 – Consumo de energia elétrica no Brasil por região em 2007– ONS 2008

Ainda, se analisarmos por setor, a indústria se mantém à frente dos demais como a maior consumidora de energia elétrica como pode ser visto pelo gráfico 3.6.

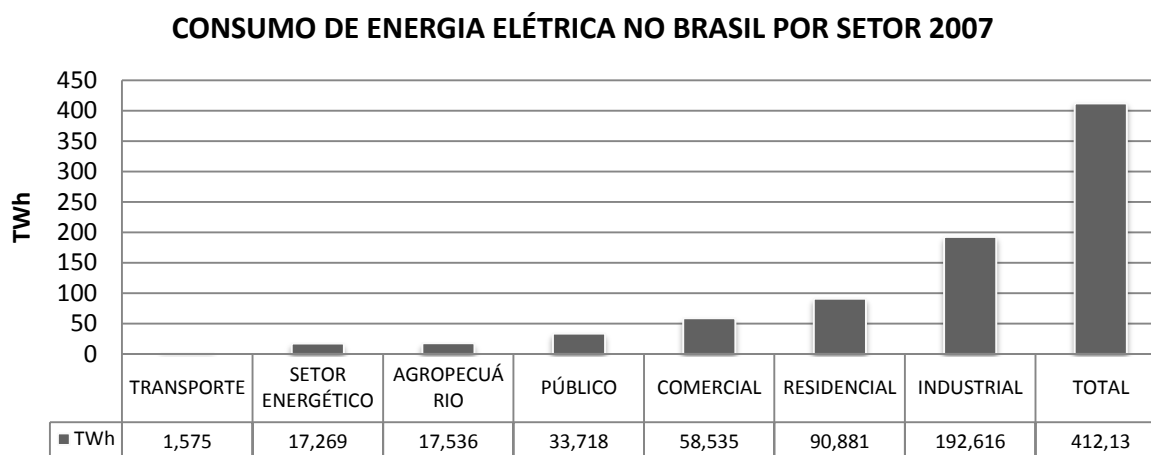


Gráfico 3.6 – Consumo de energia elétrica no Brasil em 2007– BEN 2008

A indústria, além de ser o setor que mais consome energia no país, vem mostrando uma crescente tendência de autoprodução de energia. Investimentos cada vez maiores são feitos para construção de pequenas a médias usinas para consumo próprio e para venda da energia excedente. Esta atividade, de acordo com o BEN 2008, em 1992 foi responsável pela produção de cerca de 13.020GWh enquanto que em 2007 47.138GWh, um aumento considerável acumulado de 262% em 15 anos.

É nesta tendência que este projeto de conclusão de curso irá se basear, mostrando que, mesmo com pesados investimentos necessários para a construção de uma pequena usina de autoprodução de energia, tem-se uma economia significativa no longo prazo.

Antes de apresentarmos a planta que será alvo da análise deste projeto de conclusão de curso, serão apresentadas as principais fontes de energia elétrica utilizadas no país. O gás natural será mais analisado uma vez que é fundamental para o estudo mais a frente.

4. ENERGIA HIDRÁULICA

A água é o recurso natural mais abundante do planeta e recobre 2/3 do mesmo, com um volume estimado de 1,36 bilhões de quilômetros cúbicos. A mesma se encontra na forma de lagos, rios, oceanos e até mesmo em reservatórios subterrâneos.

A água é renovável, ou seja, não se perde no processo de geração de energia e não contribui com o aquecimento global, pois não emite CO e CO₂ para a atmosfera.

Mesmo com todas as características positivas acima descritas, a água ainda é coadjuvante na matriz energética mundial como pode ser visto no gráfico 4.1 a seguir.

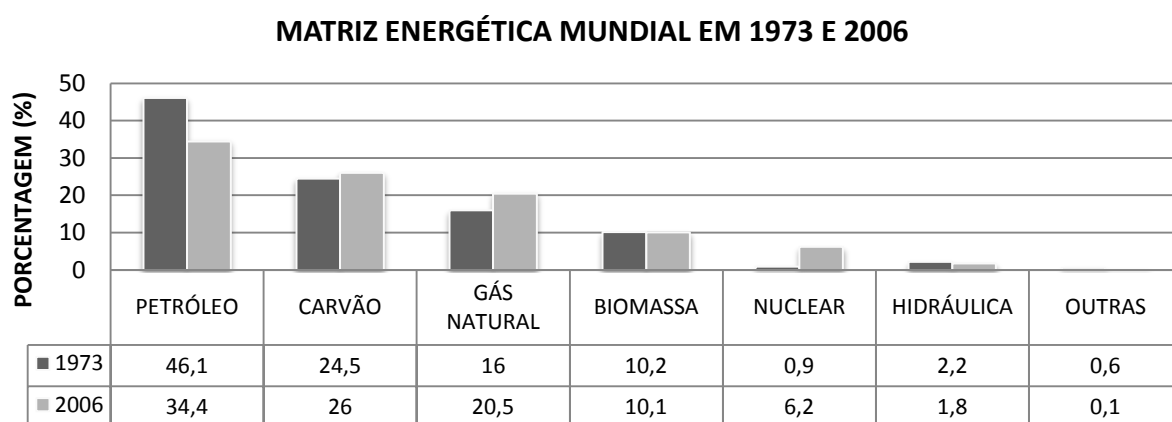


Gráfico 4.1 – Matriz energética mundial em 1973 e 2006 – IEA 2008

Pode ser visto que a participação da água na matriz energética mundial, se comparados os anos de 1973 e 2006, teve uma diminuição de 0,4% de acordo com a IEA.

Neste mesmo período, apenas o carvão, gás natural e energia nuclear obtiveram crescimento. Percebe-se que mais uma vez o presente estudo estará inserido na realidade mundial uma vez que utilizará o gás natural para geração de energia térmica e elétrica. No período acima citado, a utilização do recurso para a geração de energia aumentou em 4,5%.

Para a geração específica de energia elétrica, esses números são ainda mais expressivos, com a redução de 5% na utilização de hidrelétricas e um aumento de 8% na utilização de termelétricas a gás natural. Podemos ver o acima descrito pelo gráfico 4.2.

GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR COMBUSTÍVEL EM 1973 E 2006

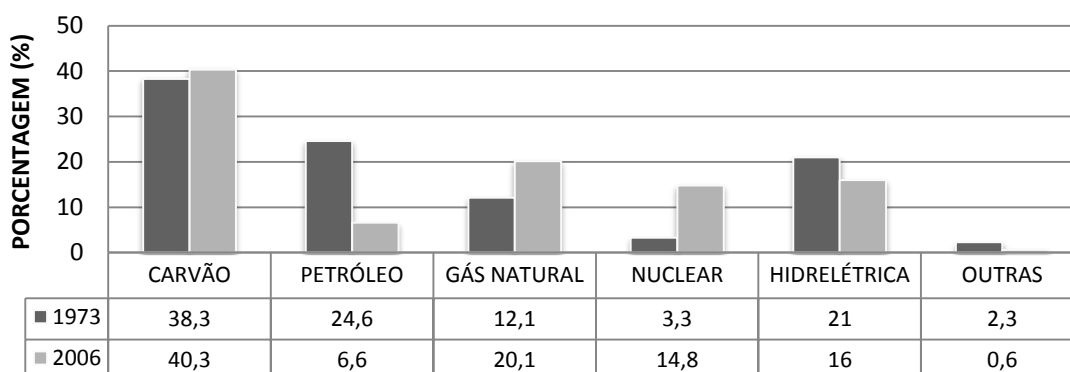


Gráfico 4.2 – Geração de energia elétrica por combustível em 1973 e 2006 – IEA 2008

Os números do gráfico 4.2 podem ser explicados se considerarmos que na quase totalidade as reservas de água do planeta se encontram nos oceanos, e ainda não foi desenvolvida uma tecnologia que possibilite o aproveitamento desta água para geração de energia elétrica em grande escala. O restante da reserva, a água doce, só poderá ser aproveitada para geração de energia se a geografia possuir acentuados desníveis que possibilitem a fluidez da mesma.

Tendo o exposto acima em vista, de acordo com levantamentos do IEA, a oferta de energia hidrelétrica só aumentou em dois locais do mundo, a China e a América Latina por causa do Brasil.

Usinas hidrelétricas podem ser classificadas por diversos fatores, são eles a altura da queda d'água, vazão, capacidade instalada, tipo de turbina, localização, tipo de barragem e reservatório. Os reservatórios podem ser ainda de fio d'água ou acumulação.

As mesmas se utilizam da força gerada pela passagem da água devido à energia potencial para impulsionar os rotores de grandes turbinas geradoras de energia elétrica. Ao final do processo, a água toma seu curso natural rio abaixo sem perdas ou qualquer tipo de poluição. Os reservatórios garantem um estoque de recursos para dias de estiagem e a construção de usinas a montante uma das outras permite um maior aproveitamento e controle do sistema.

A potência instalada determina se a usina é de pequeno porte, grande porte ou uma PCH. De acordo com a ANEEL são três as classificações. Centrais Geradoras Hidrelétricas (Até 1MW de potência instalada), PCHs (de 1MW a 30MW) e Usinas Hidrelétricas de energia (mais de 30MW).

No Brasil, de acordo com o BIG da ANEEL podemos ver novamente pela tabela 2.3, as usinas em atividade no ano de 2008 por tipo.

Tabela 2.3 – Empreendimentos em operação – ANEEL 2008

PLANTAS EM OPERAÇÃO - BRASIL – 2008			
TIPO	QUANTIDADE	POTÊNCIA	%
CENTRAL GERADORA HIDRELÉTRICA	227	120.009	0,11
CENTRAL GERADORA EÓLICA	17	272.650	0,26
PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA	320	2.399.598	2,29
CENTRAL GERADORA SOLAR	1	20	0
USINA HIDRELÉTRICA DE ENERGIA	159	74.632.627	71,2
USINA TERMELÉTRICA DE ENERGIA	1.042	25.383.920	24,22
USINA TERMONUCLEAR	2	2.007.000	1,92
TOTAL	1768	104.815.824	100

Veja que do total da capacidade instalada, temos que 73,6% é proveniente da água.

No mundo, os maiores utilizadores de energia hidrelétrica são China, Brasil e Canadá, como pode ser visto na tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Maiores consumidores de energia hidrelétrica do mundo em 2006 e 2007 – BP
2008

MAIORES CONSUMIDORES DE ENERGIA HIDRELÉTRICA EM				
2006 E 2007 EM TWh				
PAÍS	2006	2007	VARIAÇÃO	PARTICIPAÇÃO
			(%)	(%)
CHINA	435,8	482,9	10,81%	15,4
BRASIL	348,8	371,5	6,51%	11,9
CANADÁ	355,4	368,2	3,60%	11,7
EUA	292,2	250,8	-14,17%	8
RÚSSIA	175,2	179	2,17%	5,7
NORUEGA	119,8	135,3	12,94%	4,3
ÍNDIA	112,4	122,4	8,90%	3,9
VENEZUELA	82,3	83,9	1,94%	2,7
JAPÃO	96,5	83,6	-13,37%	2,7
SUÉCIA	61,7	66,2	7,29%	2,1

Porém, se consideramos a representatividade da energia hidrelétrica na matriz energética dos países, temos que Noruega, Brasil e Venezuela são os maiores aproveitadores deste tipo de energia. A tabela 4.2 mostra os dados mencionados.

Tabela 4.2 – MAIORES PARTICIPAÇÕES DA ENERGIA HIDRELÉTRICA NA MATRIZ DOS PAÍSES EM 2006 – IEA 2008

PARTICIPAÇÃO DA ENERGIA HIDRELÉTRICA NA MATRIZ DE CADA PAÍS - 2006	
PAÍS	%
NORUEGA	98,5
BRASIL	83,2
VENEZUELA	72
CANADÁ	58
SUÉCIA	43,1
RÚSSIA	17,6
ÍNDIA	15,3
CHINA	15,2
JAPÃO	8,7
EUA	7,4

No Brasil, as 10 maiores usinas hidrelétricas em atividade podem ser vistas na tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Maiores usinas em atividade do Brasil – ANEEL 2008

AS 10 MAIORES USINAS HIDRELÉTRICAS EM ATIVIDADE NO BRASIL EM MW	
USINA	POTÊNCIA
TUCURUÍ I E II	8.370
ITAIPÚ	6.300
ILHA SOLTEIRA	3.444
XINGÚ	3.162
PAULO AFONSO IV	2.462
ITUMBIARA	2.082
SÃO SIMÃO	1.710
FOZ DO AREIA	1.676
JUPIÁ	1.551
PORTO PRIMAVERA	1.540

5. GÁS NATURAL

Por ser a fonte de energia utilizada nas soluções de energia deste projeto, o gás natural será abordado mais detalhadamente, assim como a energia hidrelétrica.

5.1. INFORMAÇÕES GERAIS

No século XIX o gás natural era considerado um problema pois tornava a extração do petróleo mais cara, uma vez que era necessário utilizar diversos procedimentos de segurança para realizar a separação dos mesmos.

Mais a frente, no século XX, o consumo do gás natural se consolidou e houve um rápido crescimento tornando o mesmo o combustível fóssil de maior crescimento do mundo. De acordo com a IEA, entre 1973 e 2006, o consumo de gás natural no mundo passou de 1,227 bilhão de metros cúbicos para 3,031 bilhões. Nos gráficos 5.1 e 5.2, podemos visualizar a participação do gás natural na matriz energética mundial e sua utilização para geração de energia elétrica em 2006.

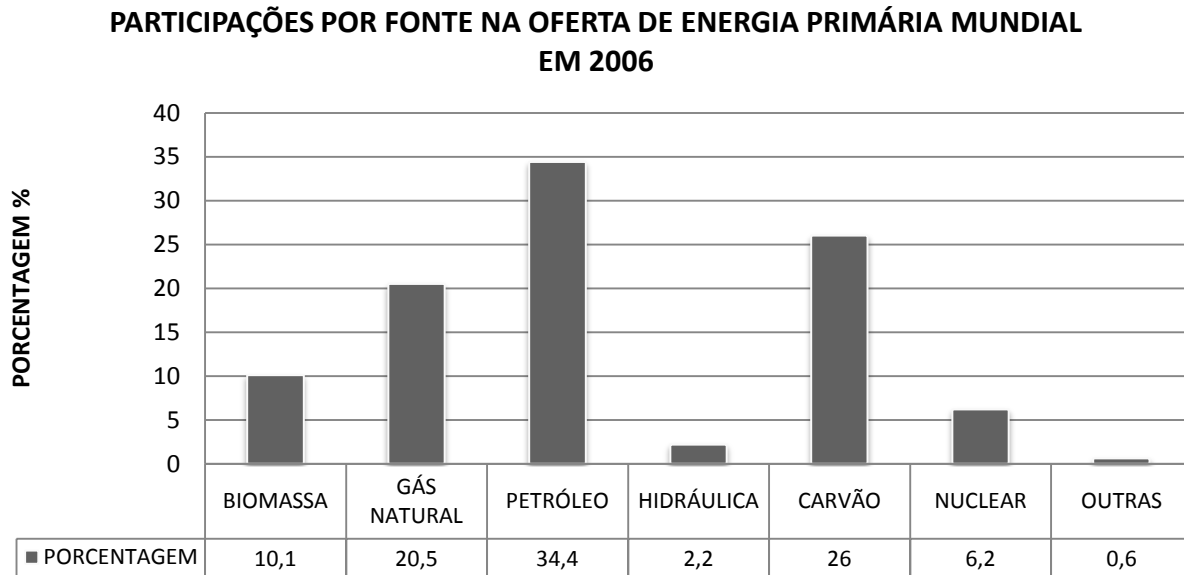


Gráfico 5.1 – Participação da oferta primária mundial de energia por fontes em 2006 – IEA
2008

**PARTICIPAÇÕES POR FONTE NA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA
MUNDIAL EM 2006**

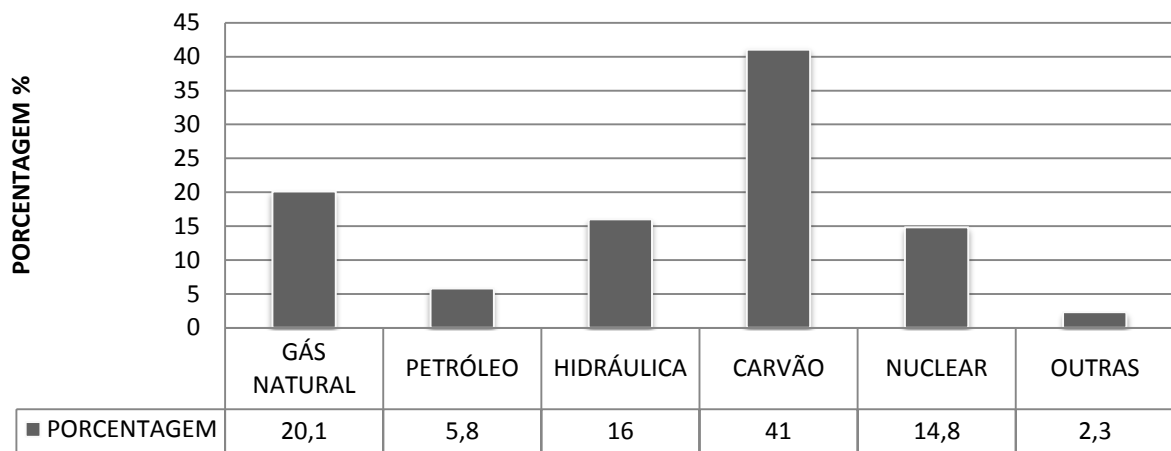


Gráfico 5.2 – Participação na produção de energia elétrica mundial por fonte em 2006 – IEA 2008

No Brasil, números mais expressivos mostram um crescimento de 5.650% ao passar de 0,2 bilhões de metros cúbicos para 11,3 bilhões, dados da BP. Nos gráficos 5.3 e 5.4, a mesma comparação é feita pra as participações do gás natural na geração de energia, e mais especificamente de energia elétrica.

OFERTA PRIMÁRIA DE ENERGIA NO BRASIL POR FONTES 2007

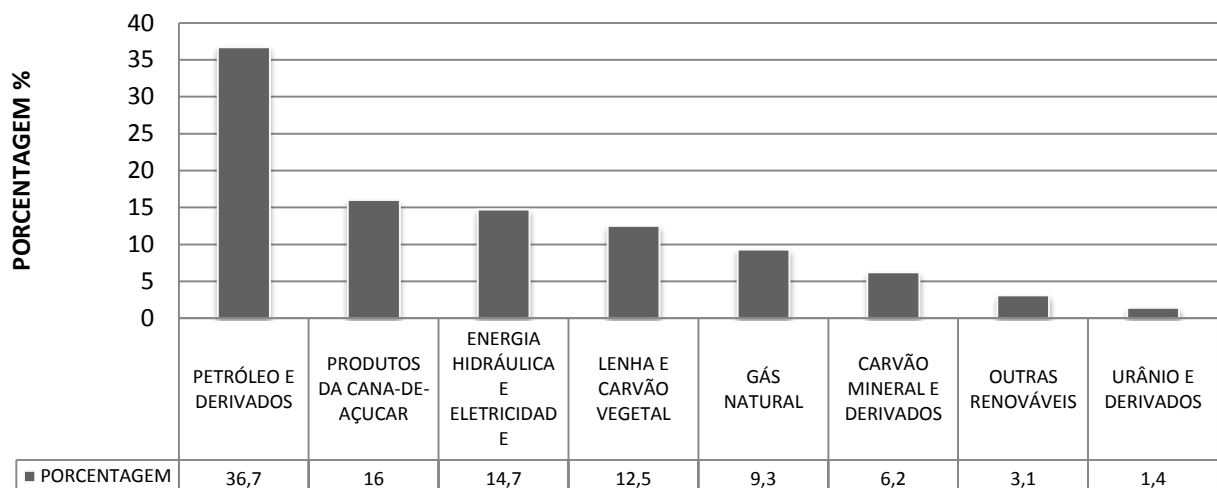


Gráfico 5.3 – Participação na oferta primária de energia do Brasil por fontes em 2007 – MME 2008

PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL POR FONTES EM 2007

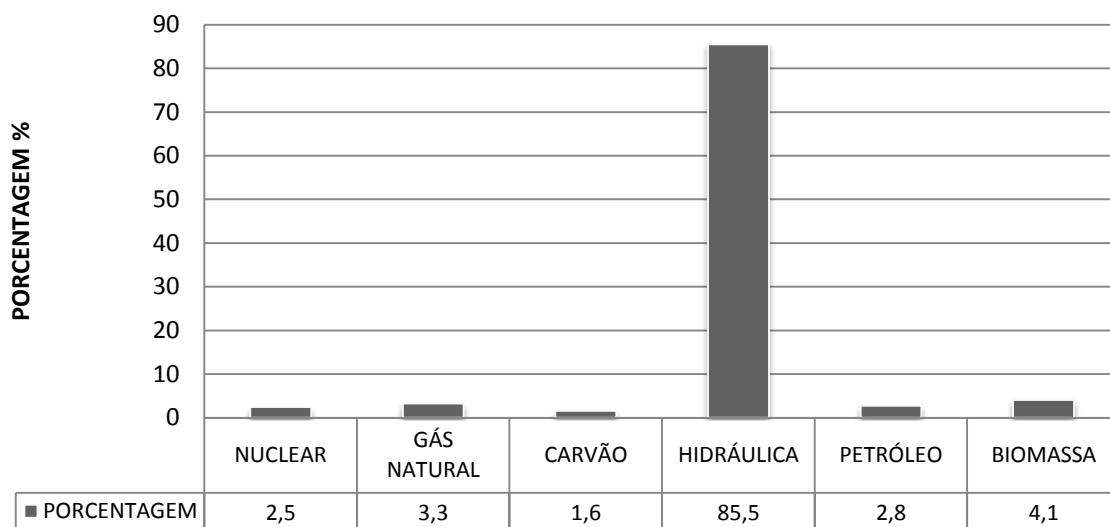


Gráfico 5.4 – Participação na produção de energia elétrica no Brasil por fonte em 2007 – MME 2008

Grande parte deste aumento se deu pela construção do gasoduto Brasil/Bolívia em 1999. O gás pode ser transportado em seu estado gasoso por meio de gasodutos e em estado líquido quando resfriado a 160° negativos.

O gás natural é utilizado por todos os setores da economia devido a sua versatilidade. O mesmo pode ser utilizado na geração de energia elétrica, em motores de combustão do setor de transportes, na produção de chamas, calor e vapor. Comparado aos demais combustíveis fósseis, o gás natural é menos agressivo com relação à poluição, emitindo menos poluentes.

5.2. HISTÓRIA DO GÁS NATURAL NO BRASIL

A exploração do gás natural deu-se no país após descoberta de reservas do combustível associado ao Petróleo no estado da Bahia em plena década de 40. A princípio o achado foi utilizado por indústrias do Recôncavo Baiano. Na década seguinte, achados nas bacias de Sergipe e Alagoas, ainda no Nordeste brasileiro, aumentaram a produção e consumo de gás natural, porém, ainda em pequena escala. Agora no Sudeste e na década de 80, o descobrimento da bacia de Campos aumentou consideravelmente as reservas de gás natural do país.

O grande e verdadeiro aumento de oferta de gás natural no país se deu em 1999 com o início da operação do gasoduto Brasil-Bolívia, com capacidade de transporte de 30 milhões de

metros cúbicos por dia. O gasoduto sai de Rio Grande na Bolívia e passa por Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, chegando na cidade de Porto Alegre.

Em 2007, de acordo com pesquisa elaborada pela EPE (Empresa de Pesquisa Energética), o país consumiu 22,9 bilhões de metros cúbicos sendo que a produção local foi de 18,15 bilhões e as importações corresponderam a 10,33 bilhões de metros cúbicos. A diferença entre produção/importação e consumo podem ser consideradas como perdas no processo. Como pode ser visto na tabela 5.1, 9.196 milhões foram destinados à indústria e 4.013 milhões para usinas termelétricas.

Tabela 5.1 – Gás natural no Brasil em 1997 e 2007 – MME 2008

PRODUÇÃO DE GÁS NATURAL NO BRASIL EM 1997 E 2007		
GÁS NATURAL IDENTIFICAÇÃO/ANO	BILHÕES DE M³	
	1997	2007
PRODUÇÃO	9.825	18.152
IMPORTAÇÃO	0	10.334
CONSUMO FINAL		
NÃO ENERGÉTICO	768	877
ENERGÉTICO		
SETOR ENERGÉTICO	1.226	4.013
RESIDENCIAL	81	251
COMERCIAL/PÚBLICO	92	377
TRANSPORTES	47	2.559
INDUSTRIAL	3.194	9.196
TRANSFORMAÇÃO	825	5.627
PERDAS	3.592	5.573

Percebe-se pelos números acima que o país não era auto-suficiente, ou seja, dependia da importação do gás boliviano. Estima-se que a descoberta do pré-sal venha a mudar este panorama tornando o país auto-suficiente. Ainda em processo de levantamento, a Petrobrás estima que os campos de Tupi e Júpiter, ambos na bacia de Santos, possuam 176 e 256 bilhões de metros cúbicos respectivamente.

Melhorando ainda mais esse panorama, o início da exploração do campo de Mexilhão, e a descoberta da primeira reserva de gás natural não associada ao petróleo do Brasil na bacia de Urucu, cujo gasoduto já se encontra em fase de construção e alimentará Manaus e suas termelétricas.

Tendo em vista as reservas descobertas no passado recente e suas magnitudes, o panorama brasileiro para o gás natural é bem favorável, tornando o país auto-suficiente num futuro bem próximo. Projeções para o futuro indicam o preço do metro cúbico do combustível inferior ao que temos hoje.

5.3. RESERVAS, PRODUÇÃO E CONSUMO NO MUNDO

As reservas de gás natural do mundo, de acordo com a BP em 2007, chegam a 177,36 trilhões de metros cúbicos. Destes, 41,3% se encontram no Oriente Médio. A tabela 5.2 mostra as reservas de gás natural do mundo por países. O Brasil está em 40º com 0,36 trilhões de metros cúbicos, que correspondem a 0,2% do total mundial.

Tabela 5.2 – Reservas de gás natural do mundo – BP 2008

RESERVAS DE GÁS NATURAL DO MUNDO		
PAÍSES	TRILHÕES DE M³	%
1 RÚSSIA	44,65	25,17%
2 IRÃ	27,8	15,67%
3 CATAR	25,6	14,43%
4 ARÁBIA SAUDITA	7,17	4,04%
5 EMIRADOR ÁRABES	6,09	3,43%
6 ESTADOS UNIDOS	5,98	3,37%
7 NIGÉRIA	5,3	2,99%
8 VENEZUELA	5,15	2,90%
9 ARGÉLIA	4,52	2,55%
10 IRAQUE	3,17	1,79%
40 BRASIL	0,36	0,20%
TOTAL	177,36	100,00%

Os dados desta tabela foram retirados do Statistical Review of World Energy da BP de 2008 e não consideram as reservas de gás natural do pré-sal, recém descobertas.

O Brasil, em 2007, consumiu cerca de 22 bilhões de metros cúbicos de gás natural, mas sua produção não passou dos 11,3 bilhões, ou seja, não era auto-suficiente. Podemos ver pela tabela 5.3 a produção e o consumo de gás natural no mundo por países.

Tabela 5.3 – Produção e consumo de gás natural no mundo em 2007 – BP 2008

PRODUÇÃO DE GÁS NATURAL MUNDIAL EM 2007			CONSUMO DE GÁS NATURAL MUNDIAL EM 2007		
PAÍS	BILHÕES DE M ³	%	PAÍS	BILHÕES DE M ³	%
1 RÚSSIA	607,4	20,66	1 EUA	652,9	22,35
2 EUA	545,9	18,57	2 RÚSSIA	438,8	15,02
3 CANADÁ	183,7	6,25	3 IRÃ	111,8	3,83
4 IRÃ	111,9	3,81	4 CANADÁ	94	3,22
5 NORUEGA	89,7	3,05	5 REINO UNIDO	91,4	3,13
6 ARGÉLIA	83	2,82	6 JAPÃO	90,2	3,09
7 ARÁBIA SAUDITA	75,9	2,58	7 ALEMANHA	82,7	2,83
8 REINO UNIDO	72,4	2,46	8 ITÁLIA	77,8	2,66
9 CHINA	69,3	2,36	9 ARÁBIA	75,9	2,60
10 TURCOMENISTÃO	67,4	2,29	10 CHINA	67,3	2,30
40 BRASIL	11,3	0,38	40 BRASIL	22	0,75
TOTAL	2940	100,00	TOTAL	2921,9	100,00

Focando mais no Brasil, o gás natural é encontrado em geral associado ao petróleo e suas maiores reservas, assim como de petróleo, se encontram nos litorais do Rio de Janeiro e do Espírito Santo.

Podemos ver na tabela 5.4 a evolução das reservas de gás natural por estado brasileiro.

Tabela 5.4 – Reservas de Gás Natural no Brasil por estados – MME 2008

UF	LOCALIZAÇÃO	RESERVAS DE GÁS NATURAL EM BILHÕES DE M³									
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
CE	TERRA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	MAR	1.438	1.808	1.595	1.186	1.462	1.139	1.066	995	825	825
RN	TERRA	3.770	6.171	3.837	3.918	3.585	3.151	2.870	2.558	2.397	1.942
	MAR	13.206	17.520	16.841	15.930	17.221	17.289	18.337	15.059	14.047	11.755
AL	TERRA	8.181	7.268	5.961	5.766	4.719	4.286	3.929	3.525	3.241	3.042
	MAR	980	1.563	1.272	1.154	1.118	980	1.198	1.084	815	850
SE	TERRA	901	925	789	864	820	861	829	768	814	761
	MAR	4.165	5.385	4.861	4.132	3.860	2.525	3.286	2.751	2.978	2.842
BA	TERRA	22.261	23.705	20.786	19.774	17.244	16.987	15.636	12.379	11.474	8.470
	MAR	2.554	4.183	4.126	3.083	10.101	8.681	9.625	9.388	14.269	26.423
ES	TERRA	2.312	2.510	2.826	2.288	1.809	2.237	1.018	1.057	3.364	1.140
	MAR	3.496	5.453	5.477	9.499	14.467	15.258	21.286	31.271	37.385	37.594
PR	TERRA	800	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	MAR	1.836	-	43	68	34	61	26	15	9	568
SC	TERRA	-	-	-	-	-	44	11	7	7	206
	MAR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AM	TERRA	59.960	44.897	44.402	44.549	47.893	49.075	49.448	51.465	53.232	52.744
	MAR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RJ	TERRA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	MAR	94.419	104.904	103.515	106.246	116.339	119.257	119.049	145.378	164.503	167.917
SP	TERRA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	MAR	5.664	4.940	4.669	4.273	3.875	3.508	78.471	28.696	38.543	47.881
SUB TOTAL	TERRA	98.185	85.477	78.601	77.159	76.070	76.597	73.730	71.752	74.522	68.131
	MAR	127.578	145.756	142.398	145.572	168.477	168.743	252.354	234.643	273.381	296.860
TOTAL		225.944	231.233	220.999	222.731	244.547	245.340	326.084	306.395	347.903	364.991

Mais uma vez, assim como nos consumos de energia e energia elétrica, todos os estudos mostram a indústria como maior consumidora. Como veremos mais a frente, existem diversas soluções energéticas utilizando o gás natural e que apresentam economia com redução de custos, foco deste trabalho.

5.4. GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR GÁS NATURAL

Após a crise do petróleo em 1970 diversos países menos desenvolvidos reviram a política de geração de energia por derivados do petróleo e iniciaram a geração por gás natural, o que já vinha acontecendo nos países desenvolvidos.

Aliado à evolução da tecnologia das usinas termelétricas a gás natural, estima-se que o ritmo de crescimento acelerado do consumo de gás natural do mundo se mantenha até 2020.

No Brasil, a produção de energia se baseia em hidrelétricas, porém, de acordo com o Plano Nacional de energia, elaborado pela EPE, o número de termelétricas a gás natural deverá aumentar no médio prazo. Estas usinas seriam utilizadas em momentos de pico de consumo, aliviando as hidrelétricas, e em momentos de estiagem. Na atualidade, o país possui cerca de 120 usinas termelétricas totalizando mais de 15.000MW, mais de 10% da potência instalada.

Grande parte destas usinas são instaladas em regime de autoprodução ou de cogeração, este segundo apresentando crescimento significativo no cenário brasileiro. A maior parte das usinas acima descritas se encontram na região Sudeste, região de maior desenvolvimento industrial do país.

5.5. IMPACTOS AMBIENTAIS

Quando comparado a outros combustíveis fósseis, podemos considerar o gás natural uma energia limpa, por apresentar menos emissão de gases poluentes que contribuem para o efeito estufa.

Estudos do Plano Nacional de Energia 2030 indicam que o gás natural apresenta de 20 a 23% menos emissão com relação ao óleo combustível e cerca de 40% a 50% menos do que combustíveis sólidos como o carvão.

6. APRESENTAÇÃO DA PLANTA

6.1. DADOS GERAIS

A planta a ser utilizada neste estudo de caso é um grande Shopping Center que possui 205 lojas. Deste total, 07 são lojas âncoras, ou seja, lojas grandes que atraem um grande público. A planta possui uma grande praça de alimentação, uma academia, diversas agências de bancos, um espaço saúde contendo clínicas e laboratórios e cinco salas de cinema totalizando mais de 47.000m² de área construída.

Para o conforto de todos os usuários do empreendimento uma Central de Água Gelada, a partir de agora referida como CAG, fornece energia térmica (frio) sob forma de água gelada para o sistema de distribuição de modo a realizar a climatização de todos os ambientes.

Duas subestações garantem o fornecimento de energia ao empreendimento junto à concessionária.

Em sua área externa, mais de duas mil vagas de estacionamento comportam os veículos de clientes e empregados.

Estima-se que o empreendimento seja visitado por um total de 1.500.000 pessoas por mês e que mais de 350.000 carros utilizem as vagas de estacionamento acima citadas.

6.2. SISTEMA ELÉTRICO

6.2.1. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA

O sistema elétrico a ser estudado é trifásico e tem seu fornecimento de energia elétrica pela concessionária em 13,8kV a 60hz. Lojas âncoras são alimentadas em 13,8kV e cada uma possui subestação única para abaixar a tensão.

Além da entrada em média tensão, possui transformadores abaixadores para seu sistema de distribuição. O sistema de distribuição de energia da planta possui tensões de 380/220V.

6.2.2. UNIFILAR DO SISTEMA

6.2.2.1. ENTRADA DE ENERGIA

Pode ser visto na figura 6.1 uma seção do diagrama unifilar referente à entrada de energia elétrica no empreendimento.

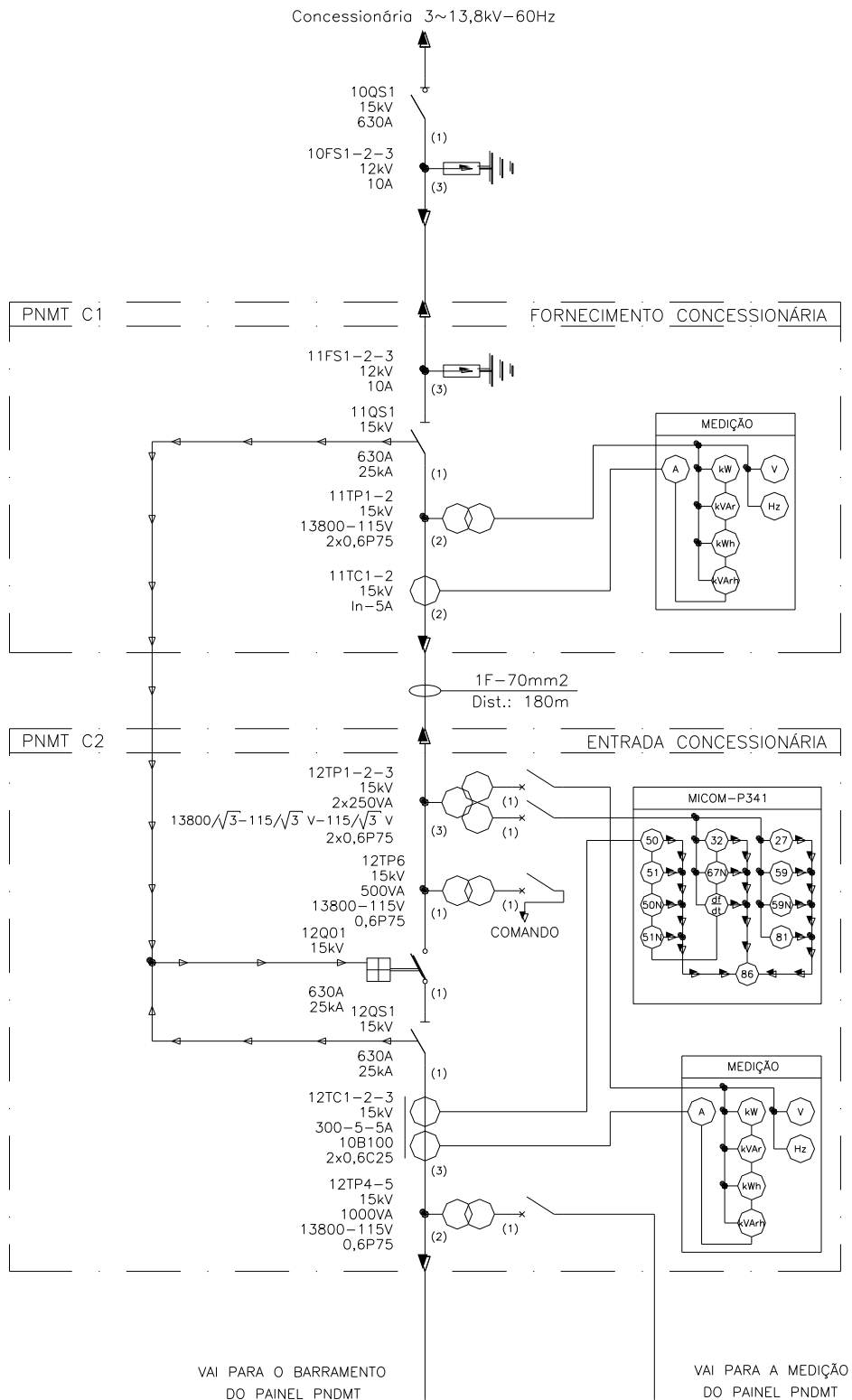


Figura 6.1 – Entrada de energia da concessionária

Verifica-se na figura 6.1 a entrada em 13,8kV/60Hz da concessionária. Na cabine primária, temos a chave seccionadora trifásica 10QS1 que possibilita o isolamento do sistema, assim como o pára-raios de linha 10FS1-2-3. Na subestação 1 da planta, encontra-se o painel (PNMT- Painel de Média Tensão) com seus cubículos C1 – Fornecimento da Concessionária e C2 – Entrada Concessionária. Os outros cubículos do PNMT serão comentados no item a seguir.

O cubículo C1 é responsável pela medição geral da planta, e possui um pára-raios de linha 11FS1-2-3 trifásico, uma chave seccionadora 11QS1 trifásica, além dos equipamentos destinados à medição. A chave seccionadora tipo faca trifásica 11QS1 possui intertravamento mecânico com o disjuntor 12Q01 impedindo que o disjuntor seja fechado quando a mesma estiver aberta. Esta medida é tomada para evitar acidentes, uma vez que a chave seccionadora tipo faca não permite fechamento seguro com carga.

Os equipamentos de medição são o transformador de corrente 11TC1, o transformador de potencial 11TP1-2 e o medidor de energia. Os transformadores de corrente e de potencial citados anteriormente fornecem tensões e correntes a níveis baixos que possam ser utilizadas pelo medidor. Estas grandezas devem ser réplicas das grandezas reais de modo a gerar o menor erro possível. O medidor é capaz de medir as potências aparente, ativa e reativa, além da frequência e das próprias correntes e tensão do circuito.

O cubículo C2 além de proteger a concessionária, executa uma segunda medição da energia elétrica importada através do medidor existente. O disjuntor extraível trifásico a vácuo 12Q01 com nível de isolamento de 15kV e de corrente nominal de 630A, com capacidade de curto de 25kA recebe comandos do relé de proteção MICOM-P341 que através do transformador de corrente 12TC1-2-3 e do transformador de potencial 12TP1-2-3 monitora as condições de operação do sistema a fim de detectar falhas. O disjuntor possui ainda um intertravamento mecânico com as chaves seccionadoras 11QS1 do cubículo 1 e 12QS1 de modo que seu fechamento seja inibido quando as mesmas se encontrarem abertas, evitando arcos elétricos e danos nos equipamentos.

O relé de proteção MICOM - P-341 possui as seguintes funções.

- Função 27 – Subtensão
- Função 32 – Direcional de Potência
- Função 50 – Sobrecorrente Instantânea

- Função 51 – Sobrecorrente Temporizada
- Função 50/51N – Sobrecorrentes Instantânea e Temporizada de Neutro
- Função 59 – Sobretensão
- Função 67 – Direcional de sobrecorrente
- Função 81 – Sub/sobfrequência
- Função 86 – Auxiliar de bloqueio
- Função diferencial de frequência

As funções serão analisadas mais profundamente à frente.

Um segundo transformador de potencial 12TP4-5 bifásico abaixa a tensão e serve de referência para os medidores dos cubículos restantes do PNMT.

À montante do cubículo 2 temos os demais cubículos do PNMT de despacho. A tabela 6.1 mostra a relação dos equipamentos elétricos existentes nos cubículos C1 e C2 do PNMT.

Tabela 6.1 – Características nominais dos equipamentos elétricos dos cubículos C1 e C2 do PNDMT

Equipamentos	Características Nominais
Disjuntores	
12Q01	3 Φ , $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
Seccionadoras	
11QS1	3 Φ , $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
12QS1	3 Φ , $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
TPs	
11TP1-2	$V_{ISOL} = 15kV$, 13.8kV/115V – 2x0,6P75
12TP1-2-3	$V_{ISOL} = 15kV$, $13.800/\sqrt{3} / 115/\sqrt{3} V$ 3x2x0,6P75 (250VA)
12TP6	$V_{ISOL} = 15kV$, 13.8kV/115V – 0,6P75
12TP4-5	$V_{ISOL} = 15kV$, 13.8kV/115V – 2x0,6P75 (1000VA)
TCs	
11TC1-2	$V_{ISOL} = 15kV$, 300-5A – 2x
12TC1-2-3	$V_{ISOL} = 15kV$, 300-5-5A – 1x10B100 e 2x0,6C25
Relés	
MICOM P-341	27,32, 50, 50N, 51, 51N, 59, 59N, 67, 81, 86 e df/dt
Medidores	2x (A, V, Hz, kW, kVAr, kWh e kVArh)

6.2.2.2. DESPACHOS DAS LOJAS EM BAIXA TENSÃO

A figura 6.2 mostra o cubículo C3 – Condomínio/Lojas também do PNMT responsável pela distribuição de energia elétrica para as lojas em baixa tensão. O mesmo é alimentado pelo cubículo C2 – Entrada Concessionária com três fases a 13,8kV/60Hz.

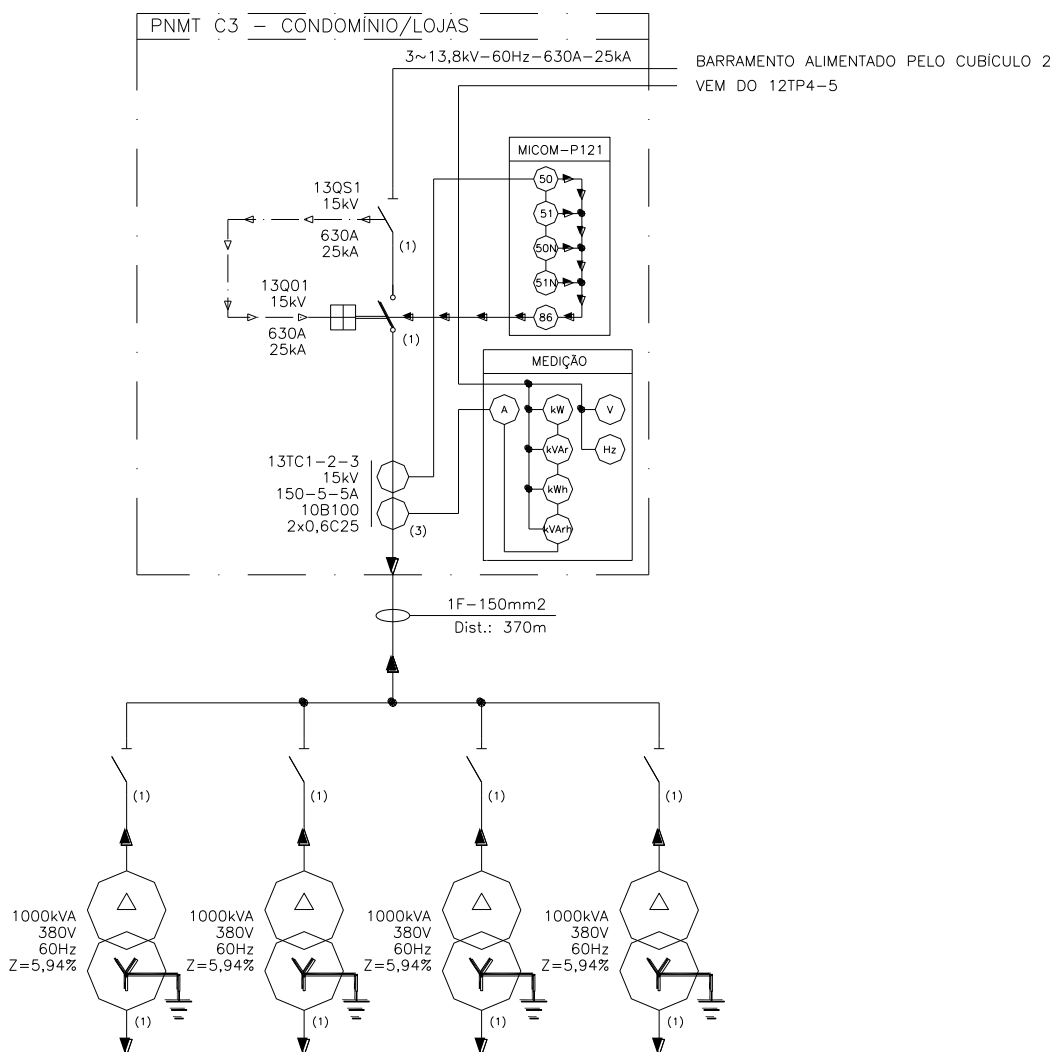


Figura 6.2 – Despacho de energia para as lojas BT

A disjunção deste painel é feita por meio do disjuntor extraível trifásico a vácuo 13Q01 de nível de isolamento de 15kV, corrente nominal de 630A e capacidade de curto de 25kA. À montante encontra-se a chave seccionadora 13QS1 que possui intertravamento mecânico com o mesmo. O disjuntor recebe comandos do relé de proteção MICOM-P121 que através de um

dos enrolamentos secundários do transformador de corrente 13TC1-2-3 de duplo secundário verifica condições anormais de operação.

O relé de proteção MICOM - P-121 possui as seguintes funções.

- Função 50 – Sobrecorrente Instantânea
- Função 51 – Sobrecorrente Temporizada
- Função 50/51N – Sobrecorrentes Instantânea e Temporizada de Neutro
- Função 86 – Rele de Bloqueio

As funções serão analisadas posteriormente com detalhe.

Ainda, um medidor confere a energia consumida pelo circuito através da tensão de referência do transformador de potencial 12TP4-5 do cubículo C2 e da corrente do circuito transformada pelo segundo enrolamento do 13TC1-2-3 de duplo secundário.

O cubículo C3 alimenta quatro transformadores abaixadores trifásicos de 13,8kV/380V de potência nominal 1000kVA com impedância $Z=5,94\%$, ligações delta/estrela aterrado. Estes transformadores abaixarão a tensão fornecida de 13,8kV para 380/220V para utilização das lojas pequenas.

A tabela 6.2 mostra a relação dos equipamentos elétricos existentes no cubículo C3 do PNMT.

Tabela 6.2 – Características nominais dos equipamentos elétricos do cubículo C3 do PNMT

Equipamentos	Características Nominais
Disjuntores	
13Q01	3Φ , $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
Seccionadoras	
13QS1	3Φ , $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
TCs	
13TC1-2-3	$V_{ISOL} = 15kV$, 150-5-5A – 1x10B100 e 2x0,6C25
Relés	
MICOM P-121	50, 50N, 51, 51N, 86
Medidores	A, V, Hz, kW, kVAr, kWh e kVArh

6.2.2.3. DESPACHOS DAS LOJAS ÂNCORAS EM ALTA TENSÃO

Na figura 6.3, verificam-se os cubículos de despacho das lojas âncoras.

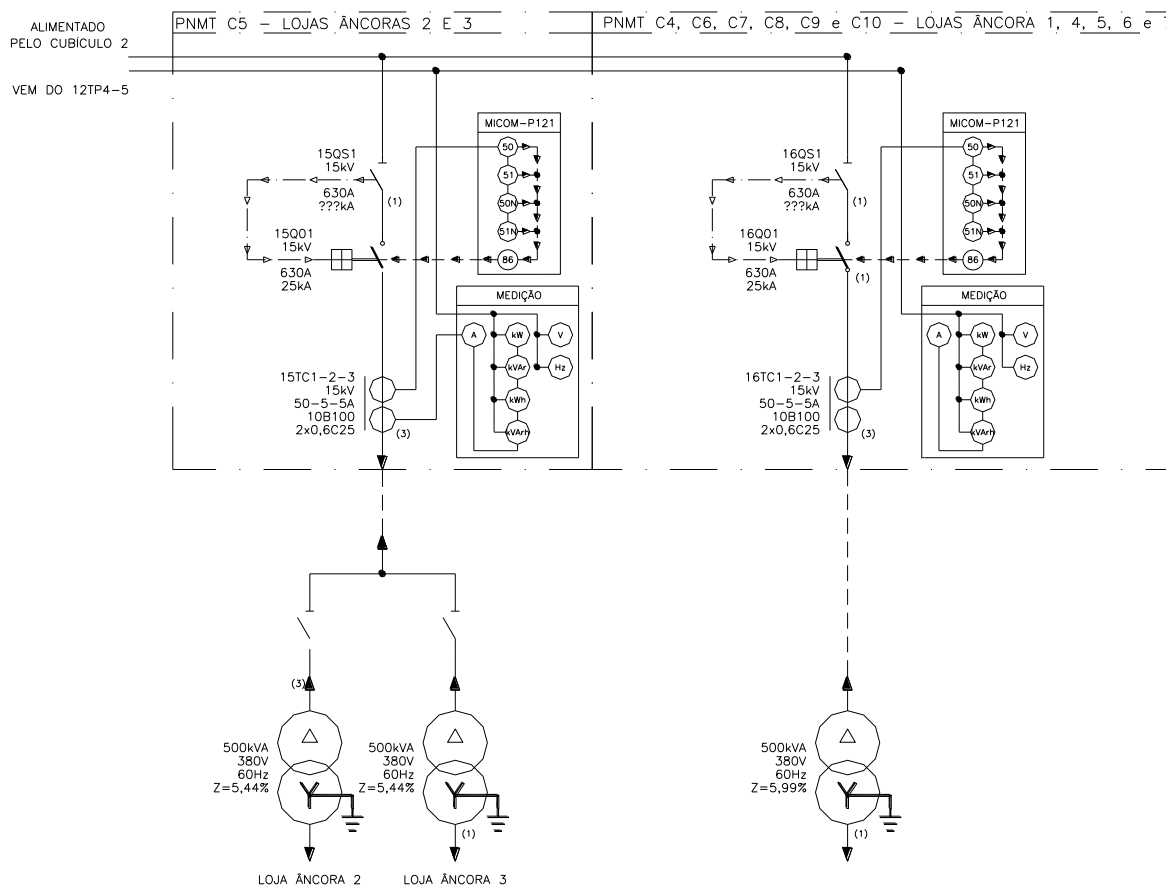


Figura 6.3 – Despacho de energia das lojas âncoras.

Um padrão pode ser visto nos cubículos de despacho das lojas âncoras 1, 4, 5, 6 e 7. Desta maneira os cubículos C3, C6, C7, C8, C9 e C10 foram representados por um único cubículo devido ao espaço pequeno da página. A filosofia de proteção e medição seguem o mesmo padrão do cubículo C3 previamente mencionado. Transformadores de potencial e de corrente com duplo secundário fornecem as grandezas a níveis admissíveis para a operação dos relés de proteção e medidores. Os relés de proteção comandam os disjuntores extraíveis à vácuo de corrente nominal de 630A, com nível de isolamento de 15kV e capacidade de curto de 25kA, enquanto os medidores totalizam o consumo. Os disjuntores possuem ainda intertravamento mecânico com chaves seccionadoras à sua montante. Todos os circuitos de despacho das lojas

âncora alimentam ou transformadores abaixadores de 13,8k/380V ou de 13,8k/220V em delta/estrela com neutro aterrado.

A tabela 6.3 mostra a lista dos equipamentos elétricos presentes nos cubículos citados.

Tabela 6.3 – Características nominais dos equipamentos elétricos do cubículo de despacho do PNMT

Equipamentos	Características Nominais
Disjuntores	
14Q01	3 Φ , $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
15Q01	3 Φ , $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
16Q01	3 Φ , $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
17Q01	3 Φ , $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
19Q01	3 Φ , $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
110Q01	3 Φ , $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
Seccionadoras	
14QS1	3 Φ , $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
15QS1	3 Φ , $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
16QS1	3 Φ , $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
17QS1	3 Φ , $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
19QS1	3 Φ , $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
110QS1	3 Φ , $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
TCs	
14TC1-2-3	$V_{ISOL} = 15kV$, 50-5-5A – 1x10B100 e 2x0,6C25
15TC1-2-3	$V_{ISOL} = 15kV$, 50-5-5A – 1x10B100 e 2x0,6C25
16TC1-2-3	$V_{ISOL} = 15kV$, 50-5-5A – 1x10B100 e 2x0,6C25
17TC1-2-3	$V_{ISOL} = 15kV$, 50-5-5A – 1x10B100 e 2x0,6C25
19TC1-2-3	$V_{ISOL} = 15kV$, 50-5-5A – 1x10B100 e 2x0,6C25
110TC1-2-3	$V_{ISOL} = 15kV$, 50-5-5A – 1x10B100 e 2x0,6C25
Relés	
MICOM P-121	6 x (50, 50N, 51, 51N, 86)
Medidores	6 x (A, V, Hz, kW, kVAr, kWh e kVArh)

6.2.2.4. DISJUNÇÃO CAG

A seguir, a figura 6.4 mostra a parte do diagrama unifilar responsável pela disjunção da CAG.

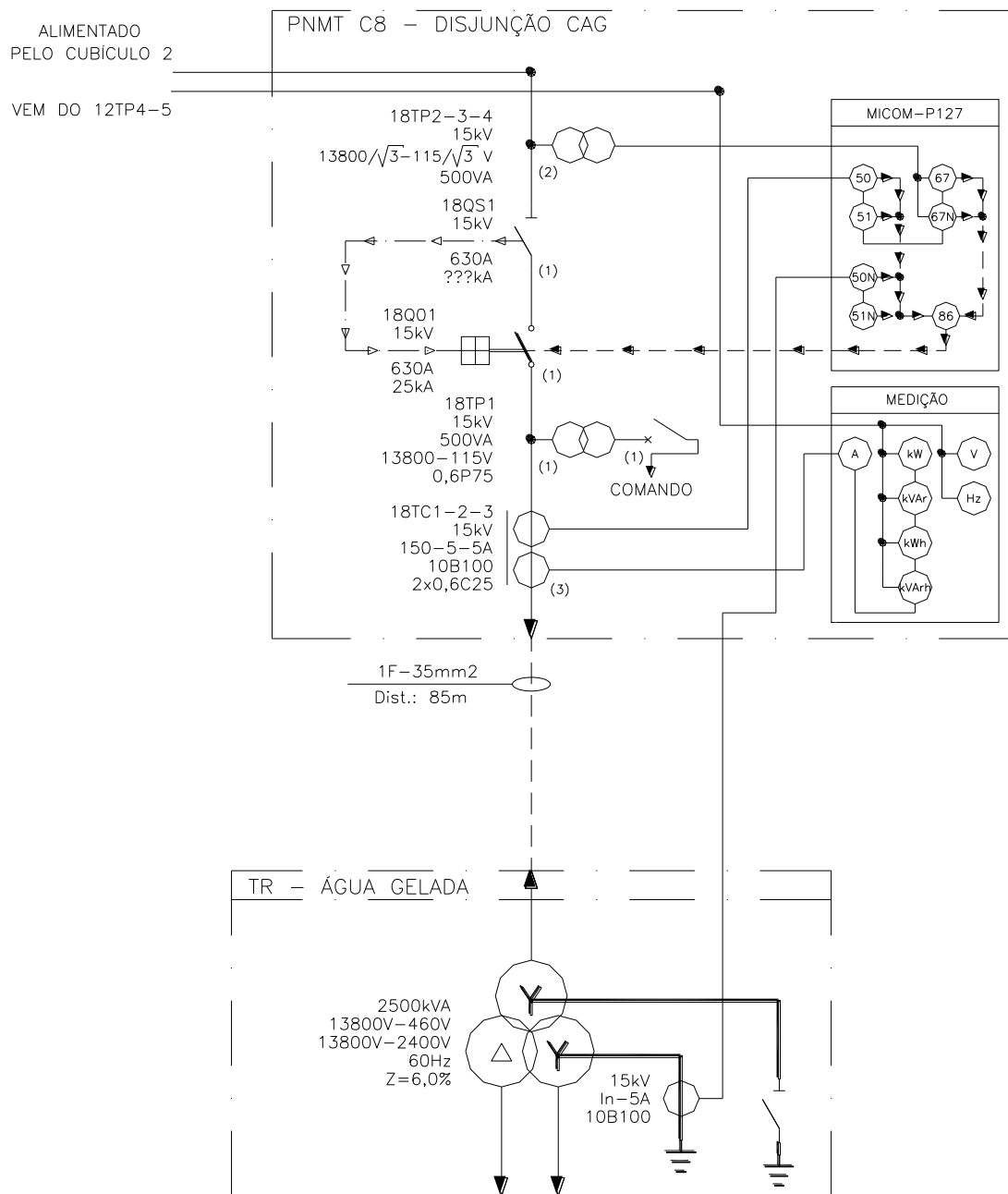


Figura 6.4 – Disjunção da CAG

Vê-se a disjunção da CAG por meio do disjuntor extraível a vácuo 18Q01. O mesmo possui intertravamento mecânico com a seccionadora 18QS1 e recebe comandos do relé de proteção MICOM-P127. Este recebe a tensão e a corrente em níveis admissíveis dos transformadores de potencial 12TP4-5 e de corrente 18TC1-2-3 respectivamente. Este cubículo alimenta o transformador abaixador trifásico com potencia nominal de 2.500kVA da CAG. O mesmo possui duplo secundário com ligações estrela/delta/estrela. O transformador possui relações de transformação 13,8kV/480V e 13,8kV/2,4kV nos seus enrolamentos secundários em delta e estrela aterrado respectivamente.

No enrolamento secundário em estrela do transformador abaixador TR – Água Gelada, existe ainda um transformador de corrente no neutro aterrado conectado ao relé de proteção MICOM-P127.

Os dois níveis de tensão necessitados são devido aos diferentes equipamentos da central de água gelada. Bombas, e pequenos equipamentos são alimentados em 480V enquanto chillers e torres de resfriamento são alimentados em 2,4kV.

Tabela 6.4 – Características nominais dos equipamentos elétricos do cubículo de disjunção da CAG

Equipamentos	Características Nominais
Disjuntores	
18Q01	3 Φ , $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
Seccionadoras	
18QS1	3 Φ , $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
TCs	
18TC1-2-3	$V_{ISOL} = 15kV$, 100-5-5A – 1x10B100 e 2x0,6C25
Relés	
MICOM P-127	50, 50N, 51, 51N, 67, 67N e 86
Medidores	A, V, Hz, kW, kVAr, kWh e kVArh

6.2.3. EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

Os equipamentos elétricos utilizados nos diagramas acima serão discutidos a seguir. Suas principais características tais como funcionamento, manutenção e devida forma de operação serão brevemente abordadas. Vale lembrar que é de grade importância o conhecimento das características destes equipamentos para se garantir uma boa operação da planta e sua longevidade.

6.2.3.1. MOTOGERADOR A GÁS

6.2.3.1.1. MOTOR

O motor dos motogeradores a gás possui 16 cilindros e rotação de 1800rpm e tem como combustível o gás natural. O mesmo é acoplado a alternador que possibilita a geração de energia elétrica.

Os motores possuem diversos sensores e são controlados por módulos da própria máquina. Controladores externos e programados atuam sobre sua válvula throttle controlando suas grandezas mecânicas como velocidade de rotação, temperaturas, vazões de fluidos e explosões, de modo a garantir um produto final (energia elétrica) constante.

6.2.3.1.2. ADMISSÃO DE AR

O motor utiliza em seus cilindros uma mistura ar/combustível. Este ar, proveniente da atmosfera não pode conter impurezas, pois influenciaria negativamente no controle da queima da mistura e por conseqüência na velocidade de rotação de seu eixo. Os motogeradores possuem 2 elementos de admissão com filtros, sendo 1 elemento para cada bancada de cilindros.

6.2.3.1.3. SISTEMA DE COMBUSTÍVEL

Como já mencionado, os motogeradores utilizam gás natural como combustível. O mesmo é misturado ao ar e comprimido por meio de turbinas para então ser enviado para um dos 16 cilindros. Nos cilindros, velas fazem a ignição da mistura comprimida e com o auxílio dos pistões e do virabrequim tem-se o movimento do eixo do motor.

Sensores de pressão, vazão e temperatura estão disponíveis na linha de gás natural assim como em todos os cilindros. Estes sinais são enviados para módulos de comunicação da máquina para possibilitar o controle e proteção da mesma.

6.2.3.1.4. TURBINA E AFTERCOOLER

As turbinas são responsáveis pela compressão da mistura ar/combustível antes dos cilindros. Existe uma turbina para cada bancada do motor e a compressão da mistura é efetuada para se otimizar a eficiência da queima nos cilindros.

Quando a mistura ar/combustível é comprimida a mesma aquece. Este aquecimento deve ser controlado pois acelera a combustão da mistura e dificulta o controle das explosões nos cilindros. Estas explosões devem ser sincronizadas senão haverá a perda de torque no eixo, caracterizando uma ineficiência do processo. Para controle desta temperatura, a mistura após aquecida passa pelo aftercooler, onde por meio de trocadores de calor a mesma é resfriada.

6.2.3.1.5. ALTERNADOR

O alternador dos motogeradores é responsável pela geração da energia elétrica. O mesmo é acionado pelo eixo do motor e por meio de excitação DC e baterias que alimentam seus sistemas auxiliares e inicia a produção da mesma. Após início de operação o gerador se torna autosuficiente e desacopla o sistema das baterias.

Ambos os modelos a serem utilizados neste projeto de conclusão de curso possuem 4 pólos e geram energia sincronizada com a concessionária.

6.2.3.2. DISJUNTORES

Disjuntores são dispositivos de manobra do sistema elétrico capazes de conduzir, interromper e estabelecer correntes normais e anormais. Sua função principal é de controlar circuitos pela abertura e fechamento de seus terminais.

Entende-se como corrente normal aquela demandada pela carga quando de sua operação normal, ou seja, em regime. Correntes anormais são aquelas que surgem devido a anomalias do sistema como curtos.

Os disjuntores podem ser monofásicos ou trifásicos, e devem ser instalados em série com as seções que se quer isolar quando de sua abertura. Os disjuntores possuem também uma tensão nominal de operação de acordo com suas características construtivas.

Na planta a ser estudada existem disjuntores de baixa e media tensão. Disjuntores de baixa tensão são de caixa moldada e possuem correntes nominais e de interrupção dependendo do circuito a sua jusante.

Disjuntores de media tensão e alta potência são capacitados para suportar altíssimas correntes de curto-circuito, assim como elevadas correntes nominais de operação. Os mesmos possuem tanto acionamento local quanto acionamento remoto através de um sistema de bobinas e molas do mecanismo de operação do disjuntor. As molas são carregadas indicando que o disjuntor está apto a operar e quando ocorre uma falha, as mesmas são descarregadas iniciando o processo de abertura dos mesmos.

Quando da operação local, a mola pode ser carregada manualmente, através de uma alavanca ou através de um motor, e podem ser descarregadas pressionando-se um botão localizado no equipamento. Este tipo de operação é desejado durante manutenções corretivas e preventivas, onde força-se sua abertura possibilitando acesso a partes normalmente energizadas.

Possuem também a possibilidade de acionamento remoto e automático, onde bobinas de abertura e fechamento recebem sinais de comando remotos através de seus contatos auxiliares. Os sinais de comando podem ser provenientes de supervisórios através de CLPs (controladores lógicos programáveis) e também dos relés de proteção.

Existem ainda bobinas de “anti-pumping” que bloqueiam a botoeira de abertura e os sinais remotos impedindo sucessivas aberturas.

São as principais funções dos disjuntores:

- Interromper rapidamente e sucessivas vezes correntes de curto-circuito do sistema.
- Capacidade de conduzir, interromper e estabelecer correntes nominais de carga dos circuitos, correntes de magnetização de transformadores e reatores, e correntes capacitivas provenientes de banco de capacitores.
- Suportar tensões dos circuitos em que estão conectados.
- Suportar e extinguir arcos, efeitos eletromagnéticos e mecânicos quando de sua abertura de um barramento energizado.
- Suportar arcos, efeitos eletromagnéticos e mecânicos quando de seu fechamento em um barramento energizado.
- Suportar efeitos térmicos por efeito Joule.

São utilizadas por disjuntores diversas técnicas de interrupção. são elas:

- Óleo Isolante
- Ar Comprimido
- SF₆
- Ar Livre
- Vácuo
- Sopro Magnético

As características nominais dos disjuntores são:

- Tensão Nominal

Cada disjuntor possui características construtivas que os possibilitam suportar os esforços envolvidos na operação de uma tensão específica.

- Corrente Nominal

É a corrente normal de operação que um disjuntor deve conduzir. A mesma depende da carga do circuito na qual o disjuntor está a montante.

- Tensão de Isolação

Esta característica está diretamente relacionada com o exposto acima.

- Corrente de Interrupção Nominal de Curto Circuito

Disjuntores são construídos para interromper correntes e a magnitude das mesmas implica modificações construtivas para que os mesmos suportem e operem com segurança.

6.2.3.3. SECCIONADORAS

Chaves seccionadoras são dispositivos de manobra do sistema elétrico utilizados para realizar bloqueios isolando partes do sistema elétrico. As mesmas devem ser capazes de conduzir uma determinada corrente de acordo com suas especificações.

Chaves seccionadoras devem ser comutadas quando sem carga, pois ao contrário dos disjuntores, não são capazes de interromper correntes, e a abertura de seus terminais em carga implicaria em uma situação perigosa para a pessoa realizando a operação.

Existem diversos tipos de chaves seccionadoras, são elas:

- Tipo Faca

Este equipamento é constituído por duas partes, uma fixa e outra móvel. A parte fixa é formada por hastes condutoras espaçadas entre si formando um “abrigo” e é conectada a um lado do circuito. A parte móvel, como o próprio nome diz, é formada por uma lâmina semelhante a uma faca, conectada ao outro lado do circuito que se encaixa no “abrigo” da parte móvel, fechando o circuito.

A mesma é acionada por meio de alavanca e sua conexão deve estar justa de modo a não apresentar aquecimento e perdas.

- Seccionadoras Saca-fusível

Esta seccionadora nada mais é que uma alavanca que encaixa e desencaixa fusíveis das fases de forma a abrir o circuito. A mesma, por conter fusíveis, também serve de proteção para o circuito.

- Chaves Rotativas

Uma manopla rotativa abre e fecha os contatos do circuito pela rotação da parte condutora acoplada à manopla.

Diversos tipos de chaves seccionadoras existem no mercado e todas funcionam pelo mesmo princípio, pela interrupção mecânica do circuito. As seccionadoras possuem as seguintes características nominais:

- Corrente Nominal

Corrente que a chave seccionadora conduz sem que o aquecimento proveniente pela passagem desta corrente danifique as características construtivas e operacionais do equipamento.

- Tensão Nominal de Operação

As chaves seccionadoras são construídas para operar em uma determinada tensão.

- Tensão Nominal de Isolamento

Tensão máxima suportada sem que haja mal funcionamento do equipamento.

- Frequência

Frequência da tensão e corrente de operação do equipamento, geralmente 50 e 60Hz.

- Número de pólos

As chaves seccionadoras podem ser monofásicas ou trifásicas.

Na planta a ser estudada, existem somente chaves seccionadoras tipo faca, com especificações dependendo do circuito.

6.2.3.4. TRANSFORMADORES

6.2.3.4.1. TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA

Transformadores de potência são elementos utilizados para alterar os níveis de tensão e corrente do sistema através de um circuito magnético, mantendo a frequência do mesmo. São os transformadores que possibilitam a existência de grandiosos sistemas de distribuição de energia elétrica elevando tensões para possibilitar o transporte da energia a longas distâncias e abaixando as mesmas de modo a possibilitar o uso pelos consumidores.

O circuito magnético dos transformadores converte eficientemente potência elétrica de um nível de tensão para outro conforme desejado e consiste em um par de bobinas acopladas magneticamente por um meio ferromagnético.

Os transformadores podem ser monofásicos ou trifásicos. No primeiro caso, têm apenas um par de bobinas para a fase única, e para transformadores trifásicos, têm três pares de bobinas isoladas, ou seja, um par para cada fase.

Quando conectamos uma carga em série com a bobina do lado secundário, e temos conectada à bobina do primário uma fonte, há a circulação de uma corrente criando um fluxo eletromagnético que é transportado por meio do núcleo de material ferromagnético. Este fluxo eletromagnético causa a indução de tensão no enrolamento do secundário, fazendo assim a transferência da potência com nível de tensão de acordo com a razão das bobinas.

Existem, em transformadores reais, perdas neste processo de transformação. As principais são as perdas por magnetização do núcleo e perdas ôhmicas. Em um transformador ideal, ou seja, desconsiderando as perdas, a razão de transformação é dada pela razão do número de espiras em cada bobina.

Os transformadores de potência podem ser classificados por seu número de fases, seu tipo de núcleo, pelas tensões de primário e secundário, classe de isolamento, seu tipo de resfriamento. Ainda, quanto ao tipo de ligação de suas bobinas, dentre outras inúmeras características.

Podem ainda ser classificados quanto as suas características construtivas e modos de operação.

A planta deste estudo possui transformadores industriais a seco para abaixar a tensão de entrada de energia elétrica entregue pela concessionária de 13,8kV para 380V entre fases possibilitando a utilização dos consumidores finais, as lojas.

6.2.3.4.2. TRANSFORMADORES DE POTENCIAL

Transformadores de potencial, a partir de agora referidos como TPs, são dispositivos que, como o próprio nome diz, transformam a tensão de um circuito, abaixando-a a níveis admissíveis para que dispositivos de medição, controle e proteção possam operar com segurança. Os sistemas elétricos modernos podem ter tensões na ordem de centenas de milhares de volts e medi-las neste nível, além de representar risco às pessoas envolvidas na medição, demandaria equipamentos caros, tornando a pratica inviável.

Os TPs têm como objetivo replicar a tensão do circuito que se deseja proteger, medir ou controlar, em níveis mais baixos, com o menor erro possível, ou seja, a réplica da tensão deve ser proporcional a relação de transformação do mesmo.

O TP tem sua estrutura semelhante ao do transformador de potência, realizando a transformação do potencial por meio de um circuito magnético. A principal diferença entre ambos os tipos de transformadores é que o transformador de potência tem sua limitação de transferência de potência dada pelo seu aquecimento quando em operação, já os TPs têm sua limitação quanto à transformação de potência devido ao seu erro de transformação dado pela sua classe de exatidão.

Sua razão de transformação é dada pela razão do numero de espiras dos enrolamentos primário e secundário conforme fórmula (1) a seguir:

$$RTP = \frac{N_p}{N_s} = \frac{V_{p \text{ nominal fase-neutro}}}{V_{s \text{ nominal fase-neutro}}} \quad (1)$$

Os TPs podem ser classificados pelos seguintes fatores:

- Freqüência Nominal

Os TPs podem operar em 50Hz, 60Hz ou em ambas 50/60Hz. No Brasil, o sistema elétrico possui a freqüência de 60Hz. No caso do TP trabalhar nas duas freqüências, o mesmo deve satisfazer as condições de temperatura para ambas.

- Carga Nominal

No Brasil os TPs têm por normatização a tensão secundária de 115V, logo, a carga nominal do mesmo diz qual a máxima corrente de secundário, ou qual a potência aparente máxima que o equipamento suporta.

- Classe de Exatidão Nominal

A classe de exatidão indica o erro máximo do equipamento. Os valores padrões para as classes de exatidão dos TPs são 0,3; 0,6 e 1,2%.

Os TPs com classe de exatidão de 0,3 e 0,6% são utilizados para medição. Os TPs com classe de exatidão 1,2% são utilizados para proteção.

Esta diferença se dá pelo fato de que, um erro de medição tem impacto diretamente na totalização de energia, e por consequência no valor que deve ser pago ou cobrado pela mesma. Já para proteção, um erro maior é admitido sem maiores consequências.

- Potência Térmica

A potência térmica é a máxima potência aparente que o TP pode fornecer ao seu secundário em regime sem que o mesmo sofra danos por aquecimento.

Na planta deste estudo, TPs são utilizados tanto para proteção, fornecendo réplicas de tensão para relés micro processados quanto para medição, alimentando totalizadores de energia.

6.2.3.4.3. TRANSFORMADORES DE CORRENTE

Os transformadores de corrente, a partir de agora referidos como TCs, são dispositivos que, como o próprio nome diz, transformam a corrente de um circuito abaixando-a a níveis em que dispositivos de medição, controle e proteção possam operar com segurança. Como falado no item acima, sistemas de potencia atuais podem possuir altas correntes, e para medi-las sem os TCs necessitaríamos de equipamentos capazes de suportar tais correntes. Estes seriam caros e representariam riscos aos envolvidos na operação.

Logo, é objetivo destes equipamentos a reprodução em seu enrolamento secundário, uma replica em escala reduzida da corrente de seu enrolamento primário. Ainda, um TC tem a finalidade de isolar equipamentos de medição, controle e proteção da alta tensão.

As bobinas primárias dos TCs devem ser ligadas em serie com a carga, de modo que a corrente total passe nas mesmas criando um fluxo magnético, que será enlaçado pelas bobinas secundarias fazendo assim a transformação da corrente.

A relação de transformação dos TCs, ou seja, a proporção entre as correntes em seus enrolamentos primário e secundário é obtida pela razão (RTC) entre o próprio número de espiras (N_p – número de espiras do enrolamento primário e N_s – número de espiras do enrolamento secundário) destes enrolamentos, ou seja, pela fórmula (2) abaixo:

$$RTC = \frac{N_s}{N_p} \quad (2)$$

Os TCs podem ser caracterizados das seguintes formas:

- Frequência Nominal

Assim como os TPs, os TCs devem trabalhar em uma frequência específica que pode ser 50Hz ou 60Hz. Existem TCs que trabalham com ambas as frequências.

- Alta ou Baixa Reatância

Os TCs de alta reatância, ou tipo A – ABNT e tipo H – ASA, possuem sua bobina primária enrolada em seu núcleo magnético como pode ser visto na figura 6.5.

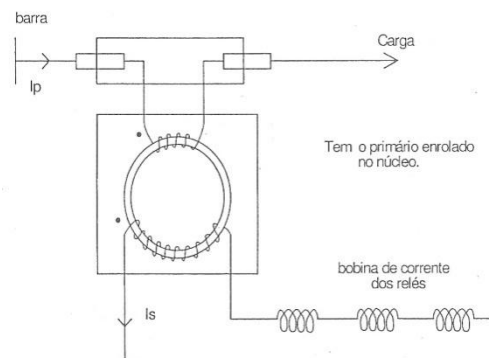


Figura 6.5 – TC de alta reatância – Proteção de Sistemas Elétricos de Potencia Volume 1

Os TCs de baixa reatância, ou tipo B – ABNT e tipo L – ASA, conforme figura 6.6, possuem apenas sua bobina do enrolamento secundário enrolada no núcleo magnético. O próprio condutor que desejamos verificar a grandeza da corrente é o enrolamento primário e somente passa por entre o núcleo magnético.

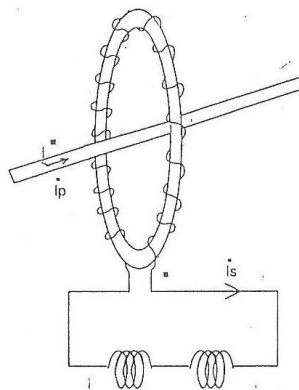


Figura 6.6 – TC de baixa reatância – Proteção de Sistemas Elétricos de Potencia Volume 1

Este TC possibilita a medição de corrente em circuitos com cabos de grande bitola, uma vez que não é preciso enrolá-los.

- Fator de Sobrecorrente

O fator de sobrecorrente é a razão entre a máxima corrente de curto que o TC suporta em seu enrolamento primário e sua corrente nominal, sem que haja modificação em sua classe de exatidão.

Pela ABNT, são valores possíveis de fator de sobrecorrente 5, 10, 15 e 20. Pela ASA, apenas o fator de sobrecorrente 20 é permitido.

- Erro Admissível

Ambas as normas admitem erros de 2,5% e 10% para os TCs.

- Fator Térmico

O fator térmico de um TC é definido como a razão entre a máxima corrente admissível no primário de um TC e a corrente nominal do mesmo. Este fator indica em quanto a corrente em

regime do primário pode ultrapassar a corrente nominal do mesmo sem que haja danos por aquecimento em seu isolamento

Valores usuais de fator térmico são 1,0; 1,3; 1,5 e 2,0.

- Classe de Exatidão

Pela ASA, a classe de exatidão de um TC é dada pela máxima tensão suportada pelo secundário do TC quando da passagem da máxima corrente de curto em seu primário. Como os TCs por padrão possuem a corrente nominal de secundário de 5A, na passagem de uma corrente de curto 20 vezes maior no primário, a corrente máxima do secundário será de 100A, logo, a classe de exatidão de um TC é dada pela máxima tensão no secundário que irá aparecer quando a corrente de secundário do mesmo for 100A.

Pela ASA, as possíveis combinações da classe de exatidão dos TCs são:

$$\left. \begin{matrix} \{2,5\} \\ \{10\} \end{matrix} \right\} \left. \begin{matrix} \{L\} \\ \{H\} \end{matrix} \right\} \left. \begin{matrix} 10 \\ 20 \\ 50 \\ 100 \\ 200 \\ 400 \\ 800 \end{matrix} \right\}$$

Ou seja, o primeiro colchete indica os possíveis valores para os erros admissíveis em por cento, o segundo colchete indica se o TC possui baixa (L) ou alta (H) reatância e o terceiro colchete indica a máxima tensão de secundário para uma corrente de 100A no mesmo.

Pela ABNT, a classe de exatidão de um TC é a máxima potência consumida pelas cargas do secundário do mesmo na passagem de uma corrente secundária de 5A.

Pela ABNT, as possíveis combinações da classe de exatidão dos TCs são:

$$\left. \begin{matrix} \{A\} \\ \{B\} \end{matrix} \right\} \left. \begin{matrix} \{2,5\} \\ \{10\} \end{matrix} \right\} \left. \begin{matrix} \{5\} \\ \{10\} \\ \{15\} \\ \{20\} \end{matrix} \right\} \left. \begin{matrix} \{F\} \\ \{C\} \end{matrix} \right\} \left. \begin{matrix} 12,5 \\ 25 \\ 50 \\ 100 \\ 200 \\ 400 \\ 800 \end{matrix} \right\}$$

Ou seja, o primeiro colchete indica se o TC possui baixa (A) ou alta (B) reatância, o segundo colchete indica os possíveis valores para os erros admissíveis em por cento, os terceiro e

quarto colchetes indicam os possíveis valores de fator de sobrecorrente e os quinto e sexto colchetes indicam a maior carga admissível no secundário do TC.

6.2.3.5. GCP (GENERATOR CONTROL PACKAGE)

O GCP ou generator control package (Pacote de Controle do Gerador) é um dispositivo que controla os motogeradores da planta. Cada motogerador possui seu GCP, e os diferentes GCPs comunicam-se entre si e entre os disjuntores como pode ser visto na figura 7.1.

O GCP disponibiliza entradas para sinais digitais e analógicos provenientes de TCs, TPs e sensores e interpretam os mesmos conforme valores bases de sua parametrização.

A seguir, a listagem dos principais parâmetros do GCP.

6.2.3.5.1. FUNÇÃO DE SINCRONISMO (25)

O sistema elétrico da planta em estudo possui autogeração tanto por motogeradores a gás quanto a diesel. Os mesmos podem operar em paralelo com a concessionária, ou seja, produzindo somente parte da energia elétrica demandada pela carga, enquanto a energia demandada restante é suprida pela concessionária, ou podem operar em ilha. Quando em ilha, o disjuntor de acoplamento concessionária/ie é aberto e os mesmos geram toda a energia demandada pela carga. Assim, não há a necessidade de se fazer um sincronismo entre a concessionária e os motogeradores, pois os sistemas estão isolados.

Quando em paralelo com a concessionária, a energia elétrica gerada a partir dos motogeradores deve possuir as mesmas características da energia elétrica fornecida pela concessionária, ou seja, o mesmo valor e ângulo de fase das tensões em cada fase, assim como a mesma frequência.

Para tal, um relé de sincronismo é necessário para monitorar as grandezas elétricas de ambas as energias da concessionária e gerada nos barramentos dos motogeradores para que quando o disjuntor de acoplamento feche, não aja um curto.

6.2.3.5.2. FUNÇÃO DE MEDIÇÃO DE ÂNGULO DE FASE (78PS)

Proteção contra falta de sincronismo. Quando por alguma falha o motogerador perde o sincronismo com a concessionária quando operando em paralelo com a mesma, a função de medição de ângulo de fase abre o disjuntor da máquina parando a mesma e evitando um curto ou danos em equipamentos.

6.2.3.5.3. FUNÇÃO DE SUB/SOBREFREQUÊNCIA (81)

Esta proteção atua quando temos uma anormalidade na frequência da energia. A frequência da energia da planta não pode ultrapassar os valores da tabela 6.5.

Tabela 6.5 – Valores de frequência e duração de falha da programação do relé de proteção.

Frequência	Duração	Falha
65 Hz	300ms	Sobrefrequência
63 Hz	2s	Sobrefrequência
58 Hz	3s	Subfrequência
57 Hz	1s	Subfrequência
56 Hz	500ms	Subfrequência
55 Hz	100ms	Subfrequência

Quando os valores limites de frequência da tabela acima são ultrapassados, se caracteriza a falta e o GCP comanda a abertura dos disjuntores isolando a mesma.

6.2.3.5.4. FUNÇÃO DE PERDA DE EXCITAÇÃO (40)

Esta função monitora a excitação do alternador dos motogeradores. A perda de excitação em máquinas síncronas pode se dar devido a falhas no regulador de tensão, mau contato nas escovas da excitatriz, assim como em uma falha na alimentação do sistema de excitação. A proteção impede que o motor acelere demais quando da perda do acoplamento magnético com o alternador, fazendo com que o mesmo se desacople do sistema deixando de gerar energia.

O GCP possui ainda as funções 27, 46, 50, 50N, 51, 51N, 32 e 59 já explicadas para os reles microprocessados.

6.2.3.6. RELÉS MICROPROCESSADOS

Relés microprocessados são equipamentos que monitoram sinais de grandezas elétricas provenientes de TCs e TPs e sensores posicionados em pontos estratégicos de um sistema elétrico. Os mesmos possuem uma programação com equações lógicas e valores limites envolvendo as grandezas elétricas monitoradas.

Quando suas equações lógicas são satisfeitas, os relés emitem sinais para outros equipamentos como disjuntores e controladores lógicos programáveis (CLPs ou PLCs), de modo a proteger o sistema, abrindo um disjuntor ou desligando equipamentos, de modo a isolar a causa do problema.

O sistema da planta em estudo utiliza relés microprocessados para coordenação de sua proteção, que possuem em sua programação as funções dos subitens a seguir.

6.2.3.6.1. FUNÇÃO SOBRECARGA TÉRMICA (49)

Diversos sensores de temperatura estão localizados em pontos dos motogeradores tais como mancais e enrolamentos. Esses pontos possuem elementos que sofrem com aquecimento, seja ele devido a atrito, ou a passagem de energia elétrica por efeito Joule. De modo a evitar a perda das características dos materiais destes elementos, os sensores de temperatura previamente mencionados emitem sinais analógicos (saída 4 a 20mA) para o relé de proteção que atuará caso haja a ultrapassagem dos limites de sua programação.

6.2.3.6.2. FUNÇÃO DE SOBRECORRENTE (50/51 E 50N/51N)

Como o próprio nome diz, a função de sobrecorrente fará o relé microprocessado atuar quando o sinal de corrente proveniente de TCs for maior que o valor programado.

O aumento brusco da corrente de um sistema pode estar associado ao ligamento de um grande motor ou a um curto-circuito, dentre outros. Porém, como grandes equipamentos ou motores possuem dispositivos que amenizam seus picos de corrente na partida, o relé que possui a função de sobrecorrente caracteriza este aumento brusco como um curto-circuito, comandando a abertura de disjuntores predefinidos com intenção de acabar com a falha.

Existem dois tipos de função de sobrecorrente, as sobrecorrentes instantânea e temporizada.

A função instantânea (50) atua assim que o valor do sinal de corrente proveniente de TCs atingir o valor programado. Seu tempo de atuação desde a identificação da anormalidade compreende somente o tempo de movimento das partes moveis no momento da abertura, podendo este ser de menos de 1 ciclo, ou seja, cerca de 17ms.

A função temporizada (51) atua após certo tempo programado para valores de correntes menores que os programados na função instantânea. Os relés com função temporizada podem ser de tempo definido (onde é definido seu tempo de atuação) ou de tempo inverso (onde é escolhida a curva de tempo e não o tempo propriamente dito).

Existe ainda um relé que combina ambas as funções 50 e 51. O mesmo é chamado de relé temporizado com função instantânea (50/51).

A monitoração da corrente pode tanto ser realizada em condutores alimentadores dos sistemas elétricos como também em neutros de ligações em estrela a 4 fios.

A corrente de neutro é monitorada de modo a identificar correntes fuga para a terra. A função de sobrecorrente de neutro (50N/51N) também pode ser temporizada ou instantânea.

As funções de sobrecorrente instantânea e temporizada de neutro ou não, são utilizadas para proteção de todos os disjuntores da planta, sejam eles de despachos em alta tensão para as lojas, quanto na proteção dos disjuntores das unidades geradoras.

6.2.3.6.3. FUNÇÃO SUBTENSÃO (27)

Equipamentos e seus elementos são construídos para operar em um determinado nível de tensão. A função de subtensão atua quando o sinal de tensão do TP conectado ao GCP ultrapassar um valor inferior ao limite parametrizado. Este limite é dado por uma porcentagem admissível de diferença entre a tensão real e a tensão nominal do circuito.

Na planta em estudo a tensão real do circuito não pode ser menor que 80% do valor nominal durante 5 segundos. Se ultrapassarmos este limite o relé atuará na abertura do disjuntor.

6.2.3.6.4. FUNÇÃO DE DESBALANCEAMENTO DE CORRENTE DE FASE (46)

Circuitos elétricos trifásicos devem ter suas cargas devidamente balanceadas em suas três fases. Desta forma, obtêm-se correntes balanceadas que possibilitam o melhor

dimensionamento de elementos do sistema assim como uma melhor operação e controle do mesmo.

Cargas trifásicas são balanceadas, porém, cargas monofásicas devem ser bem alocadas evitando este desbalanceamento.

Em uma situação normal de operação, as correntes de cada fase devem ser semelhantes em valor, com uma diferença entre si tolerável. Em condições anormais dos sistemas, quando da existência de um curto monofásico, por exemplo, pode ser que a corrente da fase em curto se eleve, mas não o suficiente para caracterizar uma sobrecorrente. Quando isto acontece, o relé que possui a função de desbalanceamento de corrente de fase identifica esta anormalidade e comanda a abertura de disjuntores predefinidos.

O relé microprocessado da planta em estudo atua quando uma diferença de 15% da corrente base é verificada por 30ms ou 10% por 100ms é identificada por meio dos sinais dos TCs.

Esta proteção só é utilizada em relés que protegem os motogeradores. Os mesmos comandam a abertura dos disjuntores das máquinas.

6.2.3.6.5. FUNÇÃO SOBRETENSÃO (59)

A função de sobretensão é justamente o oposto da função de subtensão (27). Quando a tensão do sistema atinge os valores de 112% da tensão nominal do circuito por 5 segundos, ou 120% durante 1 segundo, é caracterizada a sobretensão e o GCP da máquina comandará a abertura de disjuntores.

6.2.3.6.6. FUNÇÃO AUXILIAR DE BLOQUEIO (86)

Esta função é sempre controlada por outras funções, e no caso da planta em estudo, os diferentes relés de proteção existentes e todas as suas funções exercem este controle. A função auxiliar de bloqueio impede que o disjuntor seja rearmado, ou seja, fechado novamente quando alguma das funções ainda está ativa.

Ela serve para evitar fechamentos e aberturas intermitentes sob falha que possam danificar os disjuntores e seus contatos.

6.2.3.6.7. FUNÇÃO DIRECIONAL DE SOBRECORRENTE (67)

O mesmo atua somente quando houver uma corrente acima daquela em sua programação para uma determinada direção durante um determinado tempo. No caso desta planta, esta função está presente no relé de proteção da entrada da concessionária e se certifica de que não haja exportação de energia. Por contrato, a concessionária obriga uma importação mínima.

Existe também o relé direcional de sobrecorrente de neutro (67N), de terra (67G) e de seqüência negativa (67Q).

6.2.3.7. AVR

O AVR é um dispositivo eletrônico que regula a tensão gerada pelo motogerador, emitindo sinais aos controladores GCP das máquinas fazendo este controle. O mesmo possibilita a geração de energia a uma tensão estável não prejudicando equipamentos sensíveis do sistema.

6.2.3.8. MEDIÇÃO

Medidores e totalizadores de energia são dispositivos que acumulam a energia que passa por um determinado circuito através de contadores. Os mesmos, assim como os reles, recebem sinais de TPs e TCs possibilitando a medição.

Os medidores são muito importantes, pois indicam a quantidade de energia gerada pelos motogeradores ou comprada da concessionária. Esses valores são importantes para observar a eficiência das máquinas assim como para possibilitar a elaboração de uma fatura, no caso da venda de energia gerada.

6.2.4. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL

O controlador lógico programável CLP ou PLC é um equipamento que contém cartões de entrada de sinais analógicos e digitais provenientes de sensores espalhados pela planta. Assim como os relés microprocessados, o mesmo possui uma programação com valores base que quando ultrapassados fazem com que o PLC emita sinais digitais por meio de seus cartões de saída para relés de contato que abrem ou fecham.

Os relés de contato possuem 4 terminais, sendo 2 entradas e 2 saídas. O primeiro par de terminais fecha o circuito de comando do CLP. O outro possui uma entrada em 24Vdc proveniente de um sistema de corrente contínua e a saída alimenta contatos auxiliares dos disjuntores de média tensão. Portanto, a comutação dos relés de contato por sinais digitais provenientes dos cartões de saída do PLC controlam o fechamento e abertura de relés de contato dos disjuntores, e por consequência, controla o fechamento e abertura dos próprios disjuntores.

O PLC se encontra no painel do supervisório (IHM).

6.3. SISTEMA TÉRMICO

Assim como os sistemas de refrigeração domésticos, cuja geração de frio visa o conforto dos usuários, os sistemas de refrigeração industriais têm objetivos específicos, tal qual o controle da temperatura de alguma substância ou meio.

A principal diferença entre os sistemas de refrigeração acima citados é a distribuição dos equipamentos. Os sistemas de refrigeração domésticos têm sua geração de frio distribuída, ou seja, cada cômodo possui um aparelho split ou de janela que fazem a climatização do ambiente. Os sistemas de refrigeração industriais, por serem maiores e gerarem uma maior quantidade de frio, possuem geração concentrada, ou seja, um grande condensador resfriando o ar ou a água, que fluem por tubulações para então serem distribuídos.

Os sistemas de refrigeração se utilizam de uma propriedade peculiar da água. Como pode ser visto na tabela 6.6, a água, sob vácuo, tem sua temperatura de saturação diminuída, ou seja, evapora a temperatura cada vez menores.

Tabela 6.6 – Tabela de propriedades da água - CEFET MG

Press. kPa <i>P</i>	Sat. temp. °C <i>T_{sat}</i>	Specific volume m ³ /kg		Internal energy kJ/kg			Enthalpy kJ/kg			Entropy kJ/(kg · K)		
		Sat. liquid <i>v_f</i>	Sat. vapor <i>v_g</i>	Sat. liquid <i>u_f</i>	Evap. <i>u_{fg}</i>	Sat. vapor <i>u_g</i>	Sat. liquid <i>h_f</i>	Evap. <i>h_{fg}</i>	Sat. vapor <i>h_g</i>	Sat. liquid <i>s_f</i>	Evap. <i>s_{fg}</i>	Sat. vapor <i>s_g</i>
0.6113	0.01	0.001 000	206.14	0.00	2375.3	2375.3	0.01	2501.3	2501.4	0.0000	9.1562	9.1562
1.0	6.98	0.001 000	129.21	29.30	2355.7	2385.0	29.30	2484.9	2514.2	0.1059	8.8697	8.9756
1.5	13.03	0.001 001	87.98	54.71	2338.6	2393.3	54.71	2470.6	2525.3	0.1957	8.6322	8.8279
2.0	17.50	0.001 001	67.00	73.48	2326.0	2399.5	73.48	2460.0	2533.5	0.2607	8.4629	8.7237
2.5	21.08	0.001 002	54.25	88.48	2315.9	2404.4	88.49	2451.6	2540.0	0.3120	8.3311	8.6432
3.0	24.08	0.001 003	45.67	101.04	2307.5	2408.5	101.05	2444.5	2545.5	0.3545	8.2231	8.5776
4.0	28.96	0.001 004	34.80	121.45	2293.7	2415.2	121.46	2432.9	2554.4	0.4226	8.0520	8.4746
5.0	32.88	0.001 005	28.19	137.81	2282.7	2420.5	137.82	2423.7	2561.5	0.4764	7.9187	8.3951
7.5	40.29	0.001 008	19.24	168.78	2261.7	2430.5	168.79	2406.0	2574.8	0.5764	7.6750	8.2515
10	45.81	0.001 010	14.67	191.82	2246.1	2437.9	191.83	2392.8	2584.7	0.6493	7.5009	8.1502
15	53.97	0.001 014	10.02	225.92	2222.8	2448.7	225.94	2373.1	2599.1	0.7549	7.2536	8.0085
20	60.06	0.001 017	7.649	251.38	2205.4	2456.7	251.40	2358.3	2609.7	0.8320	7.0766	7.9085
25	64.97	0.001 020	6.204	271.90	2191.2	2463.1	271.93	2346.3	2618.2	0.8931	6.9383	7.8314
30	69.10	0.001 022	5.229	289.20	2179.2	2468.4	289.23	2336.1	2625.3	0.9439	6.8247	7.7686
40	75.87	0.001 027	3.993	317.53	2159.5	2477.0	317.58	2319.2	2636.8	1.0259	6.6441	7.6700
50	81.33	0.001 030	3.240	340.44	2143.4	2483.9	340.49	2305.4	2645.9	1.0910	6.5029	7.5939
75	91.78	0.001 037	2.217	384.31	2112.4	2496.7	384.39	2278.6	2663.0	1.2130	6.2434	7.4564

6.3.1. TIPOS DE RESFRIGERAÇÃO

6.3.1.1. REFRIGERAÇÃO POR COMPRESSÃO DE VAPOR

Devido à propriedade da água acima descrita, a mesma, quando entra em um vaso em vácuo cujas paredes externas se encontram a temperatura constante, irá evaporar. Isso porque a energia necessária para a mudança da fase líquida para a de vapor é “roubada” pela água da parede. A partir de agora a água será chamada de refrigerante. A parede em questão é a superfície da tubulação de água gelada.

Este é o ponto de partida de um ciclo de refrigeração. Note que ao “roubar” calor da superfície da tubulação, a água que passa pela mesma é resfriada.

A evaporação do refrigerante faz com que a pressão dentro do vaso aumente, elevando-a de tal maneira que o ponto de ebulição do refrigerante se eleva, causando a cessão da evaporação. A partir deste momento, qualquer adição de refrigerante simplesmente se concentrará no fundo do vaso, e com o passar do tempo a temperatura da parede do vaso previamente resfriada irá retornar ao seu valor normal.

O sistema acima descrito é fechado, ou seja, a retirada de parte do vapor que se encontra no vaso fará com que o resfriamento da parede do mesmo retorne. Tem-se então um processo de resfriamento contínuo, porém, ainda há a necessidade de se retirar o vapor. Se o vapor for retirado do sistema com uma bomba, tem-se o resfriamento da parede do vaso, assim como um consumo excessivo de refrigerante.

O processo acima deve ser transformado em um ciclo, ou seja, em vez de se retirar o vapor de refrigerante do sistema, deve-se achar uma solução para retirá-lo do vaso, transformá-lo novamente em líquido, e reinjetá-lo no sistema.

Os condensadores que resfriam por compressão de vapor são vasos de pressão que possuem três câmaras, o evaporador, o compressor e o condensador.

No evaporador tem-se a evaporação do refrigerante como já descrito, o compressor além de transportar este vapor para o condensador eleva sua pressão, e no condensador temos a liquefação do vapor quente de refrigerante a alta pressão resfriado por ar ou água. Com a inclusão de uma válvula, o refrigerante em estado líquido no condensador pode ser transportado de volta ao evaporador fechando o ciclo. A válvula adicionada é chamada de válvula de expansão.

A figura 6.7 mostra o esquema do sistema de refrigeração com os equipamentos básicos de um condensador por compressão de vapor.

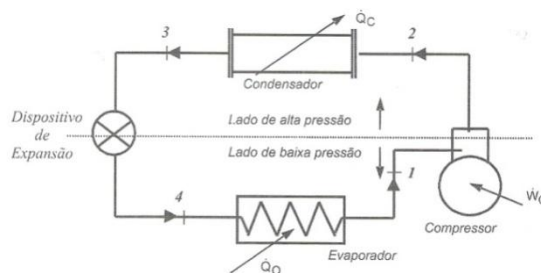


Figura 6.7 – Resfriamento por Compressão

6.3.1.2. REFRIGERAÇÃO POR ABSORÇÃO DE VAPOR

Nos condensadores a compressão de vapor, o vapor do fluido refrigerante é removido do evaporador pela sucção de um compressor. Nos condensadores por absorção de vapor, uma nova câmara é adicionada ao sistema, o absorvedor. Nela tem-se a absorção do vapor de refrigerante proveniente do evaporador por uma substância higroscópica, ou seja, ávida por água. Essa substância, chamada de solução, é geralmente um sal. Um sal muito comum é o brometo de lítio.

A solução é dita diluída quando se encontra misturada com o refrigerante, e concentrada, quando pura, ou seja, sem refrigerante.

Para manter um ciclo fechado, assim como visto nos condensadores a compressão de vapor, o vapor de refrigerante “capturado” pela substância higroscópica deve ser retornado ao evaporador em seu estado líquido. Para tal, uma segunda câmara adicional é então inserida ao esquema estudado anteriormente, o gerador.

No gerador têm-se a separação solução/refrigerante pelo fornecimento de calor à mistura. O refrigerante então evapora se deslocando para o condensador, para ser resfriado, condensado, e então transportado novamente ao evaporador. A solução, agora concentrada e ainda no gerador, é transportada de volta ao absorvedor para retomar o ciclo.

Existem diversos tipos de condensadores por absorção de calor. A diferença entre eles é a fonte do calor fornecida à mistura solução/refrigerante no gerador. Este calor pode ser fornecido por queima de gases, por caldeiras a vapor ou a água quente, a fornos, e até pelos gases emitidos da queima de combustível nos cilindros de um motor.

As câmaras absorvedor e gerador em um condensador por absorção de vapor, juntamente com uma bomba e uma válvula, substituem o compressor dos condensadores por compressão de vapor como pode ser visto na figura 6.8 a seguir.

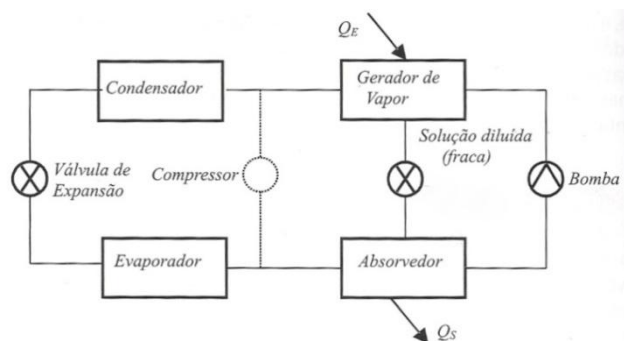


Figura 6.8 – Resfriamento por Absorção

Em termos financeiros, a principal diferença entre os condensadores a compressão de vapor e a absorção de vapor é o consumo de energia elétrica. Nos condensadores por absorção, temos o consumo somente de energia térmica proveniente da queima de combustíveis como o gás natural, ou até do aproveitamento de calor rejeitado de outras máquinas. Já nos condensadores a compressão, tem-se o consumo excessivo de energia elétrica pelo compressor.

Os equipamentos que efetuam a refrigeração utilizando-se dos métodos acima descritos são chamados de refrigeradores.

6.3.1.3. BOMBAS

Um sistema de refrigeração tem seu funcionamento baseado nas leis da termodinâmica e, desta forma, a circulação de fluidos é de grande importância, havendo assim uma grande preocupação com as bombas e as grandezas mecânicas tais como pressões, vazões e temperaturas.

6.3.1.3.1. BOMBA DE ÁGUA QUENTE

As bombas de água quente são responsáveis pela circulação da água quente que passará pelos trocadores de calor. Existem dois trocadores de calor para cada gerador, o trocador de jaqueta e o recuperador. O trocador de jaqueta faz o arrefecimento do motor, aquecendo a água quente que nele circula provocando o resfriamento da água de jaqueta, já o recuperador faz a troca térmica entre a água do sistema de água quente e os gases de emissão do motor provenientes da queima do combustível em seus cilindros.

A tubulação de água quente, após passagem por ambos os trocadores de calor, alimenta a câmara geradora do refrigerador com água quente.

6.3.1.3.2. BOMBA DE ÁGUA DE CONDENSAÇÃO

As bombas de água de condensação são responsáveis pela circulação da água de condensação proveniente da câmara condensadora dos refrigeradores. Essa água passa então por trocadores de calor do aftercooler que faz a troca térmica resfriando a mistura ar combustível de modo a controlar as explosões nos cilindros do motor. Ainda, esta água vai para as torres de resfriamento onde é resfriada e passará pelas bombas retomando seu ciclo.

6.3.1.3.3. BOMBA DE ÁGUA GELADA

As bombas de água gelada são responsáveis pela circulação da água resfriada pelos refrigeradores até os ventiladores do sistema de distribuição do ar condicionado. Os mesmos efetuam a troca térmica resfriando o ar que será insuflado para a área onde se deseja resfriar. Após passar pelos ventiladores, a água retorna para os refrigeradores para ser resfriada novamente.

Existem dois tipos de bomba de água gelada, as primárias e as secundárias. As bombas primárias estão posicionadas a montante dos refrigeradores enquanto as bombas secundárias estão à jusante.

6.3.1.4. INVERSORES DE FREQUÊNCIA

As trocas térmicas acima citadas, assim como todas as vazões das linhas de água quente, condensação e gelada e suas respectivas pressões são controladas por meio das bombas acima citadas. As mesmas trabalham com auxílio de inversores de frequência que fazem o monitoramento das variáveis desejadas controlando a rotação da bomba para manter o sistema estável.

Os mesmos, por meio deste controle, fazem a partida suave das bombas evitando picos de corrente.

7. TIPOS DE OPERAÇÃO

7.1. CONSUMO DA CONCESSIONÁRIA

Neste tipo de sistema, toda energia elétrica consumida pela planta é suprida somente pela concessionária, sem que haja geração complementar. Neste caso, em uma possível interrupção de fornecimento de energia, toda a planta ficaria desenergizada.

Como foi visto na introdução, a compra de energia da concessionária em sua totalidade limita as opções da planta com relação a sua energia e pode causar prejuízos devido a interrupções.

7.2. CORTE DE PICOS DE DEMANDA

7.2.1. DEFINIÇÃO

Sistemas que possuem usinas de corte de picos de demanda, como o próprio nome diz, utilizam-se de uma fonte (geralmente a concessionária) para suprir com energia elétrica uma carga base do sistema enquanto seus geradores apenas suprem a demanda que ultrapassá-la.

Este tipo de operação é normalmente utilizado em plantas onde o plano tarifário contratado possui diferenciação nas tarifas dos horários de ponta e fora de ponta, como a planta deste estudo. Como será visto mais adiante, as tarifas de consumo e demanda do horário de ponta são tais, que tornam a autoprodução de energia mais econômica naquele período.

A capacidade de geração de energia elétrica de uma usina de cortes de pico de demanda pode ser tanto maior que a carga instalada, quanto menor que a mesma. No segundo caso, os geradores seriam sincronizados à rede da concessionária na qual trabalhariam em paralelo, ou seja, em conjunto. Ainda, a autoprodução de energia pode ser utilizada em caráter de emergência, não interrompendo as atividades durante uma interrupção, ainda que parcialmente.

Uma planta com capacidade de geração maior que a carga instalada pode trabalhar em “ilha”, suprimindo totalmente a falta de energia de maneira desacoplada da concessionária. Já plantas com capacidade de geração menor que a carga instalada, podem utilizar circuitos de emergência com cargas essenciais selecionadas de modo a manter um mínimo de funcionamento do sistema possibilitando uma produção mínima, diminuindo os prejuízos. Se pensarmos em uma planta cujo principal objetivo é o entretenimento de clientes, manter elevadores e uma iluminação de emergência pode evitar pânico e mal estar.

Por ser um modo de operação que somente complementa o suprimento de energia da concessionária, a operação de uma usina de cortes de picos de demanda não envolve riscos, uma vez que havendo indisponibilidade dos geradores, a concessionária assume a carga e a planta não sofre com interrupção do fornecimento de energia elétrica. Perceba que a geração de frio, assim como na planta sem autoprodução é feita por chillers elétricos com alto consumo de energia.

7.2.2. MODIFICAÇÕES DO SISTEMA ORIGINAL

Para a operação em cortes dos picos de demanda serão considerados dois motogeradores a gás Caterpillar modelo G3520C e G3616C de 2055kW e 1300kW respectivamente, totalizando 3355kW. Com esta capacidade de geração, pode-se trabalhar em ilha pois a capacidade de geração excede a carga demandada.

A figura 7.1 indica o circuito elétrico típico de um motogerador a ser incluído no diagrama unifilar original.

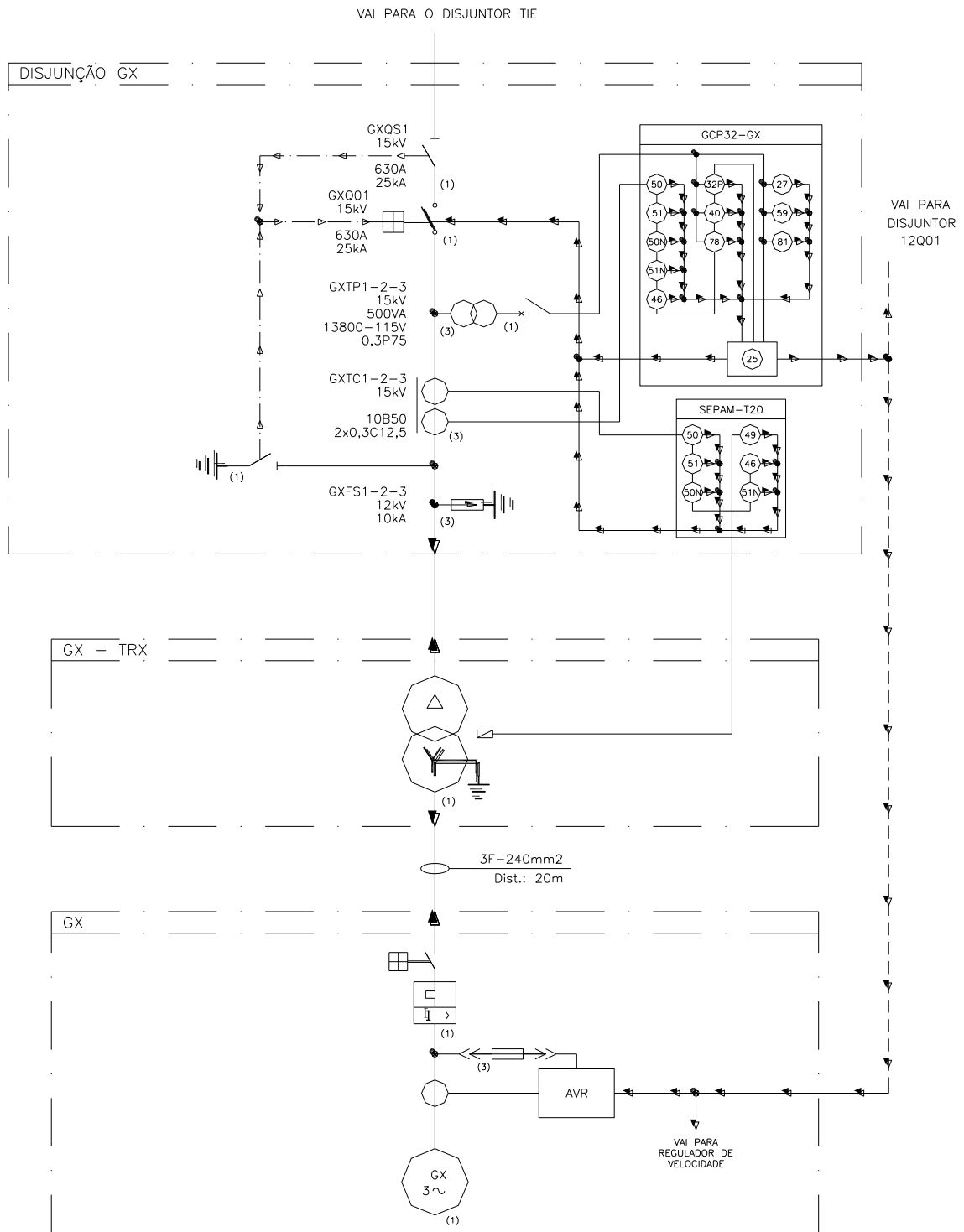


Figura 7.1 – Esquema unifilar de um motogerador

O esquema mostra três diferentes painéis. O painel DISJUNÇÃO GX mostra a proteção do gerador, o painel GX – TRX possuindo um transformador elevador 380V/13,8kV cuja função é de elevar a tensão gerada a 440V ao mesmo nível de tensão de entrada da concessionária de 13,8kV. Isto se faz necessário para possibilitar o paralelismo dos geradores.

O terceiro painel GX, na verdade é o próprio gerador com seu disjuntor próprio.

No painel DISJUNÇÃO GX verifica-se a diferente filosofia de proteção das já verificadas nos painéis de despachos. Agora, além do relé de proteção SEPAM T20, encontra-se o controlador GCP.

A tabela 7.1 mostra os equipamentos presentes no conjunto de painéis necessários para instalação de uma usina de corte de picos de demanda. Perceba que as especificações do transformador elevador e do TC foram omitidas, pois diferem para os motogeradores a gás modelo G3516C e G3520C.

Tabela 7.1 – Equipamentos elétricos necessários para instalação de uma usina de corte de picos de demanda

Equipamentos	Características Nominais
Disjuntores	
G1Q01	3Φ, $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
G2Q01	3Φ, $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
Seccionadoras	
G1QS1	3Φ, $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
G2QS1	3Φ, $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
TCs	
G1TC1-2-3	$V_{ISOL} = 15kV$, 100-5-5A – 1x10B50 e 2x0,3C12,5
G2TC1-2-3	$V_{ISOL} = 15kV$, 200-5-5A – 1x10B50 e 2x0,3C12,5
TPs	
G1TP1-2-3	$V_{ISOL} = 15kV$, 13.800/115 V 3x0,3P75 (500VA)
G2TP1-2-3	$V_{ISOL} = 15kV$, 13.800/115 V 3x0,3P75 (500VA)
Relés	
SEPAM T-20	2 x (46, 49, 50, 50N, 51, 51N)
GCP 32	2 x (27, 32P, 40, 46, 50, 50N, 51, 51N, 59, 78PS e 81)

Na tabela 7.1, G1 representa o motogerador modelo G3516C e G2 o motogerador modelo G3520C. Ainda há a necessidade de instalação de um disjuntor tie que “une” os motogeradores. Este cubículo com o disjuntor “tie” pode ser visto na figura 7.2.

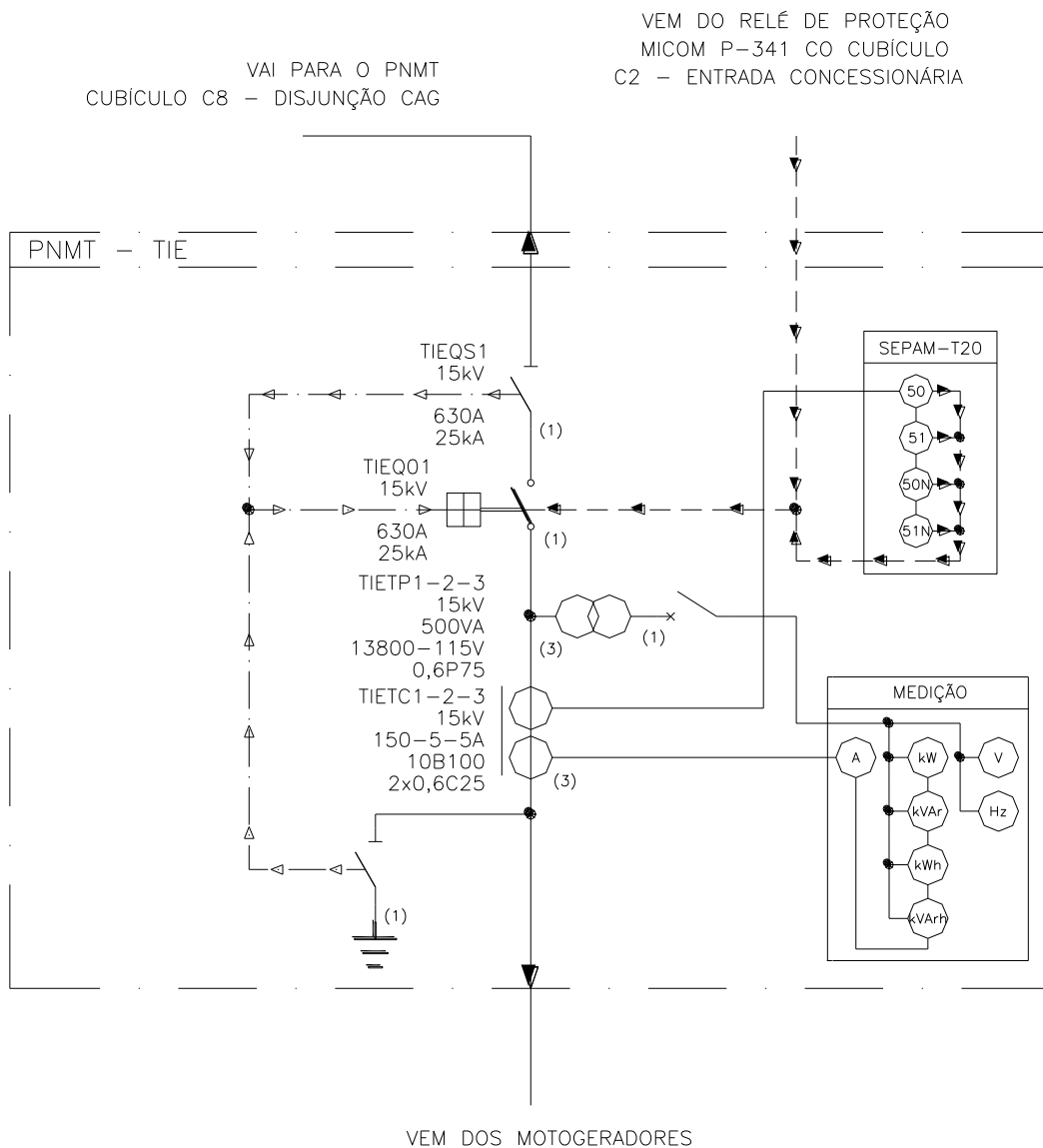


Figura 7.2 – Disjuntor tie

O possui a mesma filosofia de medição e proteção do painel PNMT. Seu disjuntor TIE101 pode ser comandado pelo GCP e também pelo relé de proteção MICOM P-341 do cubículo PNMT C2 – Entrada da Concessionária. O mesmo ainda possui intertravamento mecânico com ambas as seccionadoras presentes no cubículo.

7.3. COGERAÇÃO

7.3.1. HISTÓRIA

Técnicas de cogeração surgiram na Inglaterra durante a revolução industrial como uma forma de economizar com os custos de energia. Indústrias de cerâmica e açúcar utilizavam motores a vapor proveniente de aquecedores como fonte de torque para moinhos, enquanto o vapor de sua emissão era aproveitado para secar esses produtos. Nesta época, a rede elétrica não era desenvolvida e poucas alternativas existiam para as indústrias.

Com o passar dos anos, o desenvolvimento tecnológico possibilitou a geração de energia elétrica em larga escala e, a construção de uma rede de distribuição mais eficiente aliada a preços mais acessíveis da energia desestimularam a utilização da cogeração. Neste momento, donos de fábricas optavam pela barata energia oferecida em detrimento dos caros aquecedores que produziam vapor.

O carvão era o combustível mais utilizado na Inglaterra e sua abundância permitiu o crescimento cada vez maior das empresas geradoras de energia.

Após a segunda guerra mundial, os avanços tecnológicos fizeram com que a eficiência das usinas a vapor crescesse a um nível tal que a cogeração foi posta de lado devido a sua inviabilidade econômica. Como se já não bastasse, em 1973, uma crise de combustíveis e uma política de redução do uso de energia levaram a cogeração quase a extinção.

Nos dias de hoje, em meio a desastres naturais atribuídos a emissões de gases na atmosfera terrestre provenientes da queima de combustíveis fósseis, cresce o conceito de energia verde, de processos mais eficientes e do uso consciente de energia. Desta maneira, a cogeração de energia volta à tona, agora com avanços tecnológicos e maiores eficiências.

Com a utilização de combustíveis menos poluentes como o gás natural, plantas industriais estão utilizando a cogeração para gerar energia elétrica para consumo próprio, assim como energia térmica. Esta pode ser utilizada em sistemas de ar condicionado ou em processos industriais na forma de frio ou ainda, a geração de calor para sistemas de calefação, aquecimento de água em hotéis e para processos industriais, juntamente com a geração de energia elétrica. Este tipo de processo proporciona um considerável aumento da eficiência de energia e pode ser considerado nos dias de hoje como “tecnologia verde”.

No Brasil, as usinas de cogeração vêm ganhando espaço na indústria principalmente com usinas autoprodutoras com a mesma finalidade da que será apresentada neste estudo.

7.3.2. TIPOS DE CICLO COGERAÇÃO

Os sistemas de cogeração podem ser divididos basicamente em dois grandes grupos que se diferem pela seqüência de utilização da energia. São eles os ciclos de topo (topping cycle) e o de fundo (bottoming cycle). A seguir os mesmos serão melhor analisados.

7.3.2.1. TOPPING CYCLE

Neste ciclo o combustível é primeiramente utilizado para produção de energia elétrica ou mecânica através de motogeradores ou turbinas, e a rejeição de energia pelas máquinas em forma de calor é então aproveitada para o sistema térmico em forma de água quente ou vapor.

A figura 7.3 mostra o esquema de um ciclo topping.

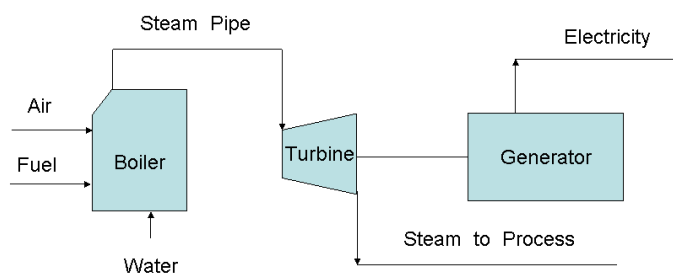


Figura 7.3 – Ciclo Topping

O esquema da figura 7.3 mostra uma turbina a vapor. O combustível passa por uma caldeira de geração de vapor para então alimentar o gerador. Turbinas e motogeradores a gás natural também podem ser utilizados neste tipo de ciclo eliminando o boiler ou caldeira.

7.3.2.2. BOTTOMING CYCLE

Neste ciclo o combustível é primeiramente utilizado para produção de vapor que impulsionam turbinas a vapor para geração de energia elétrica ou mecânica. Ainda, o vapor é reaproveitado após a turbina para ser utilizado em processos.

A figura 7.4 a seguir mostra o esquema de um ciclo bottoming.

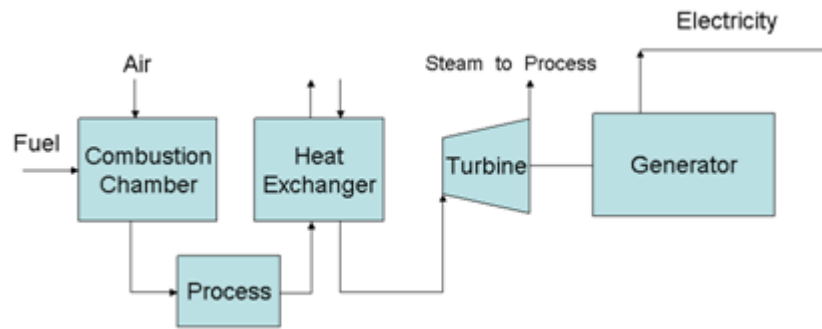


Figura 7.4 – Ciclo Bottoming

A energia térmica produzida pela câmara de combustão é utilizada no processo para então impulsionar uma turbina a vapor gerando energia elétrica.

Neste estudo de caso iremos utilizar uma cogeração do tipo ciclo topping, com motogeradores a gás natural e chillers por absorção.

O gás natural, quando em combustão, impulsiona um motor acoplado a um gerador gerando energia elétrica. Após movimentação dos pistões do motor, os gases de exaustão provenientes da explosão da mistura ar/gás natural dentro dos cilindros do motor é expelido. Esta emissão a elevadas temperaturas é direcionada a uma caldeira de recuperação que é responsável pelo aquecimento de água. Esta caldeira pode ainda possuir ou não queima suplementar de gás natural como incremento na produção de água quente. A água quente produzida é então aproveitada pelo chiller de absorção que em um processo termodinâmico a pressão negativa, consegue retirar calor de uma tubulação de água alimentando assim fan coils do sistema de refrigeração da planta com água gelada.

Detalhes do funcionamento dos chillers serão discutidos em capítulos futuros.

7.3.3. MODIFICAÇÕES NO SISTEMA ORIGINAL

Para a instalação de uma usina termelétrica a gás natural com cogeração de energia, consideraremos três motogeradores a gás Caterpillar modelo G3516C de 1.300kW cada, totalizando 3.900kW.

O esquema do modelo típico já foi apresentado, assim como o disjuntor tie. A tabela 7.2 detalha os equipamentos contidos nos painéis a serem instalados.

Tabela 7.2 – Equipamentos elétricos necessários para instalação de uma usina de cogeração

Equipamentos	Características Nominais
Disjuntores	
G1Q01	3 Φ , $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
G2Q01	3 Φ , $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
G3Q01	3 Φ , $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
Seccionadoras	
G1QS1	3 Φ , $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
G2QS1	3 Φ , $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
G3QS1	3 Φ , $V_{ISOL} = 15kV$, $I_N = 630A$, $I_{CC} = 25kA$
TCs	
G1TC1-2-3	$V_{ISOL} = 15kV$, 100-5-5A – 1x10B50 e 2x0,3C12,5
G2TC1-2-3	$V_{ISOL} = 15kV$, 100-5-5A – 1x10B50 e 2x0,3C12,5
G2TC1-2-3	$V_{ISOL} = 15kV$, 100-5-5A – 1x10B50 e 2x0,3C12,5
TPs	
G1TP1-2-3	$V_{ISOL} = 15kV$, 13.800/115 V 3x0,3P75 (500VA)
G2TP1-2-3	$V_{ISOL} = 15kV$, 13.800/115 V 3x0,3P75 (500VA)
G3TP1-2-3	$V_{ISOL} = 15kV$, 13.800/115 V 3x0,3P75 (500VA)
Relés	
SEPAM T-20	3 x (46, 49, 50, 50N, 51, 51N)
GCP 32	3 x (27, 32P, 40, 46, 50, 50N, 51, 51N, 59, 78PS e 81)

8. CÁLCULOS

Para podermos comparar os custos das três diferentes soluções em energia, os seguintes valores serão utilizados. Quando conversões de valores em dólar para real, será utilizado um cambio de R\$1,85 por dólar.

Energia Elétrica

Através de um extenso estudo, no anexo 1, foi obtido o perfil de consumo de energia elétrica médio pela análise da demanda por hora para o período de 01/01/2004 a 31/08/2004.

Utilizaremos como consumo de energia elétrica a demanda média obtida da tabela 8.1 pelo período de 1 hora.

Tabela 8.1 – Perfil de consumo elétrico da planta

CONSUMO – kWh			
Média de 01/01/04 a 31/08/04			
	S/CAG	CAG	TOTAL
01:00:00	284,1	0	284,1
02:00:00	206,63	0	206,63
03:00:00	189,09	0	189,09
04:00:00	181,74	0	181,74
05:00:00	175,59	0	175,59
06:00:00	170,67	0	170,67
07:00:00	187,2	0	187,2
08:00:00	268,3	0	268,3
09:00:00	559,77	148	707,77
10:00:00	1118,15	157	1275,15
11:00:00	1905,63	219	2124,63
12:00:00	2178,75	296	2474,75
13:00:00	2367,01	321	2688,01
14:00:00	2462,08	343	2805,08
15:00:00	2598,32	364	2962,32
16:00:00	2658,08	368	3026,08
17:00:00	2719,2	365	3084,2
18:00:00	2830,31	345	3175,31
19:00:00	2859,93	334	3193,93
20:00:00	2849,5	330	3179,5
21:00:00	2728,8	319	3047,8
22:00:00	2423,49	255	2678,49
23:00:00	1143,61	0	1143,61
00:00:00	494,7	0	494,7

De forma a separar os custos com as energias elétrica e térmica, a tabela mostra as demandas da CAG e do restante da planta. A demanda total média da planta é a soma de ambas. As horas em evidência contém o horário de ponta.

Para os cálculos será utilizada uma demanda contratada de 3.000kW e consumos diários ponta e fora ponta de 9.501,09kWh e 30.223,56kWh respectivamente.

Energia Térmica

Através do estudo de anexo 2, foi identificado o perfil térmico da planta através do monitoramento do consumo de toneladas de resfriamento/hora (TRh). A tabela 8.2 mostra os valores médios que serão utilizados.

Tabela 8.2 – Perfil de consumo térmico da planta

FRIO	
Média de 01/01/04 a 31/08/04	
	TRh
01:00:00	0,00
02:00:00	0,00
03:00:00	0,00
04:00:00	0,00
05:00:00	0,00
06:00:00	0,00
07:00:00	0,00
08:00:00	0,00
09:00:00	327,75
10:00:00	342,75
11:00:00	447,63
12:00:00	570,63
13:00:00	612,88
14:00:00	653,50
15:00:00	711,63
16:00:00	693,88
17:00:00	689,00
18:00:00	658,25
19:00:00	642,38
20:00:00	635,38
21:00:00	618,63
22:00:00	505,63
23:00:00	0,00
00:00:00	0,00

Mais uma vez foi evidenciado o horário de ponta.

Os dados das tabelas 8.1 e 8.2, calculados a partir do estudo acima citado, referentes ao consumo de energias elétrica e térmica da planta por um período de um ano, serão utilizados para os cálculos em todos os modos de operação.

A seguir as tabela 8.3 e 8.4 com os valores de demanda elétrica, consumo total anual da planta e carga térmica que serão considerados no cálculo base do custo anual com energia.

Tabela 8.3- Dados do consumo anual da planta

	Demanda Elétrica	Consumo
Ponta	3.000 kW	2.508.228,76 kWh
Fora Ponta	3.000 kW	11.79.586,24 kWh

Tabela 8.4- Carga térmica da planta

	Carga Térmica
Total	800 TR

No cálculo dos valores acima foi considerado um mês de 30 dias, onde 22 deles possuem horários de ponta e fora ponta e 8 não possuindo horário de ponta por serem fins de semana (Sábados e Domingos).

As tarifas da energia elétrica da concessionária a serem utilizados são reais, da concessionária da região metropolitana do estado do Rio de Janeiro, do mês de Junho de 2010 para um estabelecimento comercial como o deste estudo.

A tabela 8.5 mostra as tarifas para o plano tarifário A4-Verde.

Tabela 8.5- Tarifas de energia do plano tarifário horosazonal verde

	Demanda	Consumo Úmido	Consumo Seco
Ponta	R\$ 15,71242209/kW	R\$ 1,75699376/kWh	R\$ 1,78122454/kWh
Fora Ponta		R\$ 0,21685752/kWh	R\$ 0,22935758/kWh

A tabela 8.6 mostra as tarifas para o plano tarifário A4-Azul.

Tabela 8.6- Tarifas de energia do plano tarifário horosazonal azul

	Demanda	Consumo Úmido	Consumo Seco
Ponta	R\$ 59,61443209/kW	R\$ 0,31441328/kWh	R\$ 0,33795117/kWh
Fora Ponta	R\$ 16,01732287/kW	R\$ 0,22948752/kWh	R\$ 0,25011419/kWh

De modo a evidenciarmos as diferenças dos planos tarifários e a importância da análise do melhor posicionamento do estabelecimento diante dos mesmos, será calculado o custo total mensal para os planos tarifários horosazonais azul e verde em autoprodução de energia.

8.1. CÁLCULO BASE

8.1.1. HOROSAZONAL VERDE

8.1.1.1. CUSTOS COM ENERGIA ELÉTRICA

Fazendo uma simples multiplicação com os valores de consumo e valores das tarifas das tabelas 8.3 e 8.5, tem-se o custo com a energia elétrica utilizada pela planta se contratado o plano tarifário horosazonal verde. Segue a tabela 8.7 com os custos de energia com o plano tarifário A4-Verde.

Tabela 8.7- Custos com energia elétrica no plano tarifário A4-Verde.

	Demanda Elétrica	Consumo Úmido
Ponta	R\$ 47.137,27	R\$ 367.253,83
Fora-ponta		R\$ 213.109,25
Total Parcial	R\$ 47.137,27	R\$ 580.363,08
Total	R\$ 627.500,35	
	Demanda Elétrica	Consumo Seco
Ponta	R\$ 47.137,27	R\$ 372.318,65
Fora-ponta		R\$ 225.393,25
Total Parcial	R\$ 47.137,27	R\$ 597.711,90
Total	R\$ 644.849,17	

O custo da planta com energia por ano é de **R\$7.651.445,94/ano** para o plano tarifário Horosazonal Verde se não considerarmos autogeração.

8.1.1.2. CUSTOS COM OPERAÇÃO

Não será considerado custos com operação pois para a análise deste projeto, somente custos adicionais serão utilizados, uma vez que a planta original já existe e já se encontra em operação.

8.1.1.3. CUSTOS COM MANUTENÇÃO

Os chillers elétricos também demandam um acompanhamento fino que representa um custo com manutenção elevado. Contratos praticados no mercado por empresas terceirizadas para manutenção destes equipamentos contemplam manutenções preventivas que incluem análise de produtos químicos, verificação de vazamentos acarretando na perda de vácuo, varetamento das tubulações internas do equipamento assim como o tratamento da água de modo a evitar corrosão e outros danos no equipamento.

Para os dois chillers elétricos Trane, modelo RTHC-ID-2 de 400TR existentes o custo com manutenção será de R\$20.000,00/mês totalizando R\$240.000,00/ano.

Não será considerado nenhum custo com manutenção dos equipamentos restantes pois não são significantes para esta análise.

O custo total anual com manutenção da planta será de **R\$240.000,00/ano**.

8.1.1.4. CUSTO TOTAL (HOROSAZONAL VERDE)

O custo anual total da planta se contratado o plano tarifário horosazonal verde será de **R\$7.981.445,94/ano**.

8.1.2. HOROSAZONAL AZUL

8.1.2.1. CUSTOS COM ENERGIA ELÉTRICA

Fazendo uma simples multiplicação com os valores de consumo e valores das tarifas das tabelas 8.3 e 8.6 acima respectivamente, tem-se o custo com a energia elétrica utilizada pela planta se contratado o plano tarifário horosazonal azul. Segue a tabela 8.8 com os custos de energia com o plano tarifário A4-Azul.

Tabela 8.8- Custos com energia elétrica no plano tarifário A4-Azul.

	Demanda Elétrica	Consumo Úmido
Ponta	R\$ 178.843,30	R\$ 65.719,92
Fora-ponta	R\$ 48.051,97	R\$ 225.520,95
Total Parcial	R\$ 226.895,27	R\$ 311.511,01
Total	R\$ 538.406,29	
	Demanda Elétrica	Consumo Seco
Ponta	R\$ 178.843,30	R\$ 70.639,90
Fora Ponta	R\$ 48.051,97	R\$ 245.791,09
Total Parcial	R\$ 226.895,27	R\$ 316.430,99
Total	R\$ 543.436,27	

O custo da planta com energia por ano é de **R\$6.496.085,34/ano** para o plano tarifário Horosazonal Azul se não considerarmos autogeração.

8.1.2.2. CUSTOS COM OPERAÇÃO

Não será considerado custos com operação pois para a análise deste projeto, somente custos adicionais serão utilizados, uma vez que a planta original já existe e já se encontra em operação.

8.1.2.3. CUSTOS COM MANUTENÇÃO

Os custos com manutenção dos chillers será o mesmo do plano tarifário horosazonal verde.

Para os dois chillers elétricos Trane, modelo RTHC-ID-2 de 400TR existentes o custo com manutenção será de R\$20.000,00/mês totalizando R\$240.000,00/ano.

Não será considerado nenhum custo com manutenção dos equipamentos restantes pois não são significantes para esta análise.

O custo total anual com manutenção da planta será de **R\$240.000,00/ano**.

8.1.2.4. CUSTO TOTAL (HOROSAZONAL AZUL)

O custo anual total da planta se contratado o plano tarifário horosazonal azul será de **R\$6.736.085,34/ano**.

Pela análise dos valores totais obtidos nas tabelas 8.7 e 8.8, vê-se que um mesmo sistema elétrico, com os mesmos consumos e demanda, pode apresentar custos com energia diferentes dependendo do plano tarifário em que o mesmo se encontra. O gráfico 8.1 mostra a comparação dos valores para os planos tarifários horosazonais verde e azul.

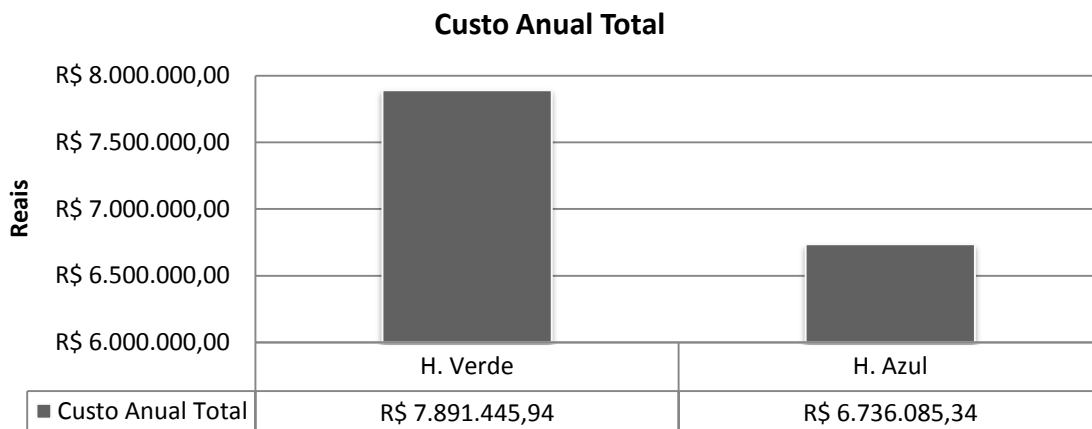


Gráfico 8.1 – Comparação dos custos totais anuais para os diferentes planos tarifários.

No exemplo acima uma diferença de R\$ 1.155.360,60 anuais entre os custos dos planos tarifários torna o plano horosazonal azul mais econômico que o plano horosazonal verde. Será utilizado, desta forma, o custo anual relativo a utilização do plano tarifário horosazonal azul no valor de **R\$6.736.085,34/ano** na comparação com os custos anuais das soluções de energia a serem apresentados.

8.2. CÁLCULO CORTE DE PICOS DE DEMANDA

Para a análise de viabilidade técnica e econômica da construção de uma UTE a gás natural para utilização no horário de ponta, será considerado o investimento necessário para a compra dos equipamentos assim como gastos com combustível, gastos com a operação dos equipamentos e com as manutenções preventivas e corretivas.

8.2.1. INVESTIMENTO

A tabela 8.9 mostra o investimento necessário para a construção de uma pequena usina termelétrica de cortes de pico de demanda (peak shaving) para operação no horário de ponta. Foram considerados dois motogeradores a gás Caterpillar, modelos G3520C de 2.055kW e G3516 de 1300kW, totalizando 3.355kW, valor suficiente para atender a demanda da planta. Ainda, transformadores elevadores WEG 380/13.8kV de 2,5MVA e 1,75MVA, painéis de disjunção dos motogeradores, além da automação e mão de obra para instalação dos equipamentos assim como o gasto com projeto foram considerados.

Tabela 8.9- Investimento total necessário para instalação de uma usina de corte de picos de demanda

INVESTIMENTO – PEAK SHAVING	
PROJETO	R\$ 169.785,17
COORDENAÇÃO E MONTAGEM	R\$ 198.345,76
MOTOPERADOR A GÁS G3520C	R\$ 1.620.000,00
MOTOPERADOR A GÁS G3516C	R\$ 1.044.000,00
PAINÉIS DE DISJUNÇÃO DOS MOTOPERADORES	R\$ 585.582,60
AUTOMAÇÃO/SUPERVISÓRIO	R\$ 27.000,00
CONDUTORES	R\$ 150.000,00
TRANSFORMADORES ELEVADORES	R\$ 220.000,00
PAINEL DC/BATERIAS	R\$ 80.000,00
MÃO DE OBRA	R\$ 387.000,00
VENTILAÇÃO E ACÚSTICA	R\$ 347.000,00
OUTROS	R\$ 100.000,00
TOTAL	R\$ 4.928.713,53

É necessário um investimento total de **R\$4.928.713,53**, como pode ser visto na tabela 8.9 acima.

8.2.2. MANUTENÇÃO

Os motogeradores são máquinas complexas e estão sujeitos à quebras. Durante sua operação, diversos componentes se danificam devido a aquecimento constante, vibração, picos de tensão da concessionária dentre outros fatores e precisam ser consertados.

É de costume do mercado dividir as manutenções em dois grupos, as manutenções pequenas de rotina onde são trocadas velas, sensores e outros pequenos componentes dos motogeradores, e as manutenções programadas ou overhauls que são grandes manutenções gerais programadas de acordo com as horas de operação das máquinas.

O custo com pequenas manutenções de rotina podem ser estimados em US\$50/ano por kW para o regime de operação desta planta. Para os motogeradores deste estudo iremos considerar os seguintes custos com manutenção de rotina.

- G3520C – US\$100.000,00/ano, o que significa **R\$185.000,00/ano**
- G3516C – US\$65.000,00/ano, o que significa **R\$120.250,00/ano**

Os overhauls não serão considerados, pois para modo de comparação os mesmos não seriam relevantes uma vez que ambas as soluções apresentadas terão valores similares. Os valores são tais que em uma análise por ano, durante 20 anos, seriam irrelevantes.

No cálculo de um custo de operação anual a entrada desses custos não irá condizer com a realidade, uma vez que os mesmos dependem das horas de operação e não possuem valores mensais ou anuais.

Para os dois chillers elétricos Trane, modelo RTHC-ID-2 de 400TR existentes o custo com manutenção será de R\$20.000,00/mês totalizando **R\$240.000,00/ano**.

O custo de manutenção anual total da planta considerado será de **R\$545.250,00/ano**

8.2.3. OPERAÇÃO

Há a necessidade da contratação de mão-de-obra especializada para a operação da usina de corte de picos demanda. A usina, mesmo possuindo automação e podendo ser operada remotamente, demanda a presença de um funcionário capacitado. A prática mostra que os índices de desempenho das máquinas melhoram quando da existência de um acompanhamento diário.

Será considerado um gasto de R\$15.000,00/mês, ou **R\$180.000,00/ano** com a operação.

8.2.4. COMPRA DE ENERGIA ELÉTRICA DA CONCESSIONÁRIA

Por contrato, a concessionária de energia obriga o autoprodutor a importar um mínimo de energia que impossibilite a exportação. Ainda, como os motogeradores irão operar somente no horário de ponta, há a necessidade de considerar a energia importada fora de ponta. A tabela 8.10 mostra o novo custo anual da importação.

Tabela 8.10- Custos com importação de energia elétrica da concessionária.

Custo com Importação Período Seco – PEAK				
Energia Fora Ponta (kWh)	Energia Ponta (kWh)	Indisponibilidade dos Moto geradores (kWh)	Demanda (kW)	Total
573.250	23.291	12.193	3.000	R\$ 1.743.636,99
Custo com Importação Período Úmido – PEAK				
Energia Fora Ponta (kWh)	Energia Ponta (kWh)	Indisponibilidade dos Moto geradores (kWh)	Demanda (KW)	Total
409.464	16.636	8.709	3.000	R\$ 1.236.412,50

O custo com importação de energia elétrica da planta gera um custo anual de **R\$2.980.049,49/ano**

8.2.5. GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Para o cálculo da geração de energia pelos motogeradores será considerada uma disponibilidade de 90%, admitindo possíveis quebras que acarretem da não operação das máquinas.

Considerando que os motogeradores operarão somente no horário de ponta, ou seja, durante 3 horas por dia durante os 5 dias úteis da semana, teremos 66 horas de operação por mês, totalizando 792 horas de operação total. Considerando a disponibilidade de 90%, cada máquina irá operar por 713 horas por ano.

Ainda, o total de 1,426GWh e 0,93GWh será gerado pelas máquinas G3520C e G3516C respectivamente a 1.644kW (80%) e 1.300kW.

8.2.5.1. CUSTOS COM COMBUSTÍVEL

O gás natural para esta faixa de consumo pode ser comprado por R\$1,0022 o m³ e os consumos específicos de 280m³/MWh (data sheet) e 300m³/MWh verificado na prática para os motogeradores de 2.000kW e 1.300kW respectivamente, terão um custo conforme a tabela 8.11.

Tabela 8.11- Custos com combustível (gás natural)

Modelo	Consumo Específico (m³/MWh)	Tarifa de Gás	Custo com Combustível
G3520C	280	R\$ 1,0022	R\$ 258.445,17
G3516C	300	R\$ 1,0022	R\$ 278.681,75

O custo com combustível da planta ficará em **R\$537.126,92/ano**.

8.2.5.2. PREÇO DA ENERGIA ELÉTRICA GERADA

Se considerarmos apenas o custo do combustível na obtenção do custo da geração de energia elétrica pelos motogeradores, assim como os comentários já feitos, teremos os valores conforme a tabela 8.12. Devido à capacidade instalada ser maior que a carga da planta está sendo considerada a operação do motogerador modelo G3520C a 80% de sua potência nominal.

Tabela 8.12- Preço do kWh gerado.

Modelo	Potência (kW)	Horas de Operação/ano	Energia Gerada kWh/ano
G3520C	1.644	713	1.172.172
G3516C	1.300	713	926.900
Preço da Energia Gerada			R\$ 0,22/MWh R\$ 0,30/MWh

Uma vez de posse dos valores acima necessários, a análise de viabilidade da construção da usina termelétrica de corte de picos de demanda pode ser iniciada.

8.3. CÁLCULOS DA COGERAÇÃO

Para a análise de viabilidade técnica e econômica da construção de uma UTE a gás natural com cogeração de energia, será considerado o investimento necessário para a compra dos equipamentos assim como gastos com combustível, gastos com a operação dos equipamentos e com as manutenções preventivas e corretivas.

Para o projeto da cogeração, há a necessidade de um maior investimento quando comparado à central de corte de picos de demanda, uma vez que é grande o número de equipamentos utilizados para produção de água gelada. Esta UTE com cogeração irá operar em regime contínuo.

Devido à mudança no modo de operação a demanda contratada será alterada, e será considerado como investimento 3 geradores Caterpillar modelo G3516C. A demanda de ponta será reduzida para 400kW enquanto a demanda fora de ponta se mantém. Durante o horário de ponta o restante da carga da planta será suprida por dois motogeradores. De forma a não

assumir riscos, um terceiro motogerador será utilizado como reserva. Sem ele, na quebra de um dos dois motogeradores a planta ultrapassaria a demanda contratada gerando uma grande multa por parte da concessionária.

8.3.1. INVESTIMENTO

A tabela 8.13 mostra o investimento necessário para a construção de uma usina de cogeração de energia. Foram considerados três motogeradores a gás Caterpillar modelo G3516 de 1.300kW, totalizando 3.900kW. Ainda, transformadores elevadores, painéis de disjunção e automação/supervisório.

Foi considerado também o investimento em um refrigerador de absorção a água quente LS-Cable, modelo LDF-S024 com capacidade de produção de 800TR potência térmica (frio), juntamente com 13 bombas e seus periféricos como inversores de frequência e painéis de baixa tensão.

São 2 bombas de água gelada primárias, 1 bomba de água gelada secundária, 2 bombas de água quente e 8 bombas de água de condensação. As bombas de água gelada primárias e secundárias serão utilizadas pelo novo refrigerador exclusivamente. As bombas de água quente serão utilizadas para o arrefecimento dos motogeradores sendo pré-aquecidas antes de passarem pela caldeira de recuperação onde a água é aquecida na temperatura ideal para alimentar a câmara geradora do refrigerador por absorção.

Foi considerada como investimento a mão de obra para instalação dos novos equipamentos assim como o gasto com projeto.

Tabela 8.13- Investimento para construção de uma usina de cogeração.

INVESTIMENTO – COGERAÇÃO	
PROJETO	R\$ 199.582,38
COORDENAÇÃO E MONTAGEM	R\$ 260.314,69
MOTOGERADOR A GÁS G3516C	R\$ 1.044.000,00
MOTOGERADOR A GÁS G3516C	R\$ 1.044.000,00
MOTOGERADOR A GÁS G3516C	R\$ 1.044.000,00
PAINÉIS DE DISJUNÇÃO DOS MOTOGERADORES	R\$ 685.582,60
PAINÉIS DE BAIXA TENSÃO	R\$ 195.000,00
AUTOMAÇÃO/SUPERVISÓRIO	R\$ 40.741,82
CONDUTORES	R\$ 312.000,00
TRANSFORMADORES ELEVADORES	R\$ 400.000,00
PAINEL DC/BATERIAS	R\$ 95.395,32
CHILLER ABS 800TR	R\$ 1.048.000,00
EQUIPAMENTOS MECÂNICOS (BOMBAS, INVERSORES)	R\$ 868.197,00
TUBULAÇÕES	R\$ 300.220,00
VENTILAÇÃO E ACÚSTICA	R\$ 400.000,00
AUTOMAÇÃO E SENSORES (MECÂNICA)	R\$ 88.000,00
MÃO DE OBRA	R\$ 482.000,00
OUTROS	R\$ 234.000,00
TOTAL	R\$ 8.741.033,81

É necessário um investimento total de **R\$8.741.033,81**, como pode ser visto na tabela 8.13.

8.3.2. MANUTENÇÃO

Os custos anuais de manutenção diferem daqueles no cálculo para a usina de corte de picos de demanda devido à diferença do regime de operação. Será considerado um valor de US\$45/ano por kW.

- G3516C – US\$58.500,00/ano, o que significa **R\$108.225,00/ano**
- G3516C – US\$58.500,00/ano, o que significa **R\$108.225,00/ano**
- G3516C – US\$58.500,00/ano, o que significa **R\$108.225,00/ano**

Os overhauls não serão considerados, pois para a comparação os mesmos não seriam relevantes uma vez que ambas as soluções apresentadas terão valores similares. Os valores são tais que em uma análise por ano, durante 20 anos, seriam desprezíveis.

Os custos com manutenção para os chillers elétricos serão diferentes daqueles apresentados nos cálculos da usina de corte de picos de demanda devido ao diferente regime de operação dos memos. O custo anual com manutenção será de **R\$120.000,00/ano**.

Com a instalação de mais um chiller de 800TR, o valor acima será acrescido em **R\$156.000,00/ano**.

Total do custo anual com manutenção ficará em **R\$600.675,00/ano**

8.3.3. OPERAÇÃO

Será considerado o mesmo gasto de operação no valor de R\$15.000,00/mês, ou **R\$180.000,00/ano** com a operação. Este valor contempla salários de operadores e supervisão.

8.3.4. COMPRA DE ENERGIA ELÉTRICA DA CONCESSIONÁRIA

Com as modificações efetuadas no sistema para a instalação dos novos equipamentos, temos que recalcular o perfil de consumo de energia elétrica conforme a tabela 8.14.

Tabela 8.14- Novo perfil de consumo considerando a cogeração.

CONSUMO – kWh				
Após Modificações				
	S/CAG	CAG	TOTAL	GERADO
01:00:00	284,1	0	284,1	0
02:00:00	206,63	0	206,63	0
03:00:00	189,09	0	189,09	0
04:00:00	181,74	0	181,74	0
05:00:00	175,59	0	175,59	0
06:00:00	170,67	0	170,67	0
07:00:00	187,2	0	187,2	0
08:00:00	268,3	0	268,3	0
09:00:00	559,77	148	707,77	0
10:00:00	1118,15	157	1275,15	0
11:00:00	1905,63	219	2124,63	0
12:00:00	2178,75	296	2474,75	0
13:00:00	2367,01	321	2688,01	0
14:00:00	2462,08	343	2805,08	0
15:00:00	2598,32	364	2962,32	0
16:00:00	2658,08	368	3026,08	0
17:00:00	2719,2	50	169,2	2600
18:00:00	2830,31	50	280,31	2600
19:00:00	2859,93	50	309,93	2600
20:00:00	2849,5	50	299,5	2600
21:00:00	2728,8	319	2778,8	0
22:00:00	2423,49	255	2678,49	0
23:00:00	1143,61	0	1143,61	0
00:00:00	494,7	0	494,7	0

Foi considerada uma redução do consumo de energia da CAG devido a utilização do refrigerador por absorção em vez dos refrigeradores elétricos no horário de ponta. Desta forma, somente as bombas e as torres de resfriamento necessárias para as trocas térmicas foram consideradas como operacionais.

Devido ao novo perfil de consumo, a demanda que deverá ser analisada será diferente nos horários de ponta e fora ponta, ainda, devido a valores diferentes de geração, o consumo também sofreu modificações.

A tabela 8.15 mostra os novos valores de demanda e consumo anuais da planta.

Tabela 8.15- Dados de consumo considerando a cogeração.

	Demanda	Consumo
Ponta	400 kW	217.691,76kWh/ano
Fora Ponta	3.000kW	11.415.709,68kWh/ano

Após mudança na demanda e no perfil de consumo da planta se faz necessário uma nova verificação do melhor plano tarifário entre os planos horosazonais verde e azul.

A tabela 8.16 mostra os custos com importação de energia da concessionária pelo plano horosazonal verde.

Tabela 8.16- Novos custos com energia elétrica no plano tarifário A4-Verde.

	Demanda	Consumo Úmido
Ponta	R\$ 47.137,27	R\$ 31.873,59
Fora-ponta		R\$ 206.298,54
Total Parcial	R\$ 47.137,27	R\$ 238.172,13
Total		R\$ 285.309,40
	Demanda	Consumo Seco
Ponta	R\$ 47.137,27	R\$ 32.313,16
Fora-ponta		R\$ 218.189,96
Total Parcial	R\$ 47.137,27	R\$ 224.017,34
Total		R\$ 297.640,39

Para o plano tarifário horosazonal verde, o custo anual com importação de energia é de **R\$3.510.029,69/ano.**

Segue a tabela 8.17 com os cálculos para o plano tarifário horosazonal azul.

Tabela 8.17- Novos custos com energia elétrica no plano tarifário A4-Azul.

	Demanda	Consumo Úmido
Ponta	R\$ 23.845,77	R\$ 5.703,77
Fora-ponta	R\$ 48.051,97	R\$ 218.313,58
Total Parcial	R\$ 71.897,74	R\$ 224.017,34
Total	R\$ 295.915,08	

	Demanda	Consumo Seco
Ponta	R\$ 23.845,77	R\$ 6.130,77
Fora-ponta	R\$ 48.051,97	R\$ 237.935,91
Total Parcial	R\$ 71.897,74	R\$ 244.066,68
Total	R\$ 315.964,42	

Para o plano tarifário horosazonal azul, o custo anual com importação de energia é de **R\$3.691.326,36/ano**.

Comparando os novos valores, percebe-se que para o regime de operação sugerido para uma planta de cogeração o plano tarifário horosazonal verde é mais econômico e será utilizado como custo com importação de energia a **R\$3.510.029,69/ano**. A diferença entre os planos tarifários foi de **R\$181.296,67/ano** como pode ser visto pelo gráfico 8.2.

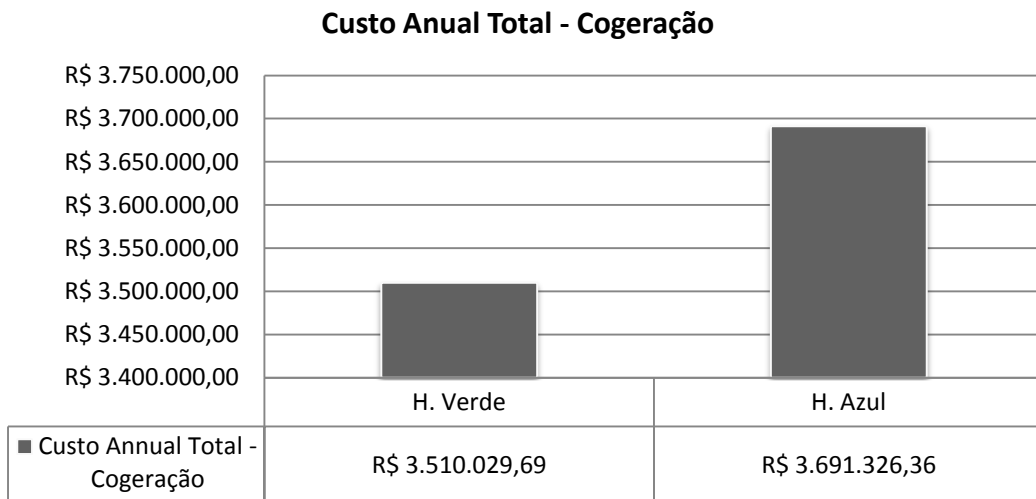


Gráfico 8.2 – Comparação dos custos totais anuais com cogeração para os diferentes planos tarifários.

Não foi considerada indisponibilidade de 10% devido à existência de um motogerador reserva.

8.3.5. CUSTOS COM COMBUSTÍVEL

O gás natural com incentivo fiscal para esta faixa de consumo pode ser comprado a R\$0,95 o m³ e o consumo específico de 300m³/MWh verificado na prática para os motogeradores G3516C será utilizado. O custo com combustível pode ser visto na tabela 8.18 a seguir.

Tabela 8.18- Custos com combustível (gás natural).

Modelo	Consumo Específico (m³/MWh)	Tarifa de Gás (m³)	Custo com Combustível
G3516C	300	R\$ 0,95	R\$ 586.872,00

Este valor foi calculado para uma geração anual de 2.059,2MWh. Portanto o custo anual com combustível será de **R\$586.872,00/ano**.

Uma vez de posse dos valores acima necessários, a análise de viabilidade da construção da usina termelétrica de corte de picos demanda pode ser iniciada.

9. COMPARAÇÃO DOS CÁLCULOS

No capítulo anterior, foram calculados custos anuais de operação, manutenção e importação de energia elétrica da concessionária, assim como valores de investimentos. Neste capítulo, será feita a comparação das duas soluções apresentadas com o cálculo base.

9.1. TOTALIZAÇÃO

9.1.1. CONCESSIONÁRIA

A tabela 9.1 mostra os custos anuais da planta sem consideração de solução energia alguma.

Tabela 9.2 – Totalização Concessionária

Concessionária	
Investimento	R\$ 0,00
Manutenção	R\$ 240.000,00/ano
Operação	R\$ 0,00/ano
Combustível	R\$ 0,00/ano
Energia Importada	R\$ 6.496.085,34/ano
Total	R\$ 6.736.085,34/ano

Foram considerados somente os custos com manutenção e energia importada uma vez que não houve necessidade de investimento e mão-de-obra especializada.

9.1.2. USINA DE CORTE DE PICOS DE DEMANDA

A tabela 9.2 mostra a totalização dos custos anuais calculados. O investimento será amortizado ao longo de 20 anos, período considerado como vida útil dos equipamentos investidos. Este período também será considerado para a usina de cogeração.

Tabela 9.2 – Totalização Peak Shaving

Peak Shaving	
Investimento	R\$ 4.928.713,53
Manutenção	R\$ 545.250,00/ano
Operação	R\$ 180.000,00/ano
Combustível	R\$537.126,92/ano
Energia Importada	R\$ 2.980.049,49/ano
Total	R\$ 4.488.862,09/ano

9.1.3. USINA DE COGERAÇÃO

A tabela 9.3 a seguir mostra a totalização dos custos anuais calculados. O investimento será amortizado ao longo de 20 anos, período considerado como vida útil dos equipamentos investidos.

Tabela 9.3 – Totalização Cogeração

Cogeração	
Investimento	R\$ 8.741.033,81
Manutenção	R\$ 600.675,00/ano
Operação	R\$ 180.000,00/ano
Combustível	R\$ 586.872,00/ano
Energia Importada	R\$ 3.510.029,69/ano
Total	R\$ 5.314.628,38/ano

10. CONCLUSÃO

Pelas contas acima apresentadas percebe-se que o conhecimento do perfil energético de uma planta é essencial no gerenciamento de energia e por consequência, nos custos de operação da mesma.

Mudanças sutis como a simples contratação de um plano tarifário diferente podem impactar em economias da ordem de milhões de reais anuais sem necessidade de investimento algum. Ainda com investimento mediano, como o caso da construção da usina de cortes de pico de demanda, ou com investimentos maiores, como o caso da cogeração de energia, consegue-se alcançar uma economia tal que os investimentos se pagam rapidamente.

Como pode ser visto no gráfico 10.1, das duas soluções em energia apresentadas para a planta em estudo, a mais econômica foi a usina de corte de picos de demanda.

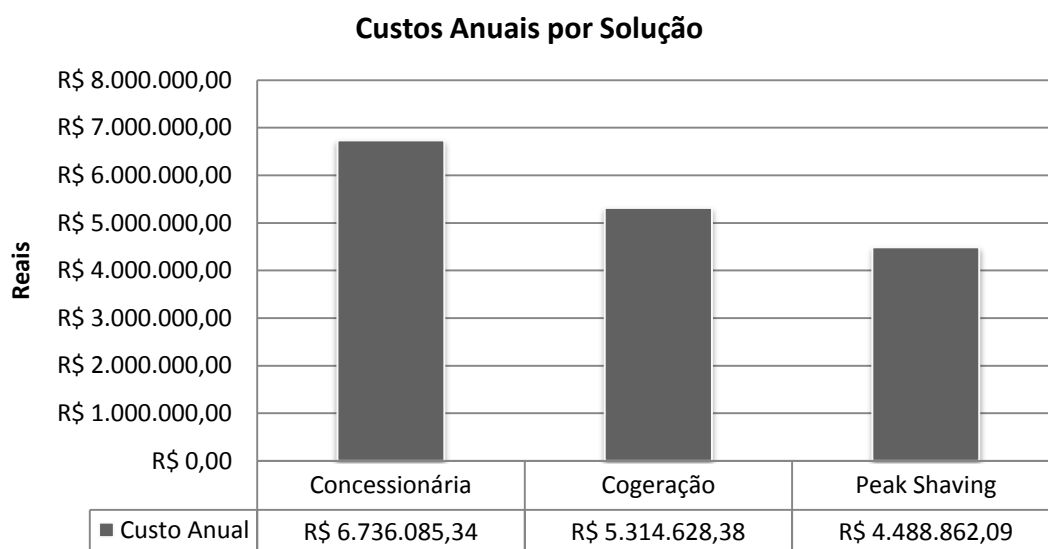


Gráfico 10.1 – Custos anuais por solução em energia

A cogeração de energia confere uma economia de 21,1% quando comparada com a concessionária enquanto a usina de cortes de pico de demanda confere uma economia de 33,4%. Ainda, se compararmos os custos anuais da usina de cogeração com a usina de cortes de pico de demanda, verifica-se uma diferença percentual de 15,5% em favor da usina de cortes de picos de demanda.

O pay-back, ou o tempo que o investimento leva para se pagar, para uma usina de cogeração é de 74 meses, ou 6 anos e 2 meses. Como foi considerada uma vida útil de 20 anos dos equipamentos, 13 anos e 10 meses seriam de lucros para a planta.

Para uma usina de corte de picos de demanda, o pay-back é muito mais rápido. Uma usina de corte de picos de demanda se paga em 24 meses, ou apenas 2 anos.

Para investidores, não há dúvidas que a construção de uma usina de peak shaving é mais vantajosa, uma vez que o retorno do investimento é rápido.

Existe ainda um fator que deve ser levado em consideração, a flexibilidade da planta. Se houver uma interrupção de fornecimento da concessionária, a planta sem solução alguma ficará sem energia. Em um shopping center, isso representa perda de vendas e possivelmente pânico em alguns clientes, pessoas presas em elevadores e descontentamento geral, mas em uma indústria, a perda de produção durante um longo período representa enormes prejuízos que não podem mais ser compensados.

Uma planta que possui geração de energia própria não sofre com este problema, uma vez que uma lógica de emergência bem implementada deixará a planta sem energia por alguns segundos somente.

Se a energia térmica for analisada, a planta sem solução, assim como a planta com uma usina de corte de picos de demanda está a mercê do funcionamento adequado dos chillers elétricos. Uma vez que a planta demanda 700TR, e a capacidade de geração está no limite com os dois chillers elétricos de 400TR, na quebra de uma das máquinas o ambiente não poderá ser refrigerado. Mais uma vez, enquanto em um Shopping Center isto somente causará desconforto em clientes, em indústrias cujos processos industriais necessitam da energia térmica esta situação pode ocasionar prejuízo.

Todos esses fatores devem ser levados em consideração no momento da escolha da solução a ser implementada. Veja que a diferença mensal dos custos das usinas de corte de picos de demanda e cogeração é de cerca de R\$70.000,00, dependendo da atividade de planta isto pode ser facilmente superado em situações acima citadas.

Pela análise realizada neste trabalho, considerando que um Shopping Center não apresenta grandes prejuízos com a interrupção de fornecimento de uma das duas energias envolvidas, aponto como a solução mais vantajosa para uma usina de peak shaving. Para uma indústria,

essa análise seria diferente devido a já comentada confiabilidade do sistema de uma usina de cogeração.

Como já mencionado neste projeto, a consequência da construção de uma das soluções de energia acima apresentadas, ainda que de forma indireta, pois o principal objetivo é a redução de custos, se encaixa no contexto atual, onde cada vez mais se visa a proteção do meio ambiente.

A autoprodução em larga escala também diminui a necessidade de geração de energia elétrica por parte das usinas geradoras. Como foi visto, a capacidade de produção e distribuição desta energia, assim como seu consumo estão fortemente ligados ao índice de desenvolvimento humano do país e da capacidade do mesmo de expandir suas atividades industriais, impactando na economia e até no PIB.

Todos os fatos acima, aliados às recentes descobertas de grandes reservas de gás natural no país e o aumento do consumo deste combustível ao longo dos últimos anos que representa maior facilidade de acesso e distribuição levam a crer que este tipo de produção descentralizada, que torna os consumidores independentes, será o futuro no que diz respeito à estrutura do sistema elétrico brasileiro.

11. ANEXOS

11.1. Anexo 1 – Estudo de Perfil de Consumo de Energia Elétrica

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	01/01/2004	02/01/2004	03/01/2004	04/01/2004	05/01/2004	06/01/2004	07/01/2004
01:00:00	190	183	270	261	238	260	256
02:00:00	171	162	185	209	183	213	227
03:00:00	162	154	176	187	176	199	222
04:00:00	162	150	174	174	171	177	196
05:00:00	166	148	169	170	165	168	197
06:00:00	166	148	162	165	171	167	196
07:00:00	160	144	150	162	176	177	181
08:00:00	171	233	244	207	302	286	303
09:00:00	176	735	715	265	814	768	815
10:00:00	172	1.337	1.492	608	1.590	1.541	1.595
11:00:00	120	1.834	2.192	1.050	2.601	2.512	2.247
12:00:00	-	2.264	2.318	1.566	2.882	2.842	2.677
13:00:00	15	2.344	2.628	2.142	2.725	2.902	2.740
14:00:00	295	2.425	2.734	2.348	2.763	2.879	2.863
15:00:00	353	2.542	2.672	2.742	2.796	2.948	2.900
16:00:00	378	2.596	2.669	3.042	2.829	2.985	2.892
17:00:00	460	2.716	2.798	3.047	2.868	3.013	2.889
18:00:00	513	2.770	2.900	3.077	2.874	2.990	2.832
19:00:00	593	2.838	2.914	3.031	3.094	3.058	3.027
20:00:00	584	2.856	2.969	2.499	3.053	3.095	3.402
21:00:00	506	2.809	2.900	1.807	2.826	3.140	3.377
22:00:00	471	2.352	2.407	1.173	2.402	2.703	2.926
23:00:00	335	886	856	638	904	897	1.414
00:00:00	230	421	459	394	433	486	633
	6.552	35.046	37.152	30.966	39.035	40.406	41.005

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	08/01/2004	09/01/2004	10/01/2004	11/01/2004	12/01/2004	13/01/2004	14/01/2004
01:00:00	328	243	297	400	240	234	270
02:00:00	281	215	194	333	193	206	213
03:00:00	260	209	169	279	167	207	190
04:00:00	253	197	160	265	158	192	180
05:00:00	248	176	159	265	160	162	169
06:00:00	208	165	160	266	160	165	162
07:00:00	206	156	165	245	176	169	166
08:00:00	324	263	256	312	276	249	332
09:00:00	821	702	770	394	802	666	877
10:00:00	1.537	1.536	1.467	757	1.704	1.575	1.585
11:00:00	2.529	2.297	2.406	1.168	2.499	2.360	2.460
12:00:00	2.922	2.537	2.753	1.609	2.738	2.675	2.793
13:00:00	2.850	2.910	2.720	2.057	2.788	2.689	3.035
14:00:00	2.869	2.902	2.784	2.817	2.904	2.773	3.121
15:00:00	2.884	2.912	2.927	3.172	2.891	2.890	3.247
16:00:00	2.798	2.974	3.168	3.189	2.958	3.028	3.300
17:00:00	2.441	3.056	3.215	3.207	2.964	2.890	3.298
18:00:00	2.482	2.901	3.294	3.184	2.859	2.880	3.235
19:00:00	2.661	2.712	3.288	3.246	2.942	2.753	3.258
20:00:00	2.814	2.843	3.304	2.953	2.851	2.926	3.302
21:00:00	2.994	2.802	3.189	2.016	2.922	3.192	3.111
22:00:00	2.644	2.476	2.586	1.278	2.338	2.424	2.593
23:00:00	938	1.071	1.298	615	750	865	1.019
00:00:00	393	494	629	396	344	380	530
	38.686	38.752	41.358	34.425	38.785	38.547	42.446

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	15/01/2004	16/01/2004	17/01/2004	18/01/2004	19/01/2004	20/01/2004	21/01/2004
01:00:00	276	277	335	306	252	242	295
02:00:00	227	212	239	229	204	204	252
03:00:00	193	176	209	198	186	183	249
04:00:00	181	165	187	195	173	171	233
05:00:00	176	160	183	171	167	167	186
06:00:00	171	166	180	175	165	166	160
07:00:00	156	167	196	169	175	182	171
08:00:00	258	323	349	223	322	289	283
09:00:00	810	909	869	303	771	786	853
10:00:00	1.484	1.610	1.538	678	1.481	1.632	1.776
11:00:00	2.517	2.423	2.479	1.062	2.317	2.632	2.508
12:00:00	2.907	2.822	2.693	1.592	2.465	2.745	2.764
13:00:00	2.875	2.887	2.602	2.040	2.757	2.733	2.773
14:00:00	2.937	2.832	2.714	2.596	2.895	2.817	2.756
15:00:00	2.964	2.909	3.090	3.096	2.903	2.975	2.796
16:00:00	2.971	3.040	3.079	3.038	2.947	3.006	2.838
17:00:00	2.980	3.082	3.131	3.088	2.945	2.937	2.880
18:00:00	2.998	2.937	3.142	2.996	2.938	2.799	2.871
19:00:00	3.149	2.819	3.114	3.114	2.510	2.762	2.970
20:00:00	2.967	2.915	3.092	2.586	2.824	2.942	3.142
21:00:00	2.922	2.870	3.258	1.956	2.860	2.885	3.126
22:00:00	2.413	2.718	2.789	1.425	2.402	2.493	2.698
23:00:00	780	1.212	1.236	625	822	960	1.340
00:00:00	385	670	596	387	314	416	688
	39.699	40.304	41.302	32.249	37.794	39.123	40.607

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	22/01/2004	23/01/2004	24/01/2004	25/01/2004	26/01/2004	27/01/2004	28/01/2004
01:00:00	397	290	274	433	237	294	208
02:00:00	281	243	213	323	196	218	180
03:00:00	251	209	191	309	171	187	170
04:00:00	218	190	186	308	161	171	160
05:00:00	184	193	187	291	160	167	160
06:00:00	169	189	189	197	163	166	159
07:00:00	176	181	177	172	172	168	163
08:00:00	313	282	260	222	282	273	251
09:00:00	727	698	790	299	859	817	665
10:00:00	1.488	1.530	1.514	656	1.637	1.549	1.493
11:00:00	2.376	2.342	2.309	1.221	2.473	2.431	2.203
12:00:00	2.458	2.549	2.524	1.587	2.586	2.468	2.476
13:00:00	2.457	2.896	2.601	2.202	2.636	2.544	2.579
14:00:00	2.806	3.028	2.761	2.822	2.563	2.559	2.628
15:00:00	2.927	3.169	3.016	3.273	2.593	2.579	2.711
16:00:00	2.837	3.253	3.040	3.280	2.619	2.646	2.886
17:00:00	3.042	3.300	3.100	3.336	2.784	2.726	2.968
18:00:00	2.936	3.405	3.224	3.470	2.852	2.733	2.859
19:00:00	2.784	3.189	3.234	3.384	2.922	2.951	3.221
20:00:00	3.207	3.166	3.236	2.769	2.985	2.986	3.341
21:00:00	3.104	3.283	3.287	2.066	2.881	2.854	3.326
22:00:00	2.532	2.429	2.874	1.329	2.173	2.194	2.764
23:00:00	1.115	950	1.311	641	731	823	1.236
00:00:00	431	433	624	323	359	382	578
	39.216	41.398	41.121	34.915	37.194	36.889	39.384

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	29/01/2004	30/01/2004	31/01/2004	01/02/2004	02/02/2004	03/02/2004	04/02/2004
01:00:00	363	224	318	331	297	583	249
02:00:00	241	185	193	220	178	527	210
03:00:00	175	181	167	199	178	509	198
04:00:00	169	176	161	186	175	483	208
05:00:00	165	165	156	174	168	484	206
06:00:00	165	162	155	170	165	486	207
07:00:00	176	173	160	166	168	486	215
08:00:00	281	284	254	222	274	485	438
09:00:00	844	798	684	277	797	955	1.094
10:00:00	1.711	1.641	1.441	562	1.711	1.823	1.882
11:00:00	2.455	2.752	2.569	815	2.936	2.801	3.016
12:00:00	2.649	2.997	2.689	1.548	3.089	2.955	3.226
13:00:00	2.790	3.055	2.840	2.661	3.141	3.032	3.162
14:00:00	2.993	3.229	3.123	2.979	3.159	3.048	3.092
15:00:00	3.020	3.213	3.229	3.452	3.210	3.114	3.328
16:00:00	3.072	3.064	3.242	3.445	3.268	3.143	3.396
17:00:00	3.101	3.137	3.259	3.455	3.256	3.109	3.591
18:00:00	3.098	3.044	2.975	3.615	3.300	3.104	3.634
19:00:00	3.190	2.827	3.255	3.490	789	3.211	3.576
20:00:00	3.168	2.956	3.251	3.132	-	3.174	3.529
21:00:00	3.008	3.149	3.157	2.134	294	2.965	3.447
22:00:00	2.597	2.566	2.801	1.373	692	2.749	2.969
23:00:00	965	954	1.243	666	546	1.142	1.224
00:00:00	412	399	564	465	640	493	526
	40.811	41.331	41.887	35.737	32.432	44.861	46.623

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	05/02/2004	06/02/2004	07/02/2004	08/02/2004	09/02/2004	10/02/2004	11/02/2004
01:00:00	339	263	312	304	248	284	227
02:00:00	221	197	207	206	191	214	178
03:00:00	199	177	181	181	178	178	170
04:00:00	192	176	180	166	173	171	171
05:00:00	190	171	171	164	171	174	171
06:00:00	190	172	177	162	170	176	171
07:00:00	195	191	182	156	175	192	170
08:00:00	326	293	282	207	260	286	262
09:00:00	939	790	789	256	717	813	671
10:00:00	1.688	1.650	1.573	601	1.585	1.575	1.456
11:00:00	2.576	2.725	2.350	850	2.252	2.304	2.218
12:00:00	3.021	3.035	2.529	1.603	2.328	2.433	2.622
13:00:00	3.128	2.946	2.723	2.097	2.376	2.527	2.563
14:00:00	3.248	2.997	2.809	2.507	2.420	2.685	2.649
15:00:00	3.272	3.131	2.957	2.887	2.691	2.700	2.402
16:00:00	3.376	2.996	3.100	3.041	2.700	2.725	2.613
17:00:00	3.487	2.841	3.078	3.016	2.582	2.764	2.920
18:00:00	3.584	2.925	3.048	3.072	2.621	2.742	2.967
19:00:00	3.471	3.212	3.147	3.027	2.702	2.728	2.965
20:00:00	3.567	3.049	3.130	2.886	2.847	2.918	3.008
21:00:00	3.523	2.875	2.936	2.139	2.754	2.913	3.042
22:00:00	2.858	2.532	2.584	1.459	2.321	2.339	2.435
23:00:00	959	1.064	1.464	614	823	745	848
00:00:00	465	455	689	389	393	288	386
	45.016	40.864	40.598	31.992	35.674	36.873	37.287

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	12/02/2004	13/02/2004	14/02/2004	15/02/2004	16/02/2004	17/02/2004	18/02/2004
01:00:00	244	272	249	269	318	309	391
02:00:00	192	206	208	225	213	217	254
03:00:00	180	178	186	197	179	205	195
04:00:00	167	169	176	182	168	176	186
05:00:00	168	167	174	175	167	174	186
06:00:00	171	168	174	172	162	174	186
07:00:00	171	174	166	171	162	176	191
08:00:00	239	292	251	202	223	243	251
09:00:00	811	848	896	248	313	386	320
10:00:00	1.552	1.619	1.508	301	828	942	809
11:00:00	2.430	2.464	2.420	596	1.562	1.611	1.630
12:00:00	2.564	2.922	2.734	1.117	2.676	2.844	2.465
13:00:00	2.808	3.032	2.764	2.045	2.786	2.868	2.577
14:00:00	2.872	2.965	2.830	2.521	2.908	2.973	2.983
15:00:00	2.790	3.009	2.850	2.837	2.913	2.857	3.021
16:00:00	3.010	3.026	3.081	3.233	2.912	2.962	3.040
17:00:00	3.028	3.142	3.191	3.324	2.854	2.979	3.174
18:00:00	3.056	3.252	3.244	3.549	2.747	3.042	3.204
19:00:00	2.974	3.163	3.189	3.523	2.612	3.095	3.339
20:00:00	2.854	2.988	3.163	3.210	2.756	3.027	3.423
21:00:00	2.858	2.954	3.396	2.960	2.874	3.001	3.349
22:00:00	2.454	2.424	3.004	2.187	2.853	2.964	2.935
23:00:00	835	1.009	1.375	1.459	2.352	2.428	2.526
00:00:00	401	365	462	554	696	731	944
	38.829	40.808	41.692	35.257	38.234	40.380	41.582

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	19/02/2004	20/02/2004	21/02/2004	22/02/2004	23/02/2004	24/02/2004	25/02/2004
01:00:00	529	231	289	260	249	301	216
02:00:00	371	197	181	207	182	242	209
03:00:00	274	176	170	200	171	211	200
04:00:00	257	172	167	192	173	196	198
05:00:00	246	173	170	181	166	189	186
06:00:00	214	171	166	178	162	187	181
07:00:00	197	224	190	181	178	198	192
08:00:00	224	313	257	207	279	205	240
09:00:00	276	719	473	254	623	233	313
10:00:00	682	1.367	1.495	452	1.192	376	506
11:00:00	1.554	2.359	2.648	865	2.082	588	771
12:00:00	1.394	2.491	2.829	1.539	2.362	815	1.365
13:00:00	2.947	2.716	2.965	2.087	2.467	1.339	2.323
14:00:00	2.911	2.671	2.993	2.308	2.467	1.494	2.382
15:00:00	3.068	2.675	3.118	2.717	2.539	1.788	2.469
16:00:00	3.199	2.775	3.064	2.664	2.568	2.356	2.563
17:00:00	3.309	2.734	3.195	2.696	2.729	2.266	2.689
18:00:00	3.262	2.743	3.342	2.803	2.832	2.408	2.917
19:00:00	3.290	2.913	3.233	2.859	2.844	2.427	2.844
20:00:00	3.296	2.972	3.346	2.746	2.909	2.257	2.868
21:00:00	2.981	2.985	3.347	1.958	2.785	1.701	2.815
22:00:00	2.701	2.844	3.210	1.331	2.477	1.076	2.671
23:00:00	1.135	1.311	1.316	642	1.111	572	1.232
00:00:00	397	565	497	391	449	365	456
	38.712	38.499	42.661	29.919	35.999	23.790	32.809

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	26/02/2004	27/02/2004	28/02/2004	29/02/2004	01/03/2004	02/03/2004	03/03/2004
01:00:00	240	284	265	286	267	238	300
02:00:00	211	192	186	207	201	180	258
03:00:00	215	198	172	177	194	171	234
04:00:00	186	196	171	176	185	172	228
05:00:00	185	189	167	170	175	172	226
06:00:00	183	177	167	171	165	169	214
07:00:00	181	173	186	165	178	186	212
08:00:00	224	260	259	207	255	365	368
09:00:00	539	615	566	257	569	867	641
10:00:00	1.231	1.186	1.233	452	1.354	1.448	1.334
11:00:00	2.234	2.238	2.259	1.059	2.632	2.391	2.809
12:00:00	2.337	2.499	2.732	1.350	2.790	2.790	3.002
13:00:00	2.429	2.864	2.798	1.883	2.993	3.062	3.034
14:00:00	2.458	2.841	2.958	2.160	2.952	2.909	2.962
15:00:00	2.507	3.100	2.990	3.096	2.899	2.911	3.036
16:00:00	2.511	3.132	3.130	3.144	2.874	2.994	3.269
17:00:00	2.563	3.163	3.182	3.160	2.974	3.079	3.332
18:00:00	2.606	3.168	3.194	3.205	2.967	3.120	3.236
19:00:00	2.648	3.132	3.242	3.248	2.997	3.195	3.079
20:00:00	2.777	3.083	3.212	3.132	3.037	3.321	3.341
21:00:00	2.703	3.199	3.212	2.385	2.902	3.239	3.221
22:00:00	2.336	2.853	2.956	1.745	2.672	2.716	2.649
23:00:00	1.121	1.287	1.377	776	1.032	882	1.038
00:00:00	424	483	600	417	404	374	413
	35.050	40.512	41.215	33.027	39.668	40.948	42.436

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	04/03/2004	05/03/2004	06/03/2004	07/03/2004	08/03/2004	09/03/2004	10/03/2004
01:00:00	253	228	439	352	249	242	268
02:00:00	197	186	199	300	218	206	184
03:00:00	187	173	187	278	189	187	186
04:00:00	173	174	186	276	190	180	184
05:00:00	183	167	178	265	163	176	180
06:00:00	190	164	171	260	156	173	178
07:00:00	218	177	184	290	209	214	211
08:00:00	280	286	284	350	301	297	302
09:00:00	619	588	417	407	622	554	686
10:00:00	1.323	1.193	1.310	551	1.268	1.357	1.345
11:00:00	2.307	2.184	2.307	913	2.340	2.832	2.775
12:00:00	2.669	2.458	2.533	1.665	2.754	3.060	2.939
13:00:00	2.801	2.478	2.694	2.017	3.149	3.086	3.148
14:00:00	2.629	2.437	3.121	2.678	3.046	3.008	3.197
15:00:00	2.631	2.493	2.899	3.279	3.126	3.059	3.481
16:00:00	2.720	2.499	3.002	3.316	3.032	3.159	3.378
17:00:00	2.757	2.560	3.173	3.386	3.084	3.239	3.331
18:00:00	2.864	2.737	2.974	3.368	3.163	3.337	3.385
19:00:00	2.953	2.955	2.972	3.419	3.167	3.357	3.454
20:00:00	2.926	3.007	3.041	3.289	3.184	3.252	3.157
21:00:00	2.727	2.895	3.186	2.445	3.251	2.901	3.304
22:00:00	2.596	2.715	3.097	1.762	2.631	2.700	3.032
23:00:00	1.086	1.217	1.630	915	1.112	1.022	1.106
00:00:00	369	640	760	431	453	345	447
	37.658	36.611	40.943	36.210	41.057	41.945	43.857

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	11/03/2004	12/03/2004	13/03/2004	14/03/2004	15/03/2004	16/03/2004	17/03/2004
01:00:00	223	251	287	244	216	243	212
02:00:00	186	186	164	187	192	173	181
03:00:00	183	171	160	171	176	160	171
04:00:00	176	171	160	176	173	160	165
05:00:00	174	169	160	169	160	157	160
06:00:00	168	168	160	165	156	153	151
07:00:00	176	207	185	176	189	181	160
08:00:00	281	339	242	218	269	274	257
09:00:00	682	675	503	273	583	566	612
10:00:00	1.228	1.334	1.118	396	1.194	1.314	1.168
11:00:00	2.534	2.643	2.360	797	2.420	2.029	2.266
12:00:00	2.981	2.753	2.689	1.179	2.842	2.484	2.718
13:00:00	3.034	2.733	2.691	1.608	2.992	2.624	2.636
14:00:00	2.995	2.610	2.809	2.003	2.891	2.584	2.697
15:00:00	3.048	2.649	3.195	2.944	2.901	2.704	2.798
16:00:00	3.007	2.670	3.159	2.961	2.974	2.700	2.842
17:00:00	3.003	2.654	3.185	2.977	3.015	2.754	2.781
18:00:00	2.935	2.750	3.126	3.164	2.958	2.660	2.824
19:00:00	3.061	2.870	3.131	3.126	2.832	2.775	2.854
20:00:00	3.233	2.874	3.184	2.914	2.882	2.780	2.941
21:00:00	3.105	2.874	3.198	2.203	2.885	2.773	2.940
22:00:00	2.643	2.773	2.965	1.560	2.433	2.507	2.686
23:00:00	1.059	1.250	1.567	669	1.012	997	1.044
00:00:00	387	556	503	356	459	282	501
	40.502	38.328	40.903	30.637	38.804	36.033	37.765

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	18/03/2004	19/03/2004	20/03/2004	21/03/2004	22/03/2004	23/03/2004	24/03/2004
01:00:00	313	254	399	291	262	213	302
02:00:00	195	189	284	206	216	184	245
03:00:00	165	183	281	192	205	187	234
04:00:00	165	173	286	192	197	178	225
05:00:00	165	170	273	176	192	182	217
06:00:00	159	167	249	170	190	177	209
07:00:00	175	183	275	181	196	185	221
08:00:00	242	252	261	228	280	281	336
09:00:00	618	647	417	270	606	621	677
10:00:00	1.263	1.231	1.157	431	1.127	1.041	1.184
11:00:00	2.253	2.387	2.019	870	1.982	1.945	2.045
12:00:00	2.463	2.818	2.344	1.601	2.133	2.118	2.241
13:00:00	2.620	2.869	2.792	1.882	2.196	2.244	2.385
14:00:00	2.621	2.806	2.685	2.122	2.149	2.271	2.386
15:00:00	2.660	2.783	2.591	2.602	2.247	2.281	2.691
16:00:00	2.718	2.922	2.733	2.661	2.360	2.310	2.632
17:00:00	2.668	2.727	2.874	2.791	2.386	2.349	2.675
18:00:00	2.617	2.796	2.981	2.768	2.481	2.449	2.632
19:00:00	2.786	2.794	2.986	2.874	2.602	2.527	2.730
20:00:00	2.786	2.750	3.203	2.734	2.601	2.558	2.895
21:00:00	2.754	2.754	3.184	2.286	2.510	2.597	2.884
22:00:00	2.359	2.460	2.830	1.592	2.232	2.336	2.708
23:00:00	920	1.215	1.491	827	874	1.078	1.302
00:00:00	420	611	625	447	296	503	527
	36.104	38.140	39.220	30.395	32.517	32.815	36.582

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	25/03/2004	26/03/2004	27/03/2004	28/03/2004	29/03/2004	30/03/2004	31/03/2004
01:00:00	279	222	282	263	239	252	208
02:00:00	183	184	195	184	178	193	168
03:00:00	175	176	192	176	178	186	157
04:00:00	161	168	192	174	173	180	152
05:00:00	161	172	182	161	166	164	158
06:00:00	160	168	184	157	164	154	154
07:00:00	168	184	203	177	190	170	162
08:00:00	268	265	311	235	271	276	255
09:00:00	585	615	647	260	612	821	545
10:00:00	1.209	1.177	1.089	452	1.148	1.331	1.179
11:00:00	2.080	2.106	2.143	1.115	2.275	2.166	2.151
12:00:00	2.274	2.313	2.513	1.734	2.621	2.466	2.329
13:00:00	2.502	2.449	2.680	2.277	2.725	2.559	2.607
14:00:00	2.536	2.469	2.799	2.346	2.679	2.511	2.633
15:00:00	2.603	2.551	2.844	2.797	2.589	2.373	2.760
16:00:00	2.503	2.544	2.820	3.001	2.611	2.437	2.846
17:00:00	2.494	2.592	2.809	2.990	2.656	2.551	2.959
18:00:00	2.502	2.733	2.983	3.101	2.747	2.733	2.897
19:00:00	2.766	2.932	3.163	3.165	2.823	2.869	2.895
20:00:00	2.815	2.989	3.335	2.947	2.845	2.880	2.967
21:00:00	2.716	2.879	3.239	2.362	2.710	2.793	2.931
22:00:00	2.409	2.609	3.062	1.504	2.410	2.376	2.730
23:00:00	1.158	1.193	1.408	611	1.032	923	1.242
00:00:00	400	616	737	363	378	362	505
	35.107	36.303	40.012	32.553	36.420	35.724	37.591

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	01/04/2004	02/04/2004	03/04/2004	04/04/2004	05/04/2004	06/04/2004	07/04/2004
01:00:00	269	218	273	307	233	244	273
02:00:00	205	187	197	221	189	192	191
03:00:00	184	168	171	197	181	164	171
04:00:00	160	165	161	182	178	175	167
05:00:00	155	167	151	180	171	168	160
06:00:00	151	160	153	171	170	162	156
07:00:00	179	162	173	186	180	194	169
08:00:00	230	229	222	228	257	266	230
09:00:00	557	649	517	275	559	671	695
10:00:00	1.117	1.250	1.431	572	1.200	1.271	1.269
11:00:00	2.103	2.215	2.269	1.272	2.144	2.265	2.164
12:00:00	2.481	2.617	2.607	1.807	2.392	2.399	2.391
13:00:00	2.544	2.664	2.828	2.167	2.748	2.654	2.725
14:00:00	2.526	2.827	3.006	2.593	2.796	2.734	2.841
15:00:00	2.653	2.832	3.101	2.996	2.859	2.789	2.919
16:00:00	2.884	2.660	3.205	3.039	2.867	2.729	2.969
17:00:00	2.881	2.767	3.268	3.133	2.815	2.528	2.986
18:00:00	2.843	2.860	3.332	3.182	3.059	2.643	3.088
19:00:00	2.878	2.976	3.533	3.237	2.947	2.637	3.228
20:00:00	2.969	3.163	3.504	3.064	2.922	2.701	3.219
21:00:00	2.961	2.944	3.494	2.360	2.877	2.661	3.054
22:00:00	2.648	2.711	3.197	1.648	2.709	2.572	2.858
23:00:00	1.053	1.331	1.603	772	1.016	1.201	1.382
00:00:00	346	448	658	425	366	470	643
	36.975	38.373	43.052	34.215	37.833	36.492	39.948

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	08/04/2004	09/04/2004	10/04/2004	11/04/2004	12/04/2004	13/04/2004	14/04/2004
01:00:00	366	300	307	287	228	255	233
02:00:00	269	251	196	225	177	184	192
03:00:00	190	234	184	204	182	185	177
04:00:00	192	209	180	198	169	168	160
05:00:00	171	199	176	203	160	159	157
06:00:00	163	186	171	188	161	161	158
07:00:00	179	207	189	196	192	215	194
08:00:00	250	261	250	237	275	322	296
09:00:00	612	316	646	291	643	747	656
10:00:00	1.236	716	1.178	486	1.370	1.294	1.305
11:00:00	2.227	1.474	2.276	958	2.351	2.158	2.176
12:00:00	2.595	1.863	2.830	1.555	2.759	2.580	2.347
13:00:00	2.901	2.370	2.910	1.838	2.952	2.754	2.512
14:00:00	2.808	2.540	3.099	2.481	2.780	2.659	2.677
15:00:00	2.876	2.693	3.152	3.038	2.777	2.671	2.725
16:00:00	2.936	2.695	3.154	3.094	2.889	2.713	2.570
17:00:00	3.002	2.748	3.256	3.121	2.848	2.786	2.694
18:00:00	3.163	2.975	3.258	3.237	2.738	2.844	2.876
19:00:00	3.168	3.098	3.384	3.260	2.943	2.762	2.945
20:00:00	3.025	2.825	3.209	3.065	2.954	2.739	2.967
21:00:00	3.049	2.570	3.184	2.250	2.872	2.739	2.929
22:00:00	2.852	1.977	2.992	1.389	2.631	2.470	2.798
23:00:00	1.558	795	1.497	613	1.175	1.026	1.257
00:00:00	624	555	601	397	450	326	543
	40.412	34.058	42.278	32.814	38.678	36.915	37.543

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	15/04/2004	16/04/2004	17/04/2004	18/04/2004	19/04/2004	20/04/2004	21/04/2004
01:00:00	323	267	321	331	249	211	274
02:00:00	230	215	232	197	206	183	191
03:00:00	191	181	192	176	193	179	181
04:00:00	171	166	203	176	187	175	184
05:00:00	171	165	199	175	184	172	177
06:00:00	160	165	198	172	181	164	173
07:00:00	191	169	192	189	223	176	183
08:00:00	248	262	293	232	283	249	225
09:00:00	627	621	622	278	670	475	288
10:00:00	1.315	1.330	1.448	538	1.464	1.041	552
11:00:00	2.276	2.398	2.428	908	2.628	1.869	1.364
12:00:00	2.664	2.713	2.808	2.043	2.742	2.100	1.710
13:00:00	2.655	2.739	2.879	2.485	2.841	2.242	2.387
14:00:00	2.655	2.737	2.979	2.606	2.917	2.380	2.896
15:00:00	2.731	2.895	3.219	3.016	2.943	2.509	3.072
16:00:00	2.873	2.985	3.240	3.092	2.978	2.559	3.186
17:00:00	2.996	2.978	3.222	3.084	3.091	2.691	3.395
18:00:00	2.906	3.088	3.374	3.160	3.033	2.769	3.487
19:00:00	2.846	2.982	3.442	3.225	2.954	2.896	3.446
20:00:00	2.998	2.927	3.417	2.994	2.962	2.889	3.337
21:00:00	2.869	2.967	3.385	2.432	2.895	2.845	2.777
22:00:00	2.767	2.864	3.100	1.749	2.623	2.629	2.030
23:00:00	1.060	1.325	1.420	780	1.109	1.128	882
00:00:00	447	567	596	432	307	416	555
	38.370	39.706	43.411	34.469	39.865	34.945	36.953

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	22/04/2004	23/04/2004	24/04/2004	25/04/2004	26/04/2004	27/04/2004	28/04/2004
01:00:00	286	244	303	244	233	240	223
02:00:00	219	198	248	205	181	188	187
03:00:00	192	178	220	168	164	175	165
04:00:00	186	162	216	164	155	162	157
05:00:00	178	162	212	161	155	165	146
06:00:00	166	151	207	160	146	161	143
07:00:00	184	216	249	161	188	208	157
08:00:00	261	331	349	231	277	291	260
09:00:00	655	664	753	281	670	570	638
10:00:00	1.271	1.381	1.404	505	1.263	1.217	1.240
11:00:00	2.456	2.433	2.349	858	2.124	2.088	2.147
12:00:00	2.725	2.696	2.743	1.310	2.179	2.294	2.285
13:00:00	2.696	2.743	2.784	1.626	2.255	2.304	2.434
14:00:00	2.641	2.777	2.838	1.905	2.296	2.328	2.454
15:00:00	2.667	2.806	2.853	2.365	2.406	2.415	2.476
16:00:00	2.714	2.905	2.633	2.876	2.393	2.412	2.507
17:00:00	2.803	2.911	3.043	2.791	2.416	2.459	2.696
18:00:00	2.919	3.026	3.175	2.701	2.625	2.653	2.807
19:00:00	3.094	3.123	3.249	2.880	2.677	2.807	2.926
20:00:00	2.968	2.950	3.315	2.959	2.656	2.809	2.903
21:00:00	2.802	2.966	3.329	2.342	2.621	2.710	2.785
22:00:00	2.669	2.766	2.892	1.600	2.525	2.393	2.622
23:00:00	1.261	1.221	1.503	682	1.030	1.010	1.126
00:00:00	359	574	568	398	372	401	480
	38.372	39.582	41.436	29.576	34.007	34.462	35.965

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	29/04/2004	30/04/2004	01/05/2004	02/05/2004	03/05/2004	04/05/2004	05/05/2004
01:00:00	228	236	353	234	208	230	216
02:00:00	183	185	284	192	167	165	199
03:00:00	159	171	244	171	148	164	170
04:00:00	156	176	239	161	149	175	165
05:00:00	155	164	241	158	142	182	165
06:00:00	155	155	241	150	139	151	151
07:00:00	176	187	269	172	176	170	182
08:00:00	296	276	359	216	258	303	278
09:00:00	722	579	556	278	587	661	712
10:00:00	1.231	1.267	1.223	491	1.254	1.351	1.271
11:00:00	2.095	2.141	1.877	875	2.304	2.359	2.209
12:00:00	2.360	2.290	2.096	1.654	2.705	2.639	2.399
13:00:00	2.413	2.439	2.438	2.114	2.817	2.697	2.465
14:00:00	2.423	2.474	2.560	2.452	2.704	2.691	2.622
15:00:00	2.559	2.590	2.832	2.943	2.627	2.738	2.739
16:00:00	2.584	2.713	2.842	2.902	2.646	2.769	2.850
17:00:00	2.550	2.900	2.802	3.005	2.727	2.869	2.747
18:00:00	2.705	2.941	3.013	3.147	2.957	2.928	3.101
19:00:00	2.801	2.883	2.922	2.917	2.998	2.948	2.923
20:00:00	2.769	2.877	2.986	3.011	2.977	2.975	2.953
21:00:00	2.751	2.824	2.943	2.401	2.893	2.901	2.951
22:00:00	2.370	2.713	2.580	1.673	2.543	2.567	2.766
23:00:00	1.073	1.308	1.455	672	1.146	1.181	1.364
00:00:00	387	601	606	396	395	347	639
	35.304	37.086	37.964	32.388	37.665	38.161	38.239

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	06/05/2004	07/05/2004	08/05/2004	09/05/2004	10/05/2004	11/05/2004	12/05/2004
01:00:00	272	254	285	502	281	269	232
02:00:00	218	196	213	249	196	171	168
03:00:00	195	186	202	197	185	153	154
04:00:00	185	158	176	175	181	154	140
05:00:00	181	151	172	150	181	150	138
06:00:00	166	150	166	152	176	150	139
07:00:00	185	171	176	171	199	170	181
08:00:00	257	260	275	225	283	255	276
09:00:00	609	544	602	285	637	606	558
10:00:00	1.148	1.205	1.326	647	1.250	1.150	1.131
11:00:00	2.137	2.004	2.128	1.168	2.011	2.092	2.061
12:00:00	2.285	-	2.387	1.754	2.120	2.255	2.234
13:00:00	2.403	1.279	2.517	1.995	2.210	2.333	2.360
14:00:00	2.429	2.206	2.764	2.128	2.234	2.424	2.397
15:00:00	2.501	2.421	2.992	2.496	2.304	2.416	2.517
16:00:00	2.536	2.504	3.000	2.838	2.313	2.347	2.752
17:00:00	2.627	2.538	2.955	2.610	2.432	2.456	2.544
18:00:00	2.849	2.675	3.058	2.716	2.650	2.620	2.788
19:00:00	2.871	2.830	3.126	2.854	2.672	2.677	2.885
20:00:00	2.867	3.021	3.229	2.712	2.670	2.584	2.889
21:00:00	2.868	2.992	3.006	2.062	2.642	2.638	2.832
22:00:00	2.685	2.885	3.063	1.557	2.375	2.418	2.653
23:00:00	1.399	1.683	2.422	761	1.188	1.301	1.379
00:00:00	564	823	1.295	463	405	438	467
	36.437	33.138	41.535	30.868	33.793	34.225	35.873

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	13/05/2004	14/05/2004	15/05/2004	16/05/2004	17/05/2004	18/05/2004	19/05/2004
01:00:00	237	217	336	272	236	223	260
02:00:00	162	159	221	198	185	182	167
03:00:00	155	149	194	161	160	165	150
04:00:00	155	158	165	160	153	157	151
05:00:00	150	144	158	156	150	148	149
06:00:00	148	145	158	155	145	146	144
07:00:00	157	180	172	160	160	165	165
08:00:00	246	270	245	192	269	268	269
09:00:00	641	633	429	258	596	525	555
10:00:00	1.189	1.152	1.222	528	1.135	1.159	1.011
11:00:00	1.993	2.074	2.064	816	1.757	1.846	1.981
12:00:00	2.203	2.271	2.235	1.441	2.061	2.124	2.071
13:00:00	2.283	2.333	2.289	1.629	2.118	2.181	2.143
14:00:00	2.261	2.444	2.518	1.866	2.182	2.221	2.051
15:00:00	2.289	2.540	2.636	2.359	2.225	2.210	2.301
16:00:00	2.305	2.564	2.707	2.419	2.267	2.294	2.232
17:00:00	2.527	2.667	2.812	2.481	2.292	2.361	2.440
18:00:00	2.768	2.814	2.881	2.911	2.528	2.627	2.600
19:00:00	2.762	2.850	2.964	2.857	2.634	2.586	2.658
20:00:00	2.733	2.880	3.038	2.867	2.719	2.683	2.672
21:00:00	2.659	2.912	3.004	2.367	2.571	2.654	2.623
22:00:00	2.523	2.772	2.868	1.598	2.408	2.426	2.468
23:00:00	1.209	1.272	1.404	759	1.147	1.126	1.298
00:00:00	405	497	596	418	349	465	511
	34.161	36.098	37.318	29.029	32.450	32.942	33.068

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	20/05/2004	21/05/2004	22/05/2004	23/05/2004	24/05/2004	25/05/2004	26/05/2004
01:00:00	273	280	310	345	324	338	193
02:00:00	184	164	188	219	208	217	155
03:00:00	160	156	171	176	180	218	144
04:00:00	153	140	155	162	171	208	143
05:00:00	153	141	153	155	152	197	149
06:00:00	145	138	150	150	151	160	149
07:00:00	163	168	181	166	167	171	164
08:00:00	250	229	260	209	254	270	251
09:00:00	517	538	554	276	562	667	558
10:00:00	928	1.130	1.055	480	1.154	1.226	1.165
11:00:00	2.022	1.982	2.075	795	2.016	2.133	1.806
12:00:00	2.041	2.079	2.196	1.548	2.081	2.244	1.995
13:00:00	2.091	2.121	2.260	1.869	2.244	2.285	2.051
14:00:00	2.108	2.222	2.335	2.084	2.267	2.281	2.065
15:00:00	2.083	2.312	2.456	2.538	2.370	2.353	2.029
16:00:00	2.247	2.372	2.541	2.595	2.497	2.426	2.106
17:00:00	2.295	2.298	2.666	2.948	2.713	2.522	2.040
18:00:00	2.380	2.644	2.964	3.086	2.882	2.738	2.263
19:00:00	2.526	2.674	2.995	3.060	2.821	2.702	2.352
20:00:00	2.449	2.676	3.039	2.916	2.804	2.738	2.456
21:00:00	2.454	2.652	2.931	2.323	2.669	2.783	2.293
22:00:00	2.292	2.570	2.788	1.681	2.508	2.496	2.410
23:00:00	1.200	1.307	1.638	780	1.044	927	1.190
00:00:00	445	508	659	564	449	323	626
	31.560	33.502	36.721	31.125	34.689	34.623	30.752

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	27/05/2004	28/05/2004	29/05/2004	30/05/2004	31/05/2004	01/06/2004	02/06/2004
01:00:00	423	242	254	353	285	207	257
02:00:00	318	178	167	187	158	166	161
03:00:00	309	170	159	160	142	139	148
04:00:00	279	162	152	159	144	139	147
05:00:00	247	160	153	155	143	136	147
06:00:00	243	159	149	155	141	142	150
07:00:00	216	181	158	152	168	158	187
08:00:00	239	281	235	207	255	274	286
09:00:00	517	517	386	272	565	616	550
10:00:00	1.072	1.053	1.074	492	1.097	1.236	1.141
11:00:00	1.782	1.865	2.010	808	1.846	1.990	1.956
12:00:00	1.968	2.049	1.956	1.394	1.987	2.134	2.042
13:00:00	2.109	2.140	2.271	1.560	2.080	2.185	2.288
14:00:00	2.210	2.154	2.349	1.961	2.108	2.181	2.259
15:00:00	2.214	2.032	2.456	2.432	2.176	2.239	2.355
16:00:00	2.245	2.234	2.528	2.719	2.156	2.224	2.418
17:00:00	2.244	2.279	2.638	2.814	2.342	2.353	2.562
18:00:00	2.286	2.457	2.819	2.856	2.401	2.615	2.664
19:00:00	2.505	2.429	2.860	2.885	2.522	2.689	2.707
20:00:00	2.313	2.559	2.911	2.839	2.454	2.612	2.707
21:00:00	2.469	2.473	2.905	2.239	2.494	2.586	2.689
22:00:00	2.201	2.378	2.810	1.379	2.320	2.540	2.572
23:00:00	1.176	1.281	1.447	665	1.053	1.051	1.097
00:00:00	476	465	634	428	323	390	536
	32.062	31.897	35.482	29.271	31.361	33.000	34.028

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	03/06/2004	04/06/2004	05/06/2004	06/06/2004	07/06/2004	08/06/2004	09/06/2004
01:00:00	302	236	482	400	486	311	299
02:00:00	172	205	297	216	378	223	236
03:00:00	160	183	260	167	370	256	234
04:00:00	154	184	163	152	363	256	322
05:00:00	155	159	155	150	332	252	307
06:00:00	152	129	155	150	215	188	236
07:00:00	178	172	179	161	202	194	195
08:00:00	251	244	239	224	305	258	270
09:00:00	553	570	528	257	585	528	580
10:00:00	1.082	1.095	1.053	434	1.068	954	1.108
11:00:00	1.956	1.828	1.819	870	1.840	1.785	1.814
12:00:00	2.134	2.038	1.958	1.525	1.998	1.983	2.066
13:00:00	2.149	2.167	2.087	1.705	2.087	2.097	2.117
14:00:00	2.238	2.141	2.155	1.779	2.063	2.013	2.056
15:00:00	2.251	2.163	2.332	2.321	2.130	2.190	2.216
16:00:00	2.265	2.229	2.355	2.326	2.162	2.207	2.131
17:00:00	2.255	2.355	2.404	2.422	2.117	2.286	2.350
18:00:00	2.578	2.497	2.747	2.697	2.511	2.470	2.551
19:00:00	2.576	2.592	2.834	2.864	2.541	2.596	2.550
20:00:00	2.533	2.586	2.844	2.670	2.611	2.606	2.563
21:00:00	2.534	2.534	2.826	2.221	2.521	2.636	2.759
22:00:00	2.323	2.470	2.733	1.620	2.528	2.524	2.665
23:00:00	1.151	1.444	1.559	968	1.247	1.192	1.620
00:00:00	488	777	887	669	532	537	864
	32.590	33.001	35.051	28.968	33.191	32.542	34.109

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	10/06/2004	11/06/2004	12/06/2004	13/06/2004	14/06/2004	15/06/2004	16/06/2004
01:00:00	518	419	359	370	276	231	223
02:00:00	279	354	228	181	154	186	185
03:00:00	329	327	187	151	154	176	184
04:00:00	344	323	184	149	147	163	176
05:00:00	333	250	179	142	151	160	171
06:00:00	286	166	179	136	158	170	167
07:00:00	192	193	177	156	191	182	180
08:00:00	227	282	261	217	261	265	254
09:00:00	475	581	475	254	422	508	497
10:00:00	837	1.114	1.399	447	949	971	1.078
11:00:00	1.817	1.857	2.148	811	1.817	1.759	1.824
12:00:00	1.887	2.147	2.255	1.360	1.852	1.970	2.131
13:00:00	2.162	2.297	2.386	1.604	2.046	2.108	2.153
14:00:00	2.297	2.438	2.504	1.717	1.986	2.109	2.241
15:00:00	2.557	2.845	2.612	2.278	2.066	2.107	2.311
16:00:00	2.854	2.770	2.778	2.299	1.972	2.104	2.310
17:00:00	3.165	2.971	2.830	2.386	2.130	2.128	2.366
18:00:00	3.197	3.174	2.843	2.638	2.332	2.439	2.623
19:00:00	3.136	3.081	2.873	2.670	2.401	2.522	2.717
20:00:00	2.981	3.058	2.980	2.659	2.349	2.520	2.751
21:00:00	2.861	2.975	2.944	2.153	2.476	2.511	2.709
22:00:00	2.554	2.947	2.843	1.514	2.419	2.429	2.606
23:00:00	1.278	1.760	1.633	722	1.269	1.127	1.315
00:00:00	699	946	835	438	512	389	599
	37.267	39.277	38.090	27.454	30.489	31.234	33.770

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	17/06/2004	18/06/2004	19/06/2004	20/06/2004	21/06/2004	22/06/2004	23/06/2004
01:00:00	291	317	372	287	255	244	330
02:00:00	215	216	291	202	183	202	245
03:00:00	198	202	265	183	180	180	229
04:00:00	189	182	261	176	176	168	222
05:00:00	181	159	233	170	175	164	216
06:00:00	201	143	209	165	182	163	220
07:00:00	227	166	241	186	226	179	258
08:00:00	283	262	299	221	282	279	343
09:00:00	563	537	552	265	522	655	652
10:00:00	1.137	1.145	1.205	456	1.105	1.179	1.168
11:00:00	1.806	1.809	2.047	874	1.933	1.978	2.003
12:00:00	2.071	2.091	2.201	1.529	2.080	2.029	2.139
13:00:00	2.176	2.194	2.383	1.712	2.164	2.145	2.219
14:00:00	2.205	2.188	2.526	1.940	2.161	2.181	2.281
15:00:00	2.275	2.244	2.647	2.475	2.272	2.323	2.467
16:00:00	2.337	2.286	2.862	2.583	2.344	2.369	2.557
17:00:00	2.366	2.367	2.920	2.670	2.540	2.551	2.559
18:00:00	2.462	2.595	2.898	2.842	2.649	2.589	2.747
19:00:00	2.694	2.734	2.981	2.936	2.589	2.621	2.828
20:00:00	2.675	2.668	3.014	2.836	2.599	2.634	2.793
21:00:00	2.577	2.726	2.987	2.184	2.626	2.598	2.795
22:00:00	2.421	2.566	2.864	1.538	2.489	2.423	2.685
23:00:00	1.002	1.386	1.450	720	1.099	1.046	1.436
00:00:00	368	634	503	372	359	448	648
	32.919	33.817	38.211	29.522	33.189	33.347	36.039

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	24/06/2004	25/06/2004	26/06/2004	27/06/2004	28/06/2004	29/06/2004	30/06/2004
01:00:00	335	223	245	280	219	339	223
02:00:00	264	191	197	161	155	239	146
03:00:00	258	175	179	151	152	232	139
04:00:00	214	171	176	149	144	212	139
05:00:00	181	167	172	142	143	210	141
06:00:00	186	177	178	141	148	210	143
07:00:00	215	195	205	171	178	267	161
08:00:00	282	258	302	203	248	375	287
09:00:00	585	584	533	238	579	672	661
10:00:00	1.157	1.058	1.182	403	1.162	1.080	1.175
11:00:00	2.054	1.961	2.030	702	1.840	2.113	2.005
12:00:00	2.171	2.181	2.072	1.524	2.220	2.293	2.197
13:00:00	2.235	2.286	2.529	1.844	2.366	2.333	2.368
14:00:00	2.302	2.362	2.818	1.990	2.376	2.381	2.416
15:00:00	2.387	2.424	2.759	2.468	2.413	2.388	2.464
16:00:00	2.445	2.535	2.814	2.572	2.392	2.449	2.500
17:00:00	2.574	2.760	2.838	2.790	2.534	2.498	2.617
18:00:00	2.738	2.783	3.005	3.001	2.612	2.692	2.738
19:00:00	2.838	2.844	2.954	2.951	2.674	2.711	2.910
20:00:00	2.787	2.832	2.916	2.757	2.683	2.739	2.965
21:00:00	2.817	2.772	2.859	2.056	2.698	2.675	2.984
22:00:00	2.579	2.583	2.689	1.441	2.584	2.533	2.818
23:00:00	1.112	1.009	1.242	585	1.216	1.061	1.166
00:00:00	388	415	440	375	596	372	474
	35.105	34.947	37.335	29.095	34.330	35.074	35.838

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	01/07/2004	02/07/2004	03/07/2004	04/07/2004	05/07/2004	06/07/2004	07/07/2004
01:00:00	260	281	287	333	261	253	239
02:00:00	239	210	186	202	162	176	135
03:00:00	202	159	155	155	153	150	132
04:00:00	192	143	149	155	148	143	126
05:00:00	169	150	149	150	142	139	128
06:00:00	154	144	146	150	145	148	131
07:00:00	176	206	186	164	162	175	156
08:00:00	256	270	296	213	259	268	249
09:00:00	565	644	690	249	549	609	553
10:00:00	1.116	1.248	1.116	412	1.214	1.211	1.198
11:00:00	1.975	1.971	2.030	856	1.945	2.011	1.977
12:00:00	2.214	2.195	2.266	1.391	2.322	2.135	2.170
13:00:00	2.395	2.352	2.433	1.805	2.350	2.206	2.452
14:00:00	2.407	2.578	2.598	2.025	2.364	2.176	2.546
15:00:00	2.477	2.641	2.950	2.531	2.464	2.378	2.646
16:00:00	2.502	2.689	2.997	2.704	2.469	2.485	2.724
17:00:00	2.544	2.763	3.030	2.901	2.562	2.468	2.830
18:00:00	2.665	3.011	3.009	3.100	2.740	2.651	3.302
19:00:00	2.796	3.144	3.097	2.995	2.728	2.751	3.147
20:00:00	2.879	2.975	3.245	2.867	2.681	2.718	3.237
21:00:00	2.788	3.048	3.100	2.223	2.626	2.790	3.248
22:00:00	2.587	2.814	2.890	1.533	2.460	2.659	3.045
23:00:00	1.105	1.350	1.599	706	1.220	1.291	1.487
00:00:00	491	532	654	496	477	457	670
	35.154	37.516	39.260	30.316	34.602	34.448	38.529

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	08/07/2004	09/07/2004	10/07/2004	11/07/2004	12/07/2004	13/07/2004	14/07/2004
01:00:00	396	254	362	295	281	261	261
02:00:00	259	184	217	212	170	176	164
03:00:00	201	175	184	184	148	155	161
04:00:00	197	160	179	171	143	150	145
05:00:00	189	160	177	157	142	142	136
06:00:00	184	167	177	157	147	141	139
07:00:00	197	172	194	171	169	160	158
08:00:00	289	229	265	202	257	247	263
09:00:00	678	303	337	244	504	527	548
10:00:00	1.068	799	1.255	441	1.131	1.062	1.121
11:00:00	2.060	1.735	2.052	812	1.772	1.771	1.726
12:00:00	2.064	2.019	2.307	1.233	1.848	1.977	2.112
13:00:00	2.313	2.176	2.320	1.591	2.047	2.039	2.181
14:00:00	2.369	2.560	2.528	1.922	1.950	2.228	2.303
15:00:00	2.347	2.767	2.574	2.283	2.055	2.253	2.472
16:00:00	2.352	2.885	2.659	2.388	2.128	2.407	2.633
17:00:00	2.560	3.016	2.801	2.503	2.192	2.529	2.853
18:00:00	2.859	3.151	2.948	2.623	2.387	2.764	2.948
19:00:00	2.843	3.195	2.961	2.651	2.555	2.825	2.990
20:00:00	2.935	3.131	2.954	2.673	2.419	2.817	2.909
21:00:00	2.810	2.843	3.002	2.075	2.544	2.760	2.922
22:00:00	2.726	2.319	2.814	1.483	2.322	2.631	2.780
23:00:00	1.441	1.119	1.509	598	1.270	1.214	1.415
00:00:00	496	577	514	322	451	466	743
	35.833	36.096	37.291	27.392	31.031	33.700	36.083

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	15/07/2004	16/07/2004	17/07/2004	18/07/2004	19/07/2004	20/07/2004	21/07/2004
01:00:00	413	387	338	273	281	295	248
02:00:00	244	259	231	191	153	176	197
03:00:00	185	171	208	179	154	171	185
04:00:00	175	159	199	165	155	166	169
05:00:00	167	160	199	151	150	167	171
06:00:00	175	165	199	150	140	182	171
07:00:00	215	185	212	159	151	221	186
08:00:00	265	286	293	228	230	317	273
09:00:00	575	612	549	280	408	607	465
10:00:00	1.159	1.105	1.041	564	1.016	1.126	975
11:00:00	1.919	503	1.938	791	2.042	1.586	1.618
12:00:00	2.153	986	2.071	1.222	2.133	1.840	1.709
13:00:00	2.498	2.281	2.208	1.626	2.217	1.764	1.907
14:00:00	2.604	2.456	2.344	1.864	2.153	1.802	2.082
15:00:00	2.697	2.609	2.391	2.312	1.988	1.816	2.035
16:00:00	2.448	2.636	2.513	2.389	1.934	1.879	2.217
17:00:00	2.626	2.638	2.586	2.386	1.948	1.975	2.124
18:00:00	2.880	2.758	2.748	2.774	2.130	2.162	2.452
19:00:00	2.953	2.829	2.789	2.817	2.162	2.212	2.447
20:00:00	2.929	2.785	2.808	2.753	2.164	2.244	2.567
21:00:00	2.814	2.806	2.865	2.106	2.127	2.217	2.545
22:00:00	2.652	2.729	2.772	1.499	2.064	2.163	2.410
23:00:00	1.222	1.256	1.362	699	1.085	1.159	1.444
00:00:00	523	515	602	363	400	461	594
	36.490	33.277	35.467	27.938	29.386	28.708	31.190

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	22/07/2004	23/07/2004	24/07/2004	25/07/2004	26/07/2004	27/07/2004	28/07/2004
01:00:00	326	276	297	276	227	260	265
02:00:00	245	169	209	184	156	188	198
03:00:00	227	155	202	158	143	179	177
04:00:00	223	150	198	158	148	176	176
05:00:00	222	150	194	156	139	174	169
06:00:00	223	148	204	155	137	158	165
07:00:00	225	168	265	160	170	216	184
08:00:00	275	274	323	215	263	313	277
09:00:00	410	433	444	291	492	458	504
10:00:00	916	938	1.182	480	1.126	1.029	1.062
11:00:00	1.583	1.592	1.697	843	1.808	1.731	1.875
12:00:00	1.677	1.649	1.830	1.181	1.950	1.851	1.966
13:00:00	1.753	1.763	2.015	1.629	1.841	2.016	2.084
14:00:00	1.794	1.763	2.065	1.645	1.840	1.907	2.229
15:00:00	1.843	2.049	2.176	1.969	1.874	2.150	2.245
16:00:00	2.023	1.982	2.245	2.192	2.100	1.976	2.361
17:00:00	2.061	2.064	2.320	2.245	2.248	2.113	2.399
18:00:00	2.230	2.164	2.515	2.492	2.490	2.348	2.562
19:00:00	2.282	2.354	2.560	2.470	2.501	2.460	2.481
20:00:00	2.219	2.234	2.558	2.502	2.612	2.586	2.416
21:00:00	2.319	2.373	2.554	2.057	2.489	2.423	2.551
22:00:00	2.276	2.180	2.414	1.278	2.376	2.407	2.589
23:00:00	1.210	1.158	1.352	703	1.142	1.259	1.190
00:00:00	449	521	466	354	439	493	519
	29.010	28.704	32.286	25.792	30.711	30.871	32.646

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	29/07/2004	30/07/2004	31/07/2004	01/08/2004	02/08/2004	03/08/2004	04/08/2004
01:00:00	306	296	264	341	247	285	335
02:00:00	190	253	178	224	164	188	209
03:00:00	189	226	152	187	159	179	202
04:00:00	190	197	143	184	158	176	201
05:00:00	167	186	139	180	151	173	185
06:00:00	166	170	145	176	153	167	176
07:00:00	184	189	171	173	176	190	192
08:00:00	293	270	255	213	237	297	260
09:00:00	555	591	559	291	451	594	675
10:00:00	1.074	1.170	1.005	635	1.083	954	1.068
11:00:00	1.898	1.845	1.922	915	1.845	1.889	1.865
12:00:00	1.977	2.019	2.170	1.329	1.968	2.032	2.039
13:00:00	2.177	2.124	2.339	1.683	2.053	2.139	2.070
14:00:00	2.162	2.153	2.454	2.050	2.076	2.192	2.214
15:00:00	2.234	2.165	2.664	2.383	2.218	2.293	2.338
16:00:00	2.308	2.223	2.747	2.445	2.334	2.349	2.423
17:00:00	2.357	2.349	2.707	2.427	2.251	2.399	2.544
18:00:00	2.647	2.564	2.878	2.596	2.436	2.535	2.733
19:00:00	2.692	2.572	2.863	2.678	2.538	2.570	2.729
20:00:00	2.693	2.625	2.981	2.633	2.601	2.575	2.732
21:00:00	2.675	2.767	2.894	2.217	2.553	2.556	2.715
22:00:00	2.515	2.488	2.683	1.555	2.413	2.496	2.642
23:00:00	1.194	1.204	1.531	637	1.159	1.177	1.229
00:00:00	467	501	639	431	454	474	434
	33.309	33.146	36.483	28.580	31.880	32.880	34.209

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	05/08/2004	06/08/2004	07/08/2004	08/08/2004	09/08/2004	10/08/2004	11/08/2004
01:00:00	239	242	270	369	240	238	263
02:00:00	169	204	201	229	181	188	213
03:00:00	165	200	176	187	201	186	213
04:00:00	158	200	165	178	198	197	209
05:00:00	155	170	166	183	207	194	207
06:00:00	155	153	160	202	193	194	207
07:00:00	178	165	187	192	210	227	238
08:00:00	252	279	265	242	308	297	305
09:00:00	521	547	563	275	496	634	528
10:00:00	970	1.135	1.271	610	1.008	1.101	1.011
11:00:00	1.827	1.888	1.149	995	1.725	1.741	1.756
12:00:00	2.067	2.050	1.483	1.479	1.750	1.977	1.901
13:00:00	2.252	2.292	2.375	1.757	1.870	1.989	1.948
14:00:00	2.339	2.304	2.642	1.800	1.936	1.902	2.094
15:00:00	2.415	2.361	2.697	2.113	1.924	2.075	2.160
16:00:00	2.422	2.485	2.817	2.155	1.987	2.004	2.136
17:00:00	2.503	2.612	2.922	2.297	2.090	2.241	2.210
18:00:00	2.718	2.754	2.956	2.469	2.232	2.324	2.439
19:00:00	2.817	2.788	3.105	2.540	2.372	2.507	2.452
20:00:00	2.763	2.813	3.158	2.444	2.370	2.388	2.442
21:00:00	2.754	2.805	3.440	1.985	2.365	2.494	2.480
22:00:00	2.551	2.761	2.946	1.499	2.232	2.253	2.277
23:00:00	1.168	1.581	1.782	759	1.235	1.016	1.252
00:00:00	476	639	842	349	417	379	522
	34.035	35.428	37.738	27.312	29.745	30.746	31.461

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	12/08/2004	13/08/2004	14/08/2004	15/08/2004	16/08/2004	17/08/2004	18/08/2004
01:00:00	244	222	312	270	218	356	235
02:00:00	181	187	238	182	171	242	194
03:00:00	181	186	251	178	150	191	186
04:00:00	165	184	264	176	147	178	187
05:00:00	154	171	255	166	147	165	187
06:00:00	157	179	186	168	155	169	180
07:00:00	193	183	195	182	187	204	200
08:00:00	260	276	285	267	265	273	284
09:00:00	479	551	473	286	506	563	560
10:00:00	963	1.063	1.002	461	1.116	1.068	1.006
11:00:00	1.688	1.687	1.904	817	1.800	1.833	1.908
12:00:00	1.808	1.863	1.869	1.341	2.109	2.098	1.960
13:00:00	1.883	1.971	2.226	1.624	2.222	2.169	2.189
14:00:00	1.922	1.915	2.300	1.965	2.164	2.152	2.290
15:00:00	2.164	2.067	2.348	2.287	2.221	2.253	2.422
16:00:00	2.158	2.071	2.449	2.351	2.308	2.359	2.454
17:00:00	2.163	2.169	2.482	2.497	2.346	2.456	2.465
18:00:00	2.361	2.401	2.651	2.694	2.447	2.609	2.748
19:00:00	2.456	2.561	2.769	2.683	2.485	2.606	2.815
20:00:00	2.460	2.578	2.790	2.626	2.531	2.659	2.777
21:00:00	2.349	2.581	2.773	2.114	2.527	2.575	2.709
22:00:00	2.412	2.460	2.496	1.484	2.392	2.445	2.576
23:00:00	1.036	1.425	1.406	725	1.181	1.077	1.210
00:00:00	374	642	612	421	546	359	484
	30.211	31.593	34.538	27.967	32.340	33.058	34.226

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter	Qua
Hora	19/08/2004	20/08/2004	21/08/2004	22/08/2004	23/08/2004	24/08/2004	25/08/2004
01:00:00	229	257	309	293	289	312	271
02:00:00	171	187	194	223	197	266	198
03:00:00	175	185	181	211	170	265	176
04:00:00	170	182	160	185	168	240	176
05:00:00	170	181	155	180	166	228	172
06:00:00	171	186	153	178	168	213	176
07:00:00	207	218	181	190	192	288	200
08:00:00	278	321	255	251	271	356	288
09:00:00	528	681	598	294	558	669	488
10:00:00	1.138	1.217	1.320	448	1.097	1.213	1.115
11:00:00	1.894	2.181	2.034	854	2.155	2.069	2.010
12:00:00	2.195	2.283	2.274	1.469	2.470	2.134	2.193
13:00:00	2.236	2.454	2.752	1.984	2.584	2.278	2.355
14:00:00	2.215	2.523	2.835	2.411	2.622	2.247	2.540
15:00:00	2.338	2.594	2.876	3.059	2.629	2.308	2.810
16:00:00	2.596	2.761	2.860	3.108	2.800	2.457	2.697
17:00:00	2.534	2.938	3.018	3.002	2.870	2.490	2.628
18:00:00	2.590	3.006	3.139	3.140	2.958	2.700	2.722
19:00:00	2.656	2.819	3.105	3.012	2.884	2.655	2.799
20:00:00	2.696	2.832	3.017	2.997	2.732	2.663	2.872
21:00:00	2.629	2.833	3.232	2.272	2.603	2.570	2.859
22:00:00	2.529	2.804	3.011	1.515	2.518	2.475	2.673
23:00:00	1.109	1.455	1.498	682	1.176	1.189	1.259
00:00:00	386	537	623	420	470	505	508
	33.840	37.635	39.781	32.379	36.747	34.791	36.186

	Qui	Sex	Sab	Domingo	Seg	Ter
Hora	26/08/2004	27/08/2004	28/08/2004	29/08/2004	30/08/2004	31/08/2004
01:00:00	270	277	269	333	270	260
02:00:00	207	176	189	198	179	197
03:00:00	202	173	177	184	170	191
04:00:00	179	172	181	175	160	189
05:00:00	176	169	177	173	149	154
06:00:00	181	171	179	172	155	153
07:00:00	214	200	197	182	200	195
08:00:00	275	284	274	262	290	251
09:00:00	644	572	603	302	642	657
10:00:00	1.161	1.120	1.256	573	1.125	1.213
11:00:00	1.865	1.905	2.065	861	1.760	2.010
12:00:00	1.967	1.956	2.314	1.486	2.045	2.194
13:00:00	2.043	2.075	2.414	1.856	2.396	2.310
14:00:00	2.140	2.095	2.497	2.055	2.419	2.381
15:00:00	2.145	2.183	2.579	2.454	2.402	2.444
16:00:00	2.212	2.189	2.697	2.596	2.492	2.452
17:00:00	2.219	2.358	2.756	2.661	2.426	2.656
18:00:00	2.543	2.633	2.909	2.910	2.745	2.503
19:00:00	2.457	2.706	2.898	2.958	2.674	2.685
20:00:00	2.626	2.740	2.935	2.825	2.642	2.730
21:00:00	2.491	2.709	2.932	2.318	2.492	2.682
22:00:00	2.465	2.523	2.827	1.576	2.356	2.625
23:00:00	1.038	1.226	1.450	721	1.158	1.194
00:00:00	424	484	678	422	392	490
	32.143	33.094	37.454	30.253	33.737	34.817

11.2. Anexo 2 - Estudo de Perfil de Carga Térmica

FRIO em TR

Janeiro

Hora	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom
01:00:00	-	-	-	-	-	-	-
02:00:00	-	-	-	-	-	-	-
03:00:00	-	-	-	-	-	-	-
04:00:00	-	-	-	-	-	-	-
05:00:00	-	-	-	-	-	-	-
06:00:00	-	-	-	-	-	-	-
07:00:00	-	-	-	-	-	-	-
08:00:00	-	-	-	-	-	-	-
09:00:00	239	292	288	231	265	253	-
10:00:00	211	259	261	204	230	192	292
11:00:00	511	482	441	371	381	486	224
12:00:00	571	609	611	531	563	559	325
13:00:00	614	637	620	514	663	591	383
14:00:00	674	660	604	620	689	617	596
15:00:00	668	675	583	584	701	725	729
16:00:00	686	689	634	561	686	696	758
17:00:00	685	681	639	562	661	710	771
18:00:00	629	614	511	516	565	674	709
19:00:00	548	534	604	480	446	621	661
20:00:00	518	544	635	464	469	571	500
21:00:00	482	600	616	449	568	545	353
22:00:00	266	297	398	321	352	329	165
23:00:00	-	-	-	-	-	-	-
00:00:00	-	-	-	-	-	-	-

FRIO em TR

Fevereiro

Hora	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom
01:00:00	-	-	-	-	-	-	-
02:00:00	-	-	-	-	-	-	-
03:00:00	-	-	-	-	-	-	-
04:00:00	-	-	-	-	-	-	-
05:00:00	-	-	-	-	-	-	-
06:00:00	-	-	-	-	-	-	-
07:00:00	-	-	-	-	-	-	-
08:00:00	-	-	-	-	-	-	-
09:00:00	176	147	153	217	282	184	-
10:00:00	239	288	209	274	270	221	-
11:00:00	388	504	376	386	477	440	186
12:00:00	590	722	549	543	639	589	434
13:00:00	611	719	539	702	727	617	550
14:00:00	601	771	649	751	720	633	549
15:00:00	683	764	636	732	719	672	684
16:00:00	668	738	694	772	631	720	731
17:00:00	622	627	778	782	559	692	716
18:00:00	568	600	747	705	563	700	735
19:00:00	315	567	691	681	580	623	681
20:00:00	327	529	658	679	474	619	619
21:00:00	334	494	646	647	547	651	388
22:00:00	230	342	474	383	362	476	248
23:00:00	-	-	-	-	-	-	-
00:00:00	-	-	-	-	-	-	-

FRIO em TR

Março

Hora	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom
01:00:00	-	-	-	-	-	-	-
02:00:00	-	-	-	-	-	-	-
03:00:00	-	-	-	-	-	-	-
04:00:00	-	-	-	-	-	-	-
05:00:00	-	-	-	-	-	-	-
06:00:00	-	-	-	-	-	-	-
07:00:00	-	-	-	-	-	-	-
08:00:00	-	-	-	-	-	-	-
09:00:00	280	297	329	302	304	191	-
10:00:00	293	308	374	363	348	278	-
11:00:00	552	517	641	571	573	466	235
12:00:00	691	726	783	702	670	619	377
13:00:00	770	738	792	708	688	660	471
14:00:00	744	748	820	720	666	694	516
15:00:00	730	707	865	708	635	688	793
16:00:00	687	684	804	677	585	731	853
17:00:00	674	693	777	642	505	815	796
18:00:00	654	648	698	571	509	722	779
19:00:00	586	646	586	589	530	657	713
20:00:00	584	629	619	625	569	694	665
21:00:00	537	577	640	555	555	687	501
22:00:00	468	485	556	434	484	570	323
23:00:00	-	-	-	-	-	-	-
00:00:00	-	-	-	-	-	-	-

FRIO em TR

Abril

Hora	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom
01:00:00	-	-	-	-	-	-	-
02:00:00	-	-	-	-	-	-	-
03:00:00	-	-	-	-	-	-	-
04:00:00	-	-	-	-	-	-	-
05:00:00	-	-	-	-	-	-	-
06:00:00	-	-	-	-	-	-	-
07:00:00	-	-	-	-	-	-	-
08:00:00	-	-	-	-	-	-	-
09:00:00	325	353	286	329	251	309	-
10:00:00	366	345	306	337	390	456	73
11:00:00	570	450	462	531	582	614	213
12:00:00	710	551	553	751	733	885	506
13:00:00	798	645	650	759	763	869	522
14:00:00	787	669	748	740	760	868	605
15:00:00	788	649	737	758	761	849	750
16:00:00	771	617	726	772	759	813	871
17:00:00	721	565	734	743	794	903	810
18:00:00	587	525	700	690	746	879	742
19:00:00	553	524	653	619	690	875	747
20:00:00	571	539	665	599	649	860	647
21:00:00	570	532	610	593	594	847	520
22:00:00	516	457	543	533	569	687	338
23:00:00	-	-	-	-	-	-	-
00:00:00	-	-	-	-	-	-	-

FRIO em TR

Maio

Hora	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom
01:00:00	-	-	-	-	-	-	-
02:00:00	-	-	-	-	-	-	-
03:00:00	-	-	-	-	-	-	-
04:00:00	-	-	-	-	-	-	-
05:00:00	-	-	-	-	-	-	-
06:00:00	-	-	-	-	-	-	-
07:00:00	-	-	-	-	-	-	-
08:00:00	-	-	-	-	-	-	-
09:00:00	292	347	327	314	309	198	-
10:00:00	279	328	269	255	292	272	-
11:00:00	282	361	316	266	268	318	149
12:00:00	463	518	386	312	239	336	369
13:00:00	469	532	443	349	302	444	321
14:00:00	481	550	458	379	383	473	435
15:00:00	495	560	491	362	383	553	527
16:00:00	484	522	539	395	465	557	526
17:00:00	477	492	400	389	393	522	543
18:00:00	479	485	456	344	449	562	544
19:00:00	506	488	454	462	470	573	529
20:00:00	536	499	500	386	479	594	518
21:00:00	496	527	471	471	483	535	447
22:00:00	372	377	383	360	476	483	267
23:00:00	-	-	-	-	-	-	-
00:00:00	-	-	-	-	-	-	-

FRIO em TR

Junho

Hora	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom
01:00:00	-	-	-	-	-	-	-
02:00:00	-	-	-	-	-	-	-
03:00:00	-	-	-	-	-	-	-
04:00:00	-	-	-	-	-	-	-
05:00:00	-	-	-	-	-	-	-
06:00:00	-	-	-	-	-	-	-
07:00:00	-	-	-	-	-	-	-
08:00:00	-	-	-	-	-	-	-
09:00:00	246	283	304	289	293	164	-
10:00:00	222	236	285	273	250	285	-
11:00:00	172	235	234	236	188	288	177
12:00:00	288	305	318	315	337	274	346
13:00:00	341	331	354	321	362	372	276
14:00:00	338	350	361	382	386	512	266
15:00:00	378	388	440	445	468	514	383
16:00:00	353	376	384	483	493	543	442
17:00:00	357	371	460	514	497	546	395
18:00:00	371	369	460	482	468	482	436
19:00:00	376	396	479	479	519	516	470
20:00:00	382	382	489	468	515	513	474
21:00:00	396	441	494	502	523	502	441
22:00:00	366	384	449	382	448	451	286
23:00:00	-	-	-	-	-	-	-
00:00:00	-	-	-	-	-	-	-

FRIO em TR

Julho

Hora	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom
01:00:00	-	-	-	-	-	-	-
02:00:00	-	-	-	-	-	-	-
03:00:00	-	-	-	-	-	-	-
04:00:00	-	-	-	-	-	-	-
05:00:00	-	-	-	-	-	-	-
06:00:00	-	-	-	-	-	-	-
07:00:00	-	-	-	-	-	-	-
08:00:00	-	-	-	-	-	-	-
09:00:00	208	286	223	273	237	224	-
10:00:00	229	228	239	225	222	237	-
11:00:00	221	216	212	287	217	246	141
12:00:00	310	314	307	318	271	328	217
13:00:00	291	261	365	443	332	360	258
14:00:00	259	255	480	487	436	436	319
15:00:00	258	322	459	490	492	477	342
16:00:00	306	338	496	481	470	496	394
17:00:00	339	375	530	499	486	489	442
18:00:00	305	355	582	476	464	490	467
19:00:00	323	386	458	511	493	529	383
20:00:00	321	399	472	498	454	555	449
21:00:00	333	378	500	504	515	530	342
22:00:00	267	354	510	437	378	434	294
23:00:00	-	-	-	-	-	-	-
00:00:00	-	-	-	-	-	-	-

FRIO em TR

Agosto

Hora	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom
01:00:00	-	-	-	-	-	-	-
02:00:00	-	-	-	-	-	-	-
03:00:00	-	-	-	-	-	-	-
04:00:00	-	-	-	-	-	-	-
05:00:00	-	-	-	-	-	-	-
06:00:00	-	-	-	-	-	-	-
07:00:00	-	-	-	-	-	-	-
08:00:00	-	-	-	-	-	-	-
09:00:00	234	334	265	250	297	268	-
10:00:00	259	238	221	246	291	320	-
11:00:00	258	291	312	237	295	303	113
12:00:00	369	345	367	316	342	336	323
13:00:00	490	389	376	342	396	532	342
14:00:00	511	443	523	447	440	534	459
15:00:00	532	487	585	504	494	544	511
16:00:00	572	479	559	508	487	591	507
17:00:00	525	551	549	472	544	655	518
18:00:00	507	386	481	453	510	613	502
19:00:00	472	463	510	465	518	634	511
20:00:00	479	451	514	494	523	619	487
21:00:00	479	469	512	441	546	693	439
22:00:00	383	385	388	448	472	550	328
23:00:00	-	-	-	-	-	-	-
00:00:00	-	-	-	-	-	-	-

12. BIBLIOGRAFIA

- [1] CEPEL, “Conservação de Energia – Eficiência Energética de Equipamentos e Instalações”, 3ª Edição, Itajubá - 2006
- [2] Helio Creder, “Instalações Elétricas”, 15ª Edição, LTC, 2007.
- [3] Alexandre T. da C. e Silva, “Projeto Básico de Planta de Cogeração Para o Hospital Universitário Clementino Fraga Filho”, Rio de Janeiro - Abril 2000.
- [4] William D. Stevenson Jr., “Elementos de Análise de Sistemas de Potência”, traduzido por Ademaro A. M. B. Cotrim e, 1975 – McGraw Hill.
- [5] John J. Grainger, William D. Stevenson Jr., “Power System Analysis”, 1994, McGraw Hill.
- [6] Geraldo Kindermann, “Proteção de Sistemas Elétricos de Potência”, volume 1, edição do autor, Florianópolis - SC, 1999.
- [7] Geraldo Kindermann, “Proteção de Sistemas Elétricos de Potência”, volume 2, edição do autor, Florianópolis - SC, 2006.
- [8] Jorge Nemésio Sousa, Apostila de aula “Disjuntores”.
- [9] Jorge Nemésio Sousa, Apostila de aula “Seccionadores”.
- [10] Tabela ANSI de funções dos relés
- [11] Adriano P. Moraes, Ghendy C. Jr. e Lenois Mariotto, “AVALIAÇÃO DOS DESEMPENHOS DOS MÉTODOS DE PROTEÇÃO CONTRA A PERDA DE EXCITAÇÃO EM GERADORES SÍNCRONOS”, Santa Maria – RS – 2009
- [12] ANEEL, “Atlas de Energia Elétrica do Brasil”, 3ª Edição, Brasília - 2008
- [13] Informações de arquivo da empresa ECOGEN BRASIL SOLUCOES DE ENERGIA
- [14] Antonio C. Borre e Vanderson M. Bertone, “Instalação Elétrica Industrial com Suprimento em Media Tensão”, Rio de Janeiro, Abril - 2004