

ANÁLISE DO POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM
HOSPITAIS PÚBLICOS DE PEQUENO PORTE NO BRASIL: SISTEMAS DE
ILUMINAÇÃO E AR CONDICIONADO DO TIPO JANELA

Raunilo Hypolito Vargas Júnior

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM PLANEJAMENTO
ENERGÉTICO.

Aprovada por:

Prof. Roberto Schaeffer, Ph.D

Prof. Alexandre Salem Szklo, D.Sc.

Dr. Jeferson Borghetti Soares, D.Sc.

Dr. George Alves Soares, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

DEZEMBRO DE 2006

VARGAS JÚNIOR, RAUNILLO HYPOLITO

Análise do Potencial de Conservação
de Energia Elétrica em Hospitais Públicos
de Pequeno Porte no Brasil: Sistemas de
Iluminação e Ar Condicionado do Tipo
Janela [Rio de Janeiro] 2006

XXI, 197 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ,
M.Sc., Planejamento Energético, 2006)

Dissertação - Universidade Federal do
Rio de Janeiro, COPPE

1. Conservação de Energia Elétrica

2. Setor Hospitalar

I. COPPE/UFRJ II. Título (série)

Aos meus pais Raunilo e Hilda,
maiores responsáveis pela minha formação,
A minha esposa Alessandra,
pelo amor, carinho, paciência e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Aos meus queridos pais, Raunilo Hypolito Vargas e Hilda Caçadini Vargas, pelo apoio constante e grandes incentivadores durante todo o meu percurso estudantil, sobretudo, pelo amor e carinho com que sempre tiveram comigo.

A minha esposa Alessandra Rosa de Souza que sempre me apoiou e compreendeu minhas ausências.

Aos Professores Roberto Schaeffer e Alexandre Salem Szklo, pela orientação dada, através de críticas e sugestões, indispensáveis para melhoria da qualidade do trabalho, além da atenção e interesse que dispensaram ao meu trabalho.

A Jeferson Borghetti Soares e George Alves Soares pela disponibilidade e interesse em participar da banca examinadora.

A todos os professores do Programa de Planejamento Energético (PPE), pelos conhecimentos transmitidos.

Aos funcionários do PPE, pelo auxílio para resolver as questões acadêmicas.

A Maria Cristina e George Alves Soares pela liberação para assistir as aulas do mestrado e pelo apoio e incentivo.

Aos meus amigos da Eletrobrás e demais empresas do Grupo pela ajuda através de informações técnicas e incentivo e, acima de tudo, pela generosidade e companheirismo demonstrados em todos os momentos.

A todos os que contribuíram de alguma forma para a elaboração desta dissertação.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

ANÁLISE DO POTENTIAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM
HOSPITAIS PÚBLICOS DE PEQUENO PORTE NO BRASIL: SISTEMAS DE
ILUMINAÇÃO E AR CONDICIONADO DO TIPO JANELA

Raunilo Hypolito Vargas Júnior

Dezembro/2006

Orientadores: Roberto Schaeffer

Alexandre Salem Szklo

Programa: Planejamento Energético

O objetivo desta dissertação é estimar o potencial de conservação de energia elétrica a partir da implementação de projetos de eficiência energética em hospitais públicos brasileiros de pequeno porte (com número de leitos menor ou igual a 150). A dissertação analisa a viabilidade técnico-econômica da atuação específica em sistemas de iluminação e ar condicionado do tipo janela. A partir de diagnósticos energéticos de uma amostra de hospitais brasileiros e de um estudo de caso para um hospital específico, que incluiu além da troca simples de equipamentos, o projeto luminotécnico e o projeto da carga térmica, os resultados mostraram que o potencial de conservação de energia elétrica equivale a 1.157 GWh/ano, o que é similar ao consumo anual de energia elétrica de um estado como Mato Grosso do Sul, que possui cerca de 2.500.000 residências.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

ANÁLISYS OF POTENTIAL OF ENERGY ELECTRIC CONSERVATION IN
PUBLICS HOSPITALS OF SMALL POSTAGE: SYSTEMS OF ILLUMINATION AND
AIR CONDICIONED TYPE WINDOW

Raunilo Hypolito Vargas Júnior

December/2006

Advisors: Roberto Schaeffer
Alexandre Salem Szklo

Department: Energy Planning Program

The purpose of this dissertation is to estimate the electricity conservation potential related to energy efficiency projects to be implemented in Brazilian small-size public hospitals (with 150 beds or less). This dissertation specifically analyzes illumination systems and air conditioners. Using energy audits of Brazilian hospitals and the specific case study of one small-size public hospital, which included, besides the equipment replacement, the project of lightning and conditioning, the results indicated that the potential for electricity saving ins small hospitals is 1,157 GWh/year, or equivalent to the annual electricity consumption of a state like Mato Grosso do Sul, with 2.500.000 dwellers.

ÍNDICE

1	Introdução.....	1
2	Caracterização do Setor Hospitalar Brasileiro.....	10
2.1	Características Gerais.....	10
2.2	Perfil de Uso da Energia Elétrica	15
2.3	Eficiência Energética	21
2.3.1	Barreiras.....	23
3	Tecnologias Utilizadas para Iluminação e Climatização de Hospitais Públicos de Pequeno Porte no Brasil	33
3.1	Sistemas de Ar Condicionado	33
3.1.1	Meio Ambiente	35
3.2	Sistemas de Iluminação	36
3.2.1	Equipamentos	37
3.2.2	Meio Ambiente	46
4	Análise da Amostra de Diagnósticos Energéticos de Hospitais de Pequeno Porte Brasileiros	47
4.1	Hospital Municipal de Tucuruí	48
4.2	Hospital Regional de Tucuruí	48
4.3	Unidade Básica de Saúde Dr. Inácio Gabriel	49
4.4	Hospital Betina Ferro de Souza	49
4.5	Hospital Coronel Mota.....	50
4.6	Hospital Geral Rubens de Souza Bento	50
4.7	Hospital Materno Infantil Nossa Senhora de Nazareth	51
4.8	Fundação Hospitalar Estadual do Acre- FUNDHACRE	52
4.9	Hospital Infantil Joana de Gusmão.....	52

4.10	Hospital Fêmeina	53
4.11	Hospital da Universidade Estadual de Dourados.....	53
4.12	Inca - Hospital do Câncer II	53
4.13	Hospital Conde Modesto Leal - Maricá.....	54
4.14	Casa de Saúde Nossa Senhora do Carmo.....	55
4.15	Hospital Luxemburgo	55
4.16	Hospital Maternidade Professor Barros Lima	55
4.17	Indicadores Energéticos dos Hospitais de Pequeno Porte da Amostragem de Diagnósticos Energéticos	56
5	Estudo de caso: Hospital Municipal de Tucuruí.....	66
5.1	Sistema de Iluminação.....	67
5.1.1	Sistema de Iluminação Atual	67
5.1.2	Sistema de Iluminação Proposto	68
5.1.3	Estimativas de Redução de Consumo e Demanda de Eletricidade	71
5.1.4	Relação Benefício/Custo e Tempo de Retorno.....	72
5.2	Sistema de Ar condicionado	73
5.2.1	Sistema de Climatização Atual	73
5.2.2	Sistema de Climatização Proposto	74
5.2.3	Estimativas de Redução de Consumo e Demanda	75
5.2.4	Relação Benefício/Custo e Tempo de Retorno.....	76
6	Estimativas para a População de Hospitais Públicos de Pequeno Porte no Brasil .	78
6.1	Resultados	84
7	Conclusões e Recomendações	97
	Referências Bibliográficas.....	103
	Anexo I	110
	Anexo II.....	114

Anexo III.....	119
Anexo IV.....	136
Anexo V	188
Anexo VI.....	192

Índice de Gráficos

Gráfico 1 :	: Consumo Energético do Setor Serviços no Brasil	2
Gráfico 2 :	Consumo de eletricidade por classes no Brasil	3
Gráfico 3 :	Características do sistema de climatização atual	4
Gráfico 4 :	Percentual do número de leitos por região do Brasil	12
Gráfico 5 :	Percentual do número de leitos por natureza da administração no Brasil	12
Gráfico 6 :	Percentual do número de hospitais por região do Brasil	13
Gráfico 7 :	Percentual do número de hospitais por natureza da administração .	13
Gráfico 8 :	Perfil médio de uso da eletricidade nos Prédios Públicos do Brasil...	17
Gráfico 9 :	Perfil médio de uso da eletricidade nos Hospitais Brasileiros	18
Gráfico 10 :	Características do sistema de iluminação atual.....	64
Gráfico 11 :	Características do sistema de iluminação proposto.....	64
Gráfico 12 :	Características do sistema de climatização atual	65
Gráfico 13 :	Características do sistema de climatização proposto	65

Índice de Tabelas

Tabela 1 :	Número de Leitos por natureza da administração do hospital	12
Tabela 2 :	Percentual de hospitais públicos com ar central em relação ao número total de hospitais	14
Tabela 3 :	Percentual de leitos públicos com ar central em relação ao número total de hospitais	14
Tabela 4 :	Perfil de consumo de energia elétrica por tipo de prédio – Média Brasil	15
Tabela 5 :	Enquadramento tarifário dos consumidores do grupo A	20
Tabela 6 :	Percentual de redução da carga instalada em relação ao tipo de luminária utilizada	38
Tabela 7 :	Valores médios de eficiência e vida média dos principais tipos de lâmpadas	40
Tabela 8 :	Resumo dos diagnósticos (características gerais)	60
Tabela 9 :	Resumo dos diagnósticos (características técnicas)	61
Tabela 10 :	Resumo dos diagnósticos (características dos sistemas de iluminação)	62
Tabela 11 :	Resumo dos diagnósticos (características dos sistemas de climatização)	63
Tabela 12 :	Situação atual de iluminação do HMT	67
Tabela 13 :	Sistema Proposto da iluminação do HMT – troca simples de equipamentos – proposta 1	68
Tabela 14 :	Investimento no Sistema Proposto da iluminação do HMT – troca simples de equipamentos – proposta 1 (custo total dos equipamentos)	69
Tabela 15 :	Sistema Proposto de iluminação do HMT – troca com projeto utilizando o método dos lumens – proposta 2	70

Tabela 16 :	Investimento no Sistema Proposto da iluminação do HMT – troca de equipamentos com projeto – proposta (custo total dos equipamentos)	70
Tabela 17 :	Resumo de dados de consumo e demanda de energia elétrica da iluminação do HMT	72
Tabela 18 :	valor do RBC de iluminação do HMT para troca simples – proposta 1	72
Tabela 19 :	valor do RBC de iluminação do HMT para troca com projeto – proposta 2	73
Tabela 20 :	Sistema Atual de Climatização do HMT.....	73
Tabela 21 :	Sistema proposto de Climatização do HMT – troca simples – proposta 1	74
Tabela 22 :	Investimento no Sistema Proposto de climatização do HMT – troca simples dos equipamentos – proposta 1.....	74
Tabela 23 :	Sistema proposto de Climatização do HMT - troca com projeto – proposta 2	75
Tabela 24 :	Investimento no Sistema Proposto de climatização do HMT – troca com projeto dos equipamentos – proposta 2	75
Tabela 25 :	Resumo de dados de consumo e demanda de energia elétrica da climatização do HMT	76
Tabela 26 :	Valor do RBC de climatização do HMT	76
Tabela 27 :	valor do RBC de climatização do HMT	77
Tabela 28 :	Coeficientes de Pearson em relação ao número de leitos	83
Tabela 29 :	Interpretação dos coeficientes de Pearson	83
Tabela 30 :	Estimativa dos valores populacionais por número de leitos sem correção pelo estudo de caso	86

Tabela 31 :	Estimativa dos valores populacionais sem correção pelo estudo de caso	86
Tabela 32 :	Estimativa dos valores populacionais por região sem correção pelo estudo de caso	87
Tabela 33 :	Estimativa dos valores populacionais na região Norte sem correção pelo estudo de caso	88
Tabela 34 :	Estimativa dos valores populacionais na região Sul sem correção pelo estudo de caso	88
Tabela 35 :	Estimativa dos valores populacionais na região Nordeste sem correção pelo estudo de caso	89
Tabela 36 :	Estimativa dos valores populacionais na região Sudeste sem correção pelo estudo de caso	89
Tabela 37 :	Estimativa dos valores populacionais na região Centro-Oeste sem correção pelo estudo de caso	90
Tabela 38 :	Estimativa dos valores populacionais por número de leitos com correção pelo estudo de caso	92
Tabela 39 :	Estimativa dos valores populacionais com correção pelo estudo de caso	92
Tabela 40 :	Estimativa dos valores populacionais por região com correção pelo estudo de caso	93
Tabela 41 :	Estimativa dos valores populacionais na região Norte com correção pelo estudo de caso	93
Tabela 42 :	Estimativa dos valores populacionais na região Sul com correção pelo estudo de caso	94
Tabela 43 :	Estimativa dos valores populacionais na região Nordeste com correção pelo estudo de caso	94

Tabela 44 :	Estimativa dos valores populacionais na região Sudeste com correção pelo estudo de caso	95
Tabela 45 :	Estimativa dos valores populacionais na região Centro-Oeste com correção pelo estudo de caso.....	95
Tabela 46 :	Comparativo das estimativas dos valores populacionais por leito para os casos sem e com correção pelo estudo de caso.	96
Tabela 47 :	Comparativo das estimativas dos valores populacionais para os casos sem e com correção pelo estudo de caso.....	96
Tabela 48 :	Índices de iluminação mínimo.....	116
Tabela 49 :	Distribuição de leitos do HMT	119
Tabela 50 :	Atividades do HMT	120
Tabela 51 :	Distribuição de leitos do HRT	121
Tabela 52 :	Atividades do HRT	121
Tabela 53 :	Distribuição de leito da UBSIG.....	122
Tabela 54 :	atividades da UBSIG.....	123
Tabela 55 :	Funcionamento do HCM	124
Tabela 56 :	Funcionamento do HRSB.....	125
Tabela 57 :	Funcionamento do HNSN	126
Tabela 58 :	Funcionamento da FHA	127
Tabela 59 :	Atividades da FHA	129
Tabela 60 :	Atividades do HF	130
Tabela 61 :	Distribuição de leitos da CSNSC.....	133
Tabela 62 :	Atividades do HL	134
Tabela 63 :	Atividades do HPBL	134
Tabela 64 :	Salas Especiais do HPBL.....	135
Tabela 65 :	Sistema atual de iluminação do Hospital Municipal de Tucuruí.....	136

Tabela 66 :	Sistema proposto iluminação do Hospital Municipal de Tucuruí.....	137
Tabela 67 :	Investimento no sistema proposto de iluminação do Hospital Municipal de Tucuruí.....	137
Tabela 68 :	RBC de iluminação do Hospital Municipal de Tucuruí.....	137
Tabela 69 :	Sistema atual de climatização do Hospital Municipal de Tucuruí....	138
Tabela 70 :	Sistema proposto de climatização do Hospital Municipal de Tucuruí....	138
Tabela 71 :	Investimento no sistema proposto de climatização do Hospital Municipal de Tucuruí.....	138
Tabela 72 :	RBC de climatização do Hospital Municipal de Tucuruí	139
Tabela 73 :	Sistema atual de iluminação do Hospital Regional de Tucuruí	139
Tabela 74 :	Sistema proposto de iluminação do Hospital Regional de Tucuruí .	140
Tabela 75 :	Investimento no sistema proposto de iluminação do Hospital Regional de Tucuruí	140
Tabela 76 :	RBC de iluminação do Hospital Regional de Tucuruí.....	140
Tabela 77 :	Sistema atual de climatização do Hospital Regional de Tucuruí.....	141
Tabela 78 :	Sistema proposto de climatização do Hospital Regional de Tucuruí	141
Tabela 79 :	Investimento no sistema proposto de climatização do Hospital Regional de Tucuruí	142
Tabela 80 :	RBC de climatização do Hospital Municipal de Tucuruí	142
Tabela 81 :	Sistema atual de iluminação da Unidade Básica de Saúde Dr. Inácio Gabriel	143
Tabela 82 :	Sistema proposto de iluminação da Unidade Básica de Saúde Dr. Inácio Gabriel	143
Tabela 83 :	Investimento no sistema proposto de iluminação da Unidade Básica de Saúde Dr. Inácio Gabriel	144

Tabela 84 :	RBC de iluminação da Unidade Básica de Saúde Dr. Inácio Gabriel	144
Tabela 85 :	Sistema atual de climatização da Unidade Básica de Saúde Dr. Inácio Gabriel	144
Tabela 86 :	Sistema proposto de climatização da Unidade Básica de Saúde Dr. Inácio Gabriel	145
Tabela 87 :	Investimento no sistema proposto de climatização da Unidade Básica de Saúde Dr. Inácio Gabriel	145
Tabela 88 :	RBC de climatização da Unidade Básica de Saúde Dr. Inácio Gabriel...	145
Tabela 89 :	Sistema atual de iluminação do Hospital Betina Ferro de Souza...	146
Tabela 90 :	Sistema proposto de iluminação do Hospital Betina Ferro de Souza...	146
Tabela 91 :	Investimento no sistema proposto de iluminação do Hospital Betina Ferro de Souza	147
Tabela 92 :	RBC de climatização do Hospital Betina Ferro de Souza	147
Tabela 93 :	Sistema atual de climatização do Hospital Betina Ferro de Souza..	147
Tabela 94 :	Sistema proposto de climatização do Hospital Betina Ferro de Souza..	148
Tabela 95 :	Investimento no sistema proposto de climatização do Hospital Betina Ferro de Souza	148
Tabela 96 :	RBC de climatização do Hospital Betina Ferro de Souza	148
Tabela 97 :	Sistema atual de iluminação do Hospital Coronel Mota.....	150
Tabela 98 :	Sistema proposto de iluminação do Hospital Coronel Mota.....	151
Tabela 99 :	Investimento no sistema proposto de iluminação do Hospital Coronel Mota	151
Tabela 100 :	RBC de iluminação do Hospital Coronel Mota	152

Tabela 101 :	Sistema atual de climatização do Hospital Coronel Mota	152
Tabela 102 :	Sistema proposto de climatização do Hospital Coronel Mota	153
Tabela 103 :	Investimento no sistema proposto de climatização do Hospital Coronel Mota	153
Tabela 104 :	RBC de climatização do Hospital Coronel Mota.....	154
Tabela 105 :	Sistema atual de iluminação do Hospital Rubens de Souza Bento .	155
Tabela 106 :	Sistema proposto de iluminação do Hospital Rubens de Souza Bento	156
Tabela 107 :	Investimento no sistema proposto de iluminação do Hospital Rubens de Souza Bento	156
Tabela 108 :	RBC de iluminação do Hospital Rubens de Souza Bento.....	157
Tabela 109 :	Sistema atual de climatização do Hospital Rubens de Souza Bento	157
Tabela 110 :	Sistema proposto de climatização do Hospital Rubens de Souza Bento	157
Tabela 111 :	Investimento no sistema atual de climatização do Hospital Rubens de Souza Bento	158
Tabela 112 :	RBC de climatização do Hospital Rubens de Souza Bento.....	158
Tabela 113 :	Sistema atual de iluminação do Hospital Materno Infantil Nossa Sra de Nazareth	159
Tabela 114 :	Sistema proposto de iluminação do Hospital Materno Infantil Nossa Sra de Nazareth	160
Tabela 115 :	Investimento no sistema atual de iluminação do Hospital Materno Infantil Nossa Sra de Nazareth.....	160
Tabela 116 :	RBC de iluminação do Hospital Materno Infantil Nossa Sra de Nazareth	161

Tabela 117 :	Sistema atual de climatização do Hospital Materno Infantil Nossa Sra de Nazareth	161
Tabela 118 :	Sistema proposto de climatização do Hospital Materno Infantil Nossa Sra de Nazareth	161
Tabela 119 :	Investimento no sistema proposto de climatização do Hospital Materno Infantil Nossa Sra de Nazareth.....	162
Tabela 120 :	RBC de climatização do Hospital Materno Infantil Nossa Sra de Nazareth	162
Tabela 121 :	Sistema atual de iluminação do Fundhacre	163
Tabela 122 :	Sistema proposto de iluminação da Fundhacre.....	164
Tabela 123 :	Investimento no sistema proposto de iluminação da Fundhacre....	164
Tabela 124 :	RBC de iluminação do Fundhacre	165
Tabela 125 :	Sistema atual de climatização da Fundhacre	165
Tabela 126 :	Sistema proposto de climatização da Fundhacre	165
Tabela 127 :	Investimento no sistema proposto de climatização da Fundhacre .	166
Tabela 128 :	RBC de climatização da Fundhacre.....	166
Tabela 129 :	Sistema atual de iluminação do Hospital Infantil Joana de Gusmão	167
Tabela 130 :	Sistema proposto de iluminação do Hospital Infantil Joana de Gusmão	167
Tabela 131 :	RBC do sistema proposto de iluminação do Hospital Infantil Joana de Gusmão	167
Tabela 132 :	Sistema atual de climatização do Hospital Infantil Joana de Gusmão	168
Tabela 133 :	Sistema proposto de climatização do Hospital Infantil Joana de Gusmão	168

Tabela 134 :	RBC do sistema proposto de climatização do Hospital Infantil Joana de Gusmão	168
Tabela 135 :	Aparelhos de ar condicionado do HF	169
Tabela 136 :	Sistema atual de iluminação do Hospital Fêmina.....	170
Tabela 137 :	Sistema proposto de iluminação do Hospital Fêmina.....	170
Tabela 138 :	RBC do sistema proposto de iluminação do Hospital Fêmina.....	171
Tabela 139 :	Sistema atual de climatização do Hospital Fêmina.....	171
Tabela 140 :	Sistema proposto de climatização do Hospital Fêmina.....	172
Tabela 141 :	RBC do sistema proposto de iluminação do Hospital Fêmina.....	172
Tabela 142 :	Sistema atual de iluminação do Hospital de Dourados	173
Tabela 143 :	Sistema proposto de iluminação do Hospital de Dourados	173
Tabela 144 :	Investimento no sistema proposto de iluminação do Hospital de Dourados	173
Tabela 145 :	RBC do sistema proposto de iluminação do Hospital Fêmina.....	174
Tabela 146 :	Sistema atual de iluminação do INCA.....	175
Tabela 147 :	Sistema proposto de iluminação do INCA.....	176
Tabela 148 :	Investimento no sistema proposto de iluminação do INCA.....	177
Tabela 149 :	RBC do sistema proposto de iluminação do INCA.....	177
Tabela 150 :	Sistema atual de climatização do INCA.....	178
Tabela 151 :	Sistema proposto de climatização do INCA.....	178
Tabela 152 :	Investimento no sistema proposto de climatização do INCA.....	179
Tabela 153 :	RBC do sistema proposto de iluminação do INCA.....	179
Tabela 154 :	Sistema atual de iluminação do Hospital Maricá	180
Tabela 155 :	Sistema proposto de iluminação do Hospital Maricá	180
Tabela 156 :	Investimento no sistema proposto de iluminação do Hospital Maricá	181

Tabela 157 :	RBC do sistema proposto de iluminação do Hospital Maricá	181
Tabela 158 :	Sistema atual de iluminação do Hospital Nossa Sra do Carmo.....	182
Tabela 159 :	Sistema proposto de iluminação do Hospital Nossa Sra do Carmo.	183
Tabela 160 :	Investimento no sistema proposto de iluminação do Hospital Nossa Sra do Carmo	183
Tabela 161 :	RBC do sistema proposto de iluminação do Hospital Nossa Sra do Carmo	184
Tabela 162 :	Sistema atual de iluminação do Hospital Luxemburgo	185
Tabela 163 :	Sistema proposto de iluminação do Hospital Luxemburgo.....	186
Tabela 164 :	Investimento no sistema proposto de iluminação do Hospital Luxemburgo	186
Tabela 165 :	RBC do sistema proposto de iluminação do Hospital Luxemburgo.	187

Índice de Ilustrações

Ilustração 1 :	Exemplo de luminárias normalmente utilizadas em projetos de eficiência energética.....	39
Ilustração 2 :	exemplo de lâmpadas incandescentes.....	40
Ilustração 3 :	exemplo de lâmpada halógenas	41
Ilustração 4 :	exemplo de lâmpadas fluorescentes tubulares	43
Ilustração 5 :	Exemplo de lâmpadas fluorescentes compactas	44
Ilustração 6 :	Hospital Municipal de Tucuruí.....	67
Ilustração 7 :	Exemplo de luminária do sistema atual do HMT I.....	68
Ilustração 8 :	Exemplo de luminária do sistema proposto do HMT	71
Ilustração 9 :	Tela inicial do aplicativo	194
Ilustração 10 :	Informações sobre janelas	195
Ilustração 11 :	Informações sobre Paredes	195
Ilustração 12 :	Informações sobre teto, piso e ocupação	196
Ilustração 13 :	Informações sobre os condicionadores existentes.....	196
Ilustração 14 :	Tela final com o indicativo da capacidade necessária – exemplo fictício	197

1 Introdução

Essa dissertação analisa o potencial de conservação de eletricidade em hospitais públicos de pequeno porte (com quantidade de leitos menor ou igual a 150), através de medidas de eficiência energética aplicadas sobre sistemas de iluminação e climatização.

De acordo com informações da FBH¹ (2006), a rede de hospitais pertencentes aos governos federal, estadual e municipal na maioria dos casos funciona de forma precária, havendo falta de insumos básicos, como, por exemplo, medicamentos. As informações colhidas pelo Procel EPP² (2006) indicam ainda que esse cenário se agrava ainda mais em hospitais públicos pequenos, normalmente localizados em locais mais afastados e de baixa renda. Nesses hospitais, a preocupação imediata recai sobre suas necessidades básicas: profissionais de saúde, medicamentos e instrumentos cirúrgicos. Portanto, sistemas de iluminação e climatização não estão entre as prioridades e, assim, muitas vezes é necessária ajuda externa para serem recuperados.

Mesmo dentro do perfil de hospital de pequeno porte no Brasil, existe heterogeneidade, e não é possível indicar padrão de uso para alguns tipos de características, como por exemplo, a existência ou não de leito para CTI³. No entanto, existem algumas características que seguem um padrão, tais como: existência de lavanderia, existência de usina de O₂, existência de mamógrafo e a presença de ar central, que, em hospitais de pequeno porte no Brasil, é menos freqüente (TOLMASQUIM, SZKLO, SOARES, 2003).

¹ FBH : Federação Brasileira de Hospitais.

² Procel EPP : Programa de Eficiência Energética nos Prédios Públicos.

³ CTI : Centro de tratamento intensivo.

Os hospitais (de propriedade pública ou não) são enquadrados pelo Balanço Energético Nacional dentro do setor Comercial (BEN, 2005). O gráfico abaixo mostra que o consumo do setor Serviços concentra-se na eletricidade, que corresponde a aproximadamente 80% do consumo total.

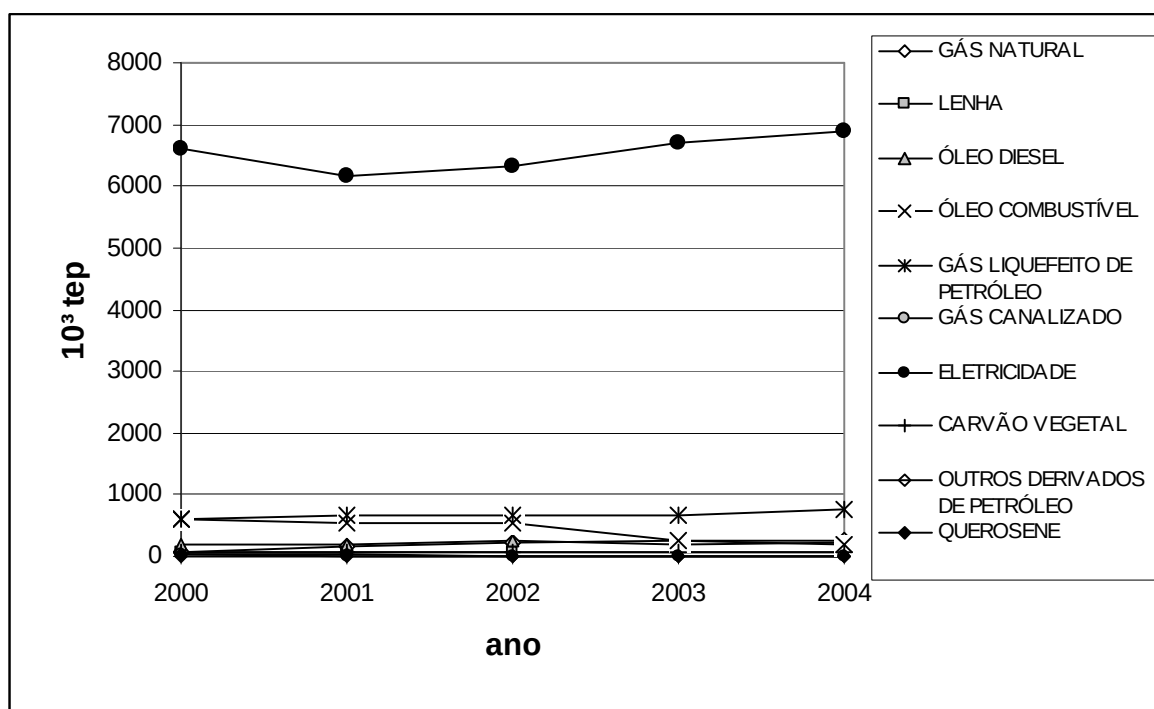


Gráfico 1 : : Consumo Energético do Setor Serviços no Brasil

Fonte: Elaboração própria a partir do BEN, 2005

O gráfico a seguir mostra, por sua vez, o consumo de eletricidade por setor, indicando a importância do setor de serviços no mercado de energia elétrica do país.

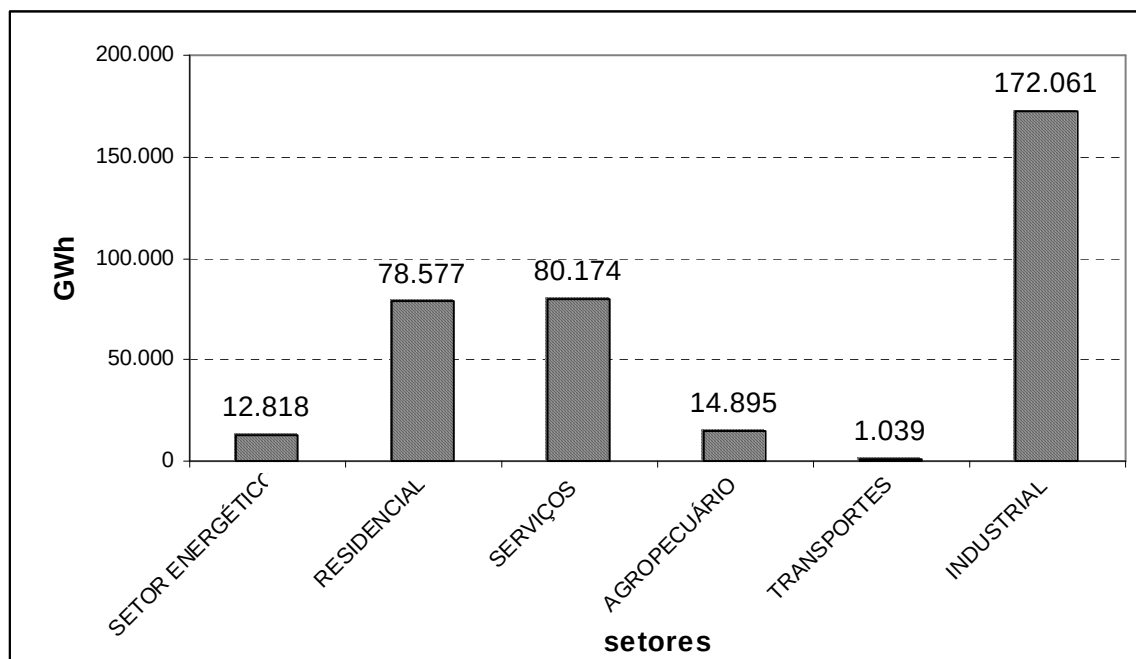


Gráfico 2 : Consumo de eletricidade por classes no Brasil

Fonte: Elaboração própria a partir do BEN, 2005

O setor Serviços possui consumo de energia elétrica que representa 22% do uso de eletricidade no Brasil (BEN, 2005)⁴. Por sua vez, o consumo de energia elétrica somente em hospitais de pequeno porte é estimado em 2.022,4 GWh/ano⁵ (TOLMASQUIM; SZKLO; SOARES, 2003), o que corresponde a 0,56% do uso de eletricidade no Brasil quando comparado aos dados do BEN (2005). Em relação à demanda, os hospitais de pequeno porte são responsáveis por 494,4 MW, o que corresponde a 0,94% da demanda do sistema elétrico interligado (ONS, 2006).

Essa demanda corresponde ao dobro da capacidade instalada de geração no estado do Maranhão, ou a 15% da capacidade instalada da região Sudeste (ANEEL,

⁴ Os dados do Balanço Energético Nacional (BEN) de 2005, referem-se ao ano de 2004.

⁵ Considerando na classificação dos autores os hospitais de pequeno porte, os com número de leitos menor que 50 e os de atendimento exclusivo ao SUS (sistema único de saúde).

2006). Enquanto o consumo corresponde ao de 1.150.000 moradias por ano⁶, ou ainda, a uma população de 4.025.000 habitantes⁷, que equivale a duas vezes o estado de Sergipe (IBGE, 2006).

Observa-se, assim, que a participação da demanda é superior a do consumo de eletricidade e que esses valores não são desprezíveis. No entanto, somente parte dessa demanda e desse consumo é referente a sistemas de iluminação e climatização em hospitais públicos de pequeno porte.

Quando se trata especificamente de hospitais públicos de pequeno porte, pode-se afirmar, de acordo com os dados da AMS (2000), que existem 2418 estabelecimentos, porém, destes, 2252 possuem somente aparelhos de ar condicionado do tipo janela e portanto fazem parte da população de hospitais estudados nessa dissertação. A distribuição por regiões pode ser observada no gráfico seguinte.

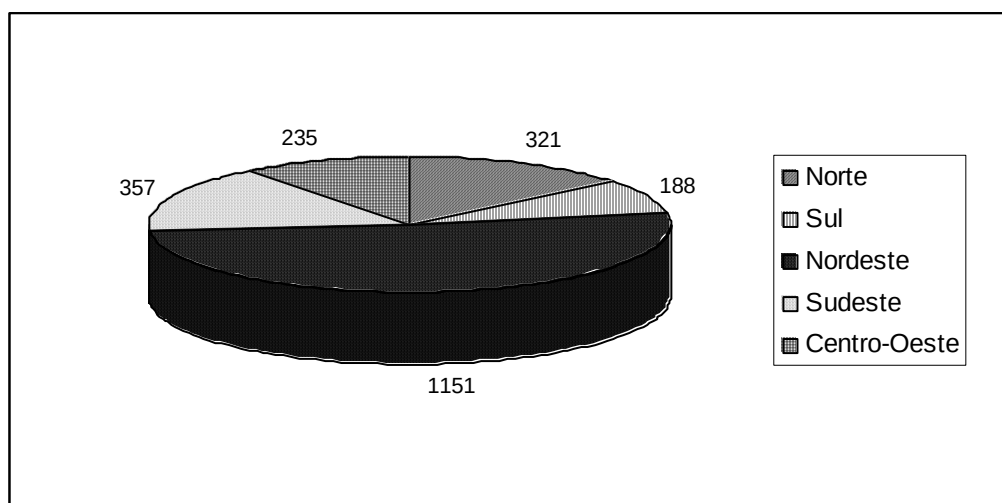


Gráfico 3 : Características do sistema de climatização atual

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos diagnósticos energéticos

⁶ Consumo médio mensal por moradia de 146 kWh/mês. Obtido dividindo-se a quantidade de moradias com acesso a energia elétrica de 44.776.740,00 (IBGE, 2006) pelo consumo do setor residencial de 78.577 GWh/ano(BEN, 2005).

⁷ Utilizando-se 3,5 habitantes por moradia. Obtido dividindo-se o tamanho da população de 168.450.492,00 habitantes menos o número de habitantes sem acesso à energia elétrica de 12.000.000,00 (PNUD, 2006) pelo número de moradias de 44.776.740,00 (IBGE, 2006).

Nessa dissertação serão analisados os sistemas de iluminação e os sistemas de ar condicionado, baseados em equipamentos do tipo janela, de hospitais públicos (federais, estaduais e municipais) com número de leitos menor ou igual a 150. Em hospitais, de forma geral, os sistemas de iluminação e climatização correspondem juntos a aproximadamente 64% do consumo de energia elétrica dos hospitais (ECOLUZ, 1998).

Todos os hospitais possuem iluminação artificial e todos os que não possuem ar central possuem algum tipo de climatização baseada em equipamentos do tipo janela e/ou “split” (TOLMASQUIM, SZKLO, SOARES, 2003).

Ademais, o endividamento dos Hospitais é da ordem de R\$220 milhões, incluindo-se todos os tipos de hospitais do Brasil (FBH, 2006). Isso reforça a importância de políticas de conservação de energia elétrica nesse tipo de estabelecimento. Pois dessa forma, obtém-se redução do consumo de eletricidade e conseqüente redução dos gastos com energia elétrica e com isso a redução da dívida.

A escolha de enfatizar os sistemas de iluminação e ar condicionado do tipo janela se baseia principalmente nos seguintes motivos:

- nos projetos de iluminação, em praticamente 100% dos casos, é possível uma redução da carga térmica, influenciando com isso o dimensionamento do ar condicionado, assim esses dois sistemas devem ser estudados preferencialmente juntos;
- normalmente consegue-se utilizar a mão-de-obra do próprio hospital para realizar as trocas das luminárias, lâmpadas, reatores e aparelhos de ar condicionado do tipo janela;
- iluminação e climatização correspondem a 64% do consumo total de energia elétrica dos hospitais (ECOLUZ, 1998);
- equipamentos de ar central muitas vezes não apresentam relação custo-benefício favoráveis (PROCEL EPP, 2006);

- os equipamentos do sistema de iluminação e climatização de hospitais públicos de pequeno porte, em geral, estão em piores condições, quando comparados aos estabelecimentos particulares (PROCEL EPP, 2006);
- uma das principais fontes financiadoras para hospitais é o Procel EPP, que somente pode atuar em hospitais públicos;
- equipamentos de ar central estão presentes somente em 13% (AMS⁸, 2000) dos hospitais do Brasil e com maior frequência em hospitais de grande porte (TOLMASQUIM, SZKLO, SOARES, 2003).

Os objetivos principais serão os de estimar para a população total de hospitais públicos com quantidade menor ou igual a 150 leitos:

- o consumo de energia elétrica;
- o potencial técnico-econômico de redução de consumo de energia elétrica, devido a ações sobre os sistemas de iluminação e ar condicionado do tipo janela;
- o custo evitado com a redução de consumo de energia elétrica, devido a ações sobre os sistemas de iluminação e ar condicionado do tipo janela;
- o potencial técnico-econômico de redução de demanda de potência elétrica, devido a ações sobre os sistemas de iluminação e ar condicionado do tipo janela;
- o custo evitado com a redução de demanda de potência elétrica, devido a ações sobre os sistemas de iluminação e ar condicionado do tipo janela;

⁸ AMS: Assistência médico sanitária. Pesquisa realizada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)

- o custo de implementação de medidas de conservação de energia elétrica, devido a ações sobre os sistemas de iluminação e ar condicionado do tipo janela;
- o tempo de retorno das medidas de eficiência energética, devido a ações sobre os sistemas de iluminação e ar condicionado do tipo janela.

Para tal, a dissertação se divide nos seguintes capítulos, além desta introdução:

- Capítulo 2 – Nesse capítulo, caracteriza-se o setor hospitalar brasileiro, a partir do número de hospitais e de leitos por regiões geográficas do Brasil e do tipo de administração (públicos, privados e filantrópicos). Também se classificam os hospitais por tipo de atendimento e fazem-se levantamentos de informações específicas para hospitais públicos de pequeno porte. Apresenta-se o perfil médio de utilização de energia elétrica em hospitais, indicando a estrutura tarifária mais comum nestes empreendimentos. Finalmente, discutem-se as principais justificativas para a realização de projetos de eficiência energética em hospitais, assim como as barreiras e as fontes de financiamento.
- Capítulo 3 – Este capítulo discute as principais tecnologias dos sistemas de iluminação e climatização presentes em hospitais públicos de pequeno porte no Brasil. Apresentam-se tanto os equipamentos atualmente em utilização como os que são utilizados quando se realiza um projeto de eficiência energética nos sistemas de iluminação e climatização com ar condicionados do tipo janela. Para os sistemas de iluminação apresentam-se as tecnologias para luminárias, lâmpadas e reatores; e, para os sistemas de climatização, apresentam-se as tecnologias para ar condicionado do tipo janela. Como um complemento desse capítulo, um anexo da dissertação inclui conceitos básicos sobre iluminação e climatização.

- Capítulo 4 – Nesse capítulo, analisam-se as principais informações dos diagnósticos energéticos disponíveis para hospitais públicos de pequeno porte no Brasil, em relação aos sistemas de iluminação e climatização, indicando-se os equipamentos normalmente presentes nos sistemas atuais e nos sistemas propostos dentro dos projetos de eficiência energética. Realiza-se, assim, o perfil dos hospitais públicos de pequeno porte pertencentes à amostra analisada.
- Capítulo 5 – Nesse capítulo apresenta-se os resultados de um estudo de caso realizado nesta dissertação. Este estudo de caso objetiva mostrar o potencial de redução de consumo e demanda de energia elétrica, quando se realizam, antes da mera troca de equipamentos menos eficientes, o projeto luminotécnico e o cálculo da carga térmica, durante um projeto de eficiência energética. Esse estudo se tornou necessário, na medida em que, ao se analisarem os diagnósticos energéticos, observou-se, que na grande maioria, foram realizadas apenas trocas de equipamentos (ou seja, trocou-se um equipamento ineficiente por outro eficiente), mas sem a preocupação de tentar reduzir a quantidade de equipamentos, e sem a verificação da adequação das condições propostas à norma brasileira.
- Capítulo 6 – Nesse capítulo apresenta-se a formulação utilizada para estimarem-se os valores de consumo, potencial de conservação de energia elétrica e o tempo médio de retorno das alternativas de conservação analisadas. Finalmente, são apresentados e analisados os resultados obtidos a partir da inferência estatística para a população total de hospitais públicos de pequeno porte no Brasil, assim como sua divisão entre os estados. Estes resultados incluem tanto a opção de apenas trocar equipamentos menos eficientes, quanto a opção adicional de incluir, na análise, o projeto

luminotécnico e o cálculo da carga térmica para ganhos suplementares de conservação de eletricidade.

- Capítulo 7 – Nesse capítulo apresentam-se as principais conclusões sobre as estimativas realizadas e fazem-se as recomendações e sugestões para novos estudos a partir desta dissertação.
- Por fim é apresentada a bibliografia, utilizada como base para o desenvolvimento dessa dissertação, e os anexos, como complemento de informações.

2 Caracterização do Setor Hospitalar Brasileiro

O setor hospitalar é um setor de cujos usos energéticos pouco se conhece. Nesse capítulo, é realizada a caracterização geral do setor hospitalar brasileiro.

2.1 Características Gerais

Os estabelecimentos de saúde podem ser divididos em clínicas, postos de saúde, prontos socorros, ambulatórios e hospitais.

O hospital é um tipo específico de estabelecimento de saúde, diferenciado dos demais pela possibilidade de oferecer leitos para internação de pacientes. Segundo a AMS (2002), 11% de todos os estabelecimentos de saúde são hospitais.

O sistema de serviços de saúde brasileiro é formado por uma rede que inclui estabelecimentos públicos e privados. O segmento público engloba os três níveis de governo, que no federal são o Ministério da Saúde (gestor nacional do SUS), os hospitais universitários do Ministério da Educação e os serviços próprios das Forças Armadas, já os níveis estadual e municipal compreendem a rede de estabelecimentos próprios das respectivas instâncias. A cobertura dos serviços públicos de saúde, complementada por serviços prestados pelos serviços privados contratados pelo governo sob a responsabilidade do SUS, chega a 75% da população (AMS, 2002). O segmento exclusivamente privado compreende os serviços lucrativos pagos diretamente pelas pessoas e as instituições provedoras de planos e seguros privados.

O último levantamento nacional sobre a capacidade instalada no setor de saúde brasileiro, realizado em 2002 pelo IBGE (AMS), registra a existência de 65.343 estabelecimentos de saúde, dos quais 46.428(71%), são sem internação, destes 35.086(75%) são públicos; dos 7.397(11%) que possuem internação, 2588(35%) são públicos; já os outros 11.518(18%) são de diagnose e terapia.

Do ponto de vista clínico ou de sua complexidade (tipo de atendimento que presta), o hospital pode ser (ECOLUZ,1998):

- **Hospital Geral:** destina-se a prestar assistência sanitária a doentes, nas quatro especialidades básicas de clínica: médica, cirúrgica, gineco-obstétrica e pediátrica. Sua ação pode limitar-se a um grupo etário (hospital infantil, por exemplo), a uma determinada camada da população (hospital militar, previdenciário) ou, ainda, a uma finalidade específica (hospital de ensino, isto é, que desenvolve atividades, de capacitação de recursos humanos).
- **Hospital Local:** atende à população de uma determinada área geográfica.
- **Hospital de Base:** é destinado a constituir-se em centro de coordenação e integração do serviço médico-hospitalar de uma área, devendo estar capacitado a prestar assistência especializada mais diferenciada a pacientes encaminhados de hospitais distritais, além da assistência médico-cirúrgica própria de hospital local.
- **Hospital Distrital:** além de prestar assistência médico-cirúrgica própria de hospital local a uma população determinada, presta serviços mais especializados a pacientes encaminhados, de sua e de outras localidades, enviando pacientes necessitados de assistência mais complexa a um hospital de base.

De acordo com o Datasus (2006) segue abaixo a distribuição dos hospitais por regiões e por natureza.

De acordo com a AMS (2002) o número de leitos total é de aproximadamente 441.591 e o número de hospitais é de 7.397.

Verifica-se, nos gráficos e tabelas seguintes, que o número de leitos concentra-se nas regiões Sudeste e Nordeste e nos Hospitais Filantrópicos e Privados.

Tabela 1 : Número de Leitos por natureza da administração do hospital

Nº de Leitos por Região e Natureza							
Região	Federal	Estadual	Municipal	Filantropico	Universitário	Privado	Outros
Região Norte	215	7619	5252	3828	906	6784	0
Região Nordeste	35	17035	24802	23981	9802	43908	119
Região Sudeste	897	32541	18092	78085	16526	40827	0
Região Sul	57	2566	4779	33685	10286	22334	0
Região Centro-Oeste	0	3610	5830	7413	3600	16177	0
Total	1204	63371	58755	146992	41120	130030	119
Total Geral	441591						

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Datasus (2006) e AMS, 2002

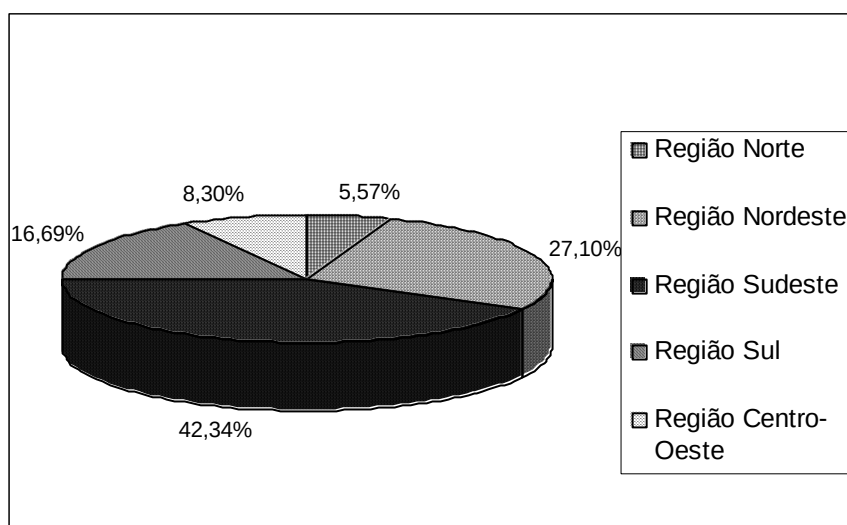


Gráfico 4 : Percentual do número de leitos por região do Brasil

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Datasus (2006) e AMS (2002)

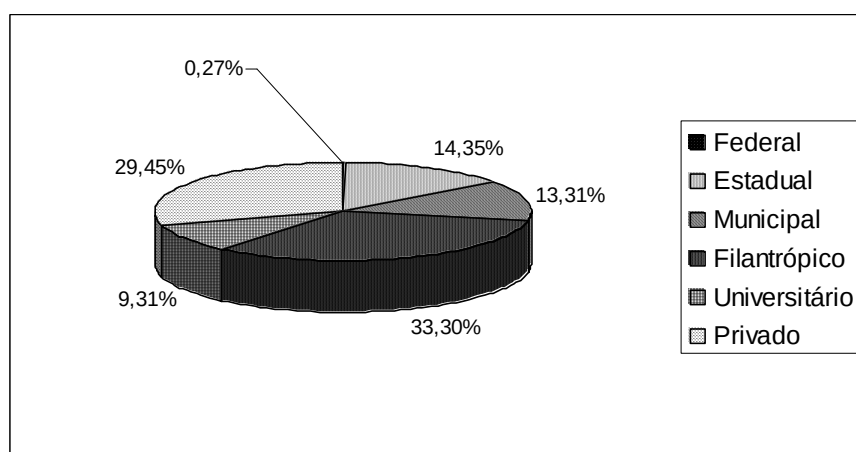


Gráfico 5 : Percentual do número de leitos por natureza da administração no Brasil

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Datasus (2006) e AMS (2002)

Seguindo o mesmo perfil do número de leitos, os hospitais também se concentram nas regiões Sudeste e Nordeste, e a maioria dos hospitais é municipal, filantrópico ou privado, correspondendo a aproximadamente 87% do número total de Hospitais. Porém, como visto anteriormente, o número de leitos concentra-se em filantrópicos e privados, indicando que o número de leitos nos Hospitais Municipais é pequeno comparado à quantidade de hospitais existentes.

Já a distribuição dos Hospitais por região e por natureza é a seguinte:

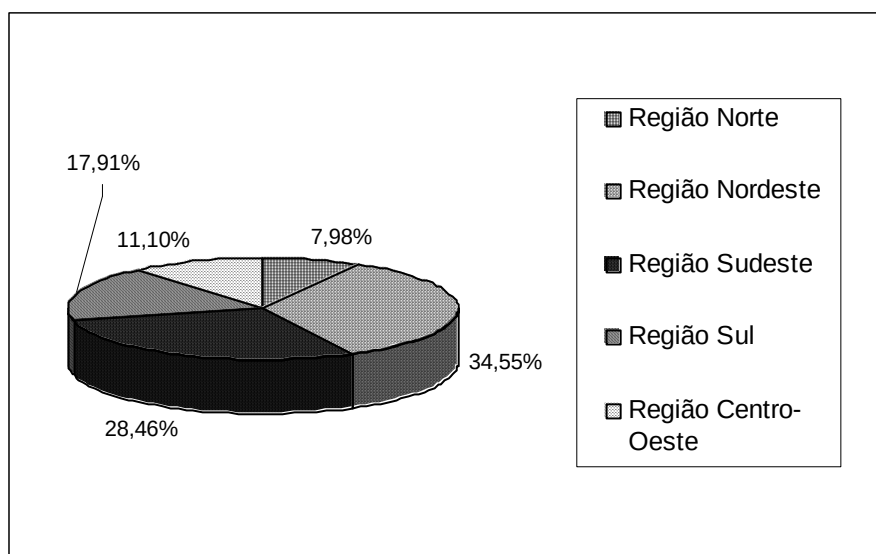


Gráfico 6 : Percentual do número de hospitais por região do Brasil
 Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Datasus (2006) e AMS (2002)

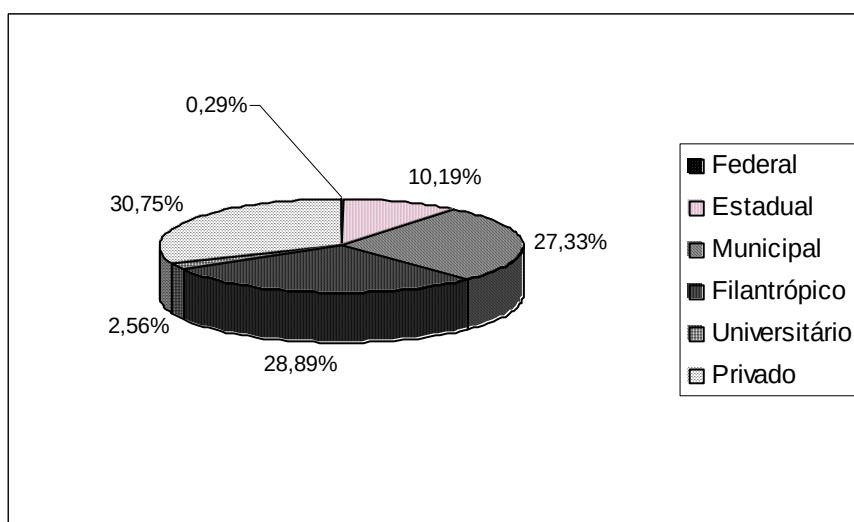


Gráfico 7 : Percentual do número de hospitais por natureza da administração
 Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Datasus 2006 - Internet

De acordo com as duas tabelas seguintes, o percentual de hospitais públicos de pequeno porte com ar central é desprezível, correspondendo a 2,13% do total de hospitais brasileiros.

Segundo a AMS (2000), do total de hospitais brasileiros, 28,85% possuem o perfil estudado nessa dissertação, totalizando 2.252 estabelecimentos.

Tabela 2 : Percentual de hospitais públicos com ar central em relação ao número total de hospitais

Região	Públicos (%)					
	P		M		G	
	c/ Ar central	s/ Ar central	c/ Ar central	s/ Ar central	c/ Ar central	s/ Ar central
Norte	0,28	4,11	0,05	0,04	0,00	0,00
Sul	0,28	2,41	0,17	0,08	0,06	0,03
Nordeste	0,60	14,75	0,17	0,32	0,12	0,03
Sudeste	0,88	4,57	0,40	0,42	0,24	0,19
Centro-Oeste	0,08	3,01	0,08	0,05	0,06	0,00
Total	2,13	28,85	0,86	0,91	0,49	0,24
Total por Porte	30,98		1,77		0,73	
Total Público			33,47			

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da AMS, 2000.

Onde: P: pequeno (número de leitos maior ou igual a 150), M: médio (número de leitos entre 150 e 300 inclusive) e G: grande (número de leitos maior que 300)

Tabela 3 : Percentual de leitos públicos com ar central em relação ao número total de hospitais

Região	Públicos (%)					
	P		M		G	
	c/ Ar central	s/ Ar central	c/ Ar central	s/ Ar central	c/ Ar central	s/ Ar central
Norte	0,33	1,92	0,14	0,16	0,00	0,00
Sul	0,30	1,39	0,54	0,24	0,63	0,31
Nordeste	0,68	7,02	0,61	1,07	0,70	0,16
Sudeste	1,21	3,12	1,39	1,42	1,81	2,05
Centro-Oeste	0,05	1,34	0,29	0,19	0,41	0,00
Total	2,59	14,79	2,97	3,08	3,55	2,52
Total por Porte	17,38		6,05		6,07	
Total Público			29,50			

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da AMS, 2000.

Onde: P: pequeno (número de leitos maior ou igual a 150), M: médio (número de leitos entre 150 e 300 inclusive) e G: grande (número de leitos maior que 300)

2.2 Perfil de Uso da Energia Elétrica

A participação do Setor de Saúde no consumo de energia elétrica no Brasil vem aumentando devido principalmente ao crescimento da quantidade de estabelecimentos, consequência do aumento populacional, além da modernização do setor, com o surgimento de novos equipamentos, o envelhecimento da população, o surgimento de novas doenças e a ressurgência ou persistência de doenças antigas (ECOLUZ, 1998).

Dentre os tipos de prédios mais comuns, podem-se destacar: escritórios, restaurantes, bancos, shoppings, indústrias e hospitais. No caso de hospitais públicos de pequeno porte, 94% deles possuem edificações específicas (AMS, 2000)

De acordo com a tabela seguinte o uso de eletricidade nos diversos tipos de prédios concentra-se nos sistemas de climatização e iluminação, correspondendo em média a 69% do total do consumo de energia elétrica.

Pode-se observar a seguir o perfil de uso da eletricidade para alguns tipos de prédios:

Tabela 4 : Perfil de consumo de energia elétrica por tipo de prédio (média Brasil)

Tipo de Prédio	Consumo (%)		
	iluminação	ar condicionado	Total
Escritórios	34	50	84
Bancos	34	52	86
Restaurante	7	20	27
Shopping	34	49	83
Prédios Públicos	24	48	72
Hospitais	20	44	64
Média	26	44	69

Fontes: Elaboração própria a partir dos dados das publicações: Eficiência energética na arquitetura – Procel Edifica, 2 004 ; Manual de eficiência energética em Prédios Públicos, Procel EPP, 2003; Ecoluz, 1998.

Comparando com prédios de outros países, como por exemplo, da Arábia Saudita, pode-se concluir que o perfil de consumo não difere tanto, pois nesse país a média de consumo de energia elétrica no setor público no sistema de ar condicionado é de 38%, enquanto no sistema de iluminação o consumo é de 20% (DINCER, HUSSAIN, ZAHARNAH, 2004 apud AHMAD et al.,1994). De acordo com a tabela anterior, o sistema de iluminação de hospitais consome justamente esse percentual, enquanto o sistema de ar condicionado consome um percentual maior que nos prédios da Arábia Saudita.

Contudo, diferente do Brasil, nesse país o setor de hospitais é um dos mais eficientes em termos energéticos (DINCER, HUSSAIN, ZAHARNAH, 2004).

O perfil de consumo de eletricidade dos hospitais refere-se a uma média geral, incluindo hospitais de todos os portes, públicos, privados e filantrópicos (ECOLUZ, 1998). Como os diagnósticos energéticos analisados nessa dissertação mostrarão⁹, os Hospitais públicos de pequeno porte possuem algumas particularidades, e o seu perfil de uso da eletricidade difere um pouco do mostrado na tabela anterior.

Os hospitais possuem característica de consumo de energia elétrica similares aos de edificações de propriedade pública. Isto pode ser observado comparando-se os dois gráficos seguintes que mostram a característica de consumo de energia elétrica de prédios públicos e de hospitais.

⁹ Ver Capítulo 4 desta dissertação.

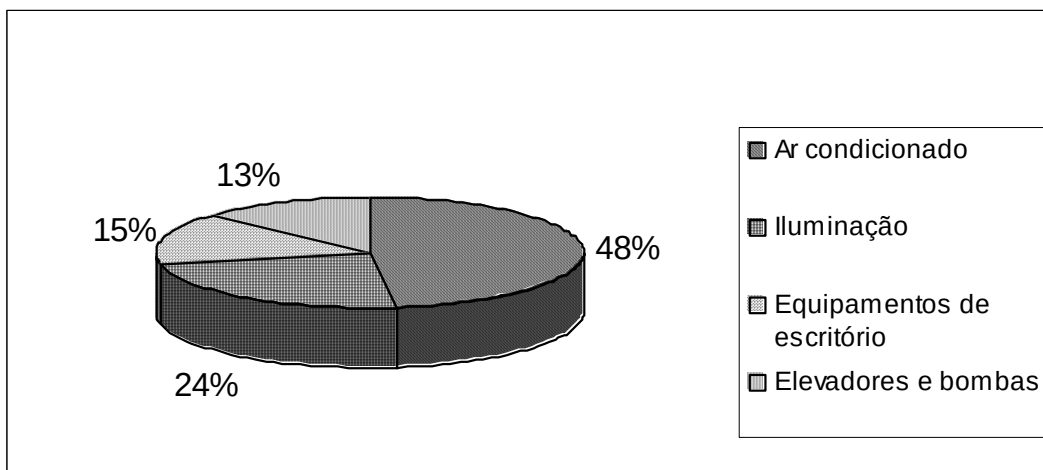


Gráfico 8 : Perfil médio de uso da eletricidade nos Prédios Públicos do Brasil
Fontes: Manual de eficiência energética em Prédios Públicos, Procel EPP, 2003

O uso de energia elétrica em prédios públicos está vinculado principalmente aos padrões tecnológicos e de eficiência energética dos diversos sistemas e equipamentos instalados; ao clima local; à atividade a que se destina; ao comportamento e ao grau de consciência dos usuários para o uso adequado e racional da energia.

A parte arquitetônica da edificação e a situação do sistema elétrico também influenciam no consumo de energia elétrica. A observação de fatores, tais como: materiais e cores das fachadas, interiores e coberturas; situação da subestação; situação dos quadros de distribuição; aproveitamento da iluminação natural; uso de ventilação natural e utilização de sistema de gerenciamento de energia; podem indicar importantes potenciais de conservação de energia elétrica.

O perfil dos hospitais, de forma geral, pode ser observado na figura seguinte:

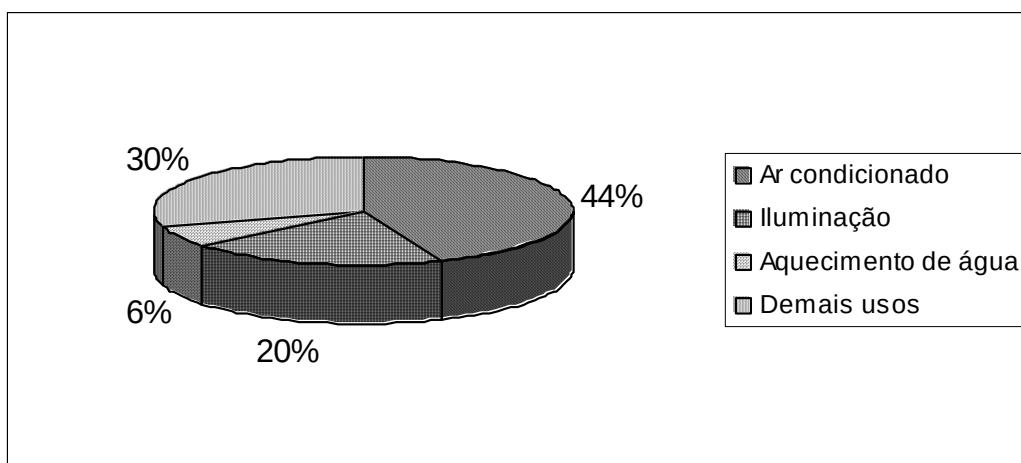


Gráfico 9 : Perfil médio de uso da eletricidade nos Hospitais Brasileiros

Fonte: Ecoluz, 1998

Analisando-se os perfis do Poder Público e dos Hospitais, nota-se que eles são semelhantes, no entanto, nenhum desses dois perfis trata especificamente dos hospitais focados nessa dissertação, e para descobrir um perfil próprio serão utilizados os diagnósticos energéticos apresentados no Capítulo 4 desta dissertação.

Sobre o perfil de uso de energia de hospitais, pode-se dizer que o padrão do uso de energia elétrica, ou seja, a quantidade total de energia elétrica utilizada por estabelecimento está bastante relacionada ao perfil do atendimento que é prestado, englobando, número de leitos, complexidade dos serviços e área construída (ECOLUZ, 1998).

O principal insumo energético utilizado no setor hospitalar, participando numa faixa de 50% (quando existe caldeira a vapor) a 100% do consumo de energia dos hospitais, é a energia elétrica, que tem aumentado sua participação no consumo total dos hospitais ao longo do tempo, indicando ter havido substituição de outras fontes de energia por eletricidade. Essas fontes são: óleo combustível, gás liquefeito de petróleo e óleo diesel (ECOLUZ, 1998).

A energia elétrica é utilizada pelo setor hospitalar principalmente nos sistemas de iluminação, ar condicionado, equipamentos médicos, bombeamento e aquecimento de água. O óleo combustível é usado, predominantemente, para a geração de vapor e de água quente. Já o GLP é utilizado basicamente para a cocção. A utilização do óleo diesel está associada à geração de emergência de energia elétrica, sendo, portanto, pouco representativa (ECOLUZ, 1998). Ou seja, esses 3 últimos insumos possuem consumo representativo, somente em hospitais de grande porte.

Observando especificamente o perfil de uso da eletricidade nos hospitais, nota-se que, de acordo com o gráfico anterior, o ar condicionado corresponde a 44% e iluminação a 20% do consumo total de energia elétrica. No entanto, analisando-se a amostra utilizada no estudo que indicou este perfil (ECOLUZ, 1998), constata-se que foi utilizada uma amostra de 10 hospitais, sendo que 7 deles, ou 70%, possuíam mais de 300 leitos (3 eram públicos, 3 eram privados e 1 era filantrópico); já dos 3 restantes que possuíam menos de 150 leitos, 2 eram particulares e 1 era público. Ou seja, este perfil, está mais adequado para hospitais de grande porte, além de não se poder afirmar se é válida para públicos ou privados, já que do total, 4 eram públicos e 6 privados (ECOLUZ, 1998). Devido à diversidade dessa amostra, ela pode ser caracterizada somente como um perfil médio de consumo de energia elétrica de hospitais. Para hospitais de pequeno porte, públicos ou não, espera-se que esse perfil seja diferente, já que nesse tipo de hospital, o consumo de ar condicionado possui participação inferior ao de grandes hospitais, enquanto a iluminação não varia muito na comparação entre hospitais de pequeno e médio porte (TOLMASQUIM; SZKLO; SOARES, 2003).

Ainda sobre o uso de energia elétrica em hospitais brasileiros, vale destacar que, na grande maioria dos hospitais analisados nos diagnósticos energéticos utilizados nessa dissertação, se constatou que o desconhecimento do seu perfil de carga gerava contratos tarifário inadequados, provocando gastos desnecessários com pagamento de multa por ultrapassagem de demanda contratada e por baixo fator de potência.

Os hospitais públicos, mesmo os de pequeno porte, são enquadrados normalmente no sistema tarifário do grupo A¹⁰, podendo ser Convencional ou Horosazonal.

De acordo com a resolução 456 da Aneel (2000), as unidades consumidoras são enquadradas da seguinte forma:

Tabela 5 : Enquadramento tarifário dos consumidores do grupo A

Demanda contratada (kW)	Tensão de Fornecimento (kV)	Tipo de Tarifa		
		Convencional	HoroSazonal Verde¹¹	HoroSazonal Azul¹²
< 300	< 69	sim	sim	sim
≥ 300	<69	não	sim	sim
≥ 300	≥69	não	não	sim

Fonte: elaboração própria a partir da Resolução 456 da Aneel, 2000.

O fator de potência é influenciado por equipamentos como motores, iluminação com lâmpadas de descarga (por exemplo, fluorescentes tubulares) e transformadores, que necessitam de energia reativa para a criação de um campo magnético necessário ao seu funcionamento. Como essa energia não produz trabalho, resulta em desperdício para o sistema. O fator de potência indica qual percentagem da potência

¹⁰ Grupo A: grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão igual ou superior a 2,3 kV, ou, ainda, atendidas em tensão inferior a 2,3 kV a partir de sistema subterrâneo de distribuição e faturadas neste Grupo nos termos definidos no art. 82, caracterizado pela estruturação tarifária binômia (Resolução 456 da ANEEL, 2000).

¹¹ Horosazonal verde: inclui uma tarifa para demanda e quatro tarifas para consumo que variam de acordo com o período do dia (ponta e fora de ponta) e do ano (úmido e seco) (Resolução 456 da ANEEL, 2000).

¹² Horosazonal azul: inclui duas tarifas para demanda (ponta e fora de ponta) e quatro tarifas para consumo que variam de acordo com o período do dia (ponta e fora de ponta) e do ano (úmido e seco) (Resolução 456 da ANEEL, 2000).

total fornecida (VA) é efetivamente utilizada como potência ativa (W). Portanto, o fator de potência é uma medida direta da eficiência na utilização da energia elétrica, razão pela qual se faz necessário manter o controle sistemático de suas variações. Quanto mais próximo de 1, menor a quantidade de reativo e com isso mais eficiente será o sistema elétrico.

A resolução 456 da Aneel (2000) estabelece que o fator de potência dos consumidores do grupo A deve ser igual ou superior a 0,92. Valores inferiores a esse resultam na cobrança do excedente de energia reativa nas contas mensais de energia elétrica.

Portanto é muito importante que os administradores tenham conhecimento do perfil de uso da eletricidade nos hospitais públicos.

2.3 Eficiência Energética

Conservar energia elétrica não é racionamento; não implica em perda de qualidade de vida, conforto, segurança e não compromete a produtividade ou desempenho da produção. Ao contrário, a conservação de energia elétrica permite continuar a oferecer os serviços necessários utilizando-se uma quantidade menor de energia elétrica (JANNUZZI, SWISHER, 1997).

Um dos agentes mais importantes no incentivo a projetos que visam à conservação de energia elétrica é o Governo Federal, que instituiu o PROCEL¹³ em 1985, que é um programa do Ministério das Minas e Energia, administrado pela Eletrobrás, e vem atuando no uso racional da energia elétrica (GELLER, 2003). No entanto, somente em 1995 foi criado um núcleo específico para prédios do poder público e mais recentemente, em 2003, implantado uma espécie de sub-núcleo chamado de Procel Hospitalar, que visa à implementação de projetos de eficiência

¹³ PROCEL: programa nacional de conservação de energia elétrica.

energética especificamente em hospitais públicos federais, estaduais e municipais. Atualmente os projetos compreendem somente equipamentos referentes aos sistemas de iluminação e climatização, mais especificamente os aparelhos de ar condicionado do tipo janela, porém estudos estão sendo realizados visando à inclusão de outros tipos de sistemas, como por exemplo: motores para bombeamento, sistemas de ar comprimido, sistemas de ar condicionado central, caldeiras e aquecimento solar (PROCEL EPP, 2006).

Desde 1993, existe o Selo Procel, que visa à etiquetagem de eletrodomésticos e produtos integrantes de sistemas de iluminação e climatização (PROCEL, 2006). Isso indiretamente já favorecia a eficiência energética em hospitais públicos, já que dava informação sobre a eficiência de lâmpadas e aparelhos de ar condicionado do tipo janela. Este tipo de procedimento é adotado em vários países do mundo, sempre com o objetivo de orientar os consumidores a comprar os produtos que consomem menos energia, e, como exemplo, pode-se citar a Malásia que vem obtendo muitos benefícios advindos da prática de utilização de etiquetas de eficiência em aparelhos de ar condicionado do tipo janela (MAHLIA, MASJUKI, CHOUDHURY, 2001).

No ano de 2006, o Procel era constituído por dois departamentos dentro da Eletrobrás, sendo um voltado para ações de etiquetagem, marketing e educação e o outro concentrando ações na implementação de projetos de eficiência energética nos usos finais da energia elétrica (Prédios Públicos, Iluminação Pública, Gestão Energética Municipal, Indústria, Edificações e Saneamento).

Em 2001, devido ao racionamento de energia elétrica, os consumidores de todo o país, inclusive os hospitais públicos, se viram obrigados a aumentar sua eficiência energética para cumprirem suas metas de redução de consumo de eletricidade. A partir desse fato, os resultados tornaram-se mais significativos, já que as metas de conservação que eram projetadas para o ano de 2015 foram alcançadas em poucos meses (em torno de 20%) (PROCEL, 2006). Pode-se dizer que o grande benefício

advindo dessa crise foi à conscientização da população que passou a perceber a necessidade de evitar o desperdício de energia elétrica.

O principal argumento para defender a conservação de energia elétrica, além da questão ambiental, é o baixo custo quando comparado à expansão do sistema, pois o que é gasto para economizar 1kWh quase sempre é menor do que o gasto para gerá-lo (JANNUZZI, SWISHER, 1997). Porém, nem sempre o custo de conservação é inferior ao de expansão, pois depende do tipo de equipamento analisado e do custo de expansão da geração. Se considerar um equipamento simples, como por exemplo uma lâmpada, provavelmente o custo de se desenvolver e produzir um equipamento mais eficiente, que consumirá menos energia elétrica produzindo efeito semelhante ou superior à antiga tecnologia, será inferior ao custo de geração, mesmo não se considerando os custos de transmissão e distribuição. No entanto, considerando-se equipamentos mais complexos, por exemplo, um motor elétrico, pode ser que conservar seja mais oneroso do que expandir o sistema de suprimento de eletricidade. Por exemplo, o estudo de GARCIA (2003) sobre a viabilidade econômica da troca imediata de motores elétricos, em uso no setor industrial, por motores de alto rendimento mostrou que somente 1/3 da amostra analisada era economicamente viável. Ou seja, cada caso deve ser analisado separadamente, ainda que, segundo JANUZZI (1997), na maioria das vezes é mais custo-efetivo conservar do que expandir o sistema elétrico.

2.3.1 Barreiras

Existem diferentes barreiras que limitam a implementação de medidas de eficiência energética em hospitais públicos brasileiros e sua importância varia de acordo com os setores, instituições e regiões, porém elas tendem a diminuir à medida que as tecnologias progridem e conquistam sua fatia de mercado (GELLER, 2003).

De modo geral, podem-se listar como principais barreiras às medidas de eficiência energética as seguintes:

2.3.1.1 Aspectos Institucionais

A conservação de energia em prédios públicos e conseqüentemente em hospitais públicos possui alguns entraves no que se refere aos recursos financeiros obtidos com a economia de energia.

De forma geral pode-se afirmar que as despesas com energia elétrica fazem parte do custeio dessas instituições, por isso a economia não se reverte para o próprio órgão; ao contrário, ele ainda tem redução no seu orçamento para o ano seguinte. Esse fato dificulta a atuação nesse tipo de instituição, pois o estabelecimento em si não terá benefícios financeiros com um projeto de conservação de energia elétrica. Certamente ocorrerão melhorias nas condições de trabalho, já que se atuando no sistema de iluminação, os níveis de iluminamento dos ambientes serão melhores e atuando no sistema de ar condicionado, a climatização também irá melhorar, mas financeiramente o hospital não terá nenhum benefício, pois este ficará com a esfera responsável pelo hospital, em suma, um projeto de conservação de energia num hospital municipal, trará benefício para a secretaria de saúde do município, que no próximo ano terá de repassar menos recursos para este hospital, podendo empregá-lo para outro fim.

Porém, para aumentar a probabilidade de êxito desse tipo de projeto, é importante contar com comprometimento dos funcionários do hospital, por isso além dos benefícios físicos, seria importante também contar com os benefícios financeiros, já que, se essa verba se revertisse para o hospital, ele poderia investir na compra de equipamentos e medicamentos, por exemplo.

No entanto atualmente a legislação vigente representada pelo artigo 55, inciso V, da Lei Federal número 8.666/93, dispõe o seguinte acerca do crédito a ser utilizado para pagamento dos fornecedores da administração pública:

“Art. 55. São cláusulas necessárias em todo contrato as que estabeleçam:

(...)

V – o crédito pelo qual correrá a despesa, com a indicação da classificação funcional programática e da categoria econômica; ”

A prática das leis orçamentárias veda, em dissertação, a compensação de valores destinados a finalidades diferentes; por exemplo, pagamento da conta de energia elétrica e pagamento dos serviços prestados por empresa terceirizada. As mesmas leis também vedam a inexistência de previsão orçamentária suficiente para cobrir determinada despesa que deve, por seu turno, possuir um certo grau de certeza, não se admitindo, em dissertação, a incerteza gerada pela economia de energia conseguida, já que esta não será igual mês a mês (NEXANT INC. et al, 2001).

Por força de lei, antes mesmo de se ter conhecimento do valor que será economizado pela administração pública, o instrumento legal a ser firmado para elaboração do projeto de conservação deveria indicar a rubrica do crédito que seria repassado ao hospital, e isso não é possível pois não se tem como determinar um valor fixo mensal neste caso.

É a Lei de Licitações que impõe a fixação prévia do crédito orçamentário pelo qual correrá a despesa. E a reforçar este mesmo argumento estão a Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF) e a Lei de Orçamentos (Lei Federal número 4.320/64) que não comportam um sistema de compensação financeira entre tipos diferentes de despesas (no caso entre despesas de custeio e de investimento).

Com efeito, a Lei Complementar número 101, de 04 de maio de 2000 (LRF), em seu art. 8º, veda o desvio da destinação de um recurso que já esteja definida na lei

orçamentária. Em outras palavras, teoricamente, os recursos provenientes da energia conservada não podem ser empregados para outros fins que não previstos no orçamento, além do fato da imprevisibilidade do valor a ser repassado ao hospital, por ocasião da elaboração do orçamento para o ano seguinte.

O maior problema observado em relação ao orçamento decorre da separação do orçamento de custeio do orçamento de investimento na contabilidade da administração pública. As despesas com energia são classificadas como despesas de custeio, enquanto que os gastos para racionalizar seu consumo poderão ser contemplados como investimento ou custeio, dependendo do caso concreto.

Para a solução dos problemas apresentados seriam necessárias modificações na legislação do setor, através, por exemplo, de decretos, visando viabilizar os recursos economizados para o hospital. No entanto esta é uma questão complexa e difícil de ser resolvida, pois se trata de uma questão política e não técnica (NEXANT INC. et al, 2001).

Além disso, muitas vezes o hospital não sabe o quanto paga pelo consumo de energia elétrica, pois quem paga esse valor são as Secretarias de Saúde que recebem diretamente a conta de energia elétrica.

2.3.1.2 *Infra-estrutura*

A barreira relacionada à infra-estrutura concentra-se na falta de prestadores de serviço com a especialização necessária para desenvolver projetos desse tipo (GELLER, 2003).

2.3.1.3 Informação e Treinamento

A desinformação é um grande empecilho para a expansão das técnicas de eficiência energética. Normalmente os responsáveis pelas unidades consumidoras confundem conservação com racionamento, não possuem informação sobre o assunto e às vezes não acreditam nas informações que recebem, duvidando dos benefícios que poderão ter e, assim, não se sensibilizam, ignorando os conceitos de conservação de energia elétrica em seus projetos. Esse tipo de atitude é ainda mais acentuado em hospitais públicos, onde a verba para aquisição de equipamentos é pouca e os funcionários responsáveis pela manutenção, aliam a falta de informação com a falta de recursos financeiros, optando na maioria das vezes por equipamentos baratos e conseqüentemente ineficientes (GELLER, 2003). De todos os hospitais que foram visitados desde 2003, no âmbito programa Procel Hospitalar, administrado pela Eletrobrás, essa situação foi constatada pelos engenheiros responsáveis pela parte técnica dos projetos em praticamente 100% dos casos (PROCEL EPP, 2006). Essa situação também foi constatada por TOLMASQUIM; SZKLO e SOARES (2003).

Uma maneira de superar esta barreira informacional, a partir da difusão dos conceitos e técnicas de eficiência energética, derivou da criação da Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE).

A criação da CICE é uma obrigação legal prevista no decreto 99.656, de 26 de outubro de 1990, que dispõe sobre a criação desta comissão nos órgãos ou entidades da Administração Federal direta e indireta, fundações, empresas públicas e sociedades de economia mista controladas direta ou indiretamente pela União que apresentem consumo anual de energia elétrica superior a 600.000 kWh.

Apesar de a obrigação ser somente para órgãos públicos, a CICE é um instrumento importante e que deveria ser implementado ao menos em todos os tipos de unidades consumidoras de grande porte.

2.3.1.4 Incentivos mal Alocados

Muitas vezes os administradores das unidades consumidoras aplicam seus recursos através de uma visão “imediatista”, contabilizando o menor custo inicial do projeto de instalação ou reforma, assim optam por comprar equipamentos mais baratos, porém menos eficientes. No aluguel de uma propriedade, por exemplo, o dono normalmente é responsável pela compra dos equipamentos, mas são os inquilinos que pagam a conta de energia. O incentivo para o proprietário é minimizar os custos imediatos, levando a compra de equipamentos ineficientes (GELLER, 2003).

2.3.1.5 Procedimento de Compra

Para se implementar um projeto de eficiência energética é necessário que durante o processo de licitação dos equipamentos, exista uma especificação técnica adequada ao tipo de produto que se quer adquirir. Muitas vezes, a falta de uma especificação correta, implica na compra de produtos de má qualidade e que não trarão os benefícios esperados. Portanto, a incapacidade dos técnicos em especificar os equipamentos torna-se um problema para implementação desse tipo de projeto. Durante o Programa Procel Hospitalar, já ocorreram alguns casos, como, por exemplo, o projeto de eficiência energética no Hospital Betina Ferro de Souza, localizado no Pará (ELETRONORTE, 2005). Nesse caso as lâmpadas fluorescentes compactas não foram especificadas corretamente, pois foi deixado em aberto o valor do fator de potência. Com isso, a empresa que venceu a licitação entregou lâmpadas com a especificação de fator de potência maior que 0,5, quando o mais adequado seria especificar o fator de potência como maior ou igual a 0,92, de acordo com resolução 456 da Aneel de 29 de novembro de 2000 (PROCEL EPP, 2005).

Com o objetivo de evitar esse tipo de situação, o Procel EPP criou em 2005 um manual para especificação de equipamentos eficientes dos sistemas de iluminação e ar condicionado do tipo janela.

2.3.1.6 Concessionárias

Na maioria dos casos as concessionárias aumentam os lucros quando vendem mais energia e reduzem quando vendem menos. Portanto, não há interesse delas em incentivar a eficiência energética. No entanto, a inadimplência, muito grande em países em desenvolvimento, pode ser utilizada como incentivo para as concessionárias, já que existem certos tipos de consumidores, às vezes públicos, que não pagam suas contas. Portanto, se incentivarem a eficiência do uso de eletricidade por parte destes consumidores, as concessionárias reduzirão seus prejuízos, disponibilizando mais eletricidade para quem pode pagar por ela.

2.3.1.7 Fornecedores de Equipamentos

Algumas indústrias tendem se opor a uma política que vise à eficiência energética. Como exemplo, podem-se citar os construtores e fabricantes de equipamentos elétricos, que tendem a se opor a padrões mínimos de eficiência energética para seus produtos, já que esses padrões fazem com que eles tenham que investir mais em pesquisa e modernização de sua linha de produção (GELLER, 2003).

2.3.1.8 Capital

Muitas vezes os consumidores não possuem recursos financeiros para adquirir produtos mais eficientes que normalmente são mais caros e, assim, acabam comprando os mais baratos durante a execução de um projeto. Isso porém, principalmente no caso dos grandes consumidores, pode ser resolvido, através da utilização de fontes de financiamento destinadas para este fim.

Para implementação de projetos de conservação de energia elétrica em hospitais públicos, existem algumas fontes de financiamento disponíveis no Brasil, conforme a seguir:

- A Eletrobrás, através do Procel, é uma das principais fontes de recursos para projetos do tipo, possuindo, como antes mencionado nessa dissertação, um núcleo denominado Procel EPP, onde se enquadram os hospitais públicos. Existem basicamente dois tipos de recursos:
 - o convênio: 75% do valor total do projeto é aportado pela Eletrobrás, sem necessidade de reembolso e os outros 25% são aportados pelo beneficiado;
 - o contrato: 75% do valor total do projeto é aportado pela Eletrobrás, com carência de até 2 anos, com no máximo 5 anos para a amortização, taxa de administração de 1,5% e taxa de juros de 5% a.a, sendo os outros 25% aportados pelo beneficiado. Essa modalidade utiliza recursos da RGR¹⁴ (PROCEL EPP, 2006).
- BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - também apóia projetos de conservação de energia em órgãos e empresas da administração pública, através do Programa BNDES Automático:

¹⁴ RGR: Reserva global de reversão, que é um fundo formado pelas concessionárias. Um percentual da RGR pode ser aplicado em projetos de eficiência energética.

- o Financiamentos de até R\$ 10 milhões (BNDES, 2006). Para valores superiores, existe uma outra linha de crédito. No entanto, projetos de conservação de energia em hospitais públicos de pequeno porte dificilmente ultrapassam R\$ 400.000,00 (PROCEL EPP, 2006).
- o A taxa de Juros é igual à soma do custo financeiro com a remuneração do BNDES e a remuneração da Instituição financeira credenciada. O custo financeiro inclui:
 - Taxa de Juros de Longo Prazo – TJLP é fixada pelo Conselho Monetário Nacional e divulgada até o último dia útil do trimestre imediatamente anterior ao de sua vigência. De Abril a junho de 2006 seu valor era de 8,5% (BNDES, 2006).
 - Cesta de Moedas - refere-se às condições financeiras para a concessão de financiamento com equivalência em dólares americanos mediante a utilização de recursos captados pelo BNDES em moeda estrangeira. Esse item não incide no caso de entidades da administração pública
 - Remuneração do BNDES - administração pública direta: 2,5% ao ano
 - Remuneração da Instituição Financeira Credenciada - negociada entre a instituição financeira credenciada e o cliente; nas operações garantidas pelo Fundo de Garantia para Promoção da Competitividade - FGPC (Fundo de Aval) até 4% a.a.
- o Prazo Total - determinado em função da capacidade de pagamento do empreendimento, da empresa ou do grupo econômico.
- o Nível de Participação - até 50% do investimento fixo financiável. Em função das características de cada operação (setor de

atividade, finalidade do crédito, controle do capital social, porte e localização do empreendimento), este percentual poderá ser acrescido de acordo com a finalidade (BNDES, 2006).

- Outra fonte de recurso importante é a concessionária de energia elétrica, pois, de acordo com a Resolução Normativa 176, de 28 de novembro de 2005 da Aneel, as concessionárias são obrigadas a aplicar 0,25% de seu faturamento em projetos de conservação de energia elétrica. Nesse caso, o hospital interessado deve procurar a concessionária local com o objetivo de incluir seu hospital nos projetos a serem encaminhados para a Aneel. Caso seja incluído, o hospital não necessitará aportar nenhum recurso financeiro, já que o projeto será pago pela concessionária.
- As ESCOs,¹⁵ que são remuneradas através da economia de energia produzida, poderiam ser outra fonte de aporte de recursos. No entanto, conforme descrito no item Aspectos Institucionais, as características atuais do poder público impedem a atuação deste tipo de empresa em hospitais públicos, já que a verba economizada com a conservação de eletricidade não fica com o hospital.

As fontes citadas podem facilitar bastante a implementação de projetos de conservação de energia elétrica em hospitais públicos, principalmente as que não requerem reembolso do valor do projeto pelos hospitais, já que esse tipo de estabelecimento possui recursos financeiros limitados, ainda mais para investimentos em equipamentos que não estejam ligados a sua atividade.

¹⁵ ESCO: Empresa de serviço de energia.

3 Tecnologias Utilizadas para Iluminação e Climatização de Hospitais Públicos de Pequeno Porte no Brasil

A seguir são apresentadas as principais características tecnológicas dos sistemas de iluminação e climatização que são utilizados em hospitais públicos de pequeno porte.

3.1 Sistemas de Ar Condicionado

O ar condicionado de conforto é definido como sendo o processo de condicionamento de ar para controle de temperatura, umidade, pureza e distribuição, com objetivo de proporcionar conforto aos ocupantes do recinto (STOECKER, JONES, 1985)

O sistema de climatização é um dos maiores consumidores de energia elétrica em um hospital, sua participação é cerca de 44% (ECOLUZ, 1998), podendo variar de acordo com o porte do hospital, ou seja, hospitais de maior porte tendem a chegar nesse valor, porém hospitais de pequeno porte tendem a possuir consumo no sistema de ar condicionado menor (TOLMASQUIM; SZKLO; SOARES, 2003).

Em geral, instalações de até 100 TR¹⁶ estão presentes em instalações de pequeno porte e utilizam condicionadores unitários do tipo janela e/ou condicionadores do tipo “split”. Enquanto instalações de maior porte utilizam sistemas mais complexos, constituídos de condicionadores tipo “self contained” (auto portante), rede de dutos

¹⁶ TR = tonelada de Refrigeração (1TR = 12.000 BTU/h, 1 BTU=0,293 Wh, 1TRh = 12000 BTU, 1TRh = 3516 Wh) (STOECKER, JONES, 1985).

para distribuição do ar, torre de resfriamento, bomba de água de condensação e respectivas tubulações (PENA, 2002).

Nessa dissertação, o foco é em hospitais públicos de pequeno porte, que normalmente utilizam equipamentos do tipo janela. De acordo com a AMS (2000), apenas 7,4% de todos os hospitais públicos de pequeno porte do Brasil possuem algum tipo de condicionamento central, que na maioria das vezes se restringe a áreas específicas, como por exemplo, o centro cirúrgico (PROCEL EPP, 2006).

Conceitos básicos sobre sistemas de climatização podem ser observados no Anexo I. A seguir são apresentadas as principais características dos equipamentos do sistema de climatização.

Os sistemas de climatização fazem transferência de energia utilizando água, ar ou fluido refrigerante. Em equipamentos de pequeno porte, como os aparelhos de janela, o ar é diretamente resfriado pelo fluido refrigerante, sendo esse processo denominado expansão direta (PENA, 2002).

Nos projetos de conservação de energia em hospitais públicos de pequeno porte, os projetos de climatização se concentram na substituição dos equipamentos do tipo janela, e algumas poucas vezes de sel-contained e split, que utilizam expansão direta de ar.

Nos equipamentos mais antigos do tipo janela, utilizavam-se compressores do tipo alternativo, onde o ar é comprimido, com um sistema parecido com um pistão de carro, por isso o nível de ruído é mais elevado, com maior desgaste das peças, conseqüente redução da vida útil e necessidade de maior consumo de energia para executar o trabalho. Nos equipamentos mais modernos utiliza-se o compressor tipo rotativo, onde os componentes exercem entre si um baixíssimo atrito para executar a função pois possuem um tipo de rolete excêntrico no lugar do pistão, proporcionando menor nível de ruído e maior eficiência energética, reduzindo consumo de energia elétrica. Um terceiro tipo de compressor, denominado parafuso, possui no lugar do rolete excêntrico, um sistema de compressão do tipo caracol com movimento excêntrico,

possuindo praticamente os mesmo benefícios técnicos do compressor tipo rotativo. Existem também os compressores do tipo palheta e centrífugos, porém ambos não são comuns em equipamentos de pequeno porte (STOECKER, JONES, 1985).

Ou seja, equipamentos dotados de compressor rotativo, rolete ou caracol, são os que consomem menos energia elétrica em sistemas de pequeno porte.

Portanto para hospitais públicos de pequeno porte, recomenda-se a utilização de equipamentos com compressores rotativos ou parafuso, que possuam selo Procel de eficiência energética.

3.1.1 Meio Ambiente

O principal problema ambiental relacionado aos equipamentos de ar condicionado é o gás refrigerante (CFC¹⁷), que contribui para a destruição da camada de ozônio, que filtra os raios ultravioletas do sol.

O Protocolo de Montreal prevê o fim da comercialização e utilização dos CFC's para 2010, nos países em desenvolvimento, porém o Brasil, que aderiu ao Protocolo em 1990, resolveu diminuir o prazo, já que uma resolução do Conama¹⁸ estabeleceu como data limite para banir as importações dos CFC's o ano de 2007. O produto não é mais produzido no Brasil desde 1999.

A mobilização do mercado se intensificou a partir de 2000 e culminou com a liberação, em 2002, de US\$ 26,7 milhões do Fundo Multilateral, entidade criada para dar assistência financeira e técnica aos países em desenvolvimento para o cumprimento das normas do Protocolo. No Brasil, essa quantia liberada é resultado do

¹⁷ CFC = cloro flúor carbonetos

¹⁸ CONAMA = Conselho Nacional do Meio Ambiente

plano apresentado ao fundo pelo PNUD¹⁹ (Revista Climatização e Refrigeração, Julho, 2004).

Os equipamentos mais modernos não utilizam mais esse tipo de gás, no entanto a maioria dos equipamentos retirados em projetos de conservação de energia possuem esse gás, e para evitar prejuízos ao meio ambiente é necessário a realização do descarte adequado por empresa especializada.

3.2 *Sistemas de Iluminação*

O sistema de iluminação representa o segundo maior consumo de energia elétrica em um hospital, sua participação é cerca de 20% (ECOLUZ, 1998), podendo variar de acordo com o porte do hospital, já que hospitais menores podem chegar a 30% do consumo total de energia elétrica (TOLMASQUIM; SZKLO; SOARES, 2003).

Existem modelos matemáticos que tentam determinar a melhor tecnologia a ser utilizada em sistemas de iluminação, objetivando o menor consumo de energia elétrica, como a apresentada por KHEMIRI e ANNABI (1996).

Existem também tecnologias de controle de iluminação que combinam a iluminação natural externa com a iluminação artificial interna. Esse tipo de controle é realizado automaticamente, através de computadores interligados a sensores que captam a iluminação de determinado ambiente, controlando a intensidade da iluminação artificial em função da disponibilidade de iluminação natural. Estudos mostram que esse tipo de controle pode gerar economia de até 45% no consumo de energia elétrica no verão e 21% no inverno (ONAYG, GULER, 2003)

Nos projetos de sistemas de iluminação podem ocorrer erros nas estimativas, e assim, há erro entre a economia de eletricidade estimada no projeto e a energia efetivamente economizada, verificada através de medições. Esse erro pode chegar a

¹⁹ PNUD = Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

30%. Um dos motivos mais importantes para essa diferença é a estimativa do número de horas de utilização do sistema de iluminação (LEE, 2000). Por isso é muito importante fazer algumas medições do número de horas de uso das lâmpadas, antes de estimar a energia elétrica conservada, já que eventuais equívocos de análise podem subestimar os benefícios do projeto e até torná-lo inviável economicamente.

Conceitos básicos sobre sistemas de iluminação podem ser observados no Anexo II.

3.2.1 Equipamentos

A seguir são apresentados os principais tipos de equipamentos utilizados em sistemas de iluminação.

3.2.1.1 Luminárias

A seguir são apresentados os principais tipos de tecnologias utilizadas em luminárias.

A diversidade de luminárias utilizadas em interiores é muito grande e muitas vezes os projetistas ficam em dúvida sobre qual modelo apresenta melhor rendimento. Além do material utilizado na sua composição, deve-se observar também a finalidade para que está sendo utilizada. Contudo, algumas conclusões já foram tiradas sobre este tema (GHISI, LAMBERTS, Entac 1998):

- em ambientes muito grandes a reflexão nas paredes é desprezível;
- as luminárias com refletor de alumínio sem aletas representam a melhor solução para redução de carga instalada, seguida pela luminária com refletor de alumínio com aletas brancas. Porém para locais onde se necessita de controle de ofuscamento sugere-se a segunda opção;

- luminárias com difusor são as que exigem maior carga instalada podendo ser 55,3% superior às luminárias com refletor de alumínio sem aletas.

Segue tabela com a redução percentual média da potência instalada em iluminação em função do tipo de luminária:

Tabela 6 : Percentual de redução da carga instalada em relação ao tipo de luminária utilizada

TIPO DE LUMINÁRIA	REDUÇÃO NA CARGA INSTALADA
Refletor branco com difusor	0,0
Refletor branco sem aletas	15,2
Refletor e aletas em alumínio	18,9
Refletor e aletas brancos	19,0
Refletor de alumínio e aletas	31,9
Refletor de alumínio sem aletas	34,6

Fonte: Influência das características reflexivas da luminária e da refletância das paredes na potência instalada em sistemas de iluminação (GHISI, LAMBERTS, 1998)

Utiliza-se normalmente corpo de aço para luminária. No caso do refletor, por sua vez, normalmente utiliza-se o alumínio anodizado que reduz o acumulo de poeira. Podem existir ou não aletas para complementar a reflexão do fluxo luminoso das lâmpadas.

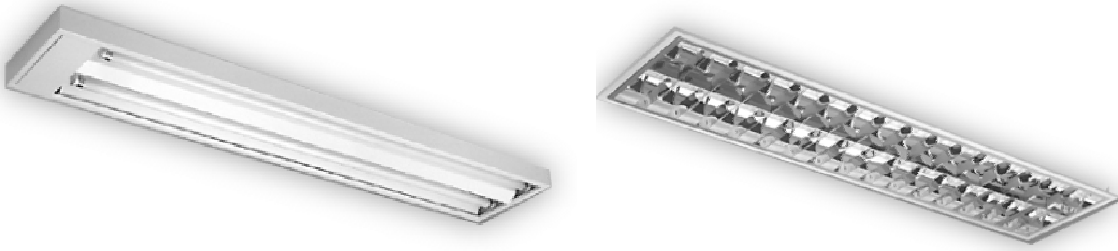


Ilustração 1 : Exemplo de luminárias normalmente utilizadas em projetos de eficiência energética

Fonte: <http://itaim.ro.8x.com.br/novo/>, 2005

3.2.1.2 Lâmpadas

A tendência do mercado de lâmpadas aponta para os produtos de alta eficiência luminosa, baixo consumo, grande durabilidade, com eletrônica integrada, automação do sistema de iluminação e, especialmente, para as lâmpadas pequenas (PROJETO DESIGN, fevereiro de 2004).

Existem três tipos de lâmpadas, cujo funcionamento é inspirado em um fenômeno natural:

- as lâmpadas da família das incandescentes, que imitam a luz solar;
- as lâmpadas de descarga, como as fluorescentes, as de mercúrio, as de sódio e as de multivapores metálicos, que imitam a descarga elétrica produzida por um relâmpago;
- o terceiro tipo abrange os leds, diodos emissores de luz, que funcionam por luminescência, imitando os vaga-lumes.

Cada tipo de lâmpada possui uma vida média e uma eficiência média que são especificadas através de testes de laboratórios e podem ser observadas na tabela seguinte:

Tabela 7 : Valores médios de eficiência e vida média dos principais tipos de lâmpadas

Tipo	Eficiência média (lúmens/W)	Vida Média (h)
Incandescente	15,0	1.000
Halógena	20,0	2.000
fluorescente Tubular	65,0	10.000
Fluorescente tubular especial	87,5	15.000
Fluorescente Compacta	65,0	9.000
Vapor de mercúrio	52,5	15.000
Mista	21,5	7.000
Vapor metálico	77,5	13.000
Vapor de sódio	100,0	21.000
LED	50,0	100.000

Fonte : Elaboração própria a partir do catálogo de fabricantes da Philips, 2004 e Revista Lumearquitectura, Novembro de 2004.

3.2.1.2.1 Lâmpadas Incandescentes



Ilustração 2 : exemplo de lâmpadas incandescentes

Fonte : <http://br.osram.info/produtos/consumo/incandes/>, 2005

A lâmpada incandescente representa a fonte de luz artificial mais difundida no mundo. Elas são constituídas de um filamento de tungstênio alojado no interior de um bulbo de vidro preenchido com gás inerte. Quando ocorre passagem da corrente elétrica pelo filamento, os elétrons se chocam com os átomos de tungstênio, liberando uma energia que se transforma em luz e calor. Com temperatura de cor na faixa de

2700K e reprodução de cor de 100%, têm atualmente sua aplicação predominantemente residencial (OSRAM, 2005).

Na prática, apenas uma pequena parcela do que consome de energia elétrica é transformado em luz visível, e o restante é transformado em calor e possui vida média de 1000 horas pelo fato de o filamento ir se tornando mais fino devido ao aquecimento, causando a depreciação do fluxo luminoso até o momento em que o filamento se rompe e a lâmpada queima (HADDAD et al, 2001) .

3.2.1.2.2 Lâmpadas Halógenas



Ilustração 3 : exemplo de lâmpada halógenas

Fonte : <http://br.osram.info/produtos/consumo/halogen/>, 2005

Seu funcionamento segue o mesmo princípio da lâmpada incandescente, da qual é considerada uma versão evoluída. A diferença está no fato de que o gás halogênio no interior do bulbo devolve ao filamento parte das partículas de tungstênio que se desprendem com o calor. Com isso, ela ganha estabilidade de fluxo luminoso e um aumento de durabilidade que varia entre 2.000 e 4.000 horas. Seu índice de reprodução de cor é 100 (OSRAM, 2005).

As lâmpadas halógenas possuem luz mais branca e brilhante, o que possibilita realçar as cores e os objetos com eficiência energética maior que as lâmpadas incandescentes comuns.

Em termos de economia, as lâmpadas halógenas oferecem mais luz com potência menor ou igual que as incandescentes comuns.

Já existem lâmpadas halógenas com proteção ultravioleta, que utiliza bulbo de quartzo dopado com substâncias que absorvem o UV. Esse filtro reduz em até 5 vezes a radiação UV emitida pela lâmpada, evitando o desbotamento das cores.

Outras possuem refletor com espelho dicróico que tem a propriedade de desviar parte do calor para trás, reduzindo em até 66% a radiação térmica emitida pela lâmpada. Além disso, o refletor "dicróico" possui camadas de óxido de titânio e óxido de silício, que o torna mais resistente, não se danificando ao longo do uso. Sua lente frontal assegura a qualidade do refletor contra poeira e umidade (OSRAM,2005).

3.2.1.2.3 Lâmpadas Fluorescentes

As lâmpadas fluorescentes são lâmpadas de descarga de vapor de mercúrio em baixa pressão. Nelas, a corrente elétrica atravessa o reator, que consome potência reativa, dando a partida da lâmpada e estabilizando a corrente, enviando-a para o interior da lâmpada, onde há um filamento recoberto por uma pasta emissiva. Quando aquecido, esse filamento provoca a movimentação dos elétrons no interior da lâmpada, que, por sua vez, provoca a vaporização do mercúrio, produzindo a emissão de raio ultravioleta. A parede interna da lâmpada é pintada com pó de fósforo, e, quando os raios UV atravessam essa pintura, eles são transformados em luz visível.

Existe no mercado a chamada lâmpada imortal que tem uma bobina eletromagnética no lugar do filamento para fazer a indução do mercúrio. A ausência do filamento assegura vida útil de aproximadamente 60 mil horas, o que equivale, na prática, há 14 anos (OSRAM, 2005).

3.2.1.2.3.1 Lâmpadas Fluorescentes Tubulares



Ilustração 4 : exemplo de lâmpadas fluorescentes tubulares

Fonte : <http://br.osram.info/produtos/consumo/fluoresc/>, 2005

Essas lâmpadas são a clássica forma para uma iluminação econômica. A alta eficiência e a longa durabilidade garantem sua aplicação nas mais diversas áreas, inclusive em hospitais públicos. As primeiras lâmpadas fluorescentes desenvolvidas apresentavam um diâmetro do tubo T12 (38 mm de diâmetro) e utilizavam em seu revestimento interno um pó fluorescente comum. O passo mais recente para otimização global dos sistemas fluorescentes é a miniaturização obtida com a linha de fluorescentes T5 (16 mm de diâmetro) e a utilização do pó trifósforo que resulta em melhor reprodução de cor. (OSRAM, 2005).

3.2.1.2.3.2 Fluorescentes Compactas



Ilustração 5 : Exemplo de lâmpadas fluorescentes compactas

Fonte : <http://br.osram.info/produtos/consumo/compact/>, 2005

As lâmpadas fluorescentes compactas foram desenvolvidas objetivando a substituição de lâmpadas incandescentes. Possuem princípio de funcionamento similar ao das fluorescentes tubulares, mas suas dimensões são bastante reduzidas.

Oferecem excelente qualidade de luz, alta eficiência energética, longa durabilidade (até 15.000 horas) e excelente distribuição de luz. Também apresentam, como vantagens, o consumo de energia elétrica até 80% menor, quando comparada à incandescente; e o índice de reprodução de cores de 85% (OSRAM, 2005).

3.2.1.2.4 LED

Os LEDs, sigla em inglês para Lighting Emmitted Diodes (Diodos Emissores de Luz), são componentes semicondutores, mesma tecnologia utilizada nos chips de computadores e nos painéis fotovoltaicos, que têm a propriedade de transformar energia elétrica em luz.

A luz gerada pelos LEDs é originada através do aquecimento destes semicondutores por uma pequena corrente elétrica, gerando uma luz bastante intensa.

Os LEDs podem ser de baixa (0,1W), média (0,2W à 0,5W) e de alta potência (acima de 0,5W). Em geral, os de baixa e média potência são utilizados para sinalização e efeitos decorativos. Os de alta potência já podem ser aplicados em iluminação geral.

Há menos de cinco anos, o led só era usado como indicador luminoso de aparelhos como rádio, TV ou computador. Com a evolução, ele deixou de ser um marcador para se transformar em emissor de luz visível, e a cada ano os módulos de led estão aumentando seu fluxo luminoso. Não possui filamentos nem descarga elétrica, trabalha em baixa tensão, normalmente 10 ou 24 volts, e consome em média 1 watt, o que proporciona extrema economia de energia. Sua vida útil é de cerca de 100 mil horas e sua eficiência pode chegar a 50 lm/W, e praticamente não emite radiações infravermelha e ultravioleta (REVISTA LUMEARQUITETURA, novembro de 2004).

3.2.1.3 Reatores

Os reatores eletromagnéticos grandes e pesados, que funcionam em 60 hertz, vêm sendo substituídos pelos modelos eletrônicos, que economizam energia e têm menor carga térmica. Os reatores eletrônicos trabalham em 35 kHz, o que evita a intermitência conhecida como cintilação e o efeito estroboscópico, ambos responsáveis pelo cansaço visual (PROJETO DESIGN, fevereiro de 2004).

Os reatores de baixa performance são aplicados normalmente para acender lâmpadas em ambientes residenciais. Os reatores de alta performance são equipados com filtros que evitam interferências no sistema elétrico e são indicados para instalações comerciais, hospitais, bancos e escolas.

Há ainda os reatores eletrônicos dimerizáveis, que permitem a dimerização de fluorescentes. Seu uso permite a integração da luz natural com a artificial - quando combinados a sensores, eles vão aumentando ou diminuindo a intensidade luminosa das lâmpadas conforme a necessidade, de modo que a luz artificial seja usada apenas como complemento à luz natural.

No Brasil, com um processo de certificação compulsória, exige-se desde 2003 que os reatores eletrônicos atendam às normas brasileiras relativas aos requisitos de

segurança e desempenho (NBR 14417 e NBR 14418), proporcionando, assim, uma garantia ao consumidor quanto aos sistemas disponíveis do mercado local (PROCEL, 2005).

3.2.2 Meio Ambiente

Apesar da economia de energia, o tratamento inadequado das lâmpadas fluorescentes substituídas em projetos de conservação de energia pode provocar aumento da dispersão do mercúrio na natureza (APLIQUIM internet, 2005).

Dependendo de sua concentração no corpo humano, o mercúrio pode ser letal. Por isso, para minimizar o volume de mercúrio descarregados no meio ambiente, a reciclagem, com a consequente recuperação do mercúrio, é considerada a melhor solução ambiental e ,a partir de 2003, está inclusa em todos os projetos de conservação de energia elétrica realizados pelo Procel EPP, que incluam substituição de lâmpadas fluorescentes (PROCEL EPP, 2006).

4 Análise da Amostra de Diagnósticos Energéticos de Hospitais de Pequeno Porte Brasileiros

A seguir são analisadas as principais características da amostra de diagnósticos energéticos de hospitais de pequeno porte no Brasil. Inicialmente apresentam-se as características dos hospitais e ao final do capítulo são apresentadas 4 planilhas que tem como objetivo resumir os dados de todos os diagnósticos e traçar um perfil dos hospitais públicos de pequeno porte no Brasil, em relação aos sistemas de iluminação e climatização. Uma das tabelas expõe as características gerais dos hospitais, outra se concentra nas características técnicas, outra resume os dados dos sistemas de iluminação, e a última resume os dados do sistema de climatização.

De acordo com as informações dos diagnósticos, que podem ser observadas com maiores detalhes nos Anexos III e IV desta dissertação, verifica-se, basicamente, que estes diagnósticos enfatizaram a troca de equipamentos:

- nos sistemas de iluminação, foram trocadas lâmpadas fluorescentes tubulares de 20W por 16W, de 40W por 32W e incandescentes por fluorescentes compactas, sendo utilizadas luminárias abertas de sobrepor e/ou embutir com refletores de alumínio anodizado sem aletas, e reatores eletrônicos.
- No sistema de ar condicionado, foram substituídos equipamentos do tipo janela com compressores do tipo alternativo, sem selo Procel, por equipamentos com compressor do tipo rotativo com selo Procel. A eficiência dos equipamentos de ar condicionado antigos foi considerada próxima de 6 BTU/h/W, enquanto a dos equipamentos novos foi em média de 10 BTU/h/W.

Ademais, nas simulações assumiu-se, em média, a perda no reator eletromagnético igual a 15W, e a perda nula no reator eletrônico. A taxa de desconto utilizada foi de 12% aa, que é a taxa utilizada usualmente nos projetos da Eletrobrás (2006).

Os diagnósticos utilizados não tiveram origem única. Portanto, a metodologia de análise dos benefícios e o tipo de tabelas de alguns hospitais são diferentes da maioria dos diagnósticos utilizados nessa dissertação. Para maiores informações sobre o cálculo da Relação Benefício Custo, consultar o Anexo V desta dissertação.

Finalmente, vale destacar mais uma vez que as informações da amostragem de diagnósticos serão utilizadas para a realização de estimativas de conservação de eletricidade de toda a população de hospitais públicos de pequeno porte no Brasil, no capítulo seguinte desta dissertação.

4.1 *Hospital Municipal de Tucuruí*

O diagnóstico desse hospital foi realizado pela Eletronorte (2005) e seu sistema de iluminação atual é constituído de luminárias de sobrepor abertas de 1x20W, 2x20W , 1x40W, 2x40W, 4x40W; lâmpadas fluorescentes tubulares de 20W e de 40W, com reatores eletromagnéticos.

O sistema de climatização desse prédio é constituído em sua maior parte de aparelhos de ar condicionado do tipo janela, possuindo também algumas unidades “splits”. O tempo de utilização desses aparelhos é de aproximadamente 10 anos, apresentando-se no final de sua vida útil. São aparelhos energeticamente ineficientes e sem o selo Procel de Eficiência Energética

4.2 *Hospital Regional de Tucuruí*

O diagnóstico desse hospital foi realizado pela Eletronorte (2005) e seu sistema de iluminação é constituído de luminárias de sobrepor abertas de 1x20W, 2x20W ,

1x40W, 2x40W, 4x40W; lâmpadas fluorescentes tubulares de 20W e de 40W, com reatores eletromagnéticos.

O sistema de climatização desse prédio é constituído em sua maior parte de aparelhos de ar condicionado do tipo janela. O tempo de utilização desses aparelhos é de aproximadamente 10 anos, apresentando-se no final de sua vida útil. São aparelhos energeticamente ineficientes.

4.3 *Unidade Básica de Saúde Dr. Inácio Gabriel*

O diagnóstico desse hospital foi realizado pela Eletronorte (2005) e seu sistema de iluminação atual é constituído de luminárias de sobrepor abertas de 2x20W , 2x40W; lâmpadas fluorescentes tubulares de 40W e de 20W, com reatores eletromagnéticos, lâmpadas incandescentes de 100W e lâmpadas de vapor misto de 250W.

O sistema de climatização desse prédio é constituído em sua maior parte de aparelhos de ar condicionado do tipo janela. O tempo de utilização desses aparelhos é de aproximadamente 10 anos. Apresentam-se no final de sua vida útil.

4.4 *Hospital Betina Ferro de Souza*

O diagnóstico desse hospital foi realizado pela Eletronorte (2004) e seu sistema de iluminação atual é constituído de luminárias de sobrepor abertas de 2x20W , 2x40W e 4x40W, lâmpadas fluorescentes tubulares de 40W e de 20W, com reatores eletromagnéticos, lâmpadas incandescentes de 100W.

O sistema de climatização desse prédio é constituído em sua maior parte de aparelhos de ar condicionado do tipo janela, alguns splits e condicionamento central de 20TR, que equivale a aproximadamente 70kW. A maioria desses aparelhos

encontra-se no final de sua vida útil e são aparelhos energeticamente ineficientes. No entanto, somente a troca dos aparelhos do tipo janela mostrou-se viável economicamente.

4.5 *Hospital Coronel Mota*

O diagnóstico desse hospital foi realizado pela Eletronorte (2005) e seu sistema de iluminação atual é constituído de luminárias de sobrepor de 1x20W, 2x20W, 1x40W, 2x40W, 3x40W e 4x40W ineficientes; lâmpadas fluorescentes tubulares de 20W e de 40W, com reatores eletromagnéticos com baixo fator de potência e lâmpadas incandescentes de 60W e 100W. Existem em alguns consultórios e na saúde mental luminárias 2x32W eficientes, num total de 16 luminárias, porém as lâmpadas utilizadas nas luminárias são de 40W tornando o conjunto lâmpada – luminária energeticamente ineficiente, por isso foi prevista no projeto a substituição dessas lâmpadas.

O sistema de climatização é constituído por aparelhos de ar condicionado do tipo janela e splits. O tempo de utilização dos aparelhos de ar tipo janela é de aproximadamente 10 anos e estão em condições bastante precárias. Os condicionadores de ar tipo splits são novos e eficientes não sendo necessária a troca dos aparelhos.

4.6 *Hospital Geral Rubens de Souza Bento*

O diagnóstico desse hospital foi realizado pela Eletronorte (2005) e seu sistema de iluminação atual é constituído de luminárias de sobrepor de 1x20W, 2x20W, 1x40W, 2x40W, 3x40W e 4x40W ineficientes; lâmpadas fluorescentes tubulares de

20W e de 40W, com reatores eletromagnéticos com baixo fator de potência e lâmpadas incandescentes de 40W, 60W e 100W.

O sistema de climatização é constituído por aparelhos de ar condicionado do tipo janela, splits e centrais de ar. O tempo de utilização dos aparelhos de ar tipo janela é de aproximadamente 10 anos e estão em condições bastante precárias, além disso, alguns aparelhos são instalados próximos ao piso e abaixo de prateleiras, o que diminui ainda mais a eficiência da refrigeração. Os condicionadores de ar tipo splits são novos e eficientes não sendo necessária a troca dos aparelhos. O projeto para o ar central não foi incluído no estudo.

4.7 *Hospital Materno Infantil Nossa Senhora de Nazareth*

O diagnóstico desse hospital foi realizado pela Eletronorte (2005) e seu sistema de iluminação atual é constituído de luminárias de sobrepor de 1x20W, 2x20W, 1x40W, 2x40W, 3x40W e 4x40W ineficientes; lâmpadas fluorescentes tubulares de 20W e de 40W, com reatores eletromagnéticos com baixo fator de potência e lâmpadas incandescentes de 60W, 100W. Existem em algumas áreas que estão sendo reformadas luminárias 2x32W eficientes, num total de 47 luminárias, porém as lâmpadas utilizadas nas luminárias são de 40W tornando o conjunto lâmpada – luminária energeticamente ineficiente, por isso será prevista no projeto a substituição dessas lâmpadas. Além disso, os novos reatores utilizados na reforma têm baixo fator de potência e serão substituídos.

O sistema de climatização é constituído por aparelhos de ar condicionado do tipo janela e splits. O tempo de utilização dos aparelhos de ar tipo janela é de aproximadamente 10 anos e o estado de conservação dos equipamentos é ruim, além de serem energeticamente ineficientes. Os condicionadores de ar tipo splits são novos e eficientes não sendo necessária a troca dos aparelhos.

4.8 *Fundação Hospital Estadual do Acre- FUNDHACRE*

O diagnóstico desse hospital foi realizado pela Eletronorte (2005) e seu sistema de iluminação atual é constituído de luminárias de sobrepor abertas e fechadas de 1x20W, 2x20W, 3x20W, 1x40W, 2x40W e 4x40W ineficientes; lâmpadas fluorescentes tubulares de 20W e de 40W, com reatores eletromagnéticos com baixo fator de potência e lâmpadas incandescentes de 60W, 100W. Existem no Hospital do Idoso, Novo Centro Cirúrgico e Unidade de Terapia Intensiva – UTI luminárias eficientes de 1x16W igual a 1 unidade, 2x16W igual a 14 unidades e 2x32W igual a 78 unidades. Porém, mesmo estas luminárias sendo eficientes, estão sendo utilizadas lâmpadas de 20W e 40W. Portanto, na planilha de custeio de iluminação, é considerada a troca destas referidas lâmpadas.

O sistema de climatização é constituído por aparelhos de ar condicionado do tipo janela, splits e centrais de ar condicionado. O tempo de utilização dos aparelhos de ar tipo janela é de aproximadamente 10 anos. Os condicionadores de ar tipo splits são novos e eficientes, não sendo necessário a troca dos aparelhos. As centrais de ar, constituída de 02 aparelhos modelos 50 B2 015 834 e 50 B2 015 839 do fabricante Springer Carrier, não foram incluídas no projeto por não ser economicamente viável.

4.9 *Hospital Infantil Joana de Gusmão*

O diagnóstico desse hospital foi realizado pela Eletrosul (2004) e seu sistema de iluminação é constituído na sua maioria de luminárias de sobrepor abertas de 2x20W , 1x40W, 2x40W, 3x40W; lâmpadas fluorescentes tubulares de 20W e de 40W, incandescentes de 60W e reatores eletromagnéticos.

O sistema de climatização desse prédio é constituído em sua maior parte de aparelhos de ar condicionado do tipo janela, sendo 102 de 18.000 BTU/h de um total

de 153. O tempo de utilização desses aparelhos é de aproximadamente 10 anos. Apresentam-se no final de sua vida útil. São aparelhos energeticamente ineficientes.

4.10 Hospital Fêmeina

O diagnóstico desse hospital foi realizado pela PUC-RS (2004) e seu sistema de iluminação é constituído na sua maioria de luminárias de sobrepor abertas de 2x20W, 1x40W, 2x40W, 3x40W; lâmpadas fluorescentes tubulares de 16, 20, 32 e 40W, fluorescentes compactas de 20W, vapor de mercúrio de 400W, halógenas de 75W, vapor metálico de 150 e 400W, incandescentes de 15, 40, 60 e 100W e reatores eletromagnéticos.

O sistema de ar condicionado é composto por diversos modelos de equipamentos. O hospital possui 87 aparelhos do tipo janela que somam 172,3 TR, além de equipamentos split e de condicionamento central.

4.11 Hospital da Universidade Estadual de Dourados

O diagnóstico desse hospital foi realizado pela Eletrosul (2004) e seu sistema de iluminação era constituído de luminárias de sobrepor abertas e fechadas de 2x20W, 2x40W, 3x40W, e 4x40W ineficientes; lâmpadas fluorescentes tubulares de 20W e de 40W, com reatores eletromagnéticos com baixo fator de potência e lâmpadas incandescentes de 60W.

4.12 Inca - Hospital do Câncer II

O diagnóstico desse hospital foi realizado pelos técnicos do próprio hospital (2004) e o projeto de eficiência energética do sistema de iluminação consiste na

substituição do sistema de iluminação existente, composto de luminárias de baixa refletância com lâmpadas fluorescentes tubulares de 20W e de 40W e reatores eletromagnéticos, por um sistema novo e eficiente, composto por luminárias reflexivas com lâmpadas fluorescentes tubulares de 32W e de 16W e reatores eletrônicos, lâmpadas fluorescentes compactas nas arandelas nas enfermarias.

O projeto de eficiência energética do sistema de ar condicionado consiste da substituição dos aparelhos de ar condicionado existentes, onde a maioria se encontra no final da vida útil e inadequadamente dimensionados, por aparelhos tecnologicamente mais avançados com compressor rotativo, que apresentam maior rendimento e adequadamente dimensionados para o ambiente onde serão instalados. Existiam aparelhos de 7.500, 10.000, 12.000, 18.000, 21000, 24.000 e 30.000, sendo 65 de 18.000 BTU/h de um total de 147.

4.13 Hospital Conde Modesto Leal - Maricá

O diagnóstico desse hospital foi realizado pelos próprios técnicos da prefeitura (2004) e seu sistema de iluminação era constituído de luminárias de sobrepor abertas e fechadas de 1x20W, 2x20W, 1x40W, 2x40W, e 4x40W ineficientes; lâmpadas fluorescentes tubulares de 20 e 40W, com reatores eletromagnéticos com baixo fator de potência e lâmpadas incandescentes de 100W.

O sistema de climatização desse prédio é constituído por aparelhos de ar condicionado do tipo janela de 6.000, 7.500, 10.000, 12.000 e 18.000, sendo 38 de 10.000 BTU/h de um total de 45. O tempo de utilização desses aparelhos varia de 2 a 10 anos e apesar de não serem muitas antigos, são equipamentos ineficientes que não possuem o selo Procel de Eficiência Energética.

4.14 Casa de Saúde Nossa Senhora do Carmo

O diagnóstico desse hospital foi realizado pela Ecoluz (2000) e seu sistema de iluminação era constituído de luminárias de sobrepor abertas e fechadas de 1x20W, 2x20W, 4x20W, 1x40W, 2x40W ineficientes; lâmpadas fluorescentes tubulares de 20 e 40W, com reatores eletromagnéticos com baixo fator de potência, lâmpadas fluorescente compactas de 13W e lâmpadas incandescentes de 60W e 100W.

4.15 Hospital Luxemburgo

O diagnóstico desse hospital foi realizado pela Ecoluz (2000) e seu sistema de iluminação era constituído de luminárias de sobrepor abertas e fechadas de 1x20W, 2x20W, 2x40W, 3x40W e 4x40W ineficientes; lâmpadas fluorescentes tubulares de 20 e 40W, com reatores eletromagnéticos com baixo fator de potência, lâmpadas incandescentes de 60W.

O sistema de climatização desse prédio é constituído de 2 aparelhos de ar condicionado central de 80TR cada, que se apresenta em boas condições gerais e por isso um projeto para aumento da eficiência mostrou-se economicamente inviável, já que o tempo de retorno seria de aproximadamente 16 anos (ECOLUZ, 2000).

Para este hospital somente foi considerada atuação no sistema de iluminação.

4.16 Hospital Maternidade Professor Barros Lima

O diagnóstico desse hospital foi realizado pela Ecoluz (1998) e seu sistema de iluminação era constituído de luminárias de sobrepor abertas e fechadas; lâmpadas fluorescentes tubulares de 20 e 40W, com reatores eletromagnéticos com baixo fator de potência e algumas lâmpadas incandescentes.

O sistema de climatização desse prédio é constituído de aparelhos de ar condicionado do tipo janela de 6.000, 7.500, 10.000, 12.000, 14.000, e 18.000, sendo 16 de 10.000 BTU/h e 18 de 18.000 BTU/h de um total de 45. Não foi elaborado, no diagnóstico, estudo para troca desses aparelhos, com o argumento de tempo de retorno elevado, em torno de oito anos (ECOLUZ, 1998).

4.17 Indicadores Energéticos dos Hospitais de Pequeno Porte da Amostragem de Diagnósticos Energéticos

Das tabelas seguintes, podem-se observar várias informações relevantes.

Conforme a primeira tabela, onde constam as informações gerais dos hospitais, verifica-se que:

- como observado nos dados da AMS (2000), no capítulo 2, a presença de ar central é muito pequena, estando presente em apenas em 18 % da amostra;
- todos os hospitais possuem iluminação artificial e aparelhos de ar condicionado do tipo janela. Esse fato também foi constatado por TOLMASQUIM, SZKLO e SOARES (2003);
- nota-se que a amostra de hospitais concentra-se na região norte do Brasil, porém existem representantes de todas as regiões.

Conforme a segunda tabela, onde constam as informações técnicas dos hospitais, verifica-se que:

- os projetos de eficiência energética, nos sistemas de iluminação e climatização do tipo janela, em hospitais públicos de pequeno porte custam em média R\$ 145.000,00;

- o consumo médio de energia elétrica evitado com projetos de eficiência energética nos sistemas de iluminação e climatização corresponde a 21 % do consumo anual do hospital; enquanto o consumo desses sistemas correspondem juntos a cerca de 60% do consumo total de energia elétrica consumida;
- em todos os diagnósticos analisados os projetos foram economicamente viáveis, tanto de iluminação quanto de climatização. O valor médio do RBC para projetos no sistema de iluminação é de 1,72, enquanto para projetos de climatização o valor é de 2,29. Isso mostra que, na média, os projetos no sistema de climatização trazem mais benefícios que os projetos no sistema de iluminação. É importante ressaltar que um projeto para ser considerado viável, segundo a metodologia adotada pela ANEEL, deve possuir RBC maior que 1. Logo, mesmo o sistema de iluminação, que possui RBC inferior ao do sistema climatização, ainda assim está muito acima do mínimo aceitável. Isto indica, que em hospitais públicos de pequeno porte que ainda não passaram por projetos de eficiência energética, esse tipo de ação, de acordo com a amostra estudada, é viável em 100% dos casos;

Na terceira tabela, onde constam as informações técnicas do sistema de iluminação dos hospitais, pode-se verificar que:

- No sistema atual predominam as lâmpadas fluorescentes tubulares de 40W, com 72% do total, seguida da lâmpada fluorescente tubular de 20W, com 22 % do total. Essas lâmpadas correspondem juntas a 94% do total de lâmpadas. Os restantes 6% se dividem principalmente entre incandescentes, mistas e fluorescentes compactas;
- O tempo de utilização das lâmpadas de 20W e 40W do sistema atual de iluminação é praticamente igual, sendo de aproximadamente 6.500 horas/ano,

ou 17 horas/dia. Existem variações de utilização dentro do hospital, já que algumas áreas, como a administração, funcionam 8 horas/dia, enquanto outras, como a maternidade, funcionam 24 horas/dia;

- No sistema proposto pelos diagnósticos energéticos, o perfil permanece praticamente inalterado, comprovando a realização da troca na relação 1:1, sem cálculo luminotécnico;

Na quarta tabela, onde constam as informações técnicas do sistema de climatização dos hospitais, pode-se verificar que:

- No sistema atual predominam os aparelhos de 10.000 BTU/h, com 36 % do total, no entanto, diferente do que acontece na iluminação, a distribuição dos equipamentos em relação à potência é mais equilibrada no sistema de climatização, já que os aparelhos de 7.500 BTU/h correspondem a 20 % do total e os de 18.000 BTU/h a 18 % do total. Eles juntos correspondem a cerca de 74% do total de aparelhos de ar condicionado do tipo janela;
- O tempo de utilização do sistema atual de climatização é de aproximadamente 6.000 horas/ano, ou 16 horas/dia, para os aparelhos de 7.500.BTU/h e 10.000 BTU/h, e de 4.600 horas/ano ou 12 horas/dia para os de 18.000 BTU/hora.
- No sistema proposto, diferente do que acontece no sistema de iluminação, verifica-se que, em alguns casos, se realizou o cálculo da carga térmica. Assim, há um aumento da participação dos equipamentos de 7.500 BTU/h e redução dos equipamentos de 10.000 e 18.000 BTU/hora. Portanto, onde foi realizado o cálculo da carga térmica, verificou-se um super-dimensionamento dos equipamentos atuais. No entanto também se pode verificar que, em alguns hospitais, o número de aparelhos de 7.500 BTU/h diminuiu, indicando sub-dimensionamento dos equipamentos. Ou seja, em alguns casos, empregaram-se equipamentos mais potentes que o necessário e em outros equipamentos

menos potentes que o necessário, porém, na média global, existiam mais casos super-dimensionados do que sub-dimensionados;

Tabela 8 : Resumo dos diagnósticos (características gerais)

Região	Hospitais	Administração	Ar Central	ar janela e/ou split	Ilum.	Nº de Leitos	Área (m²)
Norte	Hospital Betina Ferro de Souza	universitário	n	s	s	94	3.778
Norte	Hospital Municipal de Tucuruí	público	n	s	s	50	2.460
Norte	Hospital Regional de Tucuruí	público	n	s	s	133	12.000
Norte	Unidade Básica de Saúde Dr. Inácio Gabriel	público	n	s	s	15	805
Norte	Hospital Coronel Mota	público	n	s	s	20	1.000
Norte	Hospital Geral Rubens de Souza Bento	público	s	s	s	139	9.033
Norte	Hospital Materno Infantil Nossa Sra. de Nazareth	público	n	s	s	125	6.000
Norte	Fundação Hospitalar do Acre - Fundhacre	público	s	s	s	140	16.472
Sul	Hospital Infantil Joana de Gusmão	público	n	s	s	138	22.000
Sul	Hospital Fêmina - Grupo Hospitalar Conceição	público	n	s	s	132	8.535
Centro-Oeste	Hospital Universitário de Dourados - UED	universitário	n	s	s	127	6.806
Sudeste	INCA - Hospital do Cancê II	público	s	s	s	83	1.700
Sudeste	Hospital Conde Modesto Leal - Maricá	público	n	s	s	74	3.302
Sudeste	Casa de Saúde Nossa Senhora do Carmo	pública	n	n	s	140	10.120
Sul	Hospital Luxemburgo	público/privado	s	n	s	119	6.065
Nordeste	Hospital Maternidade Professor Barros Lima	público	n	n	s	71	5.300
Média						99,97	7.210,93

Fone: Elaboração própria a partir dos dados dos diagnósticos energéticos,

Tabela 9 : Resumo dos diagnósticos(características técnicas)

Região	Hospitais	Consumo Total Anual antes (kWh/ano)	Consumo Médio Evitado Total ilum+ ar (MWh/ano)	Demanda Média Evitada Ilum+Ar (kW)	Valor Total do Projeto ilum + ar (R\$)	RBC AR	RBC ILUM.	RBC total
Norte	Hospital Betina Ferro de Souza	1.275.150,00	240,15	27,54	60.816,00	3,70	3,01	3,23
Norte	Hospital Municipal de Tucuruí	471.669,00	124,41	14,40	40.256,00	3,98	1,71	2,96
Norte	Hospital Regional de Tucuruí	1.779.096,00	427,16	51,34	147.981,00	4,14	1,69	2,83
Norte	Unidade Básica de Saúde Dr. Inácio	386.754,00	99,80	14,44	35.271,00	2,93	2,15	2,56
Norte	Hospital Coronel Mota	566.352,00	216,25	49,74	84.934,00	3,70	1,43	2,67
Norte	Hospital Geral Rubens de Souza Bento	1.981.800,00	290,03	46,13	139.972,00	3,85	1,22	1,78
Norte	Hospital Materno Infantil Nossa Sra. de	1.425.600,00	343,41	50,57	126.827,00	3,86	1,43	2,38
Norte	Fundação Hospitalar do Acre - Fundhacre	3.661.200,00	1240,91	149,27	227.463,00	5,68	4,86	5,21
Sul	Hospital Infantil Joana de Gusmão	3.389.097,00	483,27	192,99	423.802,45	1,92	1,19	1,52
Sul	Hospital Femina - Grupo Hospitalar Conceição	1.145.746,00	396,00	51,05	167.135,48	1,31	1,38	1,35
Centro-Oeste	Hospital Universitário de Dourados - UED	1.009.190,00	130,87	152,44	107.977,42	0,00	1,61	1,61
Sudeste	INCA - Hospital do Cancê II	1.756.896,00	642,75	109,83	500.370,00	1,55	1,17	1,45
Sudeste	Hospital Conde Modesto Leal - Maricá	410.820,00	35,55	6,28	41.002,20	0,00	1,78	1,78
Sudeste	Casa de Saúde Nossa Senhora do Carmo	1.094.968,00	116,16	21,91	54.946,10	0,00	1,24	1,24
Sul	Hospital Luxemburgo	3.358.112,00	322,21	72,85	128.795,86	0,00	1,60	1,60
Nordeste	Hospital Maternidade Professor Barros Lima	831.680,00	77,00	6,42	39.300,00	0,00	0,00	0,00
Média		1.534.008,13	324,12	63,58	145.428,09	2,29	1,72	2,13

Tabela 10 : Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos diagnósticos energéticos

Tabela 11 : Resumo dos diagnósticos (características dos sistemas de iluminação)

Região	Hospitais	Equipamentos mais frequentes							
		Lâmpadas atuais (W)				Lâmpadas propostas (W)			
		20 (%)	40 (%)	20 (horas/a no)	40 (horas/a no)	16 (%)	32 (%)	16 (horas/a no)	32 (horas/a no)
Norte	Hospital Betina Ferro de Souza	0,7	96,2	8.760,0	8.760,0	0,8	95,7	8.760,0	8.760,0
Norte	Hospital Municipal de Tucuruí	31,0	69,0	8.640,0	8.640,0	31,7	68,3	8.640,0	8.640,0
Norte	Hospital Regional de Tucuruí	16,1	83,7	8.456,4	8.307,5	16,3	83,5	8.456,4	8.303,2
Norte	Unidade Básica de Saúde Dr. Inácio	22,6	69,0	7.424,0	7.197,4	22,4	69,8	7.424,0	7.223,1
Norte	Hospital Coronel Mota	9,0	85,4	6.742,3	5.156,3	9,6	84,4	6.742,3	5.026,7
Norte	Hospital Geral Rubens de Souza Bento	38,1	59,4	7.485,9	7.318,2	38,7	58,7	7.535,7	7.422,3
Norte	Hospital Materno Infantil Nossa Sra. de Nazareth	15,0	84,4	7.655,2	7.247,2	16,2	83,2	7.555,7	7.270,0
Norte	Fundação Hospitalar do Acre - Fundhacre	15,2	64,2	7.815,2	7.815,9	17,2	59,7	7.815,2	8.851,3
Sul	Hospital Infantil Joana de Gusmão	5,5	91,7	4.494,0	4.494,0	8,7	91,7	4.494,0	4.494,0
Sul	Hospital Fêmea - Grupo Hospitalar Conceição	28,5	61,9	4.380,0	4.380,0	29,4	62,9	4.380,0	4.380,0
Centro-Oeste	Hospital Universitário de Dourados - UFD	7,3	85,3	4.380,0	4.380,0	7,5	84,9	4.380,0	4.380,0
Sudeste	INCA - Hospital do Cancê II	14,0	82,2	5.925,7	5.726,4	13,5	56,6	5.945,9	5.759,8
Sudeste	Hospital Conde Modesto Leal - Maricá	40,4	52,8	7.006,0	8.165,3	37,9	59,0	7.012,0	8.236,4
Sudeste	Casa de Saúde Nossa Senhora do Carmo	70,0	20,3	5.454,2	5.467,5	69,3	20,8	5.574,3	5.467,5
Sul	Hospital Luxemburgo	16,1	75,4	2.782,6	5.497,7	18,6	71,6	2.782,6	5.467,5
Nordeste	Hospital Maternidade Professor Barros Lima	somente possui informação resumida							
	Média	22,0	72,1	6.493,4	6.570,2	22,5	70,1	6.499,9	6.645,5

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos diagnósticos energéticos

Tabela 12 : Resumo dos diagnósticos (características dos sistemas de climatização)

Região	Hospitais	Equipamentos mais frequentes											
		Ar tipo janela atual (BRU/h)						Ar tipo janela proposto (BTU/h)					
		7500 (%)	10000 (%)	18000 (%)	7500 (horas/a no)	10000 (horas/a no)	18000 (horas/a no)	7500 (%)	10000 (%)	18000 (%)	7500 (horas/ano)	10000 (horas/a no)	18000 (horas/a no)
Norte	Hospital Betina Ferro de Souza	12,5	37,5	18,8	8.640,0	8.640,0	8.640,0	18,8	31,3	12,5	8.640,0	8.640,0	8.640,0
Norte	Hospital Municipal de Tucuruí	33,3	46,7	0,0	8.640,0	8.640,0	8.640,0	33,3	53,3	0,0	8.640,0	8.640,0	8.640,0
Norte	Hospital Regional de Tucuruí	15,8	60,5	0,0	8.640,0	7.926,3	0,0	15,8	60,5	5,3	8.640,0	7.926,3	8.640,0
Norte	Unidade Básica de Saúde Dr. Inácio	65,0	35,0	0,0	5.272,6	7.858,3	0,0	65,0	35,0	0,0	5.272,6	7.858,3	0,0
Norte	Hospital Coronel Mota	6,1	48,5	9,1	3.417,6	3.744,0	2.112,0	63,6	9,1	9,1	3.355,4	4.288,0	6.464,0
Norte	Hospital Geral Rubens de Souza Bento	13,3	33,3	13,3	2.112,0	2.112,0	5.376,0	46,7	33,3	13,3	3.195,4	2.112,0	8.640,0
Norte	Hospital Materno Infantil Nossa Sra. de	3,4	65,5	17,2	8.640,0	6.234,9	6.028,8	46,4	39,3	7,1	7.635,7	5.079,3	5.376,0
Norte	Fundação Hospitalar do Acre - Fundhacre	40,4	24,2	23,2	7.987,2	8.640,0	8.640,0	57,7	18,6	12,4	8.173,7	8.640,0	8.640,0
Sul	Hospital Infantil Joana de Gusmão	32,1	7,2	66,7	1.695,0	1.695,0	1.695,0	18,3	7,2	66,7	1.695,0	1.695,0	1.695,0
Sul	Hospital Fêmina - Grupo Hospitalar	3,4	8,5	3,4	2.920,0	1.460,0	2.920,0	3,4	8,5	3,4	2.920,0	1.460,0	2.920,0
Centro-Oeste	Hospital Universitário de Dourados - UED	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Sudeste	INCA - Hospital do Cancê II	3,4	28,6	44,2	7.008,0	6.674,3	7.479,7	7,7	16,0	12,2	6.205,0	7.183,2	7.146,3
Sudeste	Hospital Conde Modesto Leal - Maricá	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Sudeste	Casa de Saúde Nossa Senhora do Carmo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Sul	Hospital Luxemburgo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Nordeste	Hospital Maternidade Professor Barros Lima	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Média	20,8	36,0	17,8	5.906,6	5.784,1	4.684,7	34,2	28,4	12,9	5.852,1	5.774,7	6.072,8

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos diagnósticos energéticos

Obs: Nos hospitais sem informação, não houve projeto no sistema de climatização ou não consta detalhamento no diagnóstico..

A partir dos gráficos seguintes pode-se verificar que nesses hospitais predominam lâmpadas de 40W, e que no sistema proposto esse percentual permanece praticamente o mesmo, com a troca por lâmpadas de 32 W.

A distribuição dos equipamentos de iluminação pode ser observada a seguir.

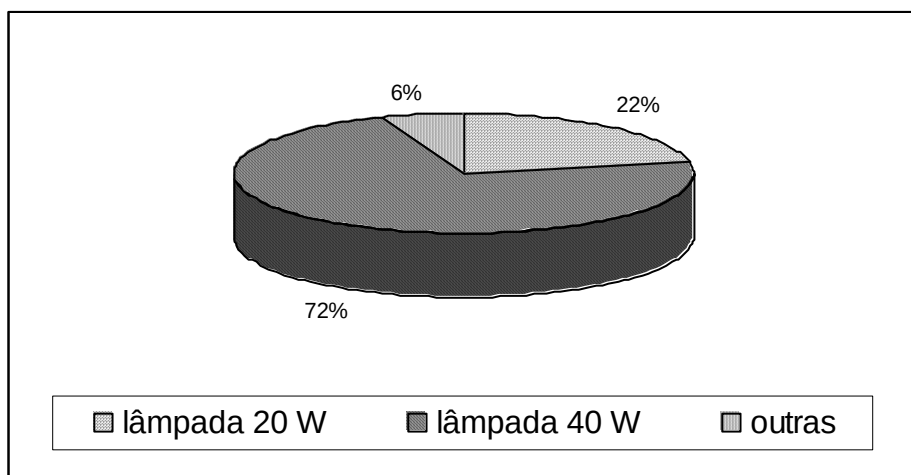


Gráfico 10 : Características do sistema de iluminação atual

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos diagnósticos energéticos

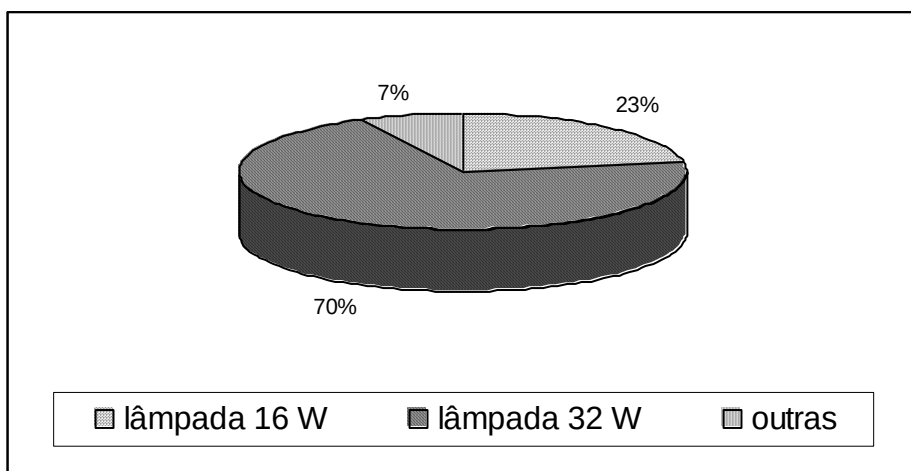


Gráfico 11 : Características do sistema de iluminação proposto

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos diagnósticos energéticos

A partir dos gráficos seguintes pode-se verificar que nesses hospitais predominam aparelhos de ar condicionado do tipo janela de 10.000 BTU/h, porém a distribuição de equipamentos é mais equilibrada do que a verificada para o sistema de iluminação. No

sistema proposto, ou seja, após o projeto de eficiência energética, o equipamento que passa a predominar é o de 7.500 BTU/h.

A distribuição dos equipamentos de climatização observa-se a seguir.

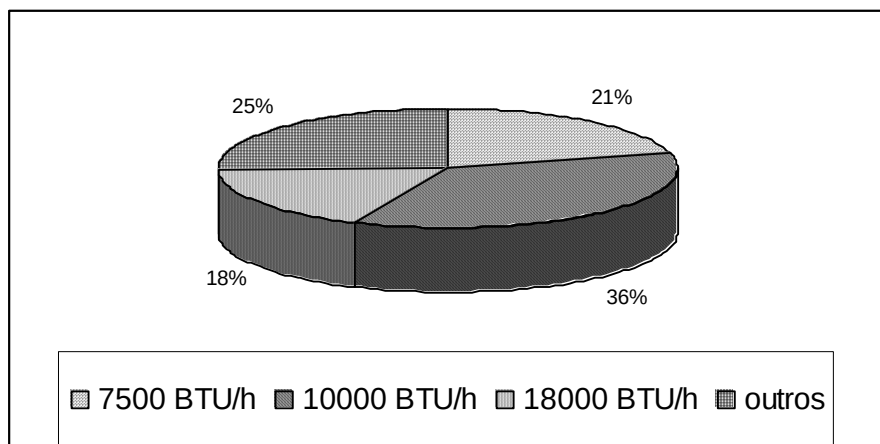


Gráfico 12 : Características do sistema de climatização atual

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos diagnósticos energéticos

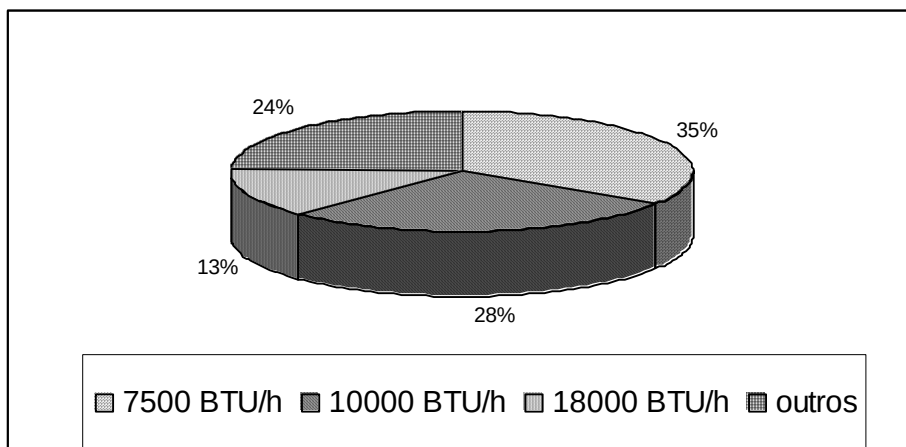


Gráfico 13 : Características do sistema de climatização proposto

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos diagnósticos energéticos

5 Estudo de caso: Hospital Municipal de Tucuruí

Para demonstrar a diferença de resultado de potencial de conservação de eletricidade, quando se realiza um projeto luminotécnico, no caso do sistema de iluminação, e um projeto para estimar a carga térmica, no caso do sistema de climatização, e quando não se realizam estes projetos (havendo apenas troca simples de equipamento), será utilizado, como exemplo, o Hospital Municipal de Tucuruí (HMT).

Observou-se a necessidade desse estudo de caso, pois durante as análises dos diagnósticos, identificou-se que, na maioria dos diagnósticos analisados, foi realizada uma troca simples de equipamentos, quando o mais indicado é realizar o cálculo luminotécnico e o de carga térmica, para obtenção de melhores resultados.

Para realização do estudo de caso utilizou-se o método dos lumens, desenvolvido em planilha Excel, para o sistema de iluminação, e um cálculo de carga térmica simplificado, através de um aplicativo desenvolvido pela Universidade Federal Fluminense (Laboratório de Energia dos Ventos) para o sistema de climatização. A metodologia utilizada nos cálculos do projeto luminotécnico e de carga térmica encontram-se no Anexo VI. Porém para a realização dos cálculos é necessária, entre outros dados, a informação sobre as dimensões do ambiente, adotou-se como referência para a realização do estudo de caso o Hospital Municipal de Tucuruí, pois seu diagnóstico possui a planta baixa do hospital.

A seguir é mostrada a fachada do hospital estudado.



Ilustração 6 : Hospital Municipal de Tucuruí

Fonte: diagnóstico energético do hospital, Eletronorte, 2005.

5.1 Sistema de Iluminação

A seguir são mostradas as características do sistema de iluminação.

5.1.1 Sistema de Iluminação Atual

Segue tabela com os dados do sistema atual:

Tabela 13 : Situação atual de iluminação do HMT

Tipo de Luminária	Horas de uso anual	Quantidade de Luminárias
1 x 40	8640	4
2 x 40	8640	144
4 x 40	8640	5
1 x 20	8640	2
2 x 20	8640	69
TOTAL GERAL		224

Fonte: diagnóstico energético do hospital, Eletronorte, 2005.

As fotos seguintes apresentam a situação atual do sistema de iluminação:



Ilustração 7 : Exemplo de luminária do sistema atual do HMT I

Fonte: diagnóstico energético do hospital, Eletronorte, 2005.

5.1.2 Sistema de Iluminação Proposto

No primeiro caso (proposta 1) realiza-se a troca simples de equipamentos, ou seja, sem projeto luminotécnico, substituindo-se as lâmpadas de 20W por 16W, as lâmpadas de 40W por 32W, os reatores eletromagnéticos por eletrônicos, e as luminárias atuais por outras com refletor de alumínio anodizado, na relação de 1:1.

Segue abaixo a tabela com os dados do sistema proposto sem o cálculo luminotécnico.

Tabela 14 : Sistema Proposto da iluminação do HMT – troca simples de equipamentos – proposta 1

Tipo de Luminária	Horas de uso anual	Quantidade de Luminárias
1 x 32	8640	4
2 x 32	8640	149
1 x 16	8640	2
2 x 16	8640	69
TOTAL GERAL		224

Fonte: diagnóstico energético do hospital, Eletronorte, 2005.

Tabela 15 : Investimento no Sistema Proposto da iluminação do HMT – troca simples de equipamentos – proposta 1 (custo total dos equipamentos)

Material	Quant.	Preço/unidade
Lâmpada de 32 W (3.000 K)	302	7,00
Lâmpada de 16 W (3.000 K)	140	7,00
Lâmpada LFC (9W)	0	15,00
Lâmpada LFC (15W)	0	15,00
Reator Duplo eletrônico (32W)	153	40,00
Reator Duplo eletrônico (16W)	71	40,00
Luminária (1x 32W)	4	40,00
Luminária (1 x 16W)	2	30,00
Luminária (2 x 32W)	149	50,00
Luminária (2 x 16W)	69	30,00
Mão-de-obra	1	2.912,00
Total:		24.706,00

Fonte: diagnóstico energético do hospital, Eletronorte, 2005.

No segundo caso (proposta 2) realiza-se um projeto luminotécnico, calculado a partir do método dos lumens. Logo, nesse caso, a troca de equipamentos não mais ocorre segundo a relação de 1:1. Pode-se aumentar o número de equipamentos, se houver baixo índice de iluminação, ou se o reduzir, se o iluminação estiver excessivo. Há ainda a possibilidade de se aumentar o índice de iluminação reduzindo-se a quantidade de equipamentos devido a maior eficiência dos equipamentos novos. Nesse estudo, concluiu-se que seria necessário aumentar o número de equipamentos no sistema de iluminação, porém não por baixo iluminação, e sim pela opção de se utilizar mais lâmpadas de 16W, nos ambientes de pequenas dimensões. Assim, apesar do aumento na quantidade de lâmpadas, houve redução da potência instalada, e o RBC foi superior quando comparado a proposta onde não se faz o cálculo luminotécnico.

A seguir é mostrada a tabela do sistema proposto com o cálculo luminotécnico.

Tabela 16 : Sistema Proposto de iluminação do HMT – troca com projeto utilizando o método dos lumens – proposta 2

Tipo Luminária	Horas de uso ano	Quantidade de Luminárias
2 x 32	8640	108
2 x 16	8640	137
TOTAL GERAL		245

Fonte: Elaboração própria

Tabela 17 : Investimento no Sistema Proposto da iluminação do HMT – troca de equipamentos com projeto – proposta (custo total dos equipamentos)

Material	Quant.	Preço/unidade
Lâmpada de 32 W (3.000 K)	216	7,00
Lâmpada de 16 W (3.000 K)	274	7,00
Lâmpada LFC (9W)	0	15,00
Lâmpada LFC (15W)	0	15,00
Reator Duplo eletrônico (32W)	108	40,00
Reator Duplo eletrônico (16W)	137	40,00
Luminária (1x 32W)	0	40,00
Luminária (1 x 16W)	0	30,00
Luminária (2 x 32W)	108	50,00
Luminária (2 x 16W)	137	30,00
Mão-de-obra	1	3.185,00
Total:		25.778,40

Fonte: Elaboração própria



Ilustração 8 : Exemplo de luminária do sistema proposto do HMT

Fonte: diagnóstico energético do hospital, Eletronorte, 2005

5.1.3 Estimativas de Redução de Consumo e Demanda de Eletricidade

Observa-se que, quando se realiza o projeto luminotécnico, obtêm-se resultados ainda melhores de redução de consumo e demanda de eletricidade, além do fato do dimensionamento correto por ambiente, já que nesse tipo de prédio as mudanças de layout são comuns.

Houve economia na ordem de 36% pelo sistema proposto 1 e de 39% pelo sistema proposto 2.

Podem existir casos onde o iluminamento dos ambientes esteja muito abaixo da norma e, nesses casos, pode ocorrer, ao invés de uma redução de consumo e demanda, um aumento. Porém, de acordo com os projetos já realizados no âmbito do Procel EPP, essas não são situações comuns e na grande maioria dos casos consegue-se uma redução de consumo, pois com o avanço tecnológico, lâmpadas com potência inferior as das atualmente instaladas conseguem produzir um fluxo luminoso maior. Assim, mesmo numa troca simples obtém-se aumento do iluminamento do ambiente.

Segue uma tabela com o resumo dos resultados obtidos para o sistema de iluminação:

Tabela 18 : Resumo de dados de consumo e demanda de energia elétrica da iluminação do HMT

Parâmetros Elétricos	Situação Atual	Situação Proposta 1 (troca simples)	Situação Proposta 2 (com projeto)	Economia na proposta 1	Economia na proposta 2
Energia (MWh/ano)	158,63	102,85	97,60	55,78	61,03
Demanda (kW)	18,36	11,9	11,3	6,46	7,06

Fonte: Elaboração própria

5.1.4 Relação Benefício/Custo e Tempo de Retorno

As tabelas seguintes indicam que apesar do custo com o projeto luminotécnico ser um pouco maior, nesse caso, cerca de 4,5% superior, o benefício é 9,5% superior, o que faz com que o RBC seja melhor. O tempo de retorno simples praticamente não se alterou.

A seguir é apresentada uma tabela com um resumo dos benefícios obtidos na proposta 1:

Tabela 19 : valor do RBC de iluminação do HMT para troca simples – proposta 1

Redução de Potência (kW)		Redução de Consumo (kWh-mês)		Benefício	Custo	RBC	1,71
6,46	35%	4.648,32	35%	8.901,68	(5.212,12)		

Fonte: diagnóstico energético do hospital, Eletronorte, 2005

Tempo de retorno simples = $5.212,12 / 8.901,68 = 0,59$ anos

A seguir é mostrada a tabela com um resumo dos benefícios obtidos na proposta

2:

Tabela 20 : valor do RBC de iluminação do HMT para troca com projeto – proposta 2

Redução de Potência (kW)		Redução de Consumo (kWh-mês)		Benefício	Custo	RBC	1,77
7,06	38%	5.086,08	38%	9.740,00	(5.493,09)		

Fonte: Elaboração própria

Tempo de retorno simples = $5.493,09 / 9.740,00 = 0,56$ anos

5.2 Sistema de Ar condicionado

Nesse sistema também foram realizadas simulações supondo a troca simples (proposta 1), e a troca com o cálculo da carga térmica (proposta 2).

5.2.1 Sistema de Climatização Atual

Segue tabela com os dados do sistema atual:

Tabela 21 : Sistema Atual de Climatização do HMT

Tipo de Ar (BTU/h)	Horas de uso ano	Quantidade de equipamentos
7000	8640	5
10000	8640	7
12500	8640	1
15000	8640	2
TOTAL GERAL		15

Fonte: diagnóstico energético do hospital, Eletronorte, 2005.

5.2.2 Sistema de Climatização Proposto

No primeiro caso (proposta 1) realiza-se a troca simples de equipamentos, ou seja, sem cálculo da carga térmica, substituindo-se os equipamentos antigos por outros de mesma capacidade, na relação de 1:1.

Segue abaixo a tabela com os dados do sistema proposto sem o cálculo da carga térmica.

Tabela 22 : Sistema proposto de Climatização do HMT – troca simples – proposta 1

Tipo de Ar (BTU/h)	Horas de uso ano	Quantidade de equipamentos
7500	8640	5
10000	8640	7
12000	8640	1
15000	8640	2
TOTAL GERAL		15

Fonte: diagnóstico energético do hospital, Eletronorte, 2005

Tabela 23 : Investimento no Sistema Proposto de climatização do HMT – troca simples dos equipamentos – proposta 1

Material	Quant.	Preço/unidade
7500 BTU/h	5	800,00
10000 BTU/h	7	1100,00
12000 BTU/h	1	1300,00
15000 BTU/h	2	1400,00
Mão-de-obra		150,00
Total:		15.953,90

Fonte: diagnóstico energético do hospital, Eletronorte, 2005.

No segundo caso (proposta 2) realiza-se o cálculo de carga térmica. Pode-se aumentar a capacidade do equipamento, ou se o reduzir. Nesse estudo chegou-se à conclusão de que seria possível reduzir a capacidade instalada, mantendo-se a quantidade de equipamentos e obtendo-se um valor de RBC superior, quando comparado a proposta onde não se faz o cálculo.

A seguir é mostrada a tabela do sistema proposto com o cálculo da carga térmica:

Tabela 24 : Sistema proposto de Climatização do HMT - troca com projeto – proposta 2

Tipo de Ar (BTU/h)	Horas de uso ano	Quantidade de equipamentos
7500	8640	5
10000	8640	8
12000	8640	2
TOTAL GERAL		15

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 25 : Investimento no Sistema Proposto de climatização do HMT – troca com projeto dos equipamentos – proposta 2

Material	Quant.	Preço
7500 BTU/h	5	800,00
10000 BTU/h	8	1100,00
12000 BTU/h	2	1300,00
Mão-de-obra		150,00
Total:		15.550,00

Fonte: Elaboração própria.

5.2.3 Estimativas de Redução de Consumo e Demanda

Na tabela seguinte observa-se que, quando se realiza um projeto ,conseguem-se resultados ainda melhores de redução de consumo e demanda de eletricidade, além do fato do dimensionamento correto por ambiente.

Houve economia na ordem de 33% pelo sistema proposto 1 e 37% pelo sistema proposto 2.

Segue a tabela com o resumo dos resultados obtidos para o sistema de climatização:

Tabela 26 : Resumo de dados de consumo e demanda de energia elétrica da climatização do HMT

Parâmetros Elétricos	Situação Atual	Situação Proposta 1 (troca simples)	Situação Proposta 2 (com projeto)	Economia na proposta 1	Economia na proposta 2
Energia (MWh/ano)	183,9	122,8	115,3	61,1	68,6
Demanda (kW)	21,3	14,2	13,3	7,1	8,0

Fonte: elaboração própria a partir do diagnóstico energético do hospital, Eletronorte, 2005

5.2.4 Relação Benefício/Custo e Tempo de Retorno

As tabelas seguintes indicam que o tempo de retorno para o sistema de ar condicionado do tipo janela é inferior ao conseguido no sistema de iluminação, e em ambos os sistemas o tempo de retorno é inferior a 1 ano. Isso ocorre com alguma frequência em hospitais públicos de pequeno porte, principalmente nos hospitais públicos de pequeno porte das regiões Norte e Nordeste, onde a situação é mais precária e esse tipo de hospital predomina (AMS, 2002).

A seguir é apresentada uma tabela com um resumo dos benefícios obtidos na proposta 1:

Tabela 27 : Valor do RBC de climatização do HMT

Redução de		Redução de		Benefício	Custo	RBC	3,45
Potência (kW)		Consumo (kWh-mês)					
7.07	33%	5.087.32	33%	9.742,37	(2.823,59)		

Fonte: diagnóstico energético do hospital, Eletronorte, 2005.

$$\text{Tempo de retorno simples} = 2.823,59 / 9.742,37 = 0,29 \text{ anos}$$

A seguir é apresentada a tabela com um resumo dos benefícios obtidos na proposta 2:

Tabela 28 : valor do RBC de climatização do HMT

Redução de		Redução de		Benefício	Custo	RBC	3,98
Potência (kW)		Consumo (kWh-mês)					
7,94	37%	5.719,09	37%				

Fonte: Elaboração própria.

$$\text{Tempo de retorno simples} = 2.752,10 / 10.952,24 = 0,25 \text{ anos}$$

Destaca-se, portanto, a importância do cálculo luminotécnico e de carga térmica em projetos de conservação de eletricidade para hospitais públicos brasileiros, pois se conseguem resultados maiores de potencial técnico-econômico de conservação de eletricidade. E, em princípio, diante de um melhor dimensionamento dos equipamentos, melhora-se a qualidade do serviço energético.

6 Estimativas para a População de Hospitais Públicos de Pequeno Porte no Brasil

Para estimar os dados populacionais será utilizada uma amostra de 16 diagnósticos energéticos, considerando-se que cada hospital, no diagnóstico, seja um representante típico. Essa amostra corresponde aos diagnósticos energéticos dos 16 hospitais antes apresentados, incluindo hospitais federais, estaduais, municipais e um filantrópico. Além desses dados, utilizaram-se também dados da Assistência Médica Sanitária (AMS 2000 e 2002) e do Datasus como base para este estudo. Como potencial técnico, considerou-se a redução de consumo e demanda de energia elétrica, resultante da atuação nos sistemas de iluminação e climatização.

As estimativas terão como base os valores médios de consumo anual de energia elétrica, potenciais de redução de consumo, tempo de retorno e investimentos necessários para implementação dos projetos. Esses dados foram obtidos a partir dos diagnósticos energéticos analisados, no capítulo anterior.

Para estimar os valores populacionais, serão utilizadas técnicas estatísticas, que se apóiam nos valores da média, desvio padrão (erro padrão) e intervalo de confiança.

Para grandes amostras ($N > 30$), a distribuição normal é a mais indicada na inferência estatística. Suas fórmulas estão a seguir:

Fórmulas:

$$\bar{X} = \sum X / N$$

$$s = \sqrt{(X - \bar{X})^2}$$

$$I = z_c * \frac{s}{\sqrt{N}} * \sqrt{\frac{Np - N}{Np - 1}}$$

Onde:

s = desvio padrão da amostra

X = valores da amostra

$\bar{X}$ = média da amostra

N = tamanho da amostra

I = intervalo de confiança

zc = coeficiente de confiança ou valor crítico

Np = tamanho da população

No entanto essa distribuição não se aplica à amostra estudada nesta dissertação. Para o caso aqui estudado, a distribuição mais apropriada é a T-Student, que é utilizada para amostras pequenas ($N < 30$).

Fórmulas:

$$\bar{X} = \sum X / N$$

$$s = \sqrt{(X - \bar{X})^2}$$

$$I = tc * \frac{s}{\sqrt{N - 1}}$$

Onde:

s = desvio padrão da amostra

X = valores da amostra

$\bar{X}$ = média da amostra

N = tamanho da amostra

I = intervalo de confiança

tc = coeficiente de confiança ou valor crítico

A principal diferença entre elas é que a distribuição T-Student utiliza o chamado grau de liberdade, que é definido como o número de observações (tamanho da amostra) menos o número de parâmetros populacionais que devem ser estimados por meio das observações amostrais.

$$v = N - k$$

Onde:

v = nº de graus de liberdade

N = tamanho da amostra

k = nº de parâmetros populacionais que devem ser estimados por meio das observações amostrais

Ambas as distribuições possuem valores tabelados para z_c e t_c , que são utilizados para calcular o intervalo de confiança de acordo com o limite de confiança desejado.

Como normalmente não se sabe o desvio padrão da população, normalmente se utiliza o seguinte artifício para estimá-lo a partir do desvio padrão da amostra:

$$\delta = \frac{s}{\sqrt{N}}$$

Onde:

s = desvio padrão da amostra

N = tamanho da amostra

δ = desvio padrão da amostra

Nessa dissertação, as estimativas serão realizadas utilizando como base um nível de confiança de 90%, ou seja, haverá faixas para as quais se poderá afirmar que a probabilidade da média populacional é de 90%. Qualquer valor de limite de confiança poderia ser definido, porém optou-se em utilizar 90%, pois quando se utilizam níveis de confiança muito elevados, 99% por exemplo, os intervalos de confiança aumentam consideravelmente produzindo uma faixa muito grande. Por sua vez, quando se utilizam níveis de confiança menores, 75% por exemplo, o intervalo de confiança será mais estreito, porém a probabilidade de o valor populacional estar dentro da faixa será menor. Por isso optou-se por um nível de confiança intermediário, que não produzisse uma faixa tão grande, mas desse um resultado com relevante precisão, já que, quando

se reduz o intervalo de confiança, se aumenta a probabilidade de a estimativa estar fora da faixa calculada.

Para comparar o uso de energia em edificações é comum utilizar a normalização (ou indicadores de uso de energia), e para isso podem ser utilizados índices que tornam possível comparar estabelecimentos diferentes. No caso de hospitais é usual utilizar uma relação com o número de leitos (ECOLUZ, 1998). Existe também a relação com a área (m²), porém, no banco de dados utilizado no estudo existem cerca de 500 hospitais, que representam 7% do total, sem essa informação, enquanto a informação do número de leitos existe em praticamente 100% dos hospitais. Esse foi mais um motivo para se escolher a relação com o n^o de leitos.

Ademais, como mostraram TOLMASQUIM, SZKLO, SOARES (2005), os dados de área tendem a ser menos precisos do que os de leitos, no banco de dados da AMS.

Uma maneira comum de se analisar a relação entre dois conjuntos de valores é o índice de correlação linear de Pearson (SOUZA, 2005), dado pela fórmula abaixo:

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

Onde:

X e Y: são conjuntos de dados para os quais se quer determinar o coeficiente de correlação. Os dois conjuntos devem possuir o mesmo número de elementos. Nesse estudo, X pode representar as grandezas a serem estimadas e Y a relação KWh/leito, ou vice-versa.

Esse coeficiente, também chamado de "coeficiente de correlação produto-momento" ou simplesmente de "r de Pearson", mede o grau da correlação (e a direção dessa correlação; se positiva ou negativa) entre duas variáveis de escala métrica.

Este coeficiente, normalmente representado pela letra "r" assume apenas valores entre -1 e 1.

- $r = 1$ Significa uma correlação perfeita positiva entre as duas variáveis.

- $r = -1$ Significa uma correlação negativa perfeita entre as duas variáveis - Isto é, se uma aumenta, a outra sempre diminui.
- $r = 0$ Significa que as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra. No entanto, pode existir uma outra dependência que seja "não linear". Assim, o resultado $r=0$ deve ser investigado por outros meios.

Como pode ser observado nas tabelas seguintes, na média, as grandezas a serem estimadas possuem correlação moderada com o consumo de eletricidade por leito.

Para a estimativa populacional será suposta uma relação diretamente linear entre as grandezas a serem estimadas e o número de leitos. De acordo com o coeficiente de Pearson essa relação não é perfeitamente linear, e sim moderada, no entanto vamos assumir os erros advindos dessa aproximação em virtude de não possuímos indicadores melhores para essa extrapolação.

Na tabela seguinte verifica-se que existe uma diferença significativa entre os valores do coeficiente de correlação do consumo e dos potenciais de redução de consumo e demanda do sistema de ar condicionado. Isso ocorreu pois as estimativas dos potenciais foram calculadas com base nos valores de consumo antes e após o projeto de eficiência energética e em alguns diagnósticos somente existia a informação sobre o consumo e a demanda economizados, e nem todos os diagnósticos possuíam projetos para esse sistema. Portanto, a amostra para o cálculo do potencial de conservação se tornou menor que a utilizada para o cálculo do consumo do sistema, com isso a correlação dos potenciais foram inferiores às obtidas para o consumo. No caso do sistema de iluminação isso não ocorreu.

Segue uma tabela com os coeficientes de Pearson calculados para a amostra estudada:

Tabela 29 : Coeficientes de Pearson em relação ao número de leitos

	coef. de correlação de Pearson (R)
Consumo Total (GWh)	0,637
Consumo Tot. Ilum. (GWh)	0,689
Consumo Total Ar (GWh)	0,582
Potencial de Conservação Ilum + Ar (GWh)	0,424
Potencial de Conservação Ilum. (GWh)	0,576
Potencial de Conservação Ar (GWh)	0,252
Potencial de Conservação Ilum + Ar (MW)	0,477
Potencial de Conservação Ilum. (MW)	0,554
Potencial de Conservação Ar (MW)	0,325
Investimento Ilum + Ar (Milhões de R\$)	0,327
Investimento Ilum. (Milhões de R\$)	0,573
Investimento Ar (Milhões de R\$)	0,199
Média	0,468

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos diagnósticos Energéticos

Tabela 30 : Interpretação dos coeficientes de Pearson

Valores de r (+ ou -)	Interpretação
0,00 a 0,19	Uma correlação bem fraca
0,20 a 0,39	Uma correlação fraca
0,40 a 0,69	Uma correlação moderada
0,70 a 0,89	Uma correlação forte
0,90 a 1,00	Uma correlação muito forte

Fonte: Elaboração própria a partir de

www.est.ufpr.br/~paulojus/ce003/ce003/node8.html, junho, 2006

Também foram simulados os valores de coeficientes de correlação utilizando-se as funções Mono-Log e Di-log, no entanto os valores foram inferiores aos obtidos utilizando-se a função linear. Foram realizadas 3 simulações, na primeira considerou-se o nº de leitos na escala logarítmica e as grandezas em escala linear e todos os valores de r foram negativos. Por exemplo o valor de r para a relação com o consumo do sistema de iluminação e consumo do sistema de ar condicionado, foram de -0,277 e -0,057, respectivamente, ou seja foram baixos e com correlação inversa. Na

segunda considerou-se o nº de leitos em escala linear e as grandezas em escala logarítmica. Por exemplo, o valor de r para a relação com o consumo do sistema de iluminação e consumo do sistema de ar condicionado, foram de 0,474 e 0,026, respectivamente, ou seja não foram negativos porém inferiores ao linear. Na terceira considerou-se o nº de leitos e as grandezas em escala logarítmica. Por exemplo, o valor de r para a relação com o consumo do sistema de iluminação e consumo do sistema de ar condicionado, foram de 0,366 e -0,056, respectivamente, ou seja, foram inferiores ao linear, e para o ar condicionado, além disso, também possui relação inversa. Assim conclui-se que a relação linear, nesse caso, é a opção mais adequada.

6.1 Resultados

Os resultados da inferência estatística realizada indicam que o consumo de energia elétrica nos hospitais públicos de pequeno porte é da ordem de **1.156,57 GWh/ano**, que é 8% menor que o calculado por TOLMASQUIM, SZKLO e SOARES (2003), que consideraram, em seus estudos, hospitais entre 50 e 150 leitos, incluindo públicos e privados. Esse valor representa 2,31%²⁰ do consumo de eletricidade do setor comercial (e 1,44% do setor serviços). Esse valor representa ainda, 0,32%²¹ do uso de eletricidade no Brasil. Esse consumo equivale ao consumo de 2.300.000 habitantes²² pelo período de um ano. Essa população equivale ao do estado de Mato Grosso do Sul (IBGE, 2006). Esse valor pode não ser tão significativo quando comparado ao consumo brasileiro de energia elétrica, porém o benefício para a população que utiliza esse tipo de estabelecimento, localizado normalmente em locais mais pobres, é muito grande.

²⁰ Utilizando como referência o valor de 50.082GWh/ano, BEN, 2005.

²¹ Utilizando como referência o valor de 359.564 GWh/ano, BEN, 2005.

²² Utilizando o consumo por moradia no valor de 146 kWh/mês e que cada moradia tem 3,5 habitantes (IBGE, 2006).

Já o potencial de conservação de energia elétrica no sistema de iluminação é de 148,02 GWh/ano, que equivale ao consumo de 290.000 habitantes²³, e o potencial de conservação de energia elétrica no sistema de climatização é de 174,69 GWh/ano, que equivale ao consumo de 340.000 habitantes²⁴. Esses potenciais correspondem, juntos, a duas vezes o consumo de energia elétrica de uma população como a do município de Volta Redonda no estado do Rio de Janeiro (IBGE, 2006).

Traduzindo em benefícios diretos para o hospital público, com o completo aproveitamento do potencial existente nos sistemas de iluminação e ar condicionado do tipo janela, seria possível obter-se uma economia de recursos da ordem de **R\$ 87 milhões/ano**²⁵ com a redução de consumo.

A redução de demanda seria de aproximadamente **22,86 MW** no sistema de iluminação e **38,10 MW** no sistema de climatização. Caso fosse construída uma usina com esse potencial, custaria ao país cerca de **R\$ 131 milhões**²⁶.

²³ Utilizando o consumo por moradia no valor de 146 kWh/mês e que cada moradia tem 3,5 habitantes (IBGE, 2006).

²⁴ Utilizando o consumo por moradia no valor de 146 kWh/mês e que cada moradia tem 3,5 habitantes (IBGE, 2006).

²⁵ Tarifa média de consumo do setor serviços (média entre a tarifa comercial e pública) = 274,29 R\$/MWh (ANEEL, 2006)

²⁶ Tarifa média de expansão da geração = R\$ 2.153,00/kW (Eletrobrás, janeiro, 2006), 1US=R\$2,153 (janeiro, 2006). Poderia ser incluído o custo do sistema de distribuição e transmissão, no entanto adotou-se na dissertação uma postura conservadora, incluindo-se somente o custo da geração. Se fossem incluídos tais custos, os resultados seriam mais significativos ainda.

Seguem as tabelas com os resultados obtidos diretamente da inferência estatística realizada a partir dos dados dos diagnósticos energéticos.

Tabela 31 : Estimativa dos valores populacionais por número de leitos sem correção pelo estudo de caso

	Média	Int. Confiança (90%)	Máximo	Mínimo
Consumo Total (MWh/ano)	16,12	3,56	19,69	12,56
Consumo Tot. Ilum. (MWh/ano)	5,30	1,15	6,45	4,14
Consumo Total Ar (MWh/ano)	5,94	1,95	7,88	3,99
Potencial de Conservação Ilum (MWh/ano)	2,06	0,58	2,65	1,48
Potencial de Conservação Ar (MWh/ano)	2,44	1,07	3,50	1,37
Potencial de Conservação Ilum. (kW)	0,32	0,11	0,43	0,21
Potencial de Conservação Ar (kW)	0,53	0,25	0,78	0,28
Investimento Ilum. (R\$*1000)	0,94	0,27	1,21	0,67
Investimento Ar (R\$*1000)	0,72	0,59	1,31	0,13

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos Diagnósticos Energéticos.

Tabela 32 : Estimativa dos valores populacionais sem correção pelo estudo de caso

	Média	Intervalo de Confiança	Máximo	Mínimo
Consumo Total (GWh/ano)	1.156,57	255,66	1.412,22	900,91
Consumo Tot. Ilum. (GWh/ano)	379,99	82,73	462,72	297,25
Consumo Total Ar (GWh/ano)	425,87	139,68	565,55	286,18
Potencial de Conservação Ilum (GWh/ano)	148,02	41,71	189,74	106,31
Potencial de Conservação Ar (GWh/ano)	174,69	76,58	251,27	98,11
Potencial de Conservação Ilum. (MW)	22,86	7,65	30,50	15,21
Potencial de Conservação Ar (MW)	38,10	18,15	56,25	19,96
Investimento Ilum. (Milhões de R\$)	67,42	19,09	86,51	48,34
Investimento Ar (Milhões de R\$)	51,88	42,28	94,16	9,59
Tempo de Retorno Médio Ilum (anos)	1,66			
Tempo de Retorno Médio Ar (anos)	1,08			

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos Diagnósticos Energéticos. Tarifa média de consumo para estimativa do tempo de retorno = 274,29 (R\$/MWh)²⁷.

A partir dos dados populacionais estimados realizou-se uma segregação pelas regiões brasileiras e também pelos estados. Esses valores foram obtidos a partir do mesmo princípio utilizado na estimativa populacional, ou seja, os valores obtidos para a população foram distribuídos pelas regiões e estados na mesma proporção do

²⁷ Tarifa média de consumo do setor Serviços, calculada pela média entre a tarifa média de consumo do setor Poder Público e a tarifa média de consumo do setor Comercial (ANEEL, 2006).

número de leitos. As estimativas podem ser observados nas tabelas seguintes, sem a correção pelo estudo de caso.

Da mesma forma que o número de leitos, o consumo concentra-se na região Nordeste que corresponde a 48% do total de hospitais públicos de pequeno porte no Brasil, enquanto a região Centro-Oeste é a que possui menor percentual, cerca de 9 %. Os potenciais de conservação e investimento possuem perfil similar.

Tabela 33 : Estimativa dos valores populacionais por região sem correção pelo estudo de caso

	Norte	Sul	Nordeste	Sudeste	Centro-Oeste
Consumo Total (GWh/ano)	149,84	108,34	549,28	244,33	104,79
Consumo Tot. Ilum. (GWh/ano)	49,23	35,59	180,46	80,27	34,43
Consumo Total Ar (GWh/ano)	55,17	39,89	202,25	89,96	38,58
Potencial de Conservação Ilum (GWh/ano)	19,18	13,87	70,30	31,27	13,41
Potencial de Conservação Ar (GWh/ano)	22,63	16,36	82,96	36,90	15,83
Potencial de Conservação Ilum. (MW)	2,96	2,14	10,86	4,83	2,07
Potencial de Conservação Ar (MW)	4,94	3,57	18,10	8,05	3,45
Investimento Ilum. (Milhões de R\$)	8,74	6,32	32,02	14,24	6,11
Investimento Ar (Milhões de R\$)	6,72	4,86	24,64	10,96	4,70

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos Diagnósticos Energéticos.

A partir das regiões, segregou-se os dados para os estados. Na região Norte os maiores potenciais concentram-se no Pará e Amazonas e o menor concentra-se no Amapá.

Tabela 34 : Estimativa dos valores populacionais na região Norte sem correção pelo estudo de caso

	AC	AP	AM	PA	RO	RR	TO
Consumo Total (GWh/ano)	13,03	5,47	37,84	39,76	25,36	9,50	18,88
Consumo Tot. Ilum. (GWh/ano)	4,28	1,80	12,43	13,06	8,33	3,12	6,20
Consumo Total Ar (GWh/ano)	4,80	2,01	13,93	14,64	9,34	3,50	6,95
Potencial de Conservação Ilum (GWh/ano)	1,67	0,70	4,84	5,09	3,25	1,22	2,42
Potencial de Conservação Ar (GWh/ano)	1,97	0,83	5,72	6,01	3,83	1,43	2,85
Potencial de Conservação Ilum. (MW)	0,26	0,11	0,75	0,79	0,50	0,19	0,37
Potencial de Conservação Ar (MW)	0,43	0,18	1,25	1,31	0,84	0,31	0,62
Investimento Ilum. (Milhões de R\$)	0,76	0,32	2,21	2,32	1,48	0,55	1,10
Investimento Ar (Milhões de R\$)	0,58	0,25	1,70	1,78	1,14	0,43	0,85

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos Diagnósticos Energéticos. Onde:

Ac=Acre, AP=Amapá, AM=Amazonas, Pa=Pará, RO=Rondônia, RR=Roraima, TO=Tocantis

Na região Sul, o maior potencial concentra-se no Paraná e o menor em Santa Catarina.

Tabela 35 : Estimativa dos valores populacionais na região Sul sem correção pelo estudo de caso

	PR	RS	SC
Consumo Total (GWh/ano)	55,79	34,55	17,99
Consumo Tot. Ilum. (GWh/ano)	18,33	11,35	5,91
Consumo Total Ar (GWh/ano)	20,54	12,72	6,63
Potencial de Conservação Ilum (GWh/ano)	7,14	4,42	2,30
Potencial de Conservação Ar (GWh/ano)	8,43	5,22	2,72
Potencial de Conservação Ilum. (MW)	1,10	0,68	0,36
Potencial de Conservação Ar (MW)	1,84	1,14	0,59
Investimento Ilum. (Milhões de R\$)	3,25	2,01	1,05
Investimento Ar (Milhões de R\$)	2,50	1,55	0,81

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos Diagnósticos Energéticos. Onde:

PR=Paraná, RS= Rio Grande do Sul, SC=Santa Catarina.

Na região Nordeste os maiores potenciais concentram-se na Bahia e no Maranhão e o menor concentra-se no Sergipe.

Tabela 36 : Estimativa dos valores populacionais na região Nordeste sem correção pelo estudo de caso

	AL	BA	CE	MA	PB	PE	PI	RN	SE
Consumo Total (GWh/ano)	27,09	116,40	71,41	92,24	50,77	89,34	55,72	39,31	6,98
Consumo Tot. Ilum. (GWh/ano)	8,90	38,24	23,46	30,31	16,68	29,35	18,31	12,92	2,29
Consumo Total Ar (GWh/ano)	9,97	42,86	26,30	33,97	18,70	32,90	20,52	14,47	2,57
Potencial de Conservação Ilum (GWh/ano)	3,47	14,90	9,14	11,81	6,50	11,43	7,13	5,03	0,89
Potencial de Conservação Ar (GWh/ano)	4,09	17,58	10,79	13,93	7,67	13,49	8,42	5,94	1,05
Potencial de Conservação Ilum. (MW)	0,54	2,30	1,41	1,82	1,00	1,77	1,10	0,78	0,14
Potencial de Conservação Ar (MW)	0,89	3,83	2,35	3,04	1,67	2,94	1,84	1,30	0,23
Investimento Ilum. (Milhões de R\$)	1,58	6,79	4,16	5,38	2,96	5,21	3,25	2,29	0,41
Investimento Ar (Milhões de R\$)	1,22	5,22	3,20	4,14	2,28	4,01	2,50	1,76	0,31

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos Diagnósticos Energéticos. Onde:

AL=Alagoas, BA=Bahia, CE=Ceará, MA=Maranhão, PB=Paraíba, PE=Pernambuco, PI=Piauí,

RN=Rio Grande do Norte, SE=Sergipe.

Na região Sudeste o maior potencial concentra-se em São Paulo e o menor concentra-se no Espírito Santo.

Tabela 37 : Estimativa dos valores populacionais na região Sudeste sem correção pelo estudo de caso

	ES	MG	RJ	SP
Consumo Total (GWh/ano)	19,20	78,78	60,45	85,89
Consumo Tot. Ilum. (GWh/ano)	6,31	25,88	19,86	28,22
Consumo Total Ar (GWh/ano)	7,07	29,01	22,26	31,63
Potencial de Conservação Ilum (GWh/ano)	2,46	10,08	7,74	10,99
Potencial de Conservação Ar (GWh/ano)	2,90	11,90	9,13	12,97
Potencial de Conservação Ilum. (MW)	0,38	1,56	1,19	1,70
Potencial de Conservação Ar (MW)	0,63	2,60	1,99	2,83
Investimento Ilum. (Milhões de R\$)	1,12	4,59	3,52	5,01
Investimento Ar (Milhões de R\$)	0,86	3,53	2,71	3,85

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos Diagnósticos Energéticos. Onde:

ES=Espírito Santo, MG= Minas Gerais, RJ=Rio de Janeiro, SP=São Paulo.

Na região Centro-Oeste Norte o maior potencial concentra-se em Goiás e o menor concentra-se no Distrito Federal.

Tabela 38 : Estimativa dos valores populacionais na região Centro-Oeste sem correção pelo estudo de caso

	DF	GO	MS	MT
Consumo Total (GWh/ano)	6,03	61,19	13,90	23,67
Consumo Tot. Ilum. (GWh/ano)	1,98	20,10	4,57	7,78
Consumo Total Ar (GWh/ano)	2,22	22,53	5,12	8,72
Potencial de Conservação Ilum (GWh/ano)	0,77	7,83	1,78	3,03
Potencial de Conservação Ar (GWh/ano)	0,91	9,24	2,10	3,58
Potencial de Conservação Ilum. (MW)	0,12	1,21	0,27	0,47
Potencial de Conservação Ar (MW)	0,20	2,02	0,46	0,78
Investimento Ilum. (Milhões de R\$)	0,35	3,57	0,81	1,38
Investimento Ar (Milhões de R\$)	0,27	2,74	0,62	1,06

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos Diagnósticos Energéticos. Onde:

DF=Distrito Federal, GO=Goiás, MS=Mato Grosso do Sul, MT=Mato Grosso.

No entanto, como pôde ser constatado durante a análise dos diagnósticos, na maioria deles não foram realizados o cálculo luminotécnico e de carga térmica.

Com o objetivo de verificar quais seriam os resultados, se esses cálculos fossem realizados, optou-se pela realização do estudo de caso (apresentado no Capítulo 5), onde foi possível verificar a diferença entre o potencial de conservação de energia elétrica quando se fazem esses cálculos e quando eles não são realizados.

No sistema de climatização do tipo janela, pode-se verificar que o cálculo da carga térmica identificou que alguns aparelhos estavam superdimensionados. Assim, foi possível, além de aparelhos com melhor relação BTU/h/W, a utilização de aparelhos com menor potência, elevando-se ainda mais o ganho nesse tipo de sistema.

Já no sistema de iluminação, ocorreu uma elevação do custo do projeto, em torno de 4%, porém, ainda assim o RBC foi superior, pois com o cálculo luminotécnico foi possível reduzir ainda mais o consumo, ou seja, a redução de consumo foi superior à elevação do valor do projeto, aumentando o valor do RBC. Porém esse tipo de benefício não foi detectado no cálculo do tempo de retorno simples do projeto, pois como pode ser observado nas tabelas com os valores corrigidos pelo estudo de caso, ocorreu uma pequena elevação desse valor, que passou de 1,66 para 1,68 anos, o que não é significativo. Isso ocorre, pois o RBC leva em consideração reduções

ocorridas na demanda e no consumo de eletricidade, enquanto o tempo de retorno compara apenas o quanto é gasto com o quanto é economizado (consumo evitado de eletricidade). Com isso, o RBC é mais suscetível aos ganhos advindos da realização do projeto luminotécnico e, por isso, é um índice mais rigoroso e normalmente utilizado nos projetos de eficiência energética.

Assumindo-se que a realização desses cálculos teria impacto semelhante em todos os outros hospitais públicos de pequeno porte no Brasil, foi realizada uma correção nos valores obtidos a partir da inferência estatística, aplicando-se sobre eles os mesmos impactos obtidos no estudo de caso. Assim, houve alterações nos valores de potencial de redução de consumo e demanda de energia elétrica e dos investimentos. Essa correção simplificada tem por objetivo mostrar quais seriam os benefícios obtidos caso nos projetos de eficiência energética, fossem sempre realizados os cálculos luminotécnicos e de carga térmica. Dessa forma os resultados de consumo não se alterariam, pois nessa dissertação representam os valores antes do projeto de eficiência energética. Já o potencial de conservação de energia elétrica no sistema de iluminação seria de **152,92 GWh/ano**, e o potencial de conservação de energia elétrica no sistema de climatização seria de **175,73 GWh/ano**. Traduzindo em benefícios diretos para os hospitais, com o completo aproveitamento do potencial existente nos sistemas de iluminação e ar condicionado do tipo janela, seria possível obter-se uma economia de recursos da ordem de **R\$ 89 milhões /ano**²⁸ com a redução de consumo.

A redução de demanda seria de aproximadamente **23,61 MW** no sistema de iluminação e **39,71 MW** no sistema de climatização. Caso fosse construída uma usina com esse potencial, custaria ao país cerca de **R\$ 136 milhões**²⁹.

²⁸ Tarifa média de consumo do setor serviços (média entre a tarifa comercial e pública) = 274,29 R\$/MWh (ANEEL, 2006)

²⁹ Tarifa média de expansão da geração = R\$ 2.153,00/kW (Eletrobrás, janeiro, 2006), 1U\$=R\$2,153 (janeiro, 2006).

Tabela 39 : Estimativa dos valores populacionais por número de leitos com correção pelo estudo de caso

	Média	Int. Confiança (90%)	Máximo	Mínimo
Consumo Total (MWh/ano)	16,12	3,56	19,69	12,56
Consumo Tot. Ilum. (MWh/ano)	5,30	1,15	6,45	4,14
Consumo Total Ar (MWh/ano)	5,94	1,95	7,88	3,99
Potencial de Conservação Ilum (MWh/ano)	2,13	0,60	2,73	1,53
Potencial de Conservação Ar (MWh/ano)	2,53	1,11	3,65	1,42
Potencial de Conservação Ilum. (kW)	0,33	0,11	0,44	0,22
Potencial de Conservação Ar (kW)	0,55	0,26	0,82	0,29
Investimento Ilum. (R\$*1000)	0,98	0,28	1,26	0,70
Investimento Ar (R\$*1000)	0,70	0,57	1,28	0,13

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos Diagnósticos Energéticos.

Tabela 40 : Estimativa dos valores populacionais com correção pelo estudo de caso

	Média	Intervalo de Confiança	Máximo	Mínimo
Consumo Total (GWh/ano)	1.156,57	255,66	1.412,22	900,91
Consumo Tot. Ilum. (GWh/ano)	379,99	82,73	462,72	297,25
Consumo Total Ar (GWh/ano)	425,87	139,68	565,55	286,18
Potencial de Conservação Ilum (GWh/ano)	152,92	43,09	196,02	109,83
Potencial de Conservação Ar (GWh/ano)	175,73	77,62	252,31	99,15
Potencial de Conservação Ilum. (MW)	23,61	7,90	31,50	15,71
Potencial de Conservação Ar (MW)	39,71	18,91	58,63	20,80
Investimento Ilum. (Milhões de R\$)	70,35	19,92	90,27	50,43
Investimento Ar (Milhões de R\$)	50,57	41,21	91,78	9,35
Tempo de Retorno Médio Ilum (anos)	1,68			
Tempo de Retorno Médio Ar (anos)	1,05			

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos Diagnósticos Energéticos. Tarifa média de consumo para estimativa do tempo de retorno = 274,29 (R\$/MWh)³⁰.

A seguir são apresentados os resultados, das regiões e estados, com os dados de potencial de conservação e investimento corrigidos com base no estudo de caso desenvolvido no capítulo 5. Os valores se alteram, porém a hierarquia de importância entre as regiões e estados não se alteram quando comparadas a situação sem a correção.

³⁰ Tarifa média de consumo do setor Serviços, calculada pela média entre a tarifa média de consumo do setor Poder Público e a tarifa média de consumo do setor Comercial (ANEEL, 2006).

Tabela 41 : Estimativa dos valores populacionais por região com correção pelo estudo de caso

	Norte	Sul	Nordeste	Sudeste	Centro-Oeste
Consumo Total (GWh/ano)	149,84	108,34	549,28	244,33	104,79
Consumo Tot. Ilum. (GWh/ano)	49,23	35,59	180,46	80,27	34,43
Consumo Total Ar (GWh/ano)	55,17	39,89	202,25	89,96	38,58
Potencial de Conservação Ilum (GWh/ano)	19,81	14,32	72,63	32,31	13,86
Potencial de Conservação Ar (GWh/ano)	22,77	16,46	83,46	37,12	15,92
Potencial de Conservação Ilum. (MW)	3,06	2,21	11,21	4,99	2,14
Potencial de Conservação Ar (MW)	5,15	3,72	18,86	8,39	3,60
Investimento Ilum. (Milhões de R\$)	9,11	6,59	33,41	14,86	6,37
Investimento Ar (Milhões de R\$)	6,55	4,74	24,01	10,68	4,58

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos Diagnósticos Energéticos.

Tabela 42 : Estimativa dos valores populacionais na região Norte com correção pelo estudo de caso

	AC	AP	AM	PA	RO	RR	TO
Consumo Total (GWh/ano)	13,03	5,47	37,84	39,76	25,36	9,50	18,88
Consumo Tot. Ilum. (GWh/ano)	4,28	1,80	12,43	13,06	8,33	3,12	6,20
Consumo Total Ar (GWh/ano)	4,80	2,01	13,93	14,64	9,34	3,50	6,95
Potencial de Conservação Ilum (GWh/ano)	1,72	0,72	5,00	5,26	3,35	1,26	2,50
Potencial de Conservação Ar (GWh/ano)	1,98	0,83	5,75	6,04	3,85	1,44	2,87
Potencial de Conservação Ilum. (MW)	0,27	0,11	0,77	0,81	0,52	0,19	0,39
Potencial de Conservação Ar (MW)	0,45	0,19	1,30	1,37	0,87	0,33	0,65
Investimento Ilum. (Milhões de R\$)	0,79	0,33	2,30	2,42	1,54	0,58	1,15
Investimento Ar (Milhões de R\$)	0,57	0,24	1,65	1,74	1,11	0,42	0,83

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos Diagnósticos Energéticos. Onde:

Ac=Acre, AP=Amapá, AM=Amazonas, Pa=Pará, RO=Rondônia, RR=Roraima, TO=Tocantis

Tabela 43 : Estimativa dos valores populacionais na região Sul com correção pelo estudo de caso

	PR	RS	SC
Consumo Total (GWh/ano)	55,79	34,55	17,99
Consumo Tot. Ilum. (GWh/ano)	18,33	11,35	5,91
Consumo Total Ar (GWh/ano)	20,54	12,72	6,63
Potencial de Conservação Ilum (GWh/ano)	7,38	4,57	2,38
Potencial de Conservação Ar (GWh/ano)	8,48	5,25	2,73
Potencial de Conservação Ilum. (MW)	1,14	0,71	0,37
Potencial de Conservação Ar (MW)	1,92	1,19	0,62
Investimento Ilum. (Milhões de R\$)	3,39	2,10	1,09
Investimento Ar (Milhões de R\$)	2,44	1,51	0,79

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos Diagnósticos Energéticos. Onde:

PR=Paraná, RS= Rio Grande do Sul, SC=Santa Catarina.

Tabela 44 : Estimativa dos valores populacionais na região Nordeste com correção pelo estudo de caso

	AL	BA	CE	MA	PB	PE	PI	RN	SE
Consumo Total (GWh/ano)	27,09	116,40	71,41	92,24	50,77	89,34	55,72	39,31	6,98
Consumo Tot. Ilum. (GWh/ano)	8,90	38,24	23,46	30,31	16,68	29,35	18,31	12,92	2,29
Consumo Total Ar (GWh/ano)	9,97	42,86	26,30	33,97	18,70	32,90	20,52	14,47	2,57
Potencial de Conservação Ilum (GWh/ano)	3,58	15,39	9,44	12,20	6,71	11,81	7,37	5,20	0,92
Potencial de Conservação Ar (GWh/ano)	4,12	17,69	10,85	14,02	7,71	13,57	8,47	5,97	1,06
Potencial de Conservação Ilum. (MW)	0,55	2,38	1,46	1,88	1,04	1,82	1,14	0,80	0,14
Potencial de Conservação Ar (MW)	0,93	4,00	2,45	3,17	1,74	3,07	1,91	1,35	0,24
Investimento Ilum. (Milhões de R\$)	1,65	7,08	4,34	5,61	3,09	5,43	3,39	2,39	0,42
Investimento Ar (Milhões de R\$)	1,18	5,09	3,12	4,03	2,22	3,91	2,44	1,72	0,31

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos Diagnósticos Energéticos. Onde:

AL=Alagoas, BA=Bahia, CE=Ceará, MA=Maranhão, PB=Paraíba, PE=Pernambuco, PI=Piauí,

RN=Rio Grande do Norte, SE=Sergipe.

Tabela 45 : Estimativa dos valores populacionais na região Sudeste com correção pelo estudo de caso

	ES	MG	RJ	SP
Consumo Total (GWh/ano)	19,20	78,78	60,45	85,89
Consumo Tot. Ilum. (GWh/ano)	6,31	25,88	19,86	28,22
Consumo Total Ar (GWh/ano)	7,07	29,01	22,26	31,63
Potencial de Conservação Ilum (GWh/ano)	2,54	10,42	7,99	11,36
Potencial de Conservação Ar (GWh/ano)	2,92	11,97	9,18	13,05
Potencial de Conservação Ilum. (MW)	0,39	1,61	1,23	1,75
Potencial de Conservação Ar (MW)	0,66	2,71	2,08	2,95
Investimento Ilum. (Milhões de R\$)	1,17	4,79	3,68	5,22
Investimento Ar (Milhões de R\$)	0,84	3,44	2,64	3,76

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos Diagnósticos Energéticos. Onde:

ES=Espírito Santo, MG= Minas Gerais, RJ=Rio de Janeiro, SP=São Paulo.

Tabela 46 : Estimativa dos valores populacionais na região Centro-Oeste com correção pelo estudo de caso

	DF	GO	MS	MT
Consumo Total (GWh/ano)	6,03	61,19	13,90	23,67
Consumo Tot. Ilum. (GWh/ano)	1,98	20,10	4,57	7,78
Consumo Total Ar (GWh/ano)	2,22	22,53	5,12	8,72
Potencial de Conservação Ilum (GWh/ano)	0,80	8,09	1,84	3,13
Potencial de Conservação Ar (GWh/ano)	0,92	9,30	2,11	3,60
Potencial de Conservação Ilum. (MW)	0,12	1,25	0,28	0,48
Potencial de Conservação Ar (MW)	0,21	2,10	0,48	0,81
Investimento Ilum. (Milhões de R\$)	0,37	3,72	0,85	1,44
Investimento Ar (Milhões de R\$)	0,26	2,68	0,61	1,03

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos Diagnósticos Energéticos. Onde:

DF=Distrito Federal, GO=Goiás, MS=Mato Grosso do Sul, MT=Mato Grosso.

Seguem duas tabelas comparando as médias populacionais e os valores populacionais para os casos sem correção e com correção pelo estudo de caso:

Tabela 47 : Comparativo das estimativas dos valores populacionais por leito para os casos sem e com correção pelo estudo de caso.

	Sem correção	Com correção
	Média	Média
Consumo Total (MWh/ano)	16,12	16,12
Consumo Tot. Ilum. (MWh/ano)	5,30	5,30
Consumo Total Ar (MWh/ano)	5,94	5,94
Potencial de Conservação Ilum (MWh/ano)	2,06	2,13
Potencial de Conservação Ar (MWh/ano)	2,44	2,53
Potencial de Conservação Ilum. (kW)	0,32	0,33
Potencial de Conservação Ar (kW)	0,53	0,55
Investimento Ilum. (R\$*1000)	0,94	0,98
Investimento Ar (R\$*1000)	0,72	0,70

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos Diagnósticos Energéticos.

Tabela 48 : Comparativo das estimativas dos valores populacionais para os casos sem e com correção pelo estudo de caso.

	Sem correção	Com correção
	Média	Média
Consumo Total (GWh/ano)	1.156,57	1.156,57
Consumo Tot. Ilum. (GWh/ano)	379,99	379,99
Consumo Total Ar (GWh/ano)	425,87	425,87
Potencial de Conservação Ilum (GWh/ano)	148,02	152,92
Potencial de Conservação Ar (GWh/ano)	174,69	175,73
Potencial de Conservação Ilum. (MW)	22,86	23,61
Potencial de Conservação Ar (MW)	38,10	39,71
Investimento Ilum. (Milhões de R\$)	67,42	70,35
Investimento Ar (Milhões de R\$)	51,88	50,57

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos Diagnósticos Energéticos.

7 Conclusões e Recomendações

O objetivo central dessa dissertação consistiu em identificar as principais características de consumo de energia elétrica de hospitais públicos de pequeno porte, com ênfase em sistemas de iluminação e ar condicionado do tipo janela; estimando o consumo de energia elétrica, o potencial de conservação de energia elétrica, o investimento necessário para implementação de projetos de eficiência energética e o tempo médio de retorno para esses projetos.

Embora tenha contado com uma série de limitações, devido à escassez de informações e estatísticas sobre o setor, este trabalho se mostrou importante na medida em que avaliou um segmento de mercado de eficiência energética de forma específica, a partir da maior e melhor quantidade de amostras (diagnósticos energéticos) disponível (16). Este segmento não tinha ainda sido analisado neste grau de detalhamento, sendo ele muito importante diante dos serviços que disponibiliza, sobretudo, para camadas de menor renda da população brasileira.

Em trabalhos anteriores sobre eficiência energética de hospitais brasileiros, houve estimativas sobre o setor hospitalar, como, por exemplo, o trabalho realizado pela ECOLUZ (1998), que fez estimativas para o setor hospitalar, utilizando como referência para a extrapolação dos valores um único hospital típico para cada categoria definida no trabalho. Outro trabalho importante analisou os hospitais fazendo uma divisão por porte, porém não faz distinção entre públicos e privados (TOLMASQUIM, SZKLO, SOARES; 2003).

Com isso buscou-se a realização de um trabalho que abordasse uma classe de hospitais que normalmente estão em piores condições que os demais e que necessitam de maiores auxílios para recuperação de seus sistemas elétricos. Esses hospitais, e todos os outros públicos, possuem atualmente uma linha de recursos financeiros em condições muito favoráveis disponibilizado pelo Procel Hospitalar, para

o qual esse trabalho poderá servir de apoio, visando, por exemplo, à identificação dos potenciais de conservação de eletricidade existentes. Cabe ainda ressaltar que este trabalho poderá servir como referência não somente para o Procel, mas para qualquer outro agente (concessionárias, universidades, ESCOs) interessado em atuar nesse tipo de hospital.

Os sistemas de iluminação e ar condicionado não fazem parte da atividade-fim de um hospital, porém seria impraticável gerir um hospital sem a presença de condicionamento de ar, principalmente em áreas específicas, como centros cirúrgicos. A iluminação também é essencial, pois em muitos ambientes a luz natural não é suficiente, além de somente estar disponível durante certos períodos do dia e em graus de iluminamento variáveis (limitados também por questões sazonais). Por isso, a qualidade desses dois sistemas é muito importante para os hospitais, e projetos de eficiência energética, além de reduzirem a conta de energia, reduzindo os custos dos hospitais, ainda proporcionam melhora na qualidade de iluminação e climatização.

Ao longo dos capítulos dessa dissertação, procurou-se mostrar as principais características dos hospitais públicos de pequeno porte. Após uma breve introdução, iniciou-se a caracterização do setor hospitalar como um todo, objetivando a identificação da participação de hospitais de pequeno porte no contexto geral e suas principais características. Em seguida, apresentou-se um capítulo tecnológico, onde se abordou, especificamente, os sistemas de iluminação e climatização, com ênfase nos tipos de equipamentos mais comuns em hospitais desse tipo e equipamentos normalmente utilizados em projetos de eficiência energética. Em seguida, foi feita uma descrição dos hospitais analisados, onde foram relacionadas as principais características dos projetos realizados em cada um deles. Após as caracterizações e a parte técnica, optou-se por fazer um estudo de caso. Utilizou-se o Hospital Municipal de Tucuruí como exemplo, com objetivo de comparar a redução do consumo de energia elétrica, através da troca de lâmpadas, luminárias e reatores no sistema de iluminação e dos aparelhos de ar condicionado do tipo janela, realizando-se uma troca

simples (sem projeto) e uma troca com projeto. Por fim, estimaram-se as médias de consumo, potencial de conservação, investimento e conclusões, para a população de hospitais públicos de pequeno porte.

Os dados analisados indicaram que os hospitais estudados correspondem a cerca de 28,85% do total de hospitais, e neles existe uma grande participação da eletricidade no consumo total de energéticos, sendo que os sistemas de iluminação e climatização correspondem, em média, a 60% desse consumo. Ou seja, apesar de tratar-se de um trabalho que foca num segmento específico dentro do setor hospitalar, seus valores não são desprezíveis e devem ser considerados na determinação das prioridades de investimentos em projetos de conservação de energia elétrica, pois, além de reduzir a conta de energia elétrica do hospital público (cujo orçamento já se encontra limitado), adiam-se investimentos na expansão do sistema elétrico brasileiro e disseminam-se os conceitos de eficiência energética. Ressalte-se que os ganhos repercutirão num segmento cujos recursos mal dão para a aquisição de bens básicos, como por exemplo, material hospitalar.

Atualmente poucos órgãos apóiam projetos de eficiência energética nesse tipo específico de segmento. As linhas de financiamento existentes normalmente não são viáveis para as prefeituras, governos e união. Assim, a maioria dos projetos é realizada através de empresas que atuam com recursos a “fundo perdido” ou através da resolução da Aneel que obriga as concessionárias de energia elétrica a aplicarem 0,25% de sua receita anual em projetos de eficiência energética. Porém, nesse caso, apenas uma parte desse percentual é destinada a prédios públicos. Por isso, os prédios públicos, incluindo os hospitais, possuem na prática poucos incentivos para promover a eficiência energética em suas instalações, seja por falta de informação, seja por falta de recursos humanos, seja por falta de recursos financeiros. Às vezes eles conseguem recursos, como por exemplo através do Procel Hospitalar, mas não possuem corpo técnico adequado para auxiliar na elaboração e execução do projeto, outras vezes possuem recursos e corpo técnico, porém desconhecem os benefícios

advindos de projetos de conservação de energia elétrica. Ou seja, as barreiras não são poucas, porém podem ser removidas.

Para remover essas barreiras, sugere-se:

- aumentar a quantidade de fontes de recursos específicas, com condições favoráveis;
- capacitar e treinar os funcionários dos hospitais;
- criar uma rede de colaboradores para realização de diagnósticos energéticos mais complexos que não possam ser realizados pelo próprio corpo técnico do hospital;
- conscientizar os envolvidos em projetos de eficiência energética da necessidade do descarte adequado dos equipamentos retirados;
- realizar campanhas de divulgação dos resultados para outros estabelecimentos do setor;
- especificar corretamente os equipamentos, para evitar a compra de produtos com qualidade duvidosa;
- alterar o modo de tratamento dos recursos financeiros dos hospitais pelo governo, o que inviabiliza a atuação de ESCOS.

As estimativas, que se baseiam em indicadores médios por número de leitos, mostraram que o maior potencial de conservação de energia elétrica concentra-se nos hospitais públicos de pequeno porte da região Nordeste, pois é nessa região que existe uma maior quantidade de leitos para o tipo de hospital estudado. Em virtude dessa característica a região Nordeste possui quase metade de todo o potencial de conservação de energia elétrica em hospitais públicos de pequeno porte brasileiros. No entanto, a amostra utilizada no estudo concentra-se na região Norte, que representa o terceiro lugar em número de leitos para esse tipo de hospital. Portanto, os resultados obtidos nesse estudo podem ter sofrido algum tipo de distorção. Para

verificação da existência ou não dessa distorção, sugere-se que nos próximos estudos utilize-se uma quantidade maior de diagnósticos de hospitais públicos de pequeno porte da região Nordeste, ou ainda realize-se um estudo específico para essa região.

A principal dificuldade encontrada na realização desse trabalho foi a obtenção de diagnósticos energéticos, tanto em quantidade como em qualidade.

Primeiro, existem poucos trabalhos no Brasil sobre eficiência energética em hospitais, ainda mais públicos e de pequeno porte. A quantidade de diagnósticos energéticos foi pequena, porém levou a resultados interessantes. No entanto, um aumento na quantidade de diagnósticos, ou seja, no tamanho da amostra, permitiria resultados ainda mais precisos para a população de hospitais.

A qualidade dos diagnósticos, em muitos casos, também não é boa. Assim, alguns diagnósticos que existiam no banco de dados do Procel não puderam ser aproveitados nesse trabalho, por falta de informações básicas, como por exemplo o consumo de energia elétrica anual do hospital.

Em função dessas observações, a principal recomendação para próximos trabalhos seria basicamente a obtenção de uma amostra maior de diagnósticos energéticos para, com isso, realizar novas estimativas, com o objetivo de aprimorar os resultados aqui obtidos, e também analisar os outros usos da energia elétrica nesse tipo de hospital, como, por exemplo, aquecimento de água e bombas, ampliando com isso os sistemas estudados.

Também importante pode ser agregar à análise uma discussão sobre ciclo de vida das medidas propostas. A questão ambiental é importante nesse tipo de projeto, pois projetos de conservação de energia adiam a expansão do sistema e conseqüentemente reduzem as agressões à natureza, mas existe ainda outro aspecto, que também é importante, já que lâmpadas possuem mercúrio que é um elemento tóxico e aparelhos de ar condicionado, principalmente os mais antigos, possuem CFC, que agredem a camada de ozônio.

Finalmente, além das sugestões acima realizadas, poder-se-ia ainda expandir o tema para outras tipologias de hospitais, abrangendo com isso, todo o setor hospitalar brasileiro.

Resumindo, as principais recomendações para trabalhos futuros seriam:

- Obtenção de uma amostra maior de diagnósticos.
- Expandir o estudo para hospitais médios e grandes.
- Expandir o estudo p/ hospitais particulares e filantrópicos.
- Expandir para mais sistemas consumidores de energia elétrica.
- Obter maior quantidade de diagnósticos energéticos da região Nordeste, onde se concentra o maior número de leitos para o tipo de hospital estudado e conseqüentemente o maior potencial de conservação.
- Realizar um estudo específico para a Região Nordeste.

Referências Bibliográficas

ABNT – NBR 5413 – Iluminância de Interiores

ABNT – NBR 6401 – Instalações Centrais de ar-condicionado para Conforto – parâmetros básicos de projeto.

ANEEL - Manual para Elaboração do Programa Anual de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica da ANEEL – Ciclo 1999/2000, disponível em www.aneel.gov.br (acesso em jan/2006).

ANEEL, 2002, 2001, 2000, 1999, 1998, Dados de Consumo de Energia Elétrica.

BALARAS, C. A. ; DROUTSA K. ; ARGIRIOU, A. A. , 1999 - Potential for Energy Conservation in Apartment Buildings, Athens, Greece, Energy and Buildings, Volume 31, Número 2, Fevereiro 2000, Páginas 143-154.

BEN, 2005, 2004, 2003, 2002, 2001, 2000, Ministério das Minas e Energia.

BURINI, J. ; CALIXTO, E. ; Revisão da Literatura. In: *Racionalização no Uso de Energia Elétrica: a Lâmpada Incandescente*, dissertação de Mestrado em Energia.

COSTA, G.J.C. ., 2000, Iluminação Econômica: Cálculo e Avaliação, Ed. Edipucrs, Porto Alegre.

DINCER; HUSSAIN; ZAHARNAH, 2004 - Energy and Exergy use in Public and Private Sector of Saudi Arabia, Saudi Arabia, Energy Policy, Volume 32, Número 14, Setembro 2004, Páginas 1615-1624.

ELETROBRAS, 1999 - Plano Decenal de Expansão do Setor Elétrico Brasileiro.

FROES, L. L., 2006, Iluminação Pública no Brasil: Aspectos Energéticos e Institucionais – Dissertação de Mestrado, Programa de Planejamento Energético, COPPE, UFRJ.

GARCIA, A. G. P, 2003, Impacto da Lei de Eficiência Energética para Motores Elétricos no Potencial de Conservação de Energia na Indústria – Dissertação de Mestrado, Programa de Planejamento Energético, COPPE, UFRJ.

GELLER, H. S., 2003, Revolução Energética – Políticas para Um Futuro Sustentável. Relume Dumará, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

GHISI, E.; LAMBERTS, R., ENTAC 1998, Influência das Características Reflexivas da Luminária e da Refletância das Paredes na Potência Instalada em Sistemas de Iluminação, Santa Catarina, Brasil

HADDAD, J. et al, 2001, Conservação de Energia: Eficiência Energética em Instalações e Equipamentos, Editora EFEI, Minas Gerais, Itajubá, Brasil.

JANNUZZI, G.; SWISHER, J., 1997, Planejamento Integrado de Recursos Energéticos. Editora Autores Associados, Campinas, SP, Brasil.

KHEMIRI-ENIT A.; ANNABI M., 1996 - Models for Energy Conservation to be Used in Energy Audits, Tunísia, Renewable Energy, Volume 9, Número 1-4, Setembro-Dezembro 1996, Páginas 1299-1302.

LAMBERTS, R.; DUTRA, P.F., 2004,.Eficiência Energética na Arquitetura – PROCEL EDIFICA, São Paulo, SP, Brasil

LEE, A. H. W., 2000 - Verification of Electrical Energy Savings for Lighting Retrofits Using Short and Long-Term Monitoring, USA, Energy Conversion and Management, Volume 41, Número 18, Dezembro 2000, Páginas 1999-2008.

LOPEZ, J. C., 2002, Manual de Tarifação de Energia Elétrica – PROCEL EPP, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

MAGALHÃES, L., 2001, Orientações Gerais para Conservação de Energia Elétrica em Prédios Públicos – PROCEL EPP, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

MAHLIA, T. M. I.; MASJUKI, H. H.; CHOUDHURY I. A., 2001 - Potential Electricity Savings by Implementing Energy Labels for Room Air Conditioner in Malaysia, Malásia, Energy Conversion and Management, Volume 43, Número 16, Novembro 2002, Páginas 2225-2233.

MAMEDE, J. - Instalações Elétricas Industriais, 6ª edição, LTC Editora, 2001, Rio de Janeiro, Brasil, McGraw-Hill

MURDOCH, J. B. - Introducing Light and Seeing. In: *Illumination engineering from Edison's Lamps to the laser*. Pennsylvania: Visions Communications, 1994. cap.1, p.1-5.

ONAYG, S.; GULER, O., 2003 - Determination of the Energy Saving by Daylight Responsive Lighting Control Systems with an Example from Istanbul, Istanbul, Turkey, Fuel and Energy Abstracts, Volume 45, Número 1, Janeiro 2004, Página 43.

PENA, S., 2002, Sistemas de Ar Condicionado e Refrigeração – PROCEL EPP, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

PROCEL, 2001 – Conservação de Energia Elétrica, Eficiência Energética em Instalações e Equipamentos – PROCEL - Eletrobrás/EFEL.

PROCEL, Relatório Síntese dos Programas de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica – Ciclo 1998/99, out/1999, disponível em www.aneel.gov.br (acesso em fev/2006).

Programa de Eficiência Energética de Prédios Públicos através de ESCO's , 2001, Rio de Janeiro, RJ - Preparado Por: Nexant Inc., Vibhava Consultoria Empresarial e RSC Tecnologia e Serviços em Energia LTDA.

Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993. Cap.2, p.5-11.

RODRIGUES, P., 2002, Manual de Iluminação Eficiente – PROCEL EPP, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

SOUZA, A. P. A., 2005, Uso da Energia em Edifícios: Estudo de Caso de Escolas Municipais e Estaduais de Itabira – Dissertação de Mestrado, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais.

SPIEGEL, M. R., 1972 – Coleção Schaum, Estatística, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

STOECKER, W.F.; JONES, J.W., 1985 – Refrigeração e Ar Condicionado, McGraw-Hill

SZKLO, A. S.; SOARES J. B. ; TOLMASQUIM M. T.,2003 - Energy Consumption Indicators and CHP Technical Potential in the Brazilian Hospital Sector, Brasil, Energy Conversion and Management, Volume 45, Número 13-14, Agosto 2004, Páginas 2075-2091.

SZKLO, A. S.; TOLMASQUIM, M. T. ; SOARES, J. B., 2003 - . Mercado de Gás Natural na Indústria Química e no Setor Hospitalar do Brasil. 1. ed. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ/Petrobras, v. 1. 346 p.

TRUST ILUMINAÇÃO – CATÁLOGOS – História da Iluminação em fascículos.

WESTPHAL, F. S., 2002 – Desenvolvimento de um Algoritmo para Estimativa do Consumo de Energia Elétrica de Edificações não Residenciais a Partir de Dados Climáticos Simplificados, Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.

Resumo das páginas na Internet visitadas:

AHERJ - Associação de Hospitais do Estado do Rio de Janeiro -
<http://www.aherj.com.br/>

AMS, 2000, dados enviados por e-mail por Alexandre Salem SZKLO.
szklo@ppe.ufrj.br

AMS-2002 - <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/ams>

APLIQUIM - www.apliquim.com.br

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - <http://www.cns.org.br/>

DATASUS - <http://w3.datasus.gov.br/datasus/datasus.php>

DISTRIBUIÇÕES DE PROBABILIDADE - <http://www.ufpa.br/dicas/biome/bionor.htm>

ELETROBRÁS - <http://www.elektrobras.com/>

ESCOLA SUPERIOR DE GESTÃO E CIÊNCIAS DA SAÚDE -
<http://www.siswork.com.br/>

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE HOSPITAIS - <http://www.fbh.com.br>

IBGE - <http://www.ibge.gov.br>

ITAIM ILUMINAÇÃO - <http://itaim.ro.8x.com.br/novo/>

MUSEU VIRTUAL DA ENERGIA DE SÃO PAULO.
www.fphesp.org.br/exposicao/iluminacao/expo6.htm. Acesso em: 15/03/2004.

OSRAM - www.osram.com.br

PHILIPS - www.philips.com.br

PORTAL DA SAÚDE - www.saude.gov.br

PROGRAMA DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO -
<http://www.ppe.ufri.br/ppc/production/tesis/cclachao.pdf>

Revista Projeto Design, fevereiro de 2004

http://www.ecivilnet.com/artigos/lampadas_e_reatores.htm

SPRINGER, 2006

http://www.springer.com.br/springer/site/faq/faq.asp?Assunto_Tipo_Assunto=Compressor&Assunto_Tipo_id=7

Anexo I

Conceitos básicos sobre o Sistema de Climatização

A seguir são definidos alguns conceitos sobre sistemas de climatização.

Umidade Relativa

É a relação entre as massas de vapor d'água presente num volume e a massa de vapor que saturaria aquele volume, a mesma temperatura e pressão total (STOECKER, JONES, 1985).

Temperatura de Bulbo Seco do Ar

É a temperatura indicada para a mistura ar-vapor, por um termômetro comum. Esta temperatura é a mesma para ambos elementos da mistura, ou seja, do vapor e do ar (STOECKER, JONES, 1985).

Temperatura de Bulbo Úmido do Ar

Esta temperatura é obtida por um termômetro, onde seu bulbo envolto numa gaze molhada é exposta a uma corrente de ar até que o equilíbrio da temperatura da mistura ar-vapor /bulbo seja obtida e a temperatura pare de baixar. Esta temperatura será inferior à de Bulbo Seco (STOECKER, JONES, 1985).

Razão de Eficiência Energética - EER

É uma forma de indicar a eficiência de uma máquina frigorífica, relacionando o efeito frigorífico produzido e o trabalho de compressão. É dado pela relação: (BTU/h) / Watt (PENA, 2002). É a razão utilizada no cálculo da relação custo benefício da maioria dos projetos utilizados nessa dissertação.

Coeficiente de Performance - COP

Uma outra maneira de informar a eficiência do equipamento é através do COP, que é a relação entre a energia térmica produzida pelo aparelho e a energia elétrica consumida (STOECKER, JONES, 1985).

Quanto mais elevado for o COP melhor será a eficiência energética. Os aparelhos de janela mais eficientes possuem COP próximo de 1 (TOLMASQUIM, SZKLO, SOARES, 2003).

Cargas Térmicas

As cargas térmicas podem ser separadas em internas e externas (STOECKER, JONES, 1985).

Cargas externas são tipicamente: transmissão, solar e infiltração.

Cargas internas são tipicamente: pessoas, equipamentos e iluminação.

Cargas Externas

As cargas que vêm do ambiente externo são principalmente as seguintes:

Radiação Solar

É a transferência de energia através de um componente do edifício que seja transparente, ou a absorção dessa energia por um componente opaco (STOECKER, JONES, 1985).

Condução

A condução é a transferência de calor devido a diferença de temperatura por meio do componente ou elemento do edifício (STOECKER, JONES, 1985).

Considerando que a temperatura externa varia ao longo do ano e do dia, a carga térmica por condução através das paredes externas e telhados, não é calculada diretamente usando uma temperatura de projeto fixa.

Infiltração e Ventilação

A infiltração é a perda ou ganho de calor pelo efeito do ar externo ao recinto condicionado (STOECKER, JONES, 1985). A infiltração ocorre principalmente pela entrada de ar por janelas , portas, frestas, outras aberturas ou por efeito de exaustores.

A ventilação é utilizada para renovar o ar interno, que vai sendo depreciado, seja pela queima no metabolismo humano, seja pela agregação de poluentes internos.

Comparando locais com isolamento adequado à penetração de ar externo com locais onde o isolamento não é adequado, pode-se afirmar que em locais com isolamento inadequado as perdas térmicas podem ser de 5 a 30% maiores que em ambientes isolados adequadamente (BALARAS, DROUTSA, ARGIRIOU, 1999). Apesar de este estudo ter sido realizado para apartamentos residenciais, a partir dessa informação pode-se ter uma noção da importância do correto isolamento do ambiente refrigerado para um menor consumo de energia elétrica.

Cargas Internas

As principais cargas internas são as seguintes:

Iluminação Artificial

A parcela de calor liberado pelas lâmpadas na forma de radiação não representa uma carga instantânea para o sistema de climatização, pois ela é inicialmente absorvida pelas paredes, pisos e mobília, elevando suas temperaturas, então o calor é trocado com o ambiente por convecção e a partir disso ele passa a se constituir uma carga para o sistema de climatização (STOECKER, JONES, 1985).

Aparelhos

Aparelhos que dissipam calor diretamente para os ambientes condicionados devem ser contabilizados. Pode-se citar como exemplo, os computadores.

Ocupantes

O corpo humano gera calor continuamente e este deve ser eliminado a fim de que sua temperatura interna se mantenha constante. Assim uma pessoa em um ambiente condicionado elimina o calor gerado internamente pelo corpo, principalmente por convecção, por meio do ar ambiente; e por radiação, por meio das superfícies circundantes a uma temperatura menor que a da superfície do corpo. Cada um desses mecanismos é responsável por 30% do calor total eliminado, enquanto os 40% restantes são eliminados pela respiração e transpiração (STOECKER, JONES, 1985).

Anexo II

Conceitos Básicos sobre o sistema de iluminação

Temperatura de Cor

Quando se trata de luz quente ou fria, não se está referindo ao calor físico da lâmpada, e sim à tonalidade de cor que ela dá ao ambiente.

A tonalidade de cor de luz por uma fonte luminosa é denominada Temperatura de Cor e sua unidade de medida é o Kelvin (K).

Quanto mais alta a temperatura de cor de uma lâmpada, mais clara a tonalidade de luz emitida por ela (PHILIPS, 2005).

Índice de Reprodução de Cor

A reprodução de cores de uma lâmpada é medida por uma escala chamada IRC (Índice de Reprodução de Cores). Quanto mais próximo este índice for de 100, mais fielmente as cores serão vistas na decoração.

A capacidade das lâmpadas reproduzirem bem as cores (IRC) independe de sua temperatura de cor (K). Existem lâmpadas com diferentes temperaturas de cor e que apresentam o mesmo IRC (PHILIPS, 2005).

Intensidade Luminosa

É a Intensidade luminosa, numa direção dada, de uma fonte que emite uma radiação monocromática de frequência 540×10^{12} hertz e cuja intensidade energética naquela direção é 1/683 watt por esterradiano. (Unidade de Base ratificada pela 16ª CGPM - 1979). Sua unidade é a candela (cd).

Fluxo Luminoso

É o Fluxo luminoso emitido por uma fonte puntiforme e invariável de 1 candela, de mesmo valor em todas as direções, no interior de um ângulo sólido de 1 esterradiano. Sua unidade é o lúmen (lm) (PHILIPS, 2005).

Iluminamento

É o Iluminamento de uma superfície plana de um metro quadrado de área, sobre a qual incide perpendicularmente um fluxo luminoso de 1 lúmen, uniformemente distribuído. Sua unidade é o lux (lx) (PHILIPS, 2005).

A norma brasileira define índices de iluminamento mínimo para os diversos tipos de locais. Alguns exemplos podem ser observados na tabela seguinte:

Tabela 49 : Índices de iluminação mínimo

Ambiente	Iluminância mínima (lux)
ESCOLAS	
Sala de aula	300
Sala de aula - Quadro negro	500
HOSPITAIS	
Sala dos médicos ou enfermeiras - Geral	150
Sala dos médicos ou enfermeiras - Mesa de trabalho	500
Quarto de preparação	200
Sala de espera	150
Banheiro - Geral	150
Pronto socorro	500
Departamento cirúrgico	500
Quartos particulares - Geral	150
Quartos particulares - Cama	200
GARAGENS	
Estacionamento interno	150
CORREDORES e ESCADAS	
Geral	100
ESCRITÓRIOS	
Desenho e arquitetura	1000

Fonte : Elaboração própria a partir da ABNT – NBR 5413

Luminância

É a Luminância de uma fonte com um metro quadrado de área e com intensidade luminosa de 1 candela. Sua unidade é a candela por metro quadrado (cd/m^2) (PHILIPS, 2005).

Eficiência Luminosa

É a eficiência luminosa de uma fonte que consome 1 watt para cada lúmen emitido.

A eficiência de uma lâmpada é a maneira como ela consome energia elétrica. Nas lâmpadas incandescentes e halógenas, 80% da energia utilizada é transformada em calor e apenas 15% gera luz (OSRAN, 2005).

As lâmpadas fluorescentes e as fluorescentes compactas têm outra maneira de funcionar, produzindo mais luz e emitindo pouco calor. Então, uma lâmpada é mais

eficiente à medida que a maior parte da energia consumida por ela é destinada à produção de luz. Sua unidade é lumens por watt (lm/W).

Por exemplo, para uma fonte de 100W que produz um fluxo luminoso de 1.470 lumens, tem-se uma eficiência luminosa de 14,7lm/W (PHILIPS, 2005).

Medidas luminotécnicas

Para comprovar a qualidade de seus produtos, laboratórios examinam, medem e comprovam a eficiência da lâmpada e da luminária.

Medidas de lâmpadas

Os dois principais equipamentos são:

O equipamento, chamado de Esfera Integradora de Ulbrich (EIU), mede o fluxo das lâmpadas (lúmens), que é utilizado para encontrar sua eficiência luminotécnica, dada por lm/W, assim, uma lâmpada de 60W com 660 lúmens, tem eficiência de 11 lm/W.

O reflectômetro mede o comportamento dos fechos de luz e suas perdas depois de refletidos.

Medição de luminárias

O fotogoniômetro (ou goniofotômetro) é utilizado para medições nas luminárias.

Ele é capaz de fornecer várias informações das quais destacam-se:

curvas de variação de iluminâncias (lux);

tabelas de coeficientes de utilização e luminâncias;

avaliação do ofuscamento direto;

espaçamento e altura de montagem;

A Eletrobrás, através do Procel, instalou em 2005 um equipamento desse tipo no CEPEL³¹.

³¹ CEPEL: Centro de Pesquisas Elétricas da Eletrobrás.

Anexo III

Informações básicas dos Hospitais:

Hospital Municipal de Tucuruí

O Hospital Municipal de Tucuruí é um hospital de esfera municipal que atualmente dispõe apenas de atendimento ao Sistema Único de Saúde- SUS.

O prédio do Hospital Municipal de Tucuruí foi inaugurado em 01 de abril de 1984, totalizando 21 anos de existência e com o objetivo de criar um hospital para atender a comunidade carente de Tucuruí - PA, assim como atender a população carente dos municípios do entorno do lago da usina hidrelétrica. O Hospital Municipal de Tucuruí tem um regime de trabalho de 24 (de vinte e quatro horas diárias) para todas as unidades do Hospital (administração, enfermarias, maternidade e centro cirúrgico).

O hospital possui uma área ocupada pelos prédios é de 2460 m². Possui 50 leitos, distribuídos da seguinte maneira:

Tabela 50 : Distribuição de leitos do HMT

Programa assistencial ofertado pelo hospital	
Leitos	Existente
Cirurgia	03
Obstetrícia	39
Clínica médica	04
Pediatria	04
TOTAL	50

Fonte: Diagnóstico do hospital, Eletronorte, 2005

O Hospital Municipal de Tucuruí tem 216 funcionários e possui um demonstrativo de procedimentos realizados em 2004 conforme a tabela abaixo:

Tabela 51 : Atividades do HMT

Atividade	Quantidade	
	Anual	Mensal
Consultas Médicas	19.200	1.600
Consultas de Enfermagem	4.224	352
Exames Laboratoriais	157.200	13.100
Cirurgias	157.200	13.100
Pequeno Porte	432	36
Médio Porte	1.032	86
Atendimento Odontológico	7.200	600

Fonte: Diagnóstico do hospital, Eletronorte, 2005

Hospital Regional de Tucuruí

O Hospital Regional de Tucuruí é um hospital de esfera estadual que atualmente dispõe apenas de atendimento ao Sistema Único de Saúde- SUS e ajuda financeira da Eletronorte.

O prédio do Hospital Regional de Tucuruí foi inaugurado em 08 de março de 1979, totalizando 26 anos de existência e criado para atender as pessoas que trabalhavam na obra da UHE Tucuruí e hoje, tem o objetivo de ser um hospital referência em atender a comunidade carente de todo o município de Tucuruí - PA, assim como atender a população carente dos municípios do entorno do lago da usina hidrelétrica.

O Hospital Regional de Tucuruí tem um regime de trabalho de 08 (oito horas diárias) para a administração do hospital e um regime de trabalho de 24 horas (vinte e quatro horas) para as outras unidades do Hospital (enfermarias, maternidade, lavanderia e centro cirúrgico).

Este é o maior hospital da região, possuindo uma área total de terreno 12.000,00 m² e 133 leitos, distribuídos da seguinte maneira:

Tabela 52 : Distribuição de leitos do HRT

Programa assistencial ofertado pelo hospital	
Leitos	Existente
UTI	06
UCI	12
Cirurgia	35
Obstetrícia	20
Clínica médica	30
Pediatria	30
TOTAL	133

Fonte: Diagnóstico do hospital, Eletronorte, 2005

O Hospital Regional de Tucuruí tem 350 funcionários e possui um demonstrativo de procedimentos realizados em 2004 conforme a tabela abaixo:

Tabela 53 : Atividades do HRT

Atividade	Quantidade	
	Anual	Mensal
Consultas Médicas	82.264	6854
Exames Laboratoriais	61.572	5123
Cirurgias	2.976	248
Pequeno Porte	1.104	92
Médio Porte	924	77
Grande Porte	948	79

Fonte: Diagnóstico do hospital, Eletronorte, 2005

Unidade Básica de Saúde Dr. Inácio Gabriel

A Unidade Básica de Saúde Dr. Inácio Gabriel é um hospital de esfera municipal que atualmente dispõe apenas do atendimento ao Sistema Único de Saúde - SUS.

O prédio da Unidade Básica de Saúde Dr. Inácio Gabriel foi inaugurado em 24 de agosto de 2002, com o objetivo de criar um hospital para atender a comunidade carente do Município de Breu Branco - PA, cidade localizada às margens do lago da Usina Hidrelétrica de Tucuruí – UHE e entorno.

A Unidade Básica de saúde tem um regime de trabalho de 24 (de vinte e quatro horas diárias) para todas as unidades do Hospital (administração, enfermarias, maternidade e unidade de terapia intensiva).

O Hospital Dr. Inácio Gabriel possui uma área total de terreno 770,00 m² e área construída em dois pavimentos de 805,38 m², sendo o 1º pavimento de 600 m², e o 2º de 205,38 m².

Possui 15 leitos, distribuídos da seguinte maneira:

Tabela 54 : Distribuição de leito da UBSIG

Programa assistencial ofertado pelo hospital	
Leitos	Existente
Cirurgia	02
Obstetrícia	05
Clínica médica	03
Pediatria	05
TOTAL	15

Fonte: Diagnóstico do hospital, Eletronorte, 2005

O Hospital Dr. Inácio Gabriel tem 76 funcionários e possui um demonstrativo de procedimentos realizados em 2004 conforme a tabela abaixo:

Tabela 55 : atividades da UBSIG

Atividade	Quantidade	
	Anual	Mensal
Consultas Médicas	148.464	12.372
Exames Laboratoriais	0	0
Cirurgias	216	18
Pequeno Porte	216	18

Fonte: Diagnóstico do hospital, Eletronorte, 2005

Hospital Betina Ferro de Souza

O prédio do Hospital Universitário Betina Ferro de Souza (HUBFS) da UFPA foi inaugurado em 18/10/1993 com o objetivo de criar um pólo de ensino na área de medicina, bem como atender a comunidade carente no entorno do Campus. Atualmente o HUBFS tem regime de funcionamento das 07:00h às 19:00h, totalizando doze horas diárias de média. Devido a necessidade de se credenciar junto ao MEC e ao SUS, o mesmo passará a funcionar, até outubro de 2004, num regime de vinte e quatro horas diárias todos os dias, por isso nos cálculos resultados esperados, foi considerado o período de 24h.

O HUBFS possui área construída de 3.778 m², sendo que a área utilizada é de 2.468,20 m². Atende cerca de 155.881 consultas médicas/ano; 3.353 cirurgias/ano; 253.982 exames complementares /ano. A população atendida pelo HUBFS é em sua maioria, residente nas áreas de invasão que cercam a UFPA e nas ilhas localizadas em frente a cidade de Belém, possuindo 94 leitos.

Hospital Coronel Mota

O Hospital Coronel Mota é um hospital de esfera estadual que atualmente dispõe apenas do atendimento ao Sistema Único de Saúde - SUS.

O hospital é composto de um bloco voltado para a saúde mental e um bloco voltado para a saúde física. As construções são antigas e algumas áreas estão desativadas, como a área de laboratórios e uma parte da lavanderia, ambas sem previsão de reativação. É um hospital de auxílio ao sistema de saúde da cidade, já que contribui para a redução da demanda de pacientes em outros hospitais da região.

O regime de trabalho do hospital é distribuído da seguinte forma:

Tabela 56 : Funcionamento do HCM

Regime de Funcionamento do Hospital	
Serviço	Horas de funcionamento
Raios-X	24
Farmácia	24
Ultra-sonografia	24
Laboratórios	24
Enfermaria	24
Lavanderia	24
Saúde mental	24
Cozinha	24
Fisioterapia	8
Coman	8
Consultórios	8
Administração	8
Saúde mental	8

Fonte: Diagnóstico do hospital, Eletronorte, 2005

O Hospital Coronel Mota possui um total de 17 leitos dedicados à clínica médica e 220 funcionários.

Hospital Geral Rubens de Souza Bento

O Hospital Geral Rubens de Souza Bento é um hospital de esfera estadual que atualmente dispõe apenas do atendimento ao Sistema Único de Saúde - SUS. O hospital é composto de um pronto socorro, uma área de ambulatorios dividida em quatro blocos, um centro cirúrgico e uma unidade de tratamento intensivo. As construções são antigas e algumas áreas estão sofrendo reformas, como a UTI e o centro cirúrgico. É o maior hospital da cidade, atendendo um grande número de pacientes, inclusive dos municípios vizinhos. Possuindo atualmente 139 leitos.

O regime de trabalho do hospital é distribuído da seguinte forma:

Tabela 57 : Funcionamento do HRSB

Regime de Funcionamento do Hospital	
Serviço	Horas de funcionamento
Bloco a	24
Bloco b	24
Bloco c	24
Bloco d	24
Serviços	24
Área externa	24
Pronto socorro	24
Raios-x	24
Laboratórios	24
Esterilização	24
Novo centro	24
Uti nova	24
Costura e	24
Centro cirúrgico	24
Administração	8
Cozinha	12
Recepção	8
Administração	8
Incineração	8
Oficina	8

Fonte: Diagnóstico do hospital, Eletronorte, 2005

Hospital Materno Infantil Nossa Senhora de Nazareth

O Hospital Materno Infantil Nossa Senhora de Nazareth é um hospital de esfera estadual que atualmente dispõe apenas do atendimento ao Sistema Único de Saúde - SUS. O hospital é composto de um bloco voltado para os serviços de lavanderia e um bloco voltado ao atendimento aos pacientes. A área do incinerador está desativada e outras áreas estão em reforma, como o centro cirúrgico e uma ala de laboratório. É o único hospital materno infantil do sistema de saúde da cidade atendendo um grande número de pacientes, inclusive de regiões próximas.

O regime de trabalho do hospital é distribuído da seguinte forma:

Tabela 58 : Funcionamento do HNSN

Regime de Funcionamento do Hospital		
Serviço	Horas	de
Bloco a	24	
Bloco b	24	
Bloco c	24	
Bloco d	24	
Emergência	24	
Berçário	24	
Centro cirúrgico antigo	24	
Raios-x	24	
Laboratório de citologia	8	
Manutenção	24	
Centro cirúrgico novo	24	
Nutrição	12	
Centro cirúrgico	24	
Administração	8	
Cozinha	12	
Recepção	8	
Centro de ref. Saúde da mulher	8	

Fonte: Diagnóstico do hospital, Eletronorte, 2005

O Hospital Materno Infantil Nossa Senhora de Nazareth possui um total de 125 leitos e 684 funcionários.

Fundação Hospitalar Estadual do Acre- FUNDHACRE

A Fundação Hospitalar Estadual do Acre é um hospital de esfera estadual que atualmente dispõe apenas do atendimento ao Sistema Único de Saúde - SUS. A Fundhacre é a maior instituição hospitalar do Estado e, além dos atendimentos de baixa e média complexidade, ali já se faz alta complexidade em Ortopedia e até a videolaparoscopia, procedimento cirúrgico através de fibra ótica em pequenas incisões abdominais utilizada, por exemplo, em tratamentos ginecológicos e das vias biliares.

O conjunto de prédios que formam a FUNDHACRE são: Hospital do Idoso, Hospital Geral e Pronto-Socorro, Auditório, Praça de Alimentação, Centro de Capacitação e Residência Médica, com um tempo de construção médio de 25 anos. Está em fase de construção e que fará parte da FUNDHACRE, o Hospital do Câncer com previsão de entrega e entrada em operação para 2006. A Fundação Hospitalar é a maior do estado do Acre e tem o objetivo de ser um hospital referência em todas as áreas médicas para atender a comunidade carente de praticamente todo o estado.

Possui um regime de trabalho distribuído da seguinte forma:

Tabela 59 : Funcionamento da FHA

Regime de Funcionamento do Hospital		
Serviço	Horas	de
Hospital do Idoso	24	
Ambulatório de internação	24	
Nefrologia	24	
NEFROLOGIA OSMOSE	24	
Hemodiálise	24	
Enfermarias	24	
Serviço ambulatorial	24	
Centro cirúrgico	24	
UTI	24	

Superintendência	24
Laboratórios	24
Fisioterapia	24
Nutrição	24
Cozinha	24
Praça de alimentação externa	12
Administração	8
Arquivo geral	8
Coordenação dos serviços gerais	8
Auditório	8
Odontologia	8
Centro capacitação de servidores	3

Fonte: Diagnóstico do hospital, Eletronorte, 2005

A FUNDHACRE possui uma área total construída existente de 13.615,46 m² e 2.856,40 m² de área a ser construída, totalizando 16.471,86 m² de área. Possui um total de 140 leitos.

O Fundação Hospital possui 600 funcionários e têm um demonstrativo de procedimentos realizados em 2004, conforme a tabela seguinte:

Tabela 60 : Atividades da FHA

Atividade	Quantidade
	Anual
Consultas Médicas	98.700
Exames Laboratoriais	170.200
Internações	6100
Admissão em UTI	468
Eletrocardiogramas	7.000
Tomografias	2.700
Ultra-sonografia	7.600
Raio-X	20.800
Cirurgias	4.200
Anestesia	3.200
Fisioterapias	72.300

Fonte: Diagnóstico do hospital, Eletronorte, 2005

Hospital Infantil Joana de Gusmão

O Hospital Infantil Joana de Gusmão (HIJG), situado em Florianópolis - Santa Catarina é vinculado à Secretaria Estadual de Saúde. Possui uma área de 22.000 m² e é dividido nas unidades de internação: A (Adolescente e Apartamento), B, C, D, E, HDC, Berçário, Emergência Interna, Isolamento, Oncologia, Queimados, UTI Geral e UTI Neonatal.

As unidades são especializadas em: Cardiologia, Cirurgia (Pediátrica Geral, Plástica, Oftalmologia, Ortopedia, Otorrinolaringologia, Urologia, Vascular, Bucomaxilofacial), Desnutrição, Gastroenterologia, Nefrologia, Neurocirurgia, Neurologia, Oncologia, Queimadura, Pneumologia e Terapia Intensiva.

O HIJG atua como pólo de referência Estadual para as patologias de baixa, média e alta complexidade, sendo: 68,83% pacientes oriundos de Florianópolis e da Grande Florianópolis (São José, Palhoça, Biguaçu, Santo Amaro da Imperatriz) e 31,17% de outros municípios do Estado de Santa Catarina.

Atualmente, conta com 138 leitos ativos, 856 funcionários e produziu em 2004:

- 7.786 internações
- 61.772 consultas ambulatoriais
- 94.147 atendimentos de emergência
- 5.158 cirurgias.
- Índice de mortalidade: 2,04%.
- Taxa de doentes com infecção hospitalar: 3,2%.

Até junho de 2005, sua produção foi de 4.066 internações, 32.762 consultas ambulatoriais e 48.874 atendimentos emergenciais.

Hospital Fêmina

O Hospital Fêmina fica localizado no Rio Grande do Sul, e possui as seguintes características:

Tabela 61 : Atividades do HF

Indicadores	Quantidade
Área	8.535
NÚMERO de	655
NÚMERO de	132
Internação/mês	1.269
Consultas/mês	11.121
Cirurgias/mês	709
Partos/mês	408

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do diagnóstico do Hospital, Internet, 2005

Hospital da Universidade Estadual de Dourados

O Hospital Universitário da Universidade Estadual de Dourados - MS, fica situado em Dourados, Mato Grosso do Sul.

Possui área de 6800 m² e 127 leitos.

Nesse caso as informações se restringem as características do sistema de iluminação, que foi o único englobado no diagnóstico.

Inca - Hospital do Câncer II

O Hospital de Oncologia foi inaugurado no dia 29 de outubro de 1973 e a partir 1992 passou a fazer parte da estrutura do INCA. Em 1999 passou a ser chamado de Hospital do Câncer II.

Possui área de 1700 m² e 83 leitos.

É caracterizado como hospital público federal de tratamento de câncer ginecológico e, que realiza atividades de ensino, pesquisa e assistência.

O prédio principal localiza-se à Rua do Equador, número 831 – Santo Cristo/RJ, próximo à Rodoviária Municipal Novo Rio.

O complexo do Hospital do Câncer II é constituído de um prédio central que se encontra com 32 anos de uso e dois anexos construídos em épocas distintas.

Os estudos realizados sinalizaram como principais oportunidades de economia de energia a substituição do sistema de iluminação por outros mais eficientes, assim como a substituição dos aparelhos de ar condicionado por novos aparelhos com rendimento bem superior aos existentes.

Hospital Conde Modesto Leal - Maricá

O hospital é Municipal, com despesa de energia elétrica vinculada a Secretaria Municipal de Saúde.

Teve sua construção inicial na década de 50, com diversas ampliações no correr dos anos, inauguradas nos seguintes períodos:

- Prédio da Administração – 25.MAI.1992
- Laboratórios – 11.JAN.2000

- Enfermarias, Maternidade e Ambulatórios – 26.MAI.2000
- Capela Mortuária e Cartório – 25.MAI.2001
- Samu – 09.SET.2004
- Cozinha – 09.SET.2005

A área construída é de 3.301,79 m², distribuídos da seguinte forma:

- Prédio da Administração – 401,14 m²
- Prédio de Emergência – 1.059,90 m²
- Enfermarias – 542,21 m²
- Maternidade e Ambulatórios – 766,72 m²
- Cozinha – 165,52 m²
- Lavanderia Nova (em execução) – 251,39 m²
- SAMU 192, Cartório e Capela Mortuária – 114,91 m²

Possui 74 leitos.

O regime de funcionamento diário das instalação durante a semana é o seguinte:

Regime de 08 Horas : Administração, ambulatórios, farmácia, cartório e capela.

Regime de 24 Horas: Maternidade, enfermarias, emergência, laboratórios, farmácia 24 h, SAMU, cozinha, lavanderia e capela mortuária.

Casa de Saúde Nossa Senhora do Carmo

A Casa de Saúde fica localizada no bairro de Campo Grande, no município do Rio de Janeiro, oferecendo serviços ambulatoriais e de emergência, incluindo centro cirúrgico e obstétrico.

Tabela 62 : Distribuição de leitos da CSNSC

Programa assistencial ofertado pelo hospital	
Leitos	Existente
Internamento	108
CTI adulto	14
CTI infantil	18
TOTAL	140

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do diagnóstico do hospital, Ecoluz, 2000

Possui uma área total construída de 10.120 m² e 140 leitos, oferecendo serviços do tipo: clínica médica e cirúrgica, litotripsia, análise ambulatorial, tomografia computadorizada e mamografia.

Hospital Luxemburgo

O Hospital Luxemburgo é um misto de público e privado, podendo ser considerado um hospital filantrópico. Apesar de não ser controlado diretamente pela administração pública foi considerado nesse trabalho pois grande parte de seus atendimentos se destinam a pacientes do Sistema Único de Saúde e suas características se assemelham a dos hospitais públicos de pequeno porte.

Foi fundado em 1986 e é uma das unidades da associação Mário Pena.

Inicialmente voltado para a oncologia, atualmente vem diversificando suas áreas de atendimento.

Conta atualmente com cerca de 119 leitos.

A seguir consta uma tabela com as principais atividades do hospital.

Tabela 63 : Atividades do HL

Procedimentos 2003		
Internação		11.947
Cirurgias		5.300
Radiologia		18.490
Patologia Clínica		250.018
Tomografia		1.930
Ultra-sonografia		2.230
Métodos Gráficos		2.982
Anatomia Patológica		14.232
Citopatológicos		54.462
Medicina Nuclear		422
Endoscopia	Digestiva	386

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Hospital na Internet , 2006

Hospital Maternidade Professor Barros Lima

Esse hospital é uma unidade hospitalar da Secretaria Municipal de saúde, que além dos serviços de obstetrícia, presta atendimento de urgência. Funciona 24 horas por dia e atende mais de 500 pacientes por mês. Localizado em Recife, possui 71 leitos em uma área de 5.300 m².

Tabela 64 : Atividades do HPBL

Procedimentos Mensais	
Partos	450
Cesarianas	150

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do diagnóstico, Ecoluz , 1998

Tabela 65 : Salas Especiais do HPBL

Salas	
Cirurgia obstétrica	3
Parto	3
Incubadoras	8
Berços aquecidos	4

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do diagnóstico, Ecoluz , 1998

Anexo IV

Características Técnicas dos Hospitais:

Hospital Municipal de Tucuruí

O sistema de iluminação atual do Hospital Municipal de Tucuruí é constituído de luminárias de sobrepor abertas de 1x20W, 2x20W , 1x40W, 2x40W, 4x40W; lâmpadas fluorescentes tubulares de 20W e de 40W, com reatores eletromagnéticos.

O sistema de climatização desse prédio é constituído em sua maior parte de aparelhos de ar condicionado do tipo janela, possuindo também algumas unidades “splits”. O tempo de utilização desses aparelhos é de aproximadamente 10 anos, apresentando-se no final de sua vida útil. São aparelhos energeticamente ineficientes e sem o selo Procel de Eficiência Energética

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de iluminação.

Tabela 66 : Sistema atual de iluminação do Hospital Municipal de Tucuruí

Tipo de Luminária	Horas de uso ano	Quantidade de Luminárias
1 x 40	8640	4
2 x 40	8640	144
4 x 40	8640	5
1 x 20	8640	2
2 x 20	8640	69
TOTAL GERAL		224

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema proposto de iluminação.

Tabela 67 : Sistema proposto iluminação do Hospital Municipal de Tucuruí

Tipo de Luminária	Horas de uso ano	Quantidade de Luminárias
1 x 32	8640	4
2 x 32	8640	149
1 x 16	8640	2
2 x 16	8640	69
TOTAL GERAL		224

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os valores dos equipamentos do sistema de iluminação.

Tabela 68 : Investimento no sistema proposto de iluminação do Hospital Municipal de Tucuruí

Material	Quant.	Preço/unidade
Lâmpada de 32 W (3.000 K)	302	7,00
Lâmpada de 16 W (3.000 K)	140	7,00
Lâmpada LFC (9W)	0	15,00
Lâmpada LFC (15W)	0	15,00
Reator Duplo eletrônico (32W)	153	40,00
Reator Duplo eletrônico (16W)	71	40,00
Luminária (1x 32W)	4	40,00
Luminária (1 x 16W)	2	30,00
Luminária (2 x 32W)	149	50,00
Luminária (2 x 16W)	69	30,00
Mão-de-obra	1	2.912,00
Total:		24.706,00

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os principais benefícios e o RBC.

Tabela 69 : RBC de iluminação do Hospital Municipal de Tucuruí

Redução de		Redução de		Benefício	Custo	RBC	1,71
Potência (kW)		Consumo (kWh-mês)					
6.46	35%	4.648,32	35%				

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de climatização.

Tabela 70 : Sistema atual de climatização do Hospital Municipal de Tucuruí

Tipo de Ar (BTU/h)	Horas de uso ano	Quantidade de equipamentos
7000	8640	5
10000	8640	7
12500	8640	1
15000	8640	2
TOTAL GERAL		15

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005.

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema proposto de climatização.

Tabela 71 : Sistema proposto de climatização do Hospital Municipal de Tucuruí

Tipo de Ar	Horas de uso ano	Quantidade de equipamentos
7500 BTU/h	8640	5
10000 BTU/h	8640	7
15000 BTU/h	8640	2
TOTAL GERAL		15

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005.

Na tabela seguinte constam os valores dos equipamentos do sistema de climatização.

Tabela 72 : Investimento no sistema proposto de climatização do Hospital Municipal de Tucuruí

Material	Quant.	Preço/unidade
7500 BTU/h	5	800,00
10000 BTU/h	7	1100,00
12000 BTU/h	1	1300,00
15000 BTU/h	2	1400,00
Mão-de-obra		150,00
Total:		15.953,90

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005.

Na tabela seguinte constam os principais benefícios e o RBC.

Tabela 73 : RBC de climatização do Hospital Municipal de Tucuruí

Redução de		Redução de		Benefício	Custo	RBC	3,45
Potência (kW)		Consumo (kWh-mês)					
7.07	33%	5.087,32	33%	9.742,37	2.823,59		

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Hospital Regional de Tucuruí

O sistema de iluminação atual do Hospital Regional de Tucuruí é constituído de luminárias de sobrepor abertas de 1x20W, 2x20W , 1x40W, 2x40W, 4x40W; lâmpadas fluorescentes tubulares de 20W e de 40W, com reatores eletromagnéticos.

O sistema de climatização desse prédio é constituído em sua maior parte de aparelhos de ar condicionado do tipo janela. O tempo de utilização desses aparelhos é de aproximadamente 10 anos, apresentando-se no final de sua vida útil. São aparelhos energeticamente ineficientes.

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de iluminação.

Tabela 74 : Sistema atual de iluminação do Hospital Regional de Tucuruí

Tipo de Luminária	Horas de uso ano	Quantidade de Luminárias
2 x 40	3168	47
2 x 20	3168	5
1 x 40	8640	5
2 x 40	8640	704
4 x 40	8640	10
1 x 20	8640	4
2 x 20	8640	142
Incandescente 60W	8640	3
TOTAL GERAL		920

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005.

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema proposto de iluminação.

Tabela 75 : Sistema proposto de iluminação do Hospital Regional de Tucuruí

Tipo de Luminária	Horas de uso ano	Quantidade de Luminárias
2 x 32	3168	47
2 x 16	3168	5
1 x 32	8640	5
2 x 32	8640	714
1 x 16	8640	4
2 x 16	8640	142
LFC 15W	8640	3
TOTAL GERAL		920

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os valores dos equipamentos do sistema de iluminação.

Tabela 76 : Investimento no sistema proposto de iluminação do Hospital Regional de Tucuruí

Material	Quant.	Preço/unidade
Lâmpada de 32 W (3.000 K)	1527	7,00
Lâmpada de 16 W (3.000 K)	298	7,00
Lâmpada LFC (9W)	0	15,00
Lâmpada LFC (15W)	3	15,00
Reator Duplo eletrônico (32W)	766	40,00
Reator Duplo eletrônico (16W)	151	40,00
Luminária (1x 32W)	5	40,00
Luminária (1 x 16W)	4	30,00
Luminária (2 x 32W)	761	50,00
Luminária (2 x 16W)	147	30,00
Mão-de-obra	1	11.921,00
Total:		104.201,00

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os principais benefícios e o RBC.

Tabela 77 : RBC de iluminação do Hospital Regional de Tucuruí

Redução de Potência (kW)		Redução de Consumo (kWh-mês)		Benefício	Custo	RBC	1,69
27,49	34%	19.089,53	34%	37.035,87	(21.907,00)		

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de climatização.

Tabela 78 : Sistema atual de climatização do Hospital Regional de Tucuruí

Tipo de Ar (BTU/h)	Horas de uso	Quantidade
10000	3168	3
7500	8640	6
10000	8640	20
12000	8640	5
21000	8640	2
30000	8640	2
TOTAL GERAL		38

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema proposto de climatização.

Tabela 79 : Sistema proposto de climatização do Hospital Regional de Tucuruí

Tipo de Ar (BTU/h)	Horas de uso	Quantidade
10000	3168	3
7500	8640	6
10000	8640	20
12000	8640	5
18000	8640	2
21000	8640	2
TOTAL GERAL		38

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os valores dos equipamentos do sistema de climatização.

Tabela 80 : Investimento no sistema proposto de climatização do Hospital Regional de Tucuruí

Material	Quant.	Preço/unidade
7500 BTU/h	6	800,00
10000 BTU/h	23	1100,00
12000 BTU/h	5	1300,00
18000 BTU/h	2	1500,00
21000 BTU/h	2	1900,00
Mão-de-obra	38	380,00
Total:		43.780,00

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os principais benefícios e o RBC.

Tabela 81 : RBC de climatização do Hospital Municipal de Tucuruí

Redução de		Redução de		Benefício	Custo	RBC	4,14
Potência (kW)		Consumo (kWh-mês)		32.059,35	(7.748,37)		
23.84	38%	16.507.09	38%				

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Unidade Básica de Saúde Dr. Inácio Gabriel

O sistema de iluminação atual do Hospital Dr. Inácio Gabriel é constituído de luminárias de sobrepor abertas de 2x20W , 2x40W; lâmpadas fluorescentes tubulares de 40W e de 20W, com reatores eletromagnéticos, lâmpadas incandescentes de 100W e lâmpadas de vapor misto de 250W.

O sistema de climatização desse prédio é constituído em sua maior parte de aparelhos de ar condicionado do tipo janela. O tempo de utilização desses aparelhos é de aproximadamente 10 anos. Apresentam-se no final de sua vida útil. São aparelhos energeticamente.

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de iluminação.

Tabela 82 : Sistema atual de iluminação da Unidade Básica de Saúde Dr. Inácio Gabriel

Tipo de Luminária	Horas	Quantidade de Luminárias
2 x 40	3168	29
2 x 20	3168	8
2 x 40	8640	81
2 x 20	8640	28
Incandescente 100W	8640	25
Vapor Misto 250W	8640	2
TOTAL GERAL		173

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema proposto de iluminação.

Tabela 83 : Sistema proposto de iluminação da Unidade Básica de Saúde Dr. Inácio Gabriel

Tipo de Luminária	Horas	Quantidade de Luminárias
2 x 32	3168	29
2 x 16	3168	8
2 x 32	8640	83
2 x 16	8640	28
LFC 32W	8640	25
TOTAL GERAL		173

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os valores dos equipamentos do sistema de iluminação.

Tabela 84 : Investimento no sistema proposto de iluminação da Unidade Básica de Saúde Dr. Inácio Gabriel

Material	Quant.	Preço/unidade
Lâmpada de 32 W (3.000 K)	224	7,00
Lâmpada de 16 W (3.000 K)	72	7,00
Lâmpada LFC (32W)	25	15,00
Reator Duplo eletrônico (32W)	112	40,00
Reator Duplo eletrônico (16W)	36	40,00
Luminária (2 x 32W)	112	50,00
Luminária (2 x 16W)	36	30,00
Mão-de-obra	1	1.924,00
Total:		16.971,00

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os principais benefícios e o RBC.

Tabela 85 : RBC de iluminação da Unidade Básica de Saúde Dr. Inácio Gabriel

Redução de Potência (kW)		Redução de Consumo (kWh-mês)		Benefício	Custo	RBC	2,15
6,13	40%	3.937,99	41%	7.864,04	(3.664,22)		

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de climatização.

Tabela 86 : Sistema atual de climatização da Unidade Básica de Saúde Dr. Inácio Gabriel

Tipo de Ar (BTU/h)	Horas de uso anual	Quantidade
7500	3168	8
10000	3168	1
7500	8640	5
10000	8640	6
TOTAL GERAL		20

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema proposto de climatização.

Tabela 87 : Sistema proposto de climatização da Unidade Básica de Saúde Dr. Inácio Gabriel

Tipo de Ar (BTU/h)	Horas de uso anual	Quantidade
7500	3168	8
10000	3168	1
7500	8640	5
10000	8640	6
12000	8640	0
TOTAL GERAL		20

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os valores dos equipamentos do sistema de climatização.

Tabela 88 : Investimento no sistema proposto de climatização da Unidade Básica de Saúde Dr. Inácio Gabriel

Material	Quant.	Preço/unidade
7500 BTU/h	13	800,00
10000 BTU/h	7	1100,00
12000 BTU/h	0	1300,00
15000 BTU/h	0	1400,00
18000 BTU/h	0	1500,00
21000 BTU/h	0	1900,00
30000 BTU/h	0	1900,00
Mão-de-obra	20	200,00
Total:		18.300,00

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os principais benefícios e o RBC.

Tabela 89 : RBC de climatização da Unidade Básica de Saúde Dr. Inácio Gabriel

Redução de		Redução de		Benefício	Custo	RBC	2,93
Potência (kW)		Consumo (kWh-mês)					
8.31	34%	4.378.79	34%	9.474,78	(3.238,81)		

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Hospital Betina Ferro de Souza

O sistema de iluminação atual do Hospital é constituído de luminárias de sobrepor abertas de 2x20W , 2x40W e 4x40W lâmpadas fluorescentes tubulares de 40W e de 20W, com reatores eletromagnéticos, lâmpadas incandescentes de 100W.

O sistema de climatização desse prédio é constituído em sua maior parte de aparelhos de ar condicionado do tipo janela, alguns splits e condicionamento central de 20TR, que equivale a aproximadamente 70kW. A maioria desses aparelhos encontram-se no final de sua vida útil e são aparelhos energeticamente ineficientes. No entanto, somente a troca dos aparelhos do tipo janela mostrou-se viável economicamente.

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de iluminação.

Tabela 90 : Sistema atual de iluminação do Hospital Betina Ferro de Souza

Tipo de Luminária	Horas de uso por ano	Quantidade de Luminárias
2 x 40	8760	330
4 x 40	8760	48
2 x 20	8760	3
Incandescente 100W	8760	28
TOTAL GERAL		409

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema proposto de iluminação.

Tabela 91 : Sistema proposto de iluminação do Hospital Betina Ferro de Souza

Tipo de Luminária	Horas de uso por ano	Quantidade de Luminárias
2 x 32	8760	378
2 x 16	8760	3
LFC 22W	8760	28
TOTAL GERAL		409

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os valores dos equipamentos do sistema de iluminação.

Tabela 92 : Investimento no sistema proposto de iluminação do Hospital Betina Ferro de Souza

Material	Quant.	Preço/unidade
Lâmpada de 32 W (3.000 K)	762	6,50
Lâmpada de 16 W (3.000 K)	6	6,50
Lâmpada LFC (22W)	28	15,00
Reator Duplo eletrônico (32W)	381	38,20
Reator Duplo eletrônico (16W)	3	38,20
Luminária (2 x 32W)	381	42,90
Luminária (2 x 16W)	3	26,10
Mão-de-obra	1	4.852,00
Total:		41.356,00

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os principais benefícios e o RBC.

Tabela 93 : RBC de climatização do Hospital Betina Ferro de Souza

Redução de Potência (kW)		Redução de Consumo (kWh-mês)		Benefício	Custo	RBC	3,01
18,53	43%	13.527,63	43%	26.454,50	(8.786,99)		

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de climatização.

Tabela 94 : Sistema atual de climatização do Hospital Betina Ferro de Souza

Tipo de Ar (BTU/h)	Horas de uso anual	Quantidade
7000	8640	2
10000	8640	6
12000	8640	5
18000	8640	3
TOTAL GERAL		16

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema proposto de climatização.

Tabela 95 : Sistema proposto de climatização do Hospital Betina Ferro de Souza

Tipo de Ar (BTU/h)	Horas de uso anual	Quantidade
7500	8640	3
10000	8640	5
12000	8640	5
18000	8640	2
21000	8640	1
TOTAL GERAL		16

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os valores dos equipamentos do sistema de climatização.

Tabela 96 : Investimento no sistema proposto de climatização do Hospital Betina Ferro de Souza

Material	Quant.	Preço/unidade
7500 BTU/h	3	800,00
10000 BTU/h	5	1100,00
12000 BTU/h	5	1300,00
15000 BTU/h	0	1400,00
18000 BTU/h	2	1500,00
21000 BTU/h	1	1900,00
30000 BTU/h	0	1900,00
Mão-de-obra	16	160,00
Total:		19460,00

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os principais benefícios e o RBC.

Tabela 97 : RBC de climatização do Hospital Betina Ferro de Souza

Redução de Potência (kW)		Redução de Consumo (kWh-mês)		Benefício	Custo	RBC	3,70
9,01	33%	6.484,89	33%	12.736,88	(3.444,11)		

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Hospital Coronel Mota

O sistema de iluminação atual do hospital Coronel Mota é constituído de luminárias de sobrepor de 1x20W, 2x20W, 1x40W, 2x40W, 3x40W e 4x40W ineficientes; lâmpadas fluorescentes tubulares de 20W e de 40W, com reatores eletromagnéticos com baixo fator de potência e lâmpadas incandescentes de 60W e 100W. Existem em alguns consultórios e na saúde mental luminárias 2x32W eficientes, num total de 16 luminárias, porém as lâmpadas utilizadas nas luminárias são de 40W tornando o conjunto lâmpada – luminária energeticamente ineficiente, por isso foi prevista no projeto a substituição dessas lâmpadas.

O sistema de climatização é constituído por aparelhos de ar condicionado do tipo janela e splits. O tempo de utilização dos aparelhos de ar tipo janela é de aproximadamente 10 anos e estão em condições bastante precárias. Os condicionadores de ar tipo splits são novos e eficientes não sendo necessária a troca dos aparelhos.

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de iluminação.

Tabela 98 : Sistema atual de iluminação do Hospital Coronel Mota

Tipo de Luminária	Horas de uso anual	Quantidade de Luminárias
1 x 20W	2112	19
2 x 20W	2112	3
1 x 40W	2112	5
2 x 40W	2112	166
3 x 40W	2112	17
4 x 40W	2112	12
Incandescente 60W	2112	26
Incandescente 100W	2112	19
1 x 40W	8640	2
2 x 40W	8640	93
3 x 40W	8640	43
4 x 40W	8640	16
1 x 20W	8640	15
2 x 20W	8640	23
Incandescente 60W	8640	6
Incandescente 100W	8640	3
TOTAL GERAL		468

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema proposto de iluminação.

Tabela 99 : Sistema proposto de iluminação do Hospital Coronel Mota

Tipo de Luminária	Horas de uso anual	Quantidade de Luminárias
1x16W	2112	19
2x16W	2112	3
1 x 32W	2112	5
2 x 32W	2112	207
LFC 15W	2112	26
LFC 21W	2112	19
1 x 32	8640	2
2 x 32	8640	168
1 x 16	8640	15
2 x 16	8640	23
LFC 15W	8640	6
LFC 21W	8640	3
TOTAL GERAL		496

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005.

Na tabela seguinte constam os valores dos equipamentos do sistema de iluminação.

Tabela 100 : Investimento no sistema proposto de iluminação do Hospital Coronel Mota

Material	Quant.	Preço/unidade
Lâmpada de 32 W (3.000 K)	757	8,00
Lâmpada de 16 W (3.000 K)	86	8,00
Lâmpada LFC (15W)	32	15,00
Lâmpada LFC (21W)	22	15,00
Reator Duplo eletronico (32W)	382	40,00
Reator Duplo eletronico (16W)	60	40,00
Luminária (1x 32W)	7	45,00
Luminária (1 x 16W)	34	32,00
Luminária (2 x 32W)	361	55,00
Luminária (2 x 16W)	26	32,00
Mão-de-obra	1	4.280,00
Total:		51.604,00

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005.

Na tabela seguinte constam os principais benefícios e o RBC.

Tabela 101 : RBC de iluminação do Hospital Coronel Mota

Redução de Potência (kW)		Redução de Consumo (kWh-mês)		Benefício	Custo	RBC	1,43
19,21	42%	8.140,61	42%	15.846,52	(11.104,78)		

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de climatização.

Tabela 102 : Sistema atual de climatização do Hospital Coronel Mota

Tipo de Ar (BTU/h)	Horas de uso anual	Quantidade
7000	2112	1
7500	2112	3
10000	2112	6
10300	2112	1
10500	2112	5
12000	2112	3
18000	2112	3
21000	2112	3
7500	8640	1
10000	8640	1
10500	8640	3
21000	8640	2
30000	8640	1
TOTAL GERAL		33

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema proposto de climatização.

Tabela 103 : Sistema proposto de climatização do Hospital Coronel Mota

Tipo de Ar (BTU/h)	Horas de uso anual	Quantidade
7500	2112	17
10000	2112	2
12000	2112	5
18000	2112	1
7500	8640	4
10000	8640	1
18000	8640	2
21000	8640	1
TOTAL GERAL		33

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os valores dos equipamentos do sistema de climatização.

Tabela 104 : Investimento no sistema proposto de climatização do Hospital Coronel Mota

Material	Quant.	Preço/unidade
7500 BTU/h	21	800,00
10000 BTU/h	3	1100,00
12000 BTU/h	5	1300,00
18000 BTU/h	3	1500,00
21000 BTU/h	1	1900,00
Mão-de-obra	1	330,00
Total:		33.330,00

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os principais benefícios e o RBC.

Tabela 105 : RBC de climatização do Hospital Coronel Mota

Redução de		Redução de		Benefício	Custo	RBC	3,70
Potência (kW)		Consumo (kWh-mês)					
30,54	49%	9.879,85	48%	21.818,23	(5.898,88)		

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Hospital Geral Rubens de Souza Bento

O sistema de iluminação atual do Hospital Geral Rubens de Souza Bento é constituído de luminárias de sobrepor de 1x20W, 2x20W, 1x40W, 2x40W, 3x40W e 4x40W ineficientes; lâmpadas fluorescentes tubulares de 20W e de 40W, com reatores eletromagnéticos com baixo fator de potência e lâmpadas incandescentes de 40W, 60W e 100W.

O sistema de climatização é constituído por aparelhos de ar condicionado do tipo janela, splits e centrais de ar. O tempo de utilização dos aparelhos de ar tipo janela é de aproximadamente 10 anos e estão em condições bastante precárias, além disso, alguns aparelhos são instalados próximos ao piso e abaixo de prateleiras, o que diminui ainda mais a eficiência da refrigeração. Os condicionadores de ar tipo splits são novos e eficientes não sendo necessária a troca dos aparelhos. O projeto para o ar central não foi incluído no estudo.

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de iluminação.

Tabela 106 : Sistema atual de iluminação do Hospital Rubens de Souza Bento

Tipo de Luminária	Horas de uso anual	Quantidade
1 x 20W	2112	8
2 x 20W	2112	60
2 x 40W	2112	76
3 x 40W	2112	12
Incandescente 60W	2112	21
1 x 20W	3168	1
2 x 20W	3168	13
2 x 40W	3168	20
3 x 40W	3168	19
Incandescente 100W	3168	2
1 x 20W	8640	73
2 x 20W	8640	312
1 x 40W	8640	4
2 x 40W	8640	435
3 x 40W	8640	5
4 x 40W	8640	39
Incandescente 40W	8640	19
Incandescente 60W	8640	15
TOTAL GERAL		1134

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005.

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema proposto de iluminação.

Tabela 107 : Sistema proposto de iluminação do Hospital Rubens de Souza Bento

Tipo de Luminária	Horas de uso anual	Quantidade
1x16W	2112	8
2x16W	2112	60
2 x 32W	2112	88
LFC 15W	2112	21
1x16W	3168	1
2x16W	3168	13
2 x 32W	3168	39
LFC 21W	3168	2
1 x 16W	8640	73
2 x 16W	8640	312
1 x 32W	8640	4
2 x 32W	8640	518
LFC 15W	8640	19
LFC 21W	8640	15
TOTAL GERAL		1173

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005.

Na tabela seguinte constam os valores dos equipamentos do sistema de iluminação.

Tabela 108 : Investimento no sistema proposto de iluminação do Hospital Rubens de Souza Bento

Material	Quant.	Preço/unidade
Lâmpada de 32 W (3.000 K)	1294	8,00
Lâmpada de 16 W (3.000 K)	852	8,00
Lâmpada LFC (15W)	40	15,00
Lâmpada LFC (21W)	17	15,00
Reator Duplo eletrónico (32W)	649	40,00
Reator Duplo eletrónico (16W)	467	40,00
Luminária (1x 32W)	4	45,00
Luminária (1 x 16W)	82	32,00
Luminária (2 x 32W)	645	55,00
Luminária (2 x 16W)	385	32,00
Mão-de-obra	1	11.160,00
Total:		124.422,00

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os principais benefícios e o RBC.

Tabela 109 : RBC de iluminação do Hospital Rubens de Souza Bento

Redução de Potência (kW)		Redução de Consumo (kWh-mês)		Benefício	Custo	RBC	1,22
32,31	37%	19.043,20	35%	32.550,21	(26.759,87)		

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de climatização.

Tabela 110 : Sistema atual de climatização do Hospital Rubens de Souza Bento

Tipo de Ar (BTU/h)	Horas de uso anual	Quantidade
7500	2112	2
10000	2112	4
10500	2112	1
12000	2112	1
18000	2112	2
12000	3168	1
12000	8640	1
18000	8640	2
21000	8640	1
TOTAL GERAL		15

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema proposto de climatização.

Tabela 111 : Sistema proposto de climatização do Hospital Rubens de Souza Bento

Tipo de Ar (BTU/h)	Horas de uso anual	Quantidade
7500	2112	5
10000	2112	5
7500	3168	1
7500	8640	1
12000	8640	1
18000	8640	2
TOTAL GERAL		15

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005.

Na tabela seguinte constam os valores dos equipamentos do sistema de climatização.

Tabela 112 : Investimento no sistema atual de climatização do Hospital Rubens de Souza Bento

Material	Quant.	Preço/unidade
7500 BTU/h	7	800,00
10000 BTU/h	5	1100,00
12000 BTU/h	1	1300,00
18000 BTU/h	2	1500,00
Mão-de-obra	1	150,00
Total:		15.550,00

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005.

Na tabela seguinte constam os principais benefícios e o RBC.

Tabela 113 : RBC de climatização do Hospital Rubens de Souza Bento

Redução de		Redução de		Benefício	Custo	RBC	3,85
Potência (kW)		Consumo (kWh-mês)					
13.82	49%	5.126.26	48%				

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005.

Hospital Materno Infantil Nossa Senhora de Nazareth

O sistema de iluminação atual do Hospital Materno Infantil Nossa Senhora de Nazareth é constituído de luminárias de sobrepor de 1x20W, 2x20W, 1x40W, 2x40W, 3x40W e 4x40W ineficientes; lâmpadas fluorescentes tubulares de 20W e de 40W, com reatores eletromagnéticos com baixo fator de potência e lâmpadas incandescentes de 60W, 100W. Existem em algumas áreas que estão sendo reformadas luminárias 2x32W eficientes, num total de 47 luminárias, porém as lâmpadas utilizadas nas luminárias são de 40W tornando o conjunto lâmpada – luminária energeticamente ineficiente, por isso será prevista no projeto a substituição dessas lâmpadas. Além disso, os novos reatores utilizados na reforma tem baixo fator de potência e serão substituídos.

O sistema de climatização é constituído por aparelhos de ar condicionado do tipo janela e splits. O tempo de utilização dos aparelhos de ar tipo janela é de

aproximadamente 10 anos e o estado de conservação dos equipamentos é ruim, além de serem energeticamente ineficientes. Os condicionadores de ar tipo splits são novos e eficientes não sendo necessária a troca dos aparelhos.

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de iluminação.

Tabela 114 : Sistema atual de iluminação do Hospital Materno Infantil Nossa Sra de Nazareth

Tipo de Luminária	Horas de uso anual	Quantidade
1 x 20W	2112	8
2 x 20W	2112	15
1 x 40W	2112	6
2 x 40W	2112	82
3 x 40W	2112	14
4 x 40W	2112	1
Incandescente 60W	2112	3
Incandescente 100W	2112	3
2 x 20W	3168	1
2 x 40W	3168	59
1 x 40W	8640	26
2 x 40W	8640	409
3 x 40W	8640	42
4 x 40W	8640	43
1 x 20W	8640	9
2 x 20W	8640	107
Incandescente 60W	8640	3
Incandescente 100W	8640	1
TOTAL GERAL		832

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema proposto de iluminação.

Tabela 115 : Sistema proposto de iluminação do Hospital Materno Infantil Nossa Sra de Nazareth

Tipo de Luminária	Horas de uso anual	Quantidade
1x16W	2112	8
2x16W	2112	18
1 x 32W	2112	5
2 x 32W	2112	96
LFC 15W	2112	3
LFC 21W	2112	3
2 x 16	3168	1
2 x 32	3168	59
1 x 32	8640	25
2 x 32	8640	535
1 x 16	8640	9
2 x 16	8640	110
LFC 15W	8640	3
LFC 21W	8640	1
TOTAL GERAL		876

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os valores dos equipamentos do sistema de iluminação.

Tabela 116 : Investimento no sistema atual de iluminação do Hospital Materno Infantil Nossa Sra de Nazareth

Material	Quant.	Preço/unidade
Lâmpada de 32 W (3.000 K)	1410	8,00
Lâmpada de 16 W (3.000 K)	275	8,00
Lâmpada LFC (15W)	6	15,00
Lâmpada LFC (21W)	4	15,00
Reator Duplo eletrónico (32W)	720	40,00
Reator Duplo eletrónico (16W)	146	40,00
Luminária (1x 32W)	30	45,00
Luminária (1 x 16W)	17	32,00
Luminária (2 x 32W)	643	55,00
Luminária (2 x 16W)	129	32,00
Mão-de-obra	1	8.190,00
Total:		97.847,00

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os principais benefícios e o RBC.

Tabela 117 : RBC de iluminação do Hospital Materno Infantil Nossa Sra de Nazareth

Redução de Potência (kW)		Redução de Consumo (kWh-mês)		Benefício	Custo	RBC	1,43
29,78	38%	17.423,30	37%	29.861,63	(20.877,94)		

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de climatização.

Tabela 118 : Sistema atual de climatização do Hospital Materno Infantil Nossa Sra de Nazareth

Tipo de Ar (BTU/h)	Horas de uso anual	Quantidade
10000	2112	7
12000	2112	1
18000	2112	2
7500	8640	1
10000	8640	10
10500	8640	2
12000	8640	3
18000	8640	3
TOTAL GERAL		29

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema proposto de climatização.

Tabela 119 : Sistema proposto de climatização do Hospital Materno Infantil Nossa Sra de Nazareth

Tipo de Ar (BTU/h)	Horas de uso anual	Quantidade
7500	2112	2
10000	2112	6
12000	2112	1
18000	2112	1
7500	8640	11
10000	8640	5
18000	8640	1
30000	8640	1
TOTAL GERAL		28

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005.

Na tabela seguinte constam os valores dos equipamentos do sistema de climatização.

Tabela 120 : Investimento no sistema proposto de climatização do Hospital Materno Infantil Nossa Sra de Nazareth

Material	Quant.	Preço/unidade
7500 BTU/h	13	800,00
10000 BTU/h	11	1100,00
12000 BTU/h	1	1300,00
18000 BTU/h	2	1500,00
30000 BTU/h	1	1900,00
Mão-de-obra	1	280,00
Total:		28.980,00

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os principais benefícios e o RBC.

Tabela 121 : RBC de climatização do Hospital Materno Infantil Nossa Sra de Nazareth

Redução de		Redução de		Benefício	Custo	RBC	3,86
Potência (kW)		Consumo (kWh-mês)					
20.79	43%	11.194,42	44%	19.776,43	(5.129,00)		

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Fundação Hospitalar Estadual do Acre- FUNDHACRE

O sistema de iluminação atual da FUNDHACRE é constituído de luminárias de sobrepor abertas e fechadas de 1x20W, 2x20W, 3x20W, 1x40W, 2x40W e 4x40W ineficientes; lâmpadas fluorescentes tubulares de 20W e de 40W, com reatores eletromagnéticos com baixo fator de potência e lâmpadas incandescentes de 60W, 100W. Existem no Hospital do Idoso, Novo Centro Cirúrgico e Unidade de Terapia Intensiva – UTI luminárias eficientes de 1x16W igual a 1 unidade, 2x16W igual a 14 unidades e 2x32W igual a 78 unidades, porém mesmo estas luminárias sendo eficientes, estão sendo utilizadas lâmpadas de 20W e 40W, portanto na planilha de custeio de iluminação está sendo considerada a troca destas referidas

lâmpadas. O sistema de climatização é constituído por aparelhos de ar condicionado do tipo janela, splits e centrais de ar condicionado. O tempo de utilização dos aparelhos de ar tipo janela é de aproximadamente 10 anos. Os condicionadores de ar tipo splits são novos e eficientes não sendo necessário à troca dos aparelhos. As centrais de ar, constituída de 02 aparelhos modelos 50 B2 015 834 e 50 B2 015 839 do fabricante Springer Carrier, não foram incluídas no projeto por não ser economicamente viável.

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de iluminação.

Tabela 122 : Sistema atual de iluminação do Fundhacre

Tipo de Luminária	Horas de uso anual	Quantidade
2 x 40W	780	7
1 x 20W	780	1
1 x 20W	2112	7
2 x 20W	2112	23
1 x 40W	2112	23
2 x 40W	2112	86
4 x 40W	2112	2
Incandescente 60W	2112	29
Incandescente 100W	2112	2
1 x 40W	3168	10
Incandescente 100W	3168	1
1 x 40	8640	221
2 x 40	8640	446
4 x 40	8640	78
1 x 20	8640	16
2 x 20	8640	165
Incandescente 60W	8640	44
Incandescente 100W	8640	503
TOTAL GERAL		1664

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema proposto de iluminação.

Tabela 123 : Sistema proposto de iluminação da Fundhacre

Tipo de Luminária	Horas de uso anual	Quantidade
2x32W	780	7
1x16W	780	1
1x16W	2112	7
2x16W	2112	23
1 x 32W	2112	23
2 x 32W	2112	88
LFC 15W	2112	29
LFC 21W	2112	2
1 x 32W	3168	10
LFC 21W	3168	1
1 x 32	8640	221
2 x 32	8640	446
1 x 16	8640	16
2 x 16	8640	165
LFC 15W	8640	44
LFC 21W	8640	503
TOTAL GERAL		1586

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005.

Na tabela seguinte constam os valores dos equipamentos do sistema de iluminação.

Tabela 124 : Investimento no sistema proposto de iluminação da Fundhacre

Material	Quant.	Preço/unidde
Lâmpada de 32 W (3.000 K)	1492	8,00
Lâmpada de 16 W (3.000 K)	429	8,00
Lâmpada LFC (15W)	73	15,00
Lâmpada LFC (21W)	506	15,00
Reator Duplo eletrónico (32W)	795	40,00
Reator Duplo eletrónico (16W)	227	40,00
Luminária (1x 32W)	254	45,00
Luminária (1 x 16W)	24	32,00
Luminária (2 x 32W)	541	55,00
Luminária (2 x 16W)	188	32,00
Mão-de-obra	1	13.091,00
Total:		125.993,00

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os principais benefícios e o RBC.

Tabela 125 : RBC de iluminação do Fundhacre

Redução de Potência (kW)		Redução de Consumo (kWh-mês)		Benefício	Custo	RBC	4,86
87,29	57%	59.604,14	58%	139.468,23	(28.723,78)		

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005.

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de climatização.

Tabela 126 : Sistema atual de climatização da Fundhacre

Tipo de Ar (BTU/h)	Horas de uso anual	Quantidade
7500	2112	4
7500	8640	36
10000	8640	24
10500	8640	3
12000	8640	5
15000	8640	3
18000	8640	23
21000	8640	1
TOTAL GERAL		99

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema proposto de climatização.

Tabela 127 : Sistema proposto de climatização da Fundhacre

Tipo de Ar (BTU/h)	Horas de uso anual	Quantidade
7500	2112	4
7500	8640	52
10000	8640	18
12000	8640	5
18000	8640	12
21000	8640	2
30000	8640	4
TOTAL GERAL		97

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os valores dos equipamentos do sistema de climatização.

Tabela 128 : Investimento no sistema proposto de climatização da Fundhacre

Material	Quant.	Preço/unidade
7500 BTU/h	56	800,00
10000 BTU/h	18	1100,00
12000 BTU/h	5	1300,00
18000 BTU/h	12	1500,00
21000 BTU/h	2	1900,00
30000 BTU/h	4	1900,00
Mão-de-obra	97	970,00
Total:		101.470,00

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Na tabela seguinte constam os principais benefícios e o RBC.

Tabela 129 : RBC de climatização da Fundhacre

Redução de		Redução de		Benefício	Custo	RBC	5,68
Potência (kW)		Consumo (kWh-mês)		102.070,75	(17.958,58)		
61,99	38%	43.804,83	38%				

Fonte : Diagnóstico Eletronorte, 2005

Hospital Infantil Joana de Gusmão

O sistema de iluminação é constituído na sua maioria de luminárias de sobrepor abertas de 2x20W , 1x40W, 2x40W, 3x40W; lâmpadas fluorescentes tubulares de 20W e de 40W, incandescentes de 60W e reatores eletromagnéticos.

O sistema de climatização desse prédio é constituído em sua maior parte de aparelhos de ar condicionado do tipo janela, sendo 102 de 18.000 BTU/h de um total de 153. O tempo de utilização desses aparelhos é de aproximadamente 10 anos. Apresentam-se no final de sua vida útil. São aparelhos energeticamente ineficientes.

Nesse diagnóstico, o projetista estimou o nº de horas de utilização por sala, e como a quantidade de valores é muito elevada, esses valores não serão descritos

detalhadamente. Será informado somente um valor médio, o quantitativo de equipamentos utilizados e o valor do RBC.

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de iluminação.

Tabela 130 : Sistema atual de iluminação do Hospital Infantil Joana de Gusmão

Equipamentos	Quantidade
Luminária para 1 lâmpadas de 20W	1
Luminária para duas lâmpadas de 20V	91
Luminária para 1 lâmpadas de 40W	21
Luminária para duas lâmpadas de 40V	1292
Luminária para 3 lâmpadas de 40W	1
Luminária para 4 lâmpadas de 40W	104
Incandescente 60W	91
Total	1601

Fonte : Elaboração Própria a partir do Diagnóstico da Eletrosul, 2004.

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de iluminação.

Tabela 131 : Sistema proposto de iluminação do Hospital Infantil Joana de Gusmão

Equipamentos	quantidade
Lâmpada de 16W	320
Lâmpada de 32W	3130
Reator duplo para lâmpada de 16W	160
Reator duplo para lâmpada de 32W	1565
Luminária para duas lâmpadas de 16W	160
Luminária para duas lâmpadas de 32W	1565
Lâmpada fluorescente compacta PL 15 W	243

	Lampadas 16W	Lampadas 32W	Reat. Duplo 16W	Reat. Duplo 32W	Luminária 2x16W	Luminária 2x32W	Lamp 15W
i	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Horas/Ano	4494	4494	4494	4494	4494	4494	4494
VidaÚtil (horas)	8000	8000	50000	50000	50000	50000	8000

Fonte : Elaboração Própria a partir do Diagnóstico da Eletrosul, 2004

Na tabela seguinte constam os principais benefícios e o RBC.

Tabela 132 : RBC do sistema proposto de iluminação do Hospital Infantil Joana de Gusmão

E. Economizada (MWh/ano)	Redução de Demanda (kW)	RBC
264,4	60	1,20

Fonte : Elaboração Própria a partir do Diagnóstico da Eletrosul, 2004.

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de climatização.

Tabela 133 : Sistema atual de climatização do Hospital Infantil Joana de Gusmão

Equipamentos	Quantidade
7500 BTU/h	60
10000 BTU/h	13
12000 BTU/h	4
15000 BTU/h	3
18000 BTU/h	102
21000 BTU/h	3
30000 BTU/h	2
Total	187

Fonte : Elaboração Própria a partir do Diagnóstico, Eletrosul, 2004

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema proposto de climatização.

Tabela 134 : Sistema proposto de climatização do Hospital Infantil Joana de Gusmão

Equipamentos	quantidade
7500 BTU/h	28
10000 BTU/h	11
12000 BTU/h	4
15000 BTU/h	3
18000 BTU/h	102
21000 BTU/h	3
30000 BTU/h	2

	7500 BTUs	10000 BTUs	12000 BTUs	15000BTUs	18000 BTUs	21000 BTUs	30000 BTUs
i	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Horas/Ano	1695	1695	1695	1695	1695	1695	1695
VidaÚtil (horas)	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000

Fonte : Elaboração Própria a partir do Diagnóstico, Eletrosul, 2004

Na tabela seguinte constam os principais benefícios e o RBC.

Tabela 135 : RBC do sistema proposto de climatização do Hospital Infantil Joana de Gusmão

E. Economizada (MWh/ano)	Redução de Demanda (kW)	RBC
218,8	133	1,95

Fonte : Elaboração Própria a partir do Diagnóstico, Eletrosul, 2004

Hospital Fêmeina

O sistema de iluminação é constituído na sua maioria de luminárias de sobrepor abertas de 2x20W , 1x40W, 2x40W, 3x40W; lâmpadas fluorescentes tubulares de 16,

20, 32 e 40W, fluorescentes compactas de 20W, vapor de mercúrio de 400W, halógenas de 75W, vapor metálico de 150 e 400W, incandescentes de 15, 40, 60 e 100W e reatores eletromagnéticos.

O sistema de ar condicionado é composto por diversos modelos de equipamentos. O hospital possui 87 aparelhos do tipo janela que somam 172,3 TR, além de equipamentos split e de condicionamento central, conforme tabela seguinte:

Tabela 136 : Aparelhos de ar condicionado do HF

Equipamento	Quantidade	Potência
Ar tipo janela	87	113,3
Split	4	9,5
Central	09	49,48

Fonte: Diagnóstico do hospital, PUC-RS, 2004

Observando os dados acima, nota-se que 66% da capacidade instalada no sistema de ar condicionado é de aparelhos do tipo janela. Os aparelhos split e de ar central ainda estavam em boas condições e por isso não foram trocados.

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de iluminação.

Tabela 137 : Sistema atual de iluminação do Hospital Fêmina

Tipo de Luminária	Horas de uso anual	Quantidade de Luminárias
1 x 40	4380	30
2 x 40	4380	976
1 x 20	4380	113
2 x 20	4380	384
4 x 20	4380	8
2 x 16	4380	16
2 x 32	4380	40
FC 20W	4380	2
Incandescente 15W	4380	2
Incandescente 40W	4380	84
Incandescente 60W	4380	67
Incandescente 100W	4380	25
Halógena 75W	4380	3
VM 400W	4380	3
MVM 150W	4380	4
MVM 400W	4380	6
TOTAL GERAL		1763

Fonte : Elaboração própria a partir do Diagnóstico, PUR-RS, 2005.

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de iluminação.

Tabela 138 : Sistema proposto de iluminação do Hospital Fêmina

Tipo de Luminária	Horas de uso anual	Quantidade de Luminárias
4 x 32	4380	8
2 x 32	4380	976
1 x 32	4380	30
1 x 16	4380	113
2 x 16	4380	384
FLC- 15W	4380	84
FLC- 23W	4380	15
TOTAL GERAL		1610

Fonte : Elaboração própria a partir do Diagnóstico, PUR-RS, 2005

Na tabela seguinte constam os principais benefícios e o RBC.

Tabela 139 : RBC do sistema proposto de iluminação do Hospital Fêmima

Redução de Potência (kW)		Redução de Consumo (kWh-mês)		Benefício	Custo	RBC	1,02
55,48	41%	20.249,47	41%	32.264,52	(31.657,14)		

Fonte : Elaboração própria a partir do Diagnóstico, PUR-RS, 2005

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de climatização.

Tabela 140 : Sistema atual de climatização do Hospital Fêmima

Tipo de Ar (BTU/h)	Horas de uso anual	Quantidade
7500	1460	1
7500	4380	1
10000	1460	5
12000	1460	10
12000	2920	3
12000	4380	6
18000	1460	1
18000	4380	1
21000	1460	7
21000	2920	11
21000	4380	3
30000	2920	5
30000	4380	5
TOTAL GERAL		59

Fonte : Elaboração própria a partir do Diagnóstico, PUR-RS, 2005.

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema proposto de climatização.

Tabela 141 : Sistema proposto de climatização do Hospital Fêmina

Tipo de Ar (BTU/h)	Horas de uso anual	Quantidade
7500	1460	1
7500	4380	1
10000	1460	5
12000	1460	10
12000	2920	3
12000	4380	6
18000	1460	1
18000	4380	1
21000	1460	7
21000	2920	11
21000	4380	3
30000	2920	5
30000	4380	5
TOTAL GERAL		59

Fonte : Elaboração própria a partir do Diagnóstico, PUR-RS, 2005

Na tabela seguinte constam os principais benefícios e o RBC.

Tabela 142 : RBC do sistema proposto de iluminação do Hospital Fêmina

Redução de		Redução de		Benefício	Custo	RBC	2,68
Potência (kW)		Consumo (kWh-mês)					
53,22	34%	12.851,23	34%	43.254,36	(16.127,33)		

Fonte : Elaboração própria a partir do Diagnóstico, PUR-RS, 2005

Hospital da Universidade Estadual de Dourados

O sistema de iluminação era constituído de luminárias de sobrepor abertas e fechadas de 2x20W, 2x40W, 3x40W, e 4x40W ineficientes; lâmpadas fluorescentes tubulares de 20W e de 40W, com reatores eletromagnéticos com baixo fator de potência e lâmpadas incandescentes de 60W.

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de iluminação.

Tabela 143 : Sistema atual de iluminação do Hospital de Dourados

Tipo de Luminária	Horas de uso anual	Quantidade de Luminárias
2 x 20	4380	60
2 x 40	4380	650
3 x 40	4380	5
4 x 40	4380	20
Incandescente 60W	4380	120
TOTAL GERAL		855

Fonte : Diagnóstico Eletrosul, 2005.

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de iluminação.

Tabela 144 : Sistema proposto de iluminação do Hospital de Dourados

Tipo de Luminária	Horas de uso anual	Quantidade de Luminárias
2 x 32	4380	675
2 x 16	4380	60
LFC 15	4380	120
TOTAL GERAL		855

Fonte : Diagnóstico Eletrosul, 2005.

Na tabela seguinte constam os valores dos equipamentos do sistema de iluminação.

Tabela 145 : Investimento no sistema proposto de iluminação do Hospital de Dourados

Material	Quant.
Lâmpada de 32 W (4.000 K)	1350
Lâmpada de 16 W (4.000 K)	120
Reator Duplo eletrônico (32W)	675
Reator Duplo eletrônico (16W)	60
Luminária (2 x 32W)	675
Luminária (2 x 16W)	60
Luminária PL 15W	120
Total:	107.977,42

Fonte : Diagnóstico Eletrosul, 2005.

Na tabela seguinte constam os principais benefícios e o RBC.

Tabela 146 : RBC do sistema proposto de iluminação do Hospital Fêmina

Redução de Potência (kW)		Redução de Consumo (kWh-mês)		Benefício	Custo	RBC	1,61
29,88	39%	10.906,20	39%	32.589,31	(20.263,53)		

Fonte : Diagnóstico Eletrosul, 2005.

Inca - Hospital do Câncer II

De uma forma geral, o projeto de eficiência energética do sistema de iluminação consiste na substituição do sistema de iluminação existente, composto de luminárias de baixa refletância com lâmpadas fluorescentes tubulares de 20W e de 40W e reatores eletromagnéticos, por um sistema novo e eficiente, composto por luminárias reflexivas com lâmpadas fluorescentes tubulares de 32W e de 16W e reatores eletrônicos, lâmpadas fluorescentes compactas nas arandelas nas enfermarias.

O projeto de eficiência energética do sistema de ar condicionado consiste da substituição dos aparelhos de ar condicionado existentes, onde a maioria se encontra no final da vida útil e inadequadamente dimensionados, por aparelhos tecnologicamente mais avançados com compressor rotativo, que apresentam maior rendimento e adequadamente dimensionados para o ambiente onde serão instalados. Existiam aparelhos de 7.500, 10.000, 12.000, 18.000, 21000, 24.000 e 30.000, sendo 65 de 18.000 BTU/h de um total de 147.

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de iluminação.

Tabela 147 : Sistema atual de iluminação do INCA

Tipo de Luminária	Horas de uso anual	Quantidade de Luminárias
1 x 20	3650	4
2 x 20	3650	34
3 x 20	3650	3
4 x 20	3650	7
1 x 40	3650	16
2 x 40	3650	129
3 x 40	3650	7
4 x 40	3650	67
Incandescente 60W	3650	15
Dicróica de 40W	3650	0
Mista 250W	3650	0
1 x 20	4380	1
2 x 20	4380	41
3 x 20	4380	0
4 x 20	4380	3
1 x 40	4380	0
2 x 40	4380	84
3 x 40	4380	30
4 x 40	4380	63
Incandescente 60W	4380	34
Dicróica de 40W	4380	8
Mista 250W	4380	12
1 x 20	8760	2
2 x 20	8760	29
3 x 20	8760	0
4 x 20	8760	0
1 x 40	8760	5
2 x 40	8760	112
3 x 40	8760	7
4 x 40	8760	58
Incandescente 60W	8760	3
Dicróica de 40W	8760	0
Mista 250W	8760	0
TOTAL GERAL	184690	774

Fonte : Diagnóstico INCA, 2005.

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema proposto de iluminação.

Tabela 148 : Sistema proposto de iluminação do INCA

Tipo de Luminária	Horas de uso anual	Quantidade de Luminárias
1 x 16	3650	4
2 x 16	3650	37
4 x 16	3650	7
1 x 32	3650	16
2 x 32	3650	270
LFC 15W	3650	15
Dicróica de 40W	3650	0
Vapor de Sódio de 70W	3650	0
1 x 16	4380	1
2 x 16	4380	41
4 x 16	4380	3
1 x 32	4380	0
2 x 32	4380	240
LFC 15W	4380	34
Dicróica de 40W	4380	8
Vapor de Sódio de 70W	4380	12
1 x 16	8760	2
2 x 16	8760	29
4 x 16	8760	0
1 x 32	8760	5
2 x 32	8760	235
LFC 15W	8760	3
Dicróica de 40W	8760	0
Vapor de Sódio de 70W	8760	0
TOTAL GERAL		962

Fonte : Diagnóstico INCA, 2005

Na tabela seguinte constam os valores dos equipamentos do sistema de iluminação.

Tabela 149 : Investimento no sistema proposto de iluminação do INCA

Material	Quant.	Preço/unidade
Lâmpada de 32 W	1587,00	7,00
Lâmpada de 16 W	268,00	7,00
Lâmpada LFC (15W)	55,00	15,00
Vapor de Sódio de 70W	12,00	37,16
Reator Duplo eletrônico (32W)	804,00	37,00
Reator Duplo eletrônico (16W)	141,00	37,00
Luminária (1 x 16W)	7,00	33,40
Luminária (2 x 16W)	107,00	25,40
Luminária (4 x 16W)	10,00	60,67
Luminária (1 x 32W)	21,00	55,93
Luminária (2 x 32W)	745,00	98,65
Mão-de-obra		30.000,00
Total:		157.448,00

Fonte : Diagnóstico INCA, 2005

Na tabela seguinte constam os principais benefícios e o RBC.

Tabela 150 : RBC do sistema proposto de iluminação do INCA

Redução de Potência (kW)		Redução de Consumo (kWh-mês)		Benefício	Custo	RBC	1,17
33,07	38%	14.500,60	37%	37.435,14	(32.081,41)		

Fonte : Diagnóstico INCA, 2005

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de climatização.

Tabela 151 : Sistema atual de climatização do INCA

Tipo de Ar (BTU/h)	Horas de uso anual	Quantidade
7500	4380	2
10000	4380	20
12000	4380	2
18000	4380	19
21000	4380	5
24000	4380	0
30000	4380	17
7500	8760	3
10000	8760	22
12000	8760	2
18000	8760	46
21000	8760	1
24000	8760	1
30000	8760	7
TOTAL GERAL		147

Fonte : Diagnóstico INCA, 2005

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema proposto de climatização.

Tabela 152 : Sistema proposto de climatização do INCA

Tipo de Ar (BTU/h)	Horas de uso anual	Quantidade
7500	4380	7
10000	4380	9
12000	4380	5
18000	4380	7
21000	4380	12
30000	4380	24
7500	8760	5
10000	8760	16
12000	8760	4
18000	8760	12
21000	8760	40
30000	8760	15
TOTAL GERAL		156

Fonte : Diagnóstico INCA, 2005

Na tabela seguinte constam os valores dos equipamentos do sistema de climatização.

Tabela 153 : Investimento no sistema proposto de climatização do INCA

Material	Quant.	Preço
7500 BTU/h	12	829,00
10000 BTU/h	25	1329,04
12000 BTU/h	9	1300,00
18000 BTU/h	19	1500,00
21000 BTU/h	52	2139,00
30000 BTU/h	39	2800,00
Mão-de-obra		39.120,00
Total:	156	

Fonte : Diagnóstico INCA, 2005

Na tabela seguinte constam os principais benefícios e o RBC.

Tabela 154 : RBC do sistema proposto de iluminação do INCA

Redução de Potência (kW)		Redução de Consumo (kWh-mês)		Benefício	Custo	RBC	1,55
76,76	20%	38.075,86	18%	94.132,48	(60.691,76)		

Fonte : Diagnóstico INCA, 2005

Hospital Conde Modesto Leal - Maricá

O sistema de iluminação era constituído de luminárias de sobrepor abertas e fechadas de 1x20W, 2x20W, 1x40W, 2x40W, e 4x40W ineficientes; lâmpadas fluorescentes tubulares de 20 e 40W, com reatores eletromagnéticos com baixo fator de potência e lâmpadas incandescentes de 100W.

O sistema de climatização desse prédio é constituído por aparelhos de ar condicionado do tipo janela de 6.000, 7.500, 10.000, 12.000 e 18.000, sendo 38 de 10.000 BTU/h de um total de 45. O tempo de utilização desses aparelhos varia de 2 a 10 anos e apesar de não serem muitas antigos, são equipamentos ineficientes que não possuem o selo Procel de Eficiência Energética.

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de iluminação.

Tabela 155 : Sistema atual de iluminação do Hospital Maricá

Tipo de Luminária	Horas de uso anual	Quantidade de Luminárias
1 x 40	2920	5
2 x 40	2920	17
4 x 40	2920	0
1 x 20	2920	4
2 x 20	2920	42
Incandesc. 100 W	2920	24
VS 70 W	2920	6
VM 150 W	2920	1
1 x 40	8760	12
2 x 40	8760	152
4 x 40	8760	7
1 x 20	8760	19
2 x 20	8760	93
Incandesc. 100 W	8760	18
TOTAL GERAL		400

Fonte : Diagnóstico Maricá, 2005

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema proposto de iluminação.

Tabela 156 : Sistema proposto de iluminação do Hospital Maricá

Tipo de Luminária	Horas de uso anual	Quantidade de Luminárias
1 x 32 W	2920	5
2 x 32 W	2920	17
1 x 16 W	2920	4
2 x 16 W	2920	42
LFC 15W	2920	24
1 x 32 W	8760	22
2 x 32 W	8760	173
4 x 32 W	8760	7
1 x 16 W	8760	20
2 x 16 W	8760	93
LFC 15W	8760	18
TOTAL GERAL		425

Fonte : Diagnóstico Maricá, 2005.

Na tabela seguinte constam os valores dos equipamentos do sistema de iluminação.

Tabela 157 : Investimento no sistema proposto de iluminação do Hospital Maricá

Material	Quant.	Preço/unidade
Lâmpada de 32 W (3.000 K)	421	10,00
Lâmpada de 16 W (3.000 K)	294	8,99
Lâmpada LFC (15W)	24	14,50
Reator eletrônico (2 x 32 W)	197	40,00
Reator eletrônico (2 x 16 W)	135	24,15
Reator eletrônico (1 x 32 W)	27	28,33
Reator eletrônico (1 x 16 W)	24	17,33
Luminária (1x 32 W)	27	35,00
Luminária (1 x 16 W)	24	30,00
Luminária (2 x 32 W)	197	45,00
Luminária (2 x 16 W)	135	40,00
Luminária (4 x 32 W)	7	60,00
Mão-de-obra	1	5.070,00
Total:		41.002,20

Fonte : Diagnóstico Maricá, 2005.

Na tabela seguinte constam os principais benefícios e o RBC.

Tabela 158 : RBC do sistema proposto de iluminação do Hospital Maricá

Redução de Potência (kW)		Redução de Consumo (kWh-mês)		Benefício	Custo	RBC	1,78
6,28	21%	2.962,58	16%	16.392,84	(9.226,92)		

Fonte : Diagnóstico Maricá, 2005.

Casa de Saúde Nossa Senhora do Carmo

O sistema de iluminação era constituído de luminárias de sobrepor abertas e fechadas de 1x20W, 2x20W, 4x20W, 1x40W, 2x40W ineficientes; lâmpadas fluorescentes tubulares de 20 e 40W, com reatores eletromagnéticos com baixo fator de potência, lâmpadas fluorescente compactas de 13W e lâmpadas incandescentes de 60W e 100W.

A utilização desse sistema ocorre da seguinte maneira:

- 720 horas/mês – corredores, áreas de acesso, recepções, salas de espera, postos de enfermagem, cozinha, centro cirúrgico e centro obstétrico.

- 360 horas/mês – áreas de atendimento, administrativas, diagnósticos e consultórios.
- 180 horas/mês – quartos, sanitários e enfermarias.

Nada é mencionado no diagnóstico energético sobre o sistema de climatização.

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de iluminação.

Tabela 159 : Sistema atual de iluminação do Hospital Nossa Sra do Carmo

Tipo de Luminária	Horas de uso anual	Quantidade de Luminárias
1 x 40	8640	4
1 x 40	4320	10
1 x 40	2160	10
2 x 40	8640	52
2 x 40	4320	78
2 x 40	2160	18
1 x 20	8640	26
1 x 20	4320	21
1 x 20	2160	13
2 x 20	8640	221
2 x 20	4320	113
2 x 20	2160	151
4 x 20	8640	4
4 x 20	4320	5
4 x 20	2160	9
FC 13W	8640	39
FC 13W	4320	11
FC 13W	2160	2
Incandescente 60W	8640	24
Incandescente 60W	4320	18
Incandescente 60W	2160	18
Incandescente 100W	8640	4
Incandescente 100W	4320	32
Incandescente 100W	2160	5
TOTAL GERAL		888

Fonte : Diagnóstico Ecoluz, 2000

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema proposto de iluminação.

Tabela 160 : Sistema proposto de iluminação do Hospital Nossa Sra do Carmo

Tipo de Luminária	Horas de uso anual	Quantidade de Luminárias
1 x 32	8640	4
1 x 32	4320	10
1 x 32	2160	10
2 x 32	8640	52
2 x 32	4320	78
2 x 32	2160	18
1 x 16	8640	26
1 x 16	4320	21
1 x 16	2160	13
2 x 16	8640	225
2 x 16	4320	118
2 x 16	2160	160
LFC 13W	8640	63
LFC 13W	4320	29
LFC 13W	2160	20
LFC 23W	8640	4
LFC 23W	4320	32
LFC 23W	2160	5
TOTAL GERAL		888

Fonte : Diagnóstico Ecoluz, 2000

Na tabela seguinte constam os valores dos equipamentos do sistema de iluminação.

Tabela 161 : Investimento no sistema proposto de iluminação do Hospital Nossa Sra do Carmo

Material	Quant.	Preço/unidade
Lâmpada de 32 W (3.000 K)	320	4,04
Lâmpada de 16 W (3.000 K)	1066	4,04
Lâmpada LFC (23W)	41	9,31
Reator Duplo eletrónico (32W)	172	24,84
Reator Duplo eletrónico (16W)	563	24,84
Luminária (1x 32W)	24	31,05
Luminária (1 x 16W)	60	24,84
Luminária (2 x 32W)	148	37,26
Luminária (2 x 16W)	503	31,05
Mão-de-obra	1	7.350,00
Total:		54.946,10

Fonte : Diagnóstico Ecoluz, 2000.

Na tabela seguinte constam os principais benefícios e o RBC.

Tabela 162 : RBC do sistema proposto de iluminação do Hospital Nossa Sra do Carmo

Redução de Potência (kW)		Redução de Consumo (kWh-mês)		Benefício	Custo	RBC	1,01
17,23	38%	8.105,04	38%	11.450,42	(11.375,86)		

Fonte : Diagnóstico Ecoluz, 2000.

Hospital Luxemburgo

O sistema de iluminação era constituído de luminárias de sobrepor abertas e fechadas de 1x20W, 2x20W, 2x40W, 3x40W e 4x40W ineficientes; lâmpadas fluorescentes tubulares de 20 e 40W, com reatores eletromagnéticos com baixo fator de potência, lâmpadas incandescentes de 60W.

A utilização desse sistema ocorre da seguinte maneira:

- 720 horas/mês – áreas de circulação, vestiário, cozinha e centro cirúrgico.
- 480 horas/mês – área de circulação do 2º pavimento, atendimento, diagnóstico e consultórios.
- 240 horas/mês – área administrativa.
- 180 horas/mês – sanitários, quartos e enfermarias.

O sistema de climatização desse prédio é constituído de 2 aparelhos de ar condicionado central de 80TR cada, que se apresenta em boas condições gerais e por isso um projeto para aumento da eficiência mostrou-se economicamente inviável, já que o tempo de retorno seria de aproximadamente 16 anos (ECOLUZ, 2000).

Para este hospital somente foi considerado atuação no sistema de iluminação.

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema atual de iluminação.

Tabela 163 : Sistema atual de iluminação do Hospital Luxemburgo

Tipo de Luminária	Horas de uso anual	Quantidade de Luminárias
2 x 40	8640	313
2 x 40	5760	393
2 x 40	2880	314
2 x 40	2160	36
4 x 40	8640	26
4 x 40	5760	34
4 x 40	2880	40
4 x 40	2160	15
3 x 40	4896	18
1 x 20	2880	16
1 x 20	2160	108
2 x 20	5760	47
2 x 20	2160	172
Fluorescente 110W	8640	24
Fluorescente 110W	5760	14
Fluorescente 110W	2160	20
Incandescente 60W	2160	236
VM 400W	2880	12
TOTAL GERAL		1838

Fonte : Elaboração própria a partir do Diagnóstico, Ecoluz, 2000

Na tabela seguinte constam os equipamentos do sistema proposto de iluminação.

Tabela 164 : Sistema proposto de iluminação do Hospital Luxemburgo

Tipo de Luminária	Horas de uso anual	Quantidade de Luminárias
2 x 32	8640	339
2 x 32	5760	465
2 x 32	2880	226
2 x 32	2160	51
1 x 16	2880	16
1 x 16	2160	108
2 x 16	5760	47
2 x 16	2160	172
Fluorescente 110W	8640	24
Fluorescente 110W	5760	14
Fluorescente 110W	2160	20
LFC 15W	2160	236
VS 150W	2880	76
TOTAL GERAL		1794

Fonte : Elaboração própria a partir do Diagnóstico, Ecoluz, 2000

Na tabela seguinte constam os valores dos equipamentos do sistema de iluminação.

Tabela 165 : Investimento no sistema proposto de iluminação do Hospital Luxemburgo

Material	Quant.	Preço/unidade
Lâmpada de 32 W (3.000 K)	320	4,04
Lâmpada de 16 W (3.000 K)	1066	4,04
Lâmpada LFC (23W)	41	9,31
Reator Duplo eletrónico (32W)	172	24,84
Reator Duplo eletrónico (16W)	563	24,84
Luminária (1x 32W)	24	31,05
Luminária (1 x 16W)	60	24,84
Luminária (2 x 32W)	148	37,26
Luminária (2 x 16W)	503	31,05
Mão-de-obra	1	7.350,00
Total:		54.946,10

Fonte : Elaboração própria a partir do Diagnóstico, Ecoluz, 2000

Na tabela seguinte constam os principais benefícios e o RBC.

Tabela 166 :RBC do sistema proposto de iluminação do Hospital Luxemburgo

Redução de Potência (kW)		Redução de Consumo (kWh-mês)		Benefício	Custo	RBC	1,73
72,85	45%	26.851,08	40%	68.799,93	(39.881,14)		

Fonte : Elaboração própria a partir do Diagnóstico, Ecoluz, 2000

Hospital Maternidade Professor Barros Lima

O sistema de iluminação era constituído de luminárias de sobrepor abertas e fechadas; lâmpadas fluorescentes tubulares de 20 e 40W, com reatores eletromagnéticos com baixo fator de potência e algumas lâmpadas incandescentes.

O sistema de climatização desse prédio é constituído de aparelhos de ar condicionado do tipo janela de 6.000, 7.500, 10.000, 12.000, 14.000, e 18.000, sendo 16 de 10.000 BTU/h e 18 de 18.000 BTU/h de um total de 45. Não foi elaborado, no diagnóstico, estudo para troca desses aparelhos, com o argumento de tempo de retorno elevado, em torno de oito anos(ECOLUZ, 1998).

Nesse diagnóstico não constam os quantitativos do sistema de iluminação. É informado somente o ganho de potência e energia elétricas e o tempo de retorno que se encontram na planilha com o resumo dos dados.

Anexo V

Fórmulas para cálculo do RBC seguindo metodologia da Aneel:

Redução de Demanda na Ponta (RDP):

$$RDP = [(NL_1 \times PL_1 + NR_1 \times PR_1) - (NL_2 \times PL_2 + NR_2 \times PR_2)] \times FCP \times 10^{-3} \quad (\text{kW})$$

Energia Economizada (EE):

$$EE = [(NL_1 \times PL_1 + NR_1 \times PR_1) - (NL_2 \times PL_2 + NR_2 \times PR_2)] \times t \times 10^{-6} \quad (\text{MWh/ano})$$

Onde:

NL₁ – quantidade de lâmpadas do sistema existente

NL₂ – quantidade de lâmpadas do sistema proposto

PL₁ - potência da lâmpada do sistema existente (W)

PL₂ - potência da lâmpada do sistema proposto (W)

NR₁ – quantidade de reatores do sistema existente

NR₂ – quantidade de reatores do sistema proposto

PR₁ – potência do reator do sistema existente

PR₂ – potência do reator do sistema proposto

t - tempo de utilização das lâmpadas no ano, em horas

FCP - Fator de Coincidência na Ponta a ser definido pela concessionária

Para calcular os benefícios é necessária a determinação dos "custos unitários evitados". Para isso deve-se utilizar a estrutura da tarifa horosazonal azul da distribuidora de energia local conforme resolução da ANEEL.

Para o valor de $k = X,XX$ (k varia de 0,15 a 0,30) e um Fator de Carga (FC) de X,XX , encontra-se os valores de LP, LE, LE1, LE2, LE3 e LE4 (valores tabelados contidos no manual de elaboração de projetos de eficiência energética da Aneel).

Custo Unitário Evitado de Demanda (CED)

$$CED = (12 \times C_1) + (12 \times C_2 \times LP) \quad [R\$/kW.ano]$$

Custo Unitário Evitado de Energia (CEE)

$$CE = \frac{(C_3 \times LE_1) + (C_4 \times LE_2) + (C_5 \times LE_3) + (C_6 \times LE_4)}{LE_1 + LE_2 + LE_3 + LE_4} \quad [R\$/MWh]$$

Onde:

C1 - custo unitário da demanda no horário de ponta [R\$/kW.mês];

C2 - custo unitário da demanda fora do horário de ponta [R\$/kW.mês];

C3 - custo unitário da energia no horário de ponta de períodos secos [R\$/MWh];

C4 - custo unitário da energia no horário de ponta de períodos úmidos [R\$/MWh];

C5 - custo unitário da energia fora do horário de ponta de períodos secos [R\$/MWh];

C6 - custo unitário da energia fora do horário de ponta de períodos úmidos [R\$/MWh]

Cálculo do Custo Anualizado Total (CA_{TOTAL})

$$CA_{TOTAL} = \sum CA_{equip\ 1} + CA_{equip\ 2} + + CA_{equip\ n}$$

o Cálculo do Custo Anualizado dos equipamentos com mesma vida útil ($CA_{equip\ n}$):

$$CA_{equip\ n} = CPE_{equip\ n} \times FRC$$

o Cálculo do Custo dos equipamentos e/ou materiais com mesma vida útil ($CPE_{equip\ n}$):

$$CPE_{equip\ n} = CE_{equip\ n} + \left[(CT - CTE) \times \frac{CE_{equip\ n}}{CTE} \right]$$

o Cálculo do fator de recuperação de capital (FRC):

$$FRC = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

onde:

$CPE_{equip\ n}$ - custo dos equipamentos com a mesma vida útil, acrescido da parcela correspondente aos outros custos diretos e indiretos. Esta parcela é proporcional ao percentual do custo do equipamento em relação ao custo total com equipamentos.

CE_{equipn} – Custo somente de equipamento com mesma vida útil

CT - Custo total do projeto (custos diretos + custos indiretos)

CTE – Custo total somente de equipamentos

n - vida útil (em anos)

i - taxa de juros (taxa de desconto)

A taxa de desconto a ser considerada na avaliação financeira é de **12% a.a.** Esta taxa tem por base o Plano Decenal de Expansão 1999/2008 aprovado pela Portaria MME número 151, de 10 de maio de 1999.

Cálculo dos Benefícios

$$B = (EE \times CEE) + (RDP \times CED)$$

onde:

EE - Energia Economizada (MWh/ano)

CEE - Custo Evitado de Energia (R\$/MWh) *

RDP - Redução de Demanda na Ponta (kW)

CED - Custo Evitado de Demanda (R\$/kW)*

Relação Benefício-Custo do Projeto

Todos os projetos devem ter sua relação benefício-custo (RBC) calculada sob a ótica da sociedade, ou seja o cálculo do benefício é baseado na metodologia dos "custos unitários evitados" que possui como base estudos de expansão do sistema eletro-energético brasileiro.

Se um projeto tiver mais de um uso final (iluminação e climatização) cada um desses usos finais deverá ter sua RBC calculada. Deverá, também, ser apresentada a RBC global do projeto por meio da média ponderada das RBCs individuais. Os pesos serão definidos pela participação percentual da energia economizada em cada uso final.

Para o cálculo da relação benefício-custo (RBC) de cada uso final, deve-se obedecer a seguinte metodologia:

O RBC é dado por:

$$RBC = \frac{B}{CA_{TOTAL}}$$

A relação benefício-custo deve ser maior que 1,0 para que o projeto seja considerado economicamente justificável.

Anexo VI

Metodologia de cálculo utilizada no estudo de caso:

Cálculo Luminotécnico através do Método dos Lumens (MAMEDE, 2001):

O método dos lumens é baseado na determinação do fluxo luminoso necessário para se obter um iluminamento médio desejado no plano de trabalho.

Para se determinar o número de luminárias por recinto é necessário, antes, a determinação de algumas outras grandezas e a definição do tipo de luminária que será utilizada.

A primeira grandeza que deve ser calculada é o fluxo total, definido pela fórmula seguinte:

$$\psi_t = \frac{E \times S}{F_u \times F_{dl}}$$

Onde:

ψ_t = fluxo total a ser emitido pelas lâmpadas, em lúmens;

E = iluminamento médio do ambiente, em lux, de acordo com a norma ABNT 5413

S = Área do recinto, em m²;

F_{dl} = fator de depreciação do serviço da luminária;

F_u = fator de utilização do recinto.

O fator de depreciação mede a relação entre o fluxo luminoso da luminária no fim do período considerado para se iniciar a sua manutenção e o fluxo emitido no início da sua operação. Este fator pode ser obtido em MAMEDE, 6ª edição, pagina 59, tabela 2.7.

O fator de utilização é a relação entre o fluxo luminoso que chega ao plano de trabalho e o fluxo total emitido pelas lâmpadas. Esse fator depende das dimensões do ambiente, do tipo de luminária e da pintura das paredes. Este fator pode ser obtido em MAMEDE, 6ª edição, pagina 60, tabela 2.8. No entanto, para achar o valor na tabela é

necessário antes determinar o fator K, que exprime as reflexões médias das superfícies do ambiente da instalação. O fator K pode ser obtido pela seguinte equação:

$$K = \frac{A \times B}{H_{lp} \times (A + B)}$$

Onde:

K = índice do recinto;

A = comprimento do recinto;

B = largura do recinto;

H_{lp} = altura da fonte de luz, em m.

Enfim, para determinação no número de luminárias utiliza-se a seguinte equação:

$$N_{lu} = \frac{\Psi_t}{N_{la} \times \Psi_l}$$

Onde:

Ψ_t = fluxo luminoso emitido por uma lâmpada, em lúmens, que pode ser obtido em MAMEDE, 6ª edição, pagina 44, tabela 2.1;

N_{la} = número de lâmpadas por luminária.

A distância máxima entre os centros das luminárias deve ser de 1 a 1,5 da sua altura e o espaçamento da luminária à parede deve corresponder à metade desse valor. Toda essa formulação foi automatizada através do Microsoft Excel.

Cálculo da carga térmica através do aplicativo SISGERAR, desenvolvido pelo Laboratório de Energia dos Ventos da Universidade Federal Fluminense:

Carga térmica é a taxa no qual o calor deve ser retirado do ambiente para manter sua temperatura e umidade relativa constantes (WESTPHAL, 2002 apud McQUISTON, SPITLER, 1992).

O software leva em consideração uma orientação solar média para o calculo das estimativas de carga térmica.

A tela inicial do aplicativo é a seguinte:



Ilustração 9 : Tela inicial do aplicativo

Fonte : Aplicativo UFF, 2005

Na tela seguinte são incluídas as informações sobre as janelas existentes no ambiente, indicando-se a área da mesma e se possui algum tipo de proteção e qual o tipo de vidro.

CÁLCULO DE ESTIMATIVA DE CARGA TÉRMICA

Janelas
Paredes e Aberturas
Teto, Piso e Ocupação
Condicionadores de Ar
Carga Térmica

ORIENTAÇÃO	ÁREA (m ²)	PROTEÇÃO			VIDROS	
		sem	interna	externa	simples	duplos
Norte	0					
Nordeste	0					
Leste	0					
Sudeste	0					
Sul	0					
Sudoeste	0					
Oeste	0					
Noroeste	0					

**Novo
Cálculo**

Ilustração 10 : Informações sobre janelas

Fonte : Aplicativo UFF, 2005

Na tela seguinte são incluídas as informações sobre as paredes do ambiente e se existe alguma abertura constante para áreas não condicionadas.

CÁLCULO DE ESTIMATIVA DE CARGA TÉRMICA

Janelas
Paredes e Aberturas
Teto, Piso e Ocupação
Condicionadores de Ar
Carga Térmica

PAREDES EXTERNAS

Voltadas para Sul - Área (m2)..... Construção: leve pesada

Voltadas para Outras Orientações - Área (m2)... Construção: leve pesada

PAREDES INTERNAS

Para áreas não condicionadas - Área (m2)..... Construção: leve pesada

ABERTURAS

Aberturas constantes para áreas não condicionadas - Área (m2).....

**Novo
Cálculo**

Ilustração 11 : Informações sobre Paredes

Fonte : Aplicativo UFF, 2005

Na tela seguinte são incluídas as informações sobre o tipo de piso, o número médio de pessoas que ocupam o ambiente e a potência média dos aparelhos elétricos.

CÁLCULO DE ESTIMATIVA DE CARGA TÉRMICA

Janelas | Paredes e Aberturas | **Teto, Piso e Ocupação** | Condicionadores de Ar | Carga Térmica

TIPO DE TETO

Laje sem telhado e sem isolamento (exposta ao sol) (Área m2).....

Laje sem telhado, com isolamento térmico (exposta ao sol) (Área m2)...

Laje entre andares (Área m2).....

Telhado sem isolamento (Área m2).....

Telhado com isolamento térmico (Área m2).....

PISO

Piso não colocado diretamente sobre o solo (Área m2).....

PESSOAS LÂMPADAS E APARELHOS watts

Novo Cálculo

Ilustração 12 : Informações sobre teto, piso e ocupação

Fonte : Aplicativo UFF, 2005

Na tela seguinte são incluídas as informações sobre os aparelhos de ar condicionado existentes no ambiente.

CÁLCULO DE ESTIMATIVA DE CARGA TÉRMICA

Janelas | Paredes e Aberturas | Teto, Piso e Ocupação | **Condicionadores de Ar** | Carga Térmica

	Capacidade	Unidade
Condicionador 1	0	
Condicionador 2	0	
Condicionador 3	0	
Condicionador 4	0	

CAPACIDADE TOTAL (kcal/h)

Novo Cálculo

Ilustração 13 : Informações sobre os condicionadores existentes

Fonte : Aplicativo UFF, 2005

Na tela seguinte é calculada a carga térmica do ambiente, comparando-a com a capacidade do equipamento existente.

CÁLCULO DE ESTIMATIVA DE CARGA TÉRMICA

Janelas | Paredes e Aberturas | Teto, Piso e Ocupação | Condicionadores de Ar | **Carga Térmica**

Clique sobre a barra para calcular a carga térmica do ambiente e compará-la com a capacidade do(s) condicionador(es) instalado(s)

Capacidade Total do(s) Condicionador(es) - (kcal/h)	1890
Carga Térmica calculada - (kcal/h)	2911
Carga Térmica calculada - (BTU/h)	11551
Diferença - (kcal/h)	-1021
Diferença - %	-35,07%

DIAGNÓSTICO

Condicionador(es) subdimensionado(s) para as características do ambiente

Novo Cálculo

Ilustração 14 : Tela final com o indicativo da capacidade necessária – exemplo fictício

Fonte : Aplicativo UFF, 2005