

Eixo Temático ET-06-009 - Energia

ANÁLISE DO POTENCIAL DA CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM UM AMBIENTE HOSPITALAR

Gerson de Oliveira e Silva Neto¹, Tiago Alexandre da Silva²,
Ronaldo Ribeiro Barbosa de Aquino³, Luiz Filipe Alves Cordeiro⁴, Vilma Alves de Souza⁵

¹Graduado em Engenharia Elétrica da UFPE. E-mail: ee_gerson.neto@hotmail.com.

²Graduado em Engenharia Elétrica da UFPE. E-mail: tiago_alex1994@hotmail.com.

³Professor Doutor. Departamento de Engenharia Elétrica (DEE). Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. E-mail: rrba@ufpe.br.

⁴Pesquisador Doutor do Departamento de Engenharia Elétrica (DEE). Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). E-mail: filipecordeiro@gmail.com. Laboratório de Eficiência Energética e Qualidade de Energia (LEEQE)/UFPE. Membro do Grupo de Sustentabilidade da Presidência do Tribunal de Justiça de Pernambuco. Autor para correspondência.

⁵Pós-Graduada em Construções Sustentável e Engenharia Civil/UFPE e membra do Grupo de Sustentabilidade da Presidência do Tribunal de Justiça de Pernambuco

RESUMO

O presente trabalho tem como foco principal o conceito de eficiência energética aplicado ao setor hospitalar para verificar as possíveis áreas para atuar e poupar dinheiro. Com os dados fornecidos pelo Setor de Infraestrutura do Hospital das Clínicas, a análise fora elaborada para atingir três áreas: economia de energia, redução de emissão de CO₂ e viabilidade das soluções. Os dados adquiridos visaram uma adequação a melhor demanda no horário de ponta e fora de ponta na conta de energia, além da estimativa da troca do sistema de iluminação e de refrigeração com as respectivas economias energéticas, financeiras e emissão de CO₂. Destarte, a análise por meios teóricos dos dados catalogados pelo hospital provaram que as mudanças sugeridas de trocar o sistema de iluminação com lâmpadas fluorescente para lâmpadas LED e o sistema de refrigeração com os vários condicionadores de ar por um único condicionador de ar central são viáveis. O tema de eficiência energética aqui apresentado visou as medidas básicas para gerar ganhos a longo prazo por meios da escolha mais viável economicamente.

Palavras-chave: Eficiência energética; Economia energética; Projeto luminotécnico; Sistema tarifário; Setor hospitalar.

INTRODUÇÃO

Visando ao atual cenário econômico que o Brasil se encontra, nota-se que a crise atravessada pelo Brasil reduziu o crescimento da demanda de energia elétrica, uma vez que o setor industrial desacelerou em consequência da situação financeira e dos escândalos políticos que agravaram o custo de vida no Brasil, assim sendo, a análise da eficiência energética está cada vez mais em foco no debate e as medidas de como utilizar a energia de forma mais eficiente voltou a ser pauta pela necessidade como uma alternativa visando competitividade das empresas, embora não esteja no foco do plano de expansão do governo federal.

A ideia central em torno desse trabalho é tornar o Hospital das Clínicas (HC), o hospital universitário da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), mais econômico e sustentável no âmbito de poder alocar de forma mais efetiva os recursos recebidos em pontos significativos para o andamento do hospital como um todo. Há um compromisso em manter e até melhorar a qualidade dos ambientes nos quesitos de iluminação e refrigeração para a satisfação dos pacientes, acompanhantes, estudantes e funcionários do Hospital das Clínicas cresça e que por ventura venha a ser referência não só em especialidades da saúde, mas também em eficiência energética bem como gestão energética. Por isso, esse é um passo para encorajar outros

estudantes que têm o desejo de contribuir para a sociedade, visto que ainda existirá outros pontos que cabem melhorias e até outros locais da universidade.

De acordo com o Relatório de Brundtland, o desenvolvimento sustentável é concebido como o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades.

O intuito desse trabalho é ter como base os pilares da sustentabilidade, visto que haverá um benefício social, econômico e ambiental. Medidas com viés econômico para o combate ao desperdício no ambiente de trabalho através de ações simples como desligar a luz quando sair ou apresentar através da hierarquia formas de economizar, utilizar lâmpadas LED (Diodo emissor de Luz) podem ir além do hospital e chegar às casas dos seus frequentadores.

O conhecimento para a redução de custos é fator crucial para a melhor escolha, pois o potencial técnico de economia em edificações existentes é estimado em 25%, enquanto que em prédios novos pode alcançar até 50%, ou seja, quando se considera a eficiência energética nas edificações desde a fase de projeto. (PROCEL, 2011).

OBJETIVO

Neste trabalho, são utilizados dados do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco para analisar melhorias e propor soluções cabíveis que vislumbrem a eficiência energética do hospital sem perder qualidade nos serviços prestados aos pacientes e no ensino dos universitários que frequentam aulas práticas no hospital, além do fator de satisfação de todos que trabalham no Hospital. Os principais objetivos são:

1. Avaliar a possibilidade de eficiência energética na iluminação do hospital;
2. Levantar as cargas dos condicionadores de ar e propor um sistema que conserve melhor a temperatura dentro dos ambientes;
3. Analisar as contas de energia em busca da melhor demanda.
4. Converter cada alteração em valores monetários para análise de viabilidade econômica.

METODOLOGIA

A metodologia desenvolvida fora destinada a apresentar o sistema atual no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco, onde os dados necessários para a realização dos estudos vislumbrados nos objetivos desse trabalho foram adquiridos com a assistência do Setor de Infraestrutura Física do hospital. Após a identificação dos locais, houve uma análise e interpretação técnica para então contabilizar as mudanças do ponto de vista econômico sem que o frequentador do hospital sofra algum incômodo. Será explanado as devidas alterações que deverão ser feitas para a melhoria da conservação de energia no ambiente hospitalar como um todo.

Sistema tarifário

O Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco disponibilizou os dados necessários através das suas contas de energia para essa análise tarifária no intervalo de 21 meses, começando em Setembro de 2015 até Maio de 2017 com a exceção de Abril de 2017, como apresentado na Figura 1 (consumos de energia) e na Figura 2 (demandas), onde os valores em laranja e azul correspondem aos dados da ponta e fora de ponta respectivamente. O sistema tarifário Horossazonal Azul nível A4 é o praticado pelo hospital. O hospital recebe uma tensão de alimentação que é abaixo de 69 kV, logo o hospital pode ser Horossazonal Verde ou Azul. Outra informação importante é que o HC está sob a tutela do PODER PÚBLICO – FEDERAL por isso que o HC não pode ir ao mercado livre de energia.

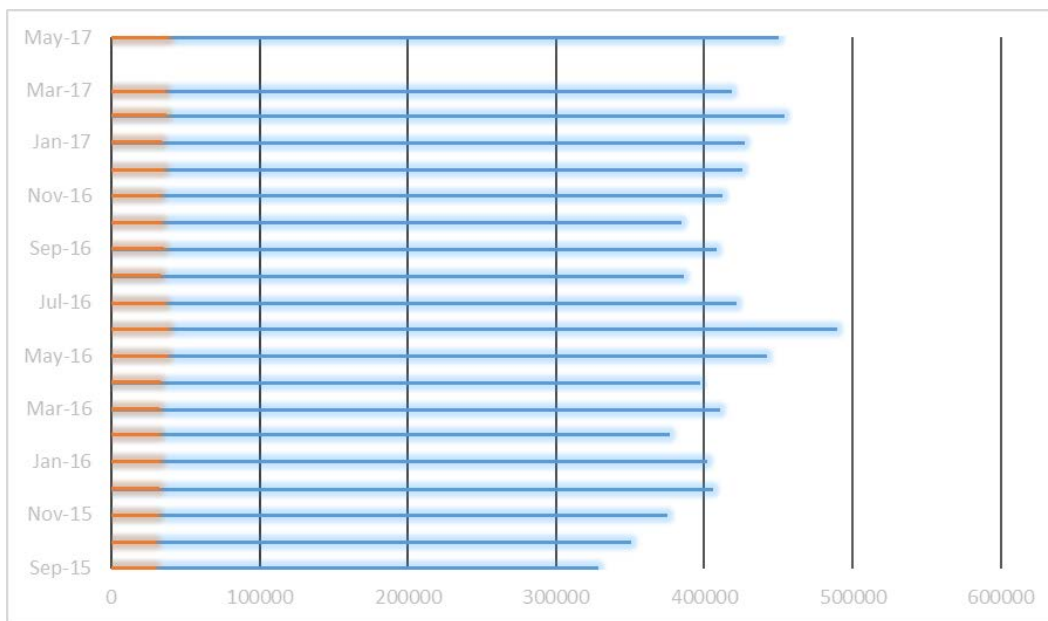


Figura 1. Consumo de energia no intervalo de 21 meses. Fonte: Elaboração própria.

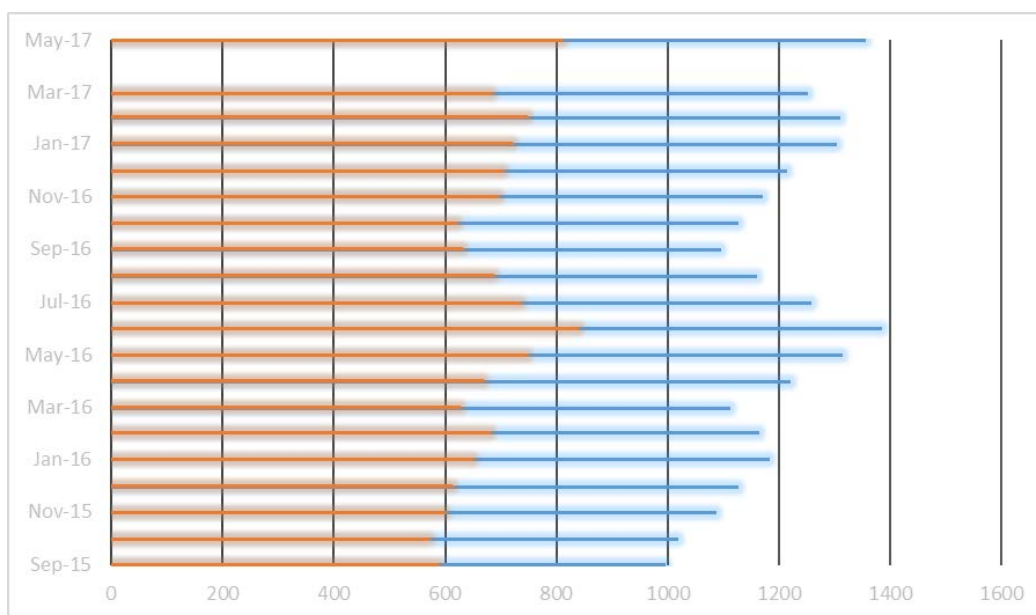


Figura 2. Demandas das contas de energia no intervalo de 21 meses. Fonte: Elaboração própria.

Realizando um retrospecto na análise das contas de energia do Hospital das Clínicas, há a indicação que o hospital perde dinheiro pagando multas e pagando a folga na demanda contratada, as demandas contratadas de ponta e fora de ponta são 850,00 kW e 1200,00 kW respectivamente. Os valores em Reais atuais pagos no sistema tarifário Horossazonal Azul são apresentados na Tabela 1 considerando os valores da Celpe presente na Tabela 2 desconsiderando as bandeiras tarifárias, onde o total fora de R\$5.359.691,91.

Tabela 1. Valores pagos na modalidade Horossazonal Azul.

MÊS	Valor
Jun-2017	R\$ 295.809,52
Mai-2017	R\$ 279.470,72
Mar-2017	R\$ 257.399,36
Fev-2017	R\$ 277.209,61
Jan-2017	R\$ 264.998,53
Dez-2016	R\$ 258.860,77
Nov-2016	R\$ 252.341,31
Out-2016	R\$ 242.329,28
Set-2016	R\$ 252.088,11
Aug-2016	R\$ 242.126,78
Jul-2016	R\$ 258.892,29
Jun-2016	R\$ 287.511,44
Mai-2016	R\$ 273.639,39
Abr-2016	R\$ 246.813,10
Mar-2016	R\$ 251.316,91
Fev-2016	R\$ 238.333,54
Jan-2016	R\$ 248.475,71
Dez-2015	R\$ 249.382,71
Nov-2015	R\$ 237.094,59
Out-2015	R\$ 227.174,30
Set-2015	R\$ 218.423,95

Fonte: Elaboração própria

Um código fora desenvolvido no MATLAB® para a encontrar as melhores demandas na ponta e fora de ponta e o melhor sistema tarifário utilizando tarifas atuais da Celpe presentes na Tabela 2. As bandeiras tarifárias foram desconsideradas, pois a análise é feita sob iguais condições independente da época do ano, visto que o sistema de bandeira tarifária influenciam apenas no consumo e não na demanda como é o foco do código.

Tabela 2. Tarifas atuais da Celpe dia 13 de Junho de 2017 com ICMS.

Consumo (R\$/kWh)		Demanda (R\$/kW)		Demanda Ultrapassagem (R\$/kW)		
Ponta	Fora	Ponta	Fora	Ponta	Fora	
R\$ 2,06857	R\$ 0,38208	R\$ 20,17206		R\$ 40,34411		H. Verde
R\$ 0,56421	R\$ 0,38208	R\$ 62,02907	R\$ 20,17206	R\$ 124,05814	R\$ 40,34411	H. Azul

Fonte: Celpe, Junho/2017

Através da Figura 2, os dados relativos aos meses anteriores à Dezembro de 2015 não foram contabilizados no código, visto que há uma variação da demanda pode ser um indicativo da instalação de um novo aparelho no hospital.

Objetivos com a análise tarifária. A medida necessária que o Hospital das Clínicas deve implementar será o ajuste das demandas de acordo com a necessidade do hospital. Para as melhores demandas, de ponta e fora de ponta, serem encontradas, o código no MATLAB® utilizou os dados fornecidos pelo hospital e explicitados na Tabela 3 e a saídas da rotina foram as melhores demandas escritas em um documento Excel com valores em Reais. O código é simples, pois calcula quanto o sistema gasta para cada demanda gerada e testa todas as demandas possíveis desde a média das demandas registradas até as demandas máximas, uma por uma.

Tabela 3. Dados de entrada para o código no MATLAB®.

MÊS	CFP	CP	DCFP	DRFP	DCP	DRP
Jun-2016	488592,00	37501,92	1200,00	1382,40	850,00	838,08
Mai-2017	449638,00	38011,68	1200,00	1353,60	850,00	809,28
Mar-2017	417816,00	35132,40	1200,00	1249,92	850,00	682,56
Fev-2017	453600,00	36263,52	1200,00	1307,52	850,00	745,92
Jan-2017	426744,00	33425,28	1200,00	1301,76	850,00	720,00
Dez-2016	424584,00	34477,92	1200,00	1212,48	850,00	702,72
Nov-2016	411480,00	32243,04	1200,00	1169,28	850,00	694,08
Out-2016	384048,00	33074,64	1200,00	1126,08	850,00	619,20
Set-2016	407448,00	34524,72	1200,00	1094,40	850,00	630,72
Aug-2016	385200,00	31935,60	1200,00	1157,76	850,00	685,44
Jul-2016	420624,00	35670,96	1200,00	1255,68	850,00	734,40
Jun-2016	482400,00	37490,40	1200,00	1284,48	850,00	777,60
Mai-2016	441720,00	37362,96	1200,00	1313,28	850,00	745,92
Abr-2016	396144,00	32178,24	1200,00	1218,24	850,00	668,16
Mar-2016	409608,00	31695,12	1200,00	1111,68	850,00	624,96
Fev-2016	37612,00	31356,00	1200,00	1163,52	850,00	679,68
Jan-2016	400896,00	32559,12	1200,00	1180,80	850,00	648,00
Dez-2015	405072,00	31338,72	1200,00	1126,08	850,00	610,56

Fonte: Elaboração própria.

As melhores demandas na ponta e fora de ponta que foram calculadas são 711 kW e 1251 kW respectivamente. A correspondência em Reais desta análise está na Tabela 4 para os dois sistemas tarifários Horossazonal Verde e Horossazonal Azul.

Tabela 4. Valores em Reais a partir da melhor demanda calculada.

MÊS	TOTAL HV	TOTAL HA
Jun-2017	R\$ 297.443,65	R\$ 308.777,89
Mai-2017	R\$ 281.871,71	R\$ 287.079,78
Mar-2017	R\$ 257.548,21	R\$ 248.799,10
Fev-2017	R\$ 274.700,49	R\$ 266.415,82
Jan-2017	R\$ 258.452,06	R\$ 252.829,34
Dez-2016	R\$ 258.780,29	R\$ 251.015,76
Nov-2016	R\$ 249.150,51	R\$ 244.748,04
Out-2016	R\$ 240.389,51	R\$ 234.736,02
Set-2016	R\$ 252.329,78	R\$ 244.494,84
Aug-2016	R\$ 238.473,49	R\$ 234.533,52
Jul-2016	R\$ 259.829,55	R\$ 251.721,73
Jun-2016	R\$ 287.777,52	R\$ 287.874,54
Mai-2016	R\$ 272.551,84	R\$ 262.613,22
Abr-2016	R\$ 243.156,89	R\$ 238.851,90
Mar-2016	R\$ 247.301,85	R\$ 243.723,64
Fev-2016	R\$ 233.808,31	R\$ 230.740,27
Jan-2016	R\$ 245.760,41	R\$ 240.882,44
Dez-2015	R\$ 244.831,49	R\$ 241.789,44
Total	R\$ 4.644.157,56	R\$ 4.571.627,30

Fonte: Elaboração própria.

A partir da Tabela 4, a conclusão é que o Hospital das Clínicas já se encontra no melhor sistema tarifário, a mudança deve ser feita são nos valores das demandas contratadas. O sistema Horossazonal Azul para o hospital dá uma economia de R\$72.530,26 em relação ao sistema Horossazonal Verde nos 18 meses analisados. Enquanto que a economia entre o sistema atual e o valor calculado pelo código nos 18 meses é de R\$ 105.371,77.

Alterações necessárias no sistema de tarifação. A melhor demanda Fora de Ponta é: 1251,00 kW, enquanto que a melhor demanda na Ponta é: 711,00 kW. Um dos maiores retornos financeiro para o Hospital das Clínicas será sobre a mudança no sistema de tarifação da Celpe. O ideal é nivelar um pouco abaixo da demanda calculada, pois no mês seguinte, alterar o valor para mais é rapidamente conseguido.

Retorno financeiro Tarifas. O custo é praticamente nulo considerando que o engenheiro do Setor de Infraestrutura Física do Hospital das Clínicas deverá solicitar a Celpe a mudança.

Sistema de iluminação

Os dados do sistema de iluminação do Hospital das Clínicas cedidos pelo Setor de Infraestrutura Física do hospital, onde todas as lâmpadas com os respectivos formatos de lâmpadas e existência de reator ou não foram catalogados. O sistema atual atende ao hospital e tem uma potência instalada de 237,262 kW consistindo de lâmpadas de rosca, tubulares, refletores e reatores.

Além dos valores instalados, o Setor de Infraestrutura Física estimou uma média de consumo das lâmpadas, onde fora analisado através de perguntas aos frequentadores dos ambientes no hospital quanto tempo determinada área é usado por dia. Valores no horário de ponta de 7.346,735 kWh/mês e 86.206,533 kWh/mês no horário fora de ponta foram a conclusão do uso das lâmpadas, esses valores e os valores da demanda deveram diminuir após a realização das trocas das lâmpadas, pois a tecnologia LED tem uma ótima relação lm/W e a troca ocorrerá com o intuito de manter a quantidade de fluxo luminoso.

Dados do sistema de iluminação. Os dados levantados pelo Setor de Infraestrutura do Hospital das Clínicas e cedidos para a análise por meio da substituição das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de LED, onde o foco é reduzir a demanda e o consumo do hospital. O resumo da quantidade de lâmpadas catalogadas do hospital é apresentado na Tabela 5. Os dados contabilizados foram além da potência instalada, houve uma estimativa de uso dos ambientes dividindo os horários nos horários de ponta e de fora de ponta.

Tabela 5. Resumo da quantidade de lâmpadas catalogadas no HC.

Total	
Tubular T8	6543
Tubular (menor)	8
Tubular (Fininha)	72
Rosca E-27	894
VM tubular	30
Desconhecida	4

Fonte: Setor de Infraestrutura Física do Hospital das Clínicas da UFPE

Sem contar com salas e corredor do 4º andar do Bloco C, pois essa ala estava desativada no momento do levantamento das cargas, 7551 lâmpadas foram contadas.

Tabela 6. Sistema atual contabilizado pelo HC.

Demanda instalada de Iluminação na Ponta (kW)	124,56	R\$	7.726,34
Demanda instalada de Iluminação fora Ponta (kW)	237,262	R\$	4.786,06
Energia consumida NP (kWh/Mês)	7346,735	R\$	4.145,10
Energia consumida FP (kWh/Mês)	86206,533	R\$	32.937,79
	Total	R\$	49.595,30

Fonte: Setor de Infraestrutura Física e elaboração própria

Alterações necessárias no sistema de iluminação. O conceito de ter um projeto luminotécnico eficiente consistem em atingir os níveis adequados para os ambientes, logo o sistema atual com as 7551 lâmpadas catalogadas e o ideal é substituí-las pelas lâmpadas de LED com igual eficiência luminosa para que os ambientes não percam a qualidade para o usuário. Por isso, houve a mudança das lâmpadas fluorescentes de 15 W de rosca E-27 por a equivalente LED de 9 W com rosca E-27 e as fluorescentes tubulares T8 de 32 W, por equivalente LED tubular T8 de 18W. O ideal é que no hospital como um todo as lâmpadas tenham cor neutra e nos leitos uma cor quente, já no caso das salas de cirurgia, há a necessidade das lâmpadas com core fria e com um alto Índice de Reprodução de Cores. Todos os valores atualizados para as mudanças sugeridas são apresentados na Tabela 7, há a ressalva que não houve mudança na quantidade de lâmpadas e também não houve mudanças das luminárias. A Tabela 7 conta com a vantagem que a durabilidades das lâmpadas LED de 50000 horas o que torna a escolha LED mais vantajosa.

Tabela 7. Valores atualizados devido as mudanças para lâmpadas LED.

Demanda instalada de Iluminação na Ponta (kW)	66.942	R\$	4.152,35
Demanda instalada de Iluminação fora Ponta (kW)	127.604	R\$	2.574,04
Energia consumida NP (kWh/Mês)	3949.407	R\$	2.228,29
Energia consumida FP (kWh/Mês)	46073.781	R\$	17.603,87
	Total	R\$	26.558,55

Fonte: Elaboração própria

Esses valores contabilizados no sistema atual de tarifação Horossazonal Azul correspondem a economia de R\$23.036,75 para a iluminação do hospital como um todo, com a substituição de 7437 lâmpadas correspondentes as lâmpadas tubulares T8 e de rosca E-27.

Retorno financeiro no investimento em iluminação. O retorno financeiro para o projeto luminotécnico tem como base preços de mercado atual consultados em casas de construção em Pernambuco, pois um documento emitido pelo SINAPI com preços de insumos contém preços acima dos valores praticado pelo mercado pernambucano. Enquanto que uma lâmpada de LED 18W tubular T8 com base G13 custa no mercado R\$45,00, na tabela SINAPI custa R\$65,19, e a lâmpada LED de 9W de bulbo custa no mercado cerca de R\$13,00, na tabela é R\$36,75 (10W), a vida útil delas são de 50.000 horas que equivale a cerca de 9 anos, 1 mês e 16 dias considerando que as lâmpadas funcionam uma média de 15 horas por dia, muitas dessas lâmpadas deverá durar mais do que esse tempo estipulado. O fator de potência das lâmpadas LED estudadas no mercado apresentam fator de potência altíssimo além dos 0,92 como requer a lei brasileira, de qualquer forma o Hospital das Clínicas tem um banco capacitivo com chaveamento automático.

Então, a referência para a análise do retorno financeiro utilizou-se os valores encontrados no mercado. Não se levou em conta o custo da mão de obra para a troca das lâmpadas nem fazer as devidas adaptações na instalação elétrica. O investimento inicial no sistema de iluminação do hospital como deve ser é apresentado na Tabela 8.

Tabela 8. Equivalência nas lâmpadas de LED.

Lâmpada	Qty.	Preço/Unidade	Total
Tubular T8	6543	R\$ 45,00	R\$ 294.435,00
Rosca E-27	894	R\$ 13,00	R\$ 11.622,00
			R\$ 306.057,00

Fonte: Elaboração própria.

Utilizando a técnica de análise de Valor Presente Líquido, o valor do investimento na troca de 7437 lâmpadas custará para o HC cerca R\$306.057,00. Considerando as Tabelas 7 e 6, a economia mensal é de R\$27.036,75, logo considerando a vida útil considerando a estimativa inicial de 9 anos e 1 mês (109 meses), o que corresponde aproximadamente as 50.000 horas de funcionamento da lâmpada LED. O *payback* simples correspondente ao tempo que a economia é maior do que o investimento corresponde a 13,29 meses ou mais precisamente o investimento terá retorno em 14 meses. O VLP e a taxa RCB durante 9 anos e 1 mês (109 meses) são apresentados na Tabela 9.

O Valor Presente Líquido é calculado somando os fluxos de caixa que no caso o investimento inicial entra na conta como negativo (-R\$306.057,00) e as economias mensais (R\$27.036,75) são corrigidas com o valor da inflação no tempo. A Relação Custo Benefício é calculada dividindo o investimento inicial (R\$306.057,00) pelas economias mensais (R\$27.036,75) vezes o horizonte de tempo de vida útil (9 anos e 1 mês) (SOARES, 2017).

Tabela 9. Métricas financeiras para analisar o investimento no sistema de iluminação.

VPL	R\$ 1.494.731,50
RCB	0.121886

Fonte: Elaboração própria.

Em outras palavras, considerando o investimento de R\$306.057,00 à taxa de 8% ao ano haverá uma economia de R\$1.494.731,50 no horizonte de 109 meses.

Sistema de refrigeração

O sistema de refrigeração atual consiste em condicionadores de ar do tipo Split, Janela e Piso-Teto das mais variadas marcas normalmente feitos para a adequação individual a cada ambiente. O *Chiller* é o mais indicado para o hospital onde o ar refrigerado é entregue por meio de dutos e outro canal de dutos independente retira o ar dos ambientes e isso evita o caso de alguma doença se alastrar, além de que os modelos que estão presentes no hospital são devem estar mal dimensionados considerando o fluxo de pessoas.

Todos os aparelhos foram catalogados de todo o Hospital das Clínicas, a potência somada de todos os 473 condicionadores de ar do hospital é de 7.612.600,00 BTUs que equivale a 634,38 TRs, há um indicativo de sistema central ser indicado para todo o hospital, pois os diferentes ambientes do hospital estarão a mesma temperatura. Um resumo em faixas de BTUs da quantidade de condicionadores de ar presente no Hospital das Clínicas é apresentado na Tabela 10. Os valores correspondentes aos gastos mensais só com condicionadores de ar são apresentados na Tabela 11.

Tabela 10. Resumo da quantidade de condicionadores de ar.

Potências dos Condicionadores de ar (BTUs)	Quantidade
Menor do que 11000	257
Entre 11000 e 25000	156
Entre 25000 e 36000	29
Entre 36000 e 76000	31

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 11. Valores atuais do sistema de condicionador de ar total.

Demanda instalada de Climatização na Ponta (kW)	602,728	R\$	37.386,66
Demanda instalada de Climatização fora Ponta (kW)	742,885	R\$	14.985,52
Energia consumida NP (kWh/Mês)	11529,793	R\$	6.505,22
Energia consumida FP (kWh/Mês)	208.223,769	R\$	79.558,14
Total		R\$	138.435,54

Fonte: Setor de Infraestrutura Física e elaboração própria.

Objetivos com a refrigeração. Uma vistoria detalhada na planta de localização do hospital, as áreas como o Necrotério, o Setor de Infraestrutura Física, NASS, consultórios de Dermatologia, Central de Ar Comprimido e Lavanderia estão separados dos prédios principais, logo, é justo desconsiderar esses condicionadores de ar da análise pois os dutos devido a distância tornaria inviável. Por isso, o total de BTUs e TRs a serem considerados passam a ser 7.254.000 BTUs e 604,5TRs e com esses valores é necessário ver a melhor escolha para o tamanho do *Chiller* ideal de acordo com modelos comerciais de *Chillers*. Quando implementado, o sistema deve ter auxílio de cortinas de ar nas entradas do prédio que ajudará a economizar diminuindo as perdas na troca de calor com o ambiente externo. O resumo das cargas do HC retirando os condicionadores separados apresentam os custo discriminados na Tabela 12.

Tabela 12. Resumo das cargas de refrigeração desconsiderando as áreas especificadas.

Demanda instalada de Climatização na Ponta (kW)	571,445	R\$	35.446,20
Demanda instalada de Climatização fora Ponta (kW)	704,988	R\$	14.221,06
Energia consumida NP (kWh/Mês)	11.076,307	R\$	6.249,36
Energia consumida FP (kWh/Mês)	199.700,931	R\$	76.301,73
Total		R\$	132.218,36

Fonte: Elaboração própria.

Retorno financeiro no investimento na refrigeração. Para o caso de 604TRs é plausível usar um *Chiller* com 350TRs é a melhor opção pois inclui todos os ambientes do hospital retirando as áreas citadas. Segundo especialistas o *Chiller* de 350 TRs é suficiente para o hospital como um todo com um consumo de 385 kW. Esse valor pode suprir algum ambiente mal dimensionamento presente no hospital. Além de que é necessário usar cortinas de ar pois as entradas do HC são abertas e haverá a perda do ar frio.

O custo desse *Chiller* é de R\$ 430.000,00 por equipamento, e esse será o valor a ser considerado para os cálculos das métricas financeiras, desconsiderando mão de obra para a instalação e o custo dos dutos por todo o hospital. Há o acréscimo do preço de 6 cortinas de ar com 1,5 m cada que é R\$ 800,00 considerando 3 entradas com 3 metros de abertura cada, a potência do equipamento é 2,8 W, insignificante na comparação total, logo a cortina de ar influenciará somente no preço do projeto.

O regime de funcionamento do condicionador de ar central é apenas 12 horas por dia fora do horário de ponta, logo o valor no horário de ponta corresponde a R\$ 00,00. Os valores dividido por seção da conta nas demandas e consumos são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13. Valores estimados ao novo sistema de condicionador de ar.

Demanda instalada de Climatização na Ponta (kW)	0	R\$	00,00
Demanda instalada de Climatização fora Ponta (kW)	385,00	R\$	7.766,24
Energia consumida NP (kWh/Mês)	0	R\$	00,00
Energia consumida FP (kWh/Mês)	138.600,00	R\$	52.956,29
Total		R\$	60.722,53

Fonte: Elaboração própria.

Para efeito de cálculo de tempo de retorno de investimento, considerando que o condicionador de ar central funciona 12 horas por dia durante a vida útil de 15 anos. Utilizando a técnica de análise de Valor Presente Líquido, o valor do investimento na troca dos 446 condicionadores de ar custará para o HC cerca R\$434.800,00. Considerando a Tabela 9 e a Tabela 13, a economia mensal é de R\$71.495,83 por mês. O payback simples correspondente ao tempo que a economia é maior do que o investimento corresponde a 6.08 meses ou mais precisamente o investimento terá retorno em 7 meses. A Tabela 14 apresenta, o VLP e a taxa RCB durante os 15 anos.

O Valor Presente Líquido é calculado somando os fluxos de caixa que no caso o investimento inicial entra na conta como negativo (-R\$434.800,00) e as economias mensais (R\$71.495,83) são corrigidas à taxa de 8% ao ano haverá uma economia de R\$7.609.144,93 no horizonte de 180 meses utilizando a Equação 3.7. A Relação Custo Benefício é calculada dividindo o investimento inicial (R\$434.800,00) pelas economias mensais (R\$71.495,83) vezes o horizonte de tempo de vida útil (180 meses) (SOARES, 2017).

Tabela 14. Métricas para analisar o investimento no sistema de refrigeração

VLP	R\$ 7.609.144,93
RCB	0.03379

Fonte: Elaboração própria.

Em outras palavras, considerando o investimento de R\$434.800,00 à taxa de 8% ao ano haverá uma economia de R\$7.609.144,93 no horizonte dos 15 anos (180 meses).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As comparações dizem respeito as análises desenvolvidas na metodologia deste trabalho, logo os valores apresentados para a ponta e fora de ponta são 711 kW e 1251 kW respectivamente e a partir desse valores os resultados serão apresentados para o caso de quando houver dinheiro disponível, que esses resultados guiem as prioridades.

Para essas comparações e a nível de entendimento como o sistema real deverá ficar com os 27 condicionadores de ar foram desconsiderados correspondentes aos condicionadores de ar mencionados nas áreas como o Necrotério, o Setor de Infraestrutura Física, a NASS, os consultórios de Dermatologia, a Central de Ar Comprimido e a Lavanderia, enquanto que as cargas de iluminação tubulares menores e fininha, vapor de mercúrio, 4 lâmpadas desconhecidas e as lâmpadas do Bloco C, 4º andar, salas e corredores foram contabilizadas em ambos estudos, no sistema atual e na mudança das lâmpadas fluorescentes tubulares e de roscas para equivalentes com tecnologia LED. O resumo das cargas na ponta e fora de ponta desconsideradas de refrigeração é apresentado na Tabela 15.

Tabela 15. Demandas a serem consideradas.

Demanda refrigeração na ponta (kW)	6,871
Demanda refrigeração fora da ponta (kW)	37,897

Fonte: Elaboração própria.

Implementação do sistema de iluminação LED. Na mudança do sistema de iluminação para LED o investimento de R\$306.057,00 resulta nas economias mensais presente na Tabela 16.

Tabela 16. Resumo sobre a troca do sistema de iluminação, resultado mensal.

Demanda instalada economizada na ponta (kW)	57,618
Demanda instalada economizada fora da ponta (kW)	109,685
Economia de energia (kWh/mês)	43.530,08
Economia em kgCO ₂ /mês	20.459,14
Economia em reais (R\$)	23.036,75

Fonte: Elaboração própria.

Através dos valores da Tabela 16, as alterações a serem realizadas nos valores das demandas na ponta e fora de ponta, para valores como 653,382 kW e 1141,315 kW respectivamente, visto que a economia no sistema de iluminação já fora retirada.

Tabela 17. Demanda a ser contratada.

Ponta	653,382
Fora da ponta	1141,315

Fonte: Elaboração própria.

Valores totais que devem ser considerados para efeito de requerer a concessionária de energia deve ser a mudança na ponta corresponde a 653,382 kW e fora da ponta de 1141,315kW são apresentados na Tabela 17.

Implementação do sistema de condicionador de ar central. Na mudança do sistema de refrigeração por um único *Chiller* de 350TR e 6 cortinas de ar com o investimento inicial de R\$434.800,00 resulta nas economias presente na Tabela 18.

Tabela 18. Resumo sobre a troca do sistema de refrigeração, resultado mensal.

Demanda instalada economizada na ponta (kW)	571,445
Demanda instalada economizada fora da ponta (kW)	319,988
Economia de energia (kWh/mês)	72.177,328
Economia em kgCO ₂ /mês	33.923,344
Economia em reais (R\$)	71.495,83

Fonte: Elaboração própria.

Através dos valores da Tabela 18, as alterações a serem feitas nos valores das demandas na ponta e fora de ponta dos valores como 139,555 kW e 931,012 kW, respectivamente.

Valores totais que devem ser considerados para efeito de requerimento junto a concessionária de energia deve ser a mudança na ponta corresponde a 146,462 kW e fora da ponta de 968,909 kW são apresentados na Tabela 19.

Tabela 19. Demanda a ser contratada.

Ponta	146,426
Fora da ponta	968,909

Fonte: Elaboração própria.

Implementação da solução completa. Considerando os valores das Tabela 16 e Tabela 18 correspondente as economias referente ao sistema de refrigeração e iluminação respectivamente, as alterações totais recomendadas nos valores das demandas de 711 kW na ponta e 1251 kW calculados devem ser 88,808 kW e 859,224 kW. Na mudança do sistema de refrigeração por um *Chiller* de 350 TR e 6 cortinas de ar e de 7437 lâmpadas fluorescente para lâmpadas LED.

Os valores agora apresentados na Tabela 20 englobam todas as mudanças possíveis discutidas do sistema tarifário, do sistema de iluminação e do sistema de refrigeração.

Tabela 20. Resumo da redução com todas alterações, resultado mensal.

Demanda instalada economizada na ponta (kW)	629,063
Demanda instalada economizada fora da ponta (kW)	429,646
Economia de energia (kWh/mês)	115.707,408
Economia em kgCO ₂ /mês	54.382,482
Economia em reais (R\$)	94.532,58

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 21. Demanda a ser contratada com todas as mudanças.

Ponta	88,808
Fora da ponta	859,224

Fonte: Elaboração própria.

Valores totais que devem ser considerados para efeito de requerimento junto a concessionária de energia deve ser a mudança na ponta corresponde a 88,808 kW e fora da ponta de 859,224 kW, são apresentados na Tabela 21.

Economia de toneladas de dióxido de carbono. A quantidade de emissão de dióxido de carbono (CO₂) associado à economia no consumo de eletricidade do Hospital das Clínicas foi igual a redução de 54.382,482 kgCO₂ por mês somente com as mudanças recomendadas (CORDEIRO, 2015)

Considerando que uma árvore da mata atlântica absorve 163,14 kgCO₂ durante a sua vida, as mudanças de nos sistemas de iluminação e refrigeração equivalem a plantar 125,40 e 207,94 árvores por mês respectivamente, num total de 333,35 árvores de mata atlântica por mês no caso das duas implementações (CICLO VIVO, 2017)

CONCLUSÕES

Os dados adquiridos foram adquiridos e tratados de acordo com a fundamentação teórica apresentada, logo os resultados obtidos respaldam a premissa da economia de energia.

Com as medidas simples recomendadas, pode-se notar nos resultados que as mudanças sugeridas são viáveis, logo elas tanto podem quanto devem ser aplicadas como medidas visando a melhoria do ambiente hospitalar.

Como pode ser comprovado através dos resultados, o investimentos em eficiência energética diminui a emissão de CO₂ para a atmosfera, sem contar que diminui o consumo de energia e conseqüentemente o gasto da entidade, e no caso de empresas, as economias refletem em custos de produção menores, mais competitividade e mais comprometimento com o ecossistema que vira propaganda para a empresa. Nessa cadeia, há muitas vantagens de se investir em medidas de eficiência.

REFERÊNCIAS

CELPE. Aneel (Ed.). **Tarifa de energia Horo-Sazonal**. Celpe. Disponível em: <[http://servicos.celpe.com.br/residencial-rural/Pages/Alta Tensão/tarifas-grupo-a.aspx](http://servicos.celpe.com.br/residencial-rural/Pages/Alta_Tensao/tarifas-grupo-a.aspx)>. Acesso em: 13 jun. 2017.

CICLO VIVO. **Cada árvore da Mata Atlântica chega a retirar 163 kg de CO₂ da atmosfera**. Disponível em: <<http://ciclovivo.com.br/noticia/cada-arvore-da-mata-atlantica-chega-a-retirar-163-kg-de-co2-da-atmosfera/>>. Acesso em: 28 jun. 2017.

CORDEIRO, L. F. A. **Planejamento do setor elétrico brasileiro com foco nas emissões de CO₂**. 2015. 183 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Elétrica, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

PROCEL. Eletrobrás. **Sistemas de ar condicionado.** 2011. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Manual_Pratico_PROCEL-Man_Ar-Cond-Procel-Eletr-11.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2017.

SOARES, R. M. M. (Ed.). **Projeto de eficiência energética de uma base de operação de uma distribuidora de combustíveis.** 2017.