

# DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EM UM PRÉDIO COMERCIAL

Patricia Mello Marçal Pinto

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

Aprovada por:

---

Prof. Maria Karla V. Sollero, D.Sc.  
(Orientadora)

---

Prof. Ivan Herszterg, M.Sc.

---

Engº Ivan Nogueirol Cavalcanti

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL  
FEVEREIRO DE 2009

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a professora Maria Karla, minha orientadora por sua grande ajuda e dedicação e também pelos excelentes materiais de apoio. A equipe de projetos de Eficiência Energética da Light, por ter aprendido bastante com eles. A administradora Mark Building, especialmente o Sr. Walter, que me ajudou, fornecendo dados para a realização do meu trabalho.

Agradeço também aos meus pais, Marco Antônio e Rosangela, a minhas irmãs, Antonella e Elizabeth, e a minha sobrinha Yasmin, pois eles sempre estiveram do meu lado.

## RESUMO

Este projeto de fim de curso tem por objetivo abordar os principais aspectos envolvidos em um processo de conservação de energia. Ele está dividido em duas partes: inicialmente é feita uma análise dos conceitos abrangidos, e em seguida é realizado um estudo de caso particular, um prédio comercial.

Os conceitos abordados neste projeto são: análise tarifária, iluminação, sistema de ar condicionado e motores elétricos.

As partes comuns do prédio estudado serão focos deste projeto. O consumo de energia elétrica dos escritórios, salas individuais, é responsabilidade dos mesmos.

São então apresentadas as principais recomendações e as medidas de conservação para este prédio com suas análises de viabilidade econômica.

# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>CONCEITOS FUNDAMENTAIS</b>	<b>7</b>
3.1	ANÁLISE TARIFÁRIA	7
3.1.1	Introdução	7
3.1.2	Conceitos	7
3.1.3	Análise de Opção Tarifária	19
3.1.4	Análise da Demanda de Potência	20
3.2	ILUMINAÇÃO	21
3.2.1	Introdução	21
3.2.2	Conceitos	21
3.2.3	Iluminação Natural	23
3.2.4	Iluminação Artificial	25
3.2.5	Lâmpadas	26
	3.2.5.1 Lâmpadas incandescentes	26
	3.2.5.2 Lâmpadas de descarga	27
3.2.6	Luminárias	29
3.2.7	Reatores	31
3.2.8	Método de Cálculo de Iluminação	34
3.3	AR CONDICIONADO	37
3.3.1	Introdução	37
3.3.2	Conceitos	37
3.3.3	Princípio de funcionamento	39
3.3.4	Componentes principais	40
	3.3.4.1 Evaporador	40
	3.3.4.2 Compressor	41
	3.3.4.3 Condensador	42
	3.3.4.4 Torres de resfriamento	43
3.3.5	Sistemas de ar condicionado	44
	3.3.5.1 Sistemas de expansão direta	44
	3.3.5.2 Sistemas de expansão indireta	45
3.3.6	Refrigerante	47
3.3.7	Recomendações	49

3.4	MOTORES ELÉTRICOS	50
3.4.1	Introdução	50
3.4.2	O motor de indução	51
3.4.3	Característica de partida	53
3.4.4	Principais grandezas elétricas e mecânicas em condições de regime e partida	53
3.4.5	Fator de potência	55
3.4.6	Rendimento	59
3.4.7	Manutenção	61
<b>4</b>	<b>AVALIAÇÃO ENERGÉTICA DO PRÉDIO</b>	<b>63</b>
4.1	O PRÉDIO	64
4.1.1	As Unidades Consumidoras	64
4.2	MÉTODOS DO VALOR PRESENTE LÍQUIDO E CUSTO MENSAL EQUIVALENTE	66
4.2.1	Valor Presente Líquido - VPL	66
4.2.2	Custo Mensal Equivalente – CME	67
4.3	ANÁLISE TARIFÁRIA	68
4.3.1	Ar condicionado do prédio	68
4.3.2	Moto-bombas	70
4.3.3	Iluminação externa	71
4.3.4	Serviços auxiliares	73
4.3.5	Centro de convenções	74
4.3.6	Resultado	75
4.4	ILUMINAÇÃO	76
4.4.1	Apresentação dos dados	76
4.4.2	Cálculos para avaliação econômico-financeira das alternativas	77
4.4.3	Principais Resultados	80
4.4.4	Fotos	81
4.5	AR CONDICIONADO	83
4.5.1	Apresentação dos dados	83
4.5.2	Cálculos para avaliação econômico-financeira das alternativas	84
4.5.3	<i>Chillers</i> do prédio	84
4.5.4	<i>Chillers</i> do centro de convenções	86
4.5.5	Fotos	87

4.6	MOTORES ELÉTRICOS	89
4.6.1	Apresentação dos dados	89
4.6.2	Cálculos para avaliação econômico-financeira das alternativas	89
4.6.3	Bombas de água gelada e de condensação do prédio	90
4.6.4	Bombas de água gelada e de condensação do centro de convenções	92
4.6.5	Foto	93
4.7	POTENCIAL DE ECONOMIA DE ENERGIA	94
5	CONCLUSÃO	95
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
7	ANEXOS	99

## 1 Introdução

Risco de novo racionamento de energia, aumento da destruição do meio ambiente, esgotamento das fontes energéticas não renováveis e crescente avanço do valor da tarifa de energia são pontos onde o tema Conservação de Energia é de extrema importância.

Em 2001, o racionamento de energia foi resultado não só da falta de água nos reservatórios das hidrelétricas, mas também da falta de investimentos em usinas e linhas de transmissão e o aumento da demanda. Dessa forma, a Conservação de Energia e seu uso eficiente se tornaram questões fundamentais no setor elétrico. Assim, foram criados programas que estimulam o uso eficiente de energia, como os de eficiência energética pelas concessionárias, onde as mesmas têm que aplicar, por ano, 0,50% de sua receita operacional líquida em programas desse tipo.

Outro programa é o PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), que tem como objetivo promover a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica, de forma a eliminar os desperdícios e reduzir os custos e os investimentos setoriais. O PROCEL foi criado em 1985 pelos Ministérios de Minas e Energia e da Indústria e Comércio.

A oferta interna de energia no Brasil em 2006 foi de 226,1 milhões de tep<sup>1</sup>. A matriz de oferta está mostrada na figura 1.1.

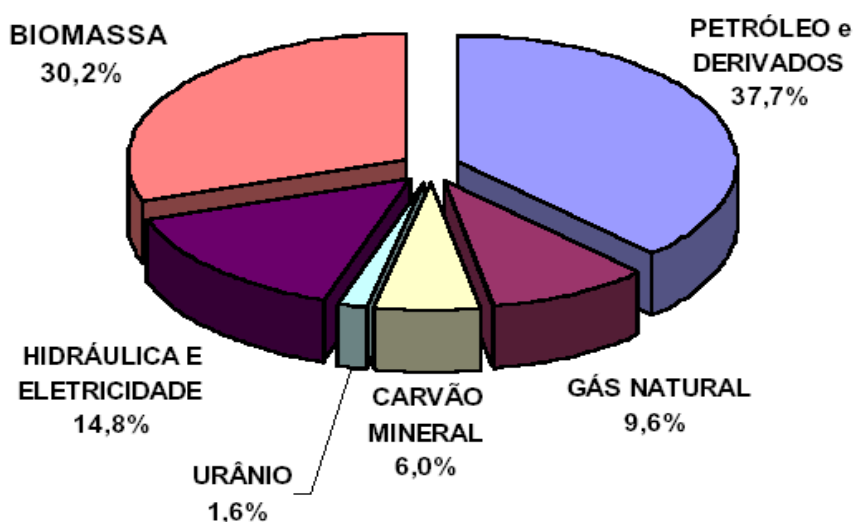


FIGURA 1.1: Oferta Interna de Energia (%) – 2006, Brasil

Fonte: MME. BEN – Balanço Energético Nacional de 2006

<sup>1</sup> tep – toneladas equivalentes de petróleo. 1 tep = 11,63 x 10<sup>3</sup> kWh.

O consumo final de energia para 2006 foi de 202,9 milhões de tep, que se constitui de 37,8% de uso industrial, 26,3% de uso em transportes, 10,9% de uso residencial e 25% de uso em outros setores.

Ao analisar a figura 1.1, pode-se perceber a grande oferta de energia renovável, que corresponde a 45% de toda oferta interna de energia. Esta proporção é uma das mais altas do mundo, contrastando significativamente com a média mundial de 12,7%, conforme mostra a figura 1.2.

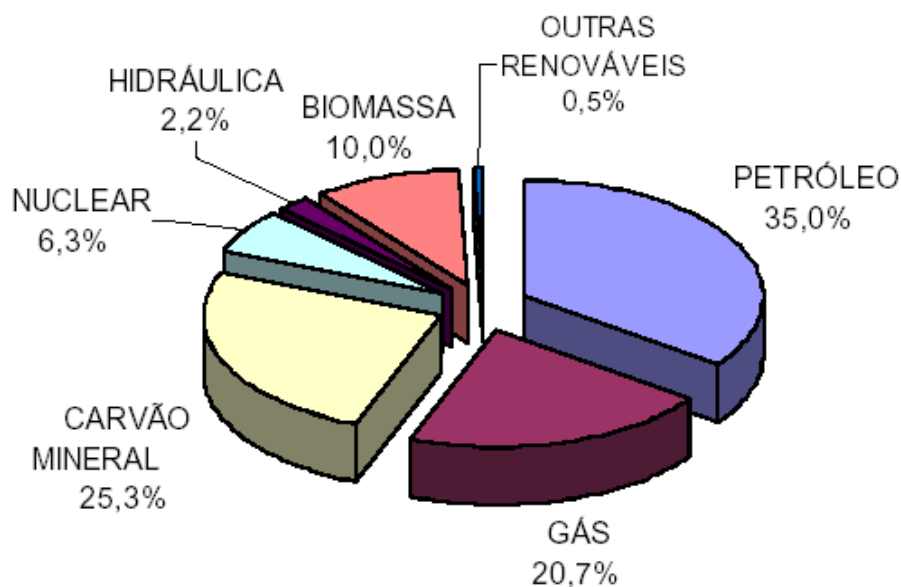


FIGURA 1.2: Oferta Interna de Energia (%) – 2005, Mundo

Fonte: MME. BEN – Balanço Energético Nacional de 2006

Esta proporção é justificável, pois o Brasil possui programas como o PROINFA e de diminuição de dependência do petróleo.

O PROINFA (Programa de Incentivo a Fontes Alternativas) tem como objetivo diversificar a matriz energética nacional e assim garantir maior confiabilidade e segurança ao abastecimento. O programa, criado em 2002 e que é coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME), estabelece a contratação de 3.300 MW de energia no Sistema Interligado Nacional (SIN), produzidos por fontes eólicas, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), sendo 1.100 MW de cada fonte. Este programa incentiva à produção de energia de fontes renováveis.

A diminuição da dependência do petróleo é feita através do uso de biocombustíveis. Os principais biocombustíveis são o etanol e o biodiesel. O etanol pode ser adicionado à



gasolina e o biodiesel complementa o diesel convencional, podendo, no futuro, substituí-lo diretamente.

A oferta de energia elétrica no país em 2006 foi de 460,5 TWh. A composição de oferta está mostrada na figura 1.3.

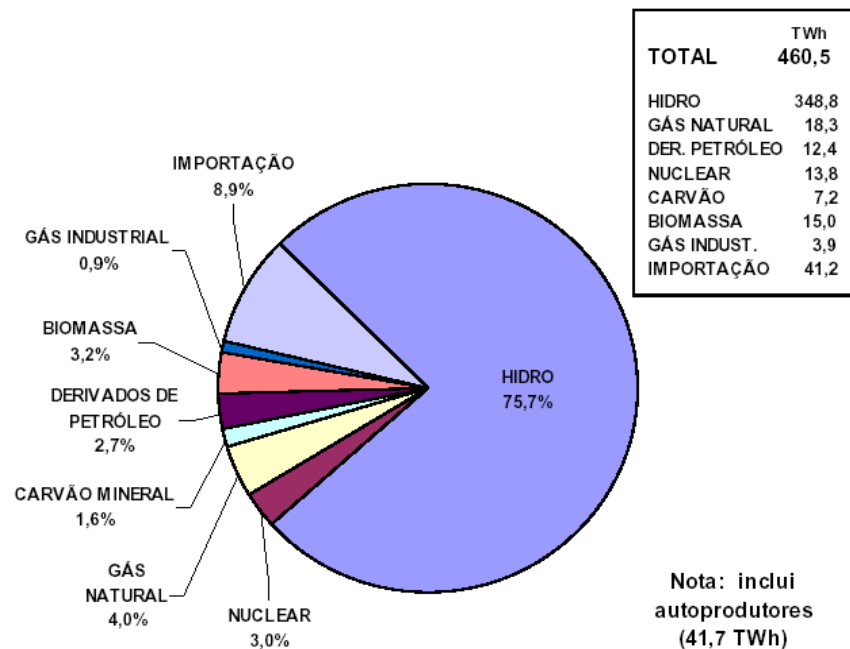


FIGURA 1.3: Matriz de oferta de energia elétrica (% e TWh) – 2006

Fonte: MME. BEN – Balanço Energético Nacional de 2006

O consumo final de energia elétrica para 2006 foi de 390 TWh, e se constituiu de 47% de uso industrial, 22% de uso residencial, 22,6% de uso comercial e público, e 8,4% de uso em outros setores.

Analisando a figura 1.3, pode-se perceber a grande oferta de energia hidrelétrica. Isto acontece porque o Brasil é um país que possui grande quantidade de bacias hidrográficas e assim, esta foi a forma mais fácil e econômica de se obter energia elétrica. Porém, as usinas hidrelétricas provocam impactos ambientais, como a inundação de áreas, interferência no curso natural dos rios e nos seus ciclos e deslocamento de população. Mas, apesar destes impactos ambientais, a energia hidrelétrica apresenta a vantagem de ser renovável e exercer outros papéis fundamentais como, por exemplo, a sinergia entre a geração hidrelétrica e térmica para reduzir os custos operativos e aumentar a confiabilidade global de suprimento.

A escolha do tema Conservação de Energia e seu uso eficiente no projeto final foi devido a dois fatores. O primeiro foi a oportunidade de trabalhar e aprender sobre eficiência energética no período de estágio na LIGHT S.E.S.A. O segundo é a grande preocupação com a Conservação de Energia, pois é um assunto de grande interesse e que afeta a todos.

No prédio do estudo de caso foi feita uma análise tarifária, mas que esta não faz parte do tema conservação de energia.

O prédio estudado apresenta as seguintes características:

- 16 pavimentos de unidades privativas;
- Pavimento de convenções (Centro de convenções)
- 5 unidades consumidoras faturadas individualmente:
  1. Ar condicionado do prédio
  2. Moto-bombas e torres de resfriamento do sistema de ar condicionado do prédio
  3. Iluminação externa
  4. Serviços auxiliares: iluminação interna (escadas, *halls*, partes administrativas e centro de convenções), elevadores, bombas de recalque de água potável e *fan coils*
  5. Centro de convenções: sistema de ar condicionado, bombas e torre de resfriamento

Maiores características do prédio encontram-se no item 4.1.

## 2 METODOLOGIA

O objetivo principal a ser alcançado com este trabalho é a elaboração de um projeto de conservação e uso eficiente de energia.

Um prédio comercial, localizado na zona sul do Rio de Janeiro foi adotado para a elaboração deste trabalho. Os usos finais de energia mais significativos neste prédio foram: iluminação, motores elétricos e sistema de ar condicionado. Além de ter sido feita a adequação tarifária e/ou redução da demanda contratada.

Apesar de amplo o enfoque adotado no controle energético, evidentemente, o projeto não pretende esgotar o assunto, pois isto fugiria ao objetivo original, que é o de abordar, seletivamente, os usos finais mais significativos.

As atividades realizadas neste projeto:

- **Levantamento de dados:** é uma das fases mais importantes do diagnóstico energético. Nesta atividade é determinado todos os usos finais de energia elétrica para descobrir os pontos que poderão ser otimizados, propondo medidas para redução de consumo de energia elétrica. Entre os dados levantados, destacam-se as contas de energia elétrica expedidas pela concessionária. Elas fornecem informações importantes sobre o uso de energia elétrica da instalação, sendo uma fonte de dados confiável. O levantamento de dados das características dos recintos analisados, como quantidade de equipamentos, regime de funcionamento, entre outros, é muito importante. Além disso, foram realizadas medições nos sistemas de iluminação alvos deste projeto.
- **Análise e tratamento de dados:** nesta fase é necessário analisar os dados obtidos, como as faturas de energia, onde, de acordo com o consumo e demanda registrados, é possível descobrir como é o consumo de energia elétrica do prédio. Nesta atividade são verificados os dados obtidos na atividade anterior.

- Determinação dos pontos de conservação de energia: após a análise e tratamento de dados, são verificados quais pontos levantados poderão ser objetos de conservação de energia. Os sistemas considerados foram: iluminação, ar condicionado e motores elétricos.

- Análise Tarifária: através da análise das contas de energia e registro de contas obtido com a concessionária. Foi utilizado um programa de adequação tarifária, buscando a modalidade e demandas contratadas mais vantajosas.

### **3 Conceitos Fundamentais**

Em uma análise de eficiência energética devem ser analisados todos os aspectos que podem ser alvos de conservação de energia como análise tarifária, iluminação, motores elétricos e ar condicionado.

#### **3.1 ANÁLISE TARIFÁRIA**

##### **3.1.1 Introdução**

Para melhorar a eficiência nas unidades consumidoras, é preciso considerar a otimização da opção tarifária e da demanda de potência. Para isso, foi feita uma análise em 12 contas de energia, do período de setembro de 2006 a agosto de 2007. Para entender melhor as regras de tarifação, seguem alguns conceitos de acordo com a Resolução ANEEL 456 de 29 de novembro de 2000.

##### **3.1.2 Conceitos<sup>2</sup>**

- Concessionária ou permissionária: agente titular de concessão ou permissão federal para prestar o serviço público de energia elétrica, denominado apenas pelo termo concessionária;
- Potência: quantidade de energia elétrica solicitada na unidade de tempo, expressa em quilowatts (kW).
- Potência instalada: soma das potências nominais de equipamentos elétricos de mesma espécie instalados na unidade consumidora e em condições de entrar em funcionamento.
- Carga Instalada: soma das potências nominais dos equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora, em condições de entrar em funcionamento, expressa em quilowatts (kW).
- Consumo: integralização no tempo da potência ativa entregue à unidade consumidora. É expresso em quilowatts-hora (kWh).

---

<sup>2</sup> Baseado em:

1. ANEEL. Resolução 456. 29 de novembro de 2000.
2. Secretaria de energia. Manual de administração de energia: instalações elétricas, análise de contas de energia elétrica, análise econômica de investimentos. São Paulo, 2001.

- Energia elétrica ativa: energia elétrica que pode ser convertida em outra forma de energia, expressa em quilowatts-hora (kWh).
- Energia elétrica reativa: energia elétrica que circula continuamente entre os diversos campos elétricos e magnéticos de um sistema de corrente alternada, sem produzir trabalho, expressa em quilovolt-ampère-reactivo-hora (kVArh).
- Demanda: média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado.
- Demanda contratada: demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela concessionária, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados no contrato de fornecimento e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW).
- Demanda de ultrapassagem: parcela da demanda medida que excede o valor da demanda contratada, expressa em quilowatts (kW).
- Demanda faturável: valor da demanda de potência ativa, identificado de acordo com os critérios estabelecidos e considerada para fins de faturamento, com aplicação da respectiva tarifa, expressa em quilowatts (kW).
- Demanda medida: maior demanda de potência ativa, verificada por medição, integralizada no intervalo de 15 minutos durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW).
- Fator de demanda: razão entre a demanda máxima num intervalo de tempo especificado e a carga instalada na unidade consumidora.
- Fator de potência: razão entre a energia elétrica ativa e a raiz quadrada da soma dos quadrados das energias elétricas ativa e reativa, consumidas num mesmo período especificado.
- Tensão secundária de distribuição: tensão disponibilizada no sistema elétrico da concessionária com valores padronizados inferiores a 2,3 kV.
- Tensão primária de distribuição: tensão disponibilizada no sistema elétrico da concessionária com valores padronizados igual ou superiores a 2,3 kV.

- Unidade consumidora: conjunto de instalações e equipamentos elétricos caracterizado pelo recebimento de energia elétrica em um só ponto de entrega, com medição individualizada e correspondente a um único consumidor. Elas são classificadas em dois grupos:

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. Esse grupo é caracterizado pela estruturação tarifária binômia e é subdividido nos seguintes subgrupos:

Grupo "A"	Tensão de fornecimento
A1	$\geq 230$ kV
A2	de 88 a 138 kV
A3	69 kV
A3a	de 30 a 44 kV
A4	de 2,3 kV a 25 kV
AS	< 2,3 kV, atendido por sistema subterrâneo

TABELA 3.1.1: Grupo “A” de consumidores

Fonte: ANEEL. Resolução 456/00

Grupo “B”: grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão inferior a 2,3 kV. Esse grupo é caracterizado pela estruturação tarifária monômia e é subdividido nos seguintes subgrupos:

Grupo "B"	Classe
B1	Residencial
B1	Residencial baixa renda
B2	Rural
B2	Cooperativa de eletrificação rural
B2	Serviço público de irrigação
B3	Demais classes
B4	Iluminação pública

TABELA 3.1.2: Grupo “B” de consumidores

Fonte: ANEEL. Resolução 456/00

Tarifa: preço da unidade de energia elétrica e/ou da demanda de potência ativas. As tarifas são classificadas em:

- Monômia: tarifa de fornecimento de energia elétrica constituída por preços aplicáveis ao consumo de energia elétrica ativa;
- Binômia: conjunto de tarifas de fornecimento constituído por preços aplicáveis ao consumo de energia elétrica ativa e à demanda faturável.

Estrutura tarifária: conjunto de tarifas aplicáveis às componentes de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência ativas de acordo com a modalidade de fornecimento. A estrutura tarifária pode ser de dois tipos: Convencional e Horó-sazonal.

#### 1. Convencional

Caracterizada pela aplicação de tarifas de consumo de energia elétrica e demanda de potência independentemente das horas de utilização do dia e dos períodos do ano. Este tipo de tarifa é aplicável às unidades consumidoras atendidas em tensão de fornecimento inferior a 69 kV, sempre que for contratada demanda inferior a 300 kW;

As fórmulas para o cálculo da fatura são mostrados a seguir.

- Consumo:

$$FC (R\$) = T_c \times C_m$$

Onde:

FC = valor relativo ao consumo;

$T_c$  = tarifa de consumo (R\$/MWh);

$C_m$  = consumo medido (MWh);

- Demanda:

$$FD (R\$) = T_D \times D_f$$

Onde:

FD = valor relativo à demanda;

$T_D$  = tarifa de demanda (R\$/kW);

$D_{fat}$  = demanda faturável (kW).



- Demanda, caso ocorra ultrapassagem:

$$FD (R\$) = T_D \times D_C + 3 \times T_{ult} \times (D_m - D_c)$$

Onde:

FD = valor relativo à demanda, em caso de ultrapassagem;

$D_m$  = demanda medida;

$D_c$  = demanda contratada;

$T_{ult}$  = tarifa de ultrapassagem (R\$/kW).

- Consumo de energia reativa se houver:

$$FER (p) = \sum_{i=1}^n [CA_t \times (\frac{fr}{ft} - 1)] \times TCA(p)$$

Onde:

FER(p) = valor do faturamento, por posto horário “p”, correspondente ao consumo de energia reativa excedente à quantidade permitida pelo fator de potência de referência “fr”, no período de faturamento;

$CA_t$  = consumo de energia ativa medida em cada intervalo de uma hora “t”, durante o período de faturamento;

fr = fator de potência de referência igual a 0,92;

ft = fator de potência da unidade consumidora, calculado em cada intervalo “t” de 1 hora, durante o período de faturamento;

TCA(p) = tarifa de energia ativa, aplicável ao fornecimento em cada posto horário “p”.

t = indica intervalo de 1 (uma) hora, no período de faturamento;

p = indica posto horário, ponta ou fora de ponta, para as tarifas horo-sazonais ou período de faturamento para a tarifa convencional; e

n = número de intervalos de integralização “t”, por posto horário “p”, no período de faturamento.

- Demanda de energia reativa, se houver:

$$FDR(p) = \sum_{i=1}^n [MAX_t (DA_t \times \frac{fr}{ft}) - DF(p)] \times TDA(p)$$

Onde:

$FDR(p)$  = valor do faturamento, por posto horário “p”, correspondente à demanda de potência reativa excedente à quantidade permitida pelo fator de potência de referência “fr”, no período de faturamento;

$DA_t$  = demanda de energia ativa medida em cada intervalo de 1 hora “t”, durante o período de faturamento;

$DF(p)$  = demanda faturável em cada posto horário “p” no período de faturamento;

$TDA(p)$  = tarifa de demanda de potência ativa aplicável ao fornecimento em cada posto horário “p”;

$MAX$  = função que identifica o valor máximo da fórmula, dentro dos parênteses correspondentes, em cada posto horário “p”;

Nas fórmulas  $FER(p)$  e  $FDR(p)$  serão considerados:

- a) durante o período de 6 horas consecutivas, compreendido, a critério da concessionária, entre 23 h e 30 min e 06h e 30 min, apenas os fatores de potência “ft” inferiores a 0,92 capacitivo, verificados em cada intervalo de 1 (uma) hora “t”; e
- b) durante o período diário complementar ao definido na alínea anterior, apenas os fatores de potência “ft” inferiores a 0,92 indutivo, verificados em cada intervalo de 1 (uma) hora “t”.

## 2. Horo-sazonal

Caracterizada pela aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência de acordo com as horas de utilização do dia e dos períodos do ano. Esta tarifa é dividida em dois tipos: azul e verde. Seguem alguns conceitos utilizados para a mesma:

- Horário de ponta (P): Período definido pela concessionária e composto por 3 horas diárias consecutivas, exceção feita aos sábados, domingos, terça-feira de carnaval, sexta-feira da Paixão, Corpus Christi, dia de finados e demais feriados federais;
- Horário fora de ponta (F): período composto pelo conjunto das horas diárias consecutivas e complementares àquelas definidas no horário de ponta;

- Período úmido (U): período de 5 meses consecutivos, compreendendo os fornecimentos abrangidos pelas leituras de dezembro de um ano a abril do ano seguinte;
- Período seco (S): período de 7 meses consecutivos, compreendendo os fornecimentos abrangidos pelas leituras de maio a novembro.

**Tarifa horo-sazonal azul:**

Será aplicada considerando a seguinte estrutura tarifária:

- a) Demanda de potência (kW):
  - Um preço para horário de ponta (P);
  - Um preço para horário fora de ponta (F).
- b) Consumo de energia (kWh):
  - Um preço para horário de ponta em período úmido (PU);
  - Um preço para horário fora de ponta em período úmido (FU);
  - Um preço para horário de ponta em período seco (PS);
  - Um preço para horário fora de ponta em período seco (FS).

As fórmulas para o cálculo da fatura são mostrados a seguir.

- Consumo:

$$FC \text{ (R\$)} = T_{cp} \times C_p + T_{cf} \times C_f$$

Onde:

FC = valor relativo ao consumo;

$T_{cp}$  = tarifa de consumo no horário de ponta (R\$/MWh);

$C_p$  = consumo medido no horário de ponta (MWh);

$T_{cf}$  = tarifa de consumo fora do horário de ponta (R\$/ MWh);

$C_f$  = consumo medido fora do horário de ponta (MWh).

- Demanda:

$$FD (R\$) = T_{dp} \times D_p + T_{df} \times D_f$$

Onde:

FD = valor relativo à demanda;

$T_{dp}$  = tarifa de demanda no horário de ponta (R\$/kW);

$D_p$  = demanda faturável no horário de ponta (kW);

$T_{df}$  = tarifa de demanda fora do horário de ponta (R\$/ kW);

$D_f$  = demanda faturável fora do horário de ponta (kW).

- Demanda, caso ocorra ultrapassagem:

$$FD (R\$) = T_{dp} \times D_{cp} + T_{df} \times D_{cf} + T_{up} \times (D_{mp} - D_{cp}) + T_{uf} \times (D_{mf} - D_{cf})$$

Onde:

FD = valor relativo à demanda, em caso de ultrapassagem;

$D_{cp}$  = demanda contratada na ponta (kW);

$D_{cf}$  = demanda contratada fora da ponta (kW);

$T_{up}$  = tarifa de ultrapassagem na ponta (R\$/kW);

$T_{uf}$  = tarifa de ultrapassagem fora da ponta (R\$/kW);

$D_{mp}$  = demanda medida na ponta (kW);

$D_{mf}$  = demanda medida fora da ponta (kW).

Em caso de consumo e/ou demanda de energia reativa, realizar os mesmos cálculos já mostrados para Tarifa Convencional.

#### **Tarifa horo-sazonal verde:**

Será aplicada considerando a seguinte estrutura tarifária:

- c) Demanda de potência (kW): um preço único

d) Consumo de energia (kWh):

Um preço para horário de ponta em período úmido (PU);

Um preço para horário fora de ponta em período úmido (FU);

Um preço para horário de ponta em período seco (PS);

Um preço para horário fora de ponta em período seco (FS).

As fórmulas para o calcula da fatura são mostrados a seguir.

• Consumo:

$$FC (R\$) = T_{cp} \times C_p + T_{cf} \times C_f$$

Onde:

FC = valor relativo ao consumo;

$T_{cp}$  = tarifa de consumo no horário de ponta (R\$/MWh);

$C_p$  = consumo medido no horário de ponta (MWh);

$T_{cf}$  = tarifa de consumo fora do horário de ponta (R\$/ MWh);

$C_f$  = consumo medido fora do horário de ponta (MWh).

• Demanda:

$$FD (R\$) = T_D \times D_f$$

Onde:

FD = valor relativo à demanda;

$T_D$  = tarifa de demanda (R\$/kW);

$D_{fat}$  = demanda faturável (kW).

• Demanda, caso ocorra ultrapassagem:

$$FD (R\$) = T_d \times D_c + T_u \times (D_m - D_c)$$

Onde:

FD = valor relativo à demanda, em caso de ultrapassagem;

$T_d$  = tarifa de demanda (R\$/kW);

$D_c$  = demanda contratada (kW);

$T_u$  = tarifa de ultrapassagem (R\$/kW);

$D_m$  = demanda medida no período (kW).

Em caso de consumo e/ou demanda de energia reativa, realizar os mesmos cálculos já mostrados para Tarifa Convencional.

As unidades consumidoras do grupo “A” poderão ser incluídas na estrutura tarifária convencional ou horo-sazonal conforme as seguintes condições:

- a. Na estrutura tarifária convencional: para as unidades consumidoras atendidas em tensão de fornecimento inferior a 69 kV, sempre que for contratada demanda inferior a 300 kW, sendo o valor da demanda mínima contratada de 30 kW;
- b. Compulsoriamente na estrutura tarifária horo-sazonal, com aplicação da tarifa azul: para unidades consumidoras atendidas pelo sistema elétrico interligado e com tensão de fornecimento igual ou superior a 69 kV;
- c. Compulsoriamente na estrutura tarifária horo-sazonal, com aplicação da tarifa azul, ou verde se houver opção do consumidor: para as unidades consumidoras atendidas pelo sistema elétrico interligado e com tensão de fornecimento inferior a 69 kV, quando:
  1. A demanda contratada for igual ou superior a 300 kW em qualquer segmento horo-sazonal; ou,
  2. A unidade consumidora faturada na estrutura tarifária convencional houver apresentado, nos últimos 11 ciclos de faturamento, 3 registros consecutivos ou 6 alternados de demandas medidas iguais ou superiores a 300 kW.
- d. Opcionalmente, o consumidor pode ser faturado pela estrutura tarifária horo-sazonal, com aplicação da tarifa azul ou verde, conforme opção do consumidor: para as unidades consumidoras atendidas pelo sistema elétrico interligado e com tensão de fornecimento inferior a 69 kV, sempre que a demanda contratada for inferior a 300 kW.

O consumidor poderá optar pelo retorno à estrutura tarifária convencional, desde que seja verificado, nos últimos 11 ciclos de faturamento, a ocorrência de 9 registros, consecutivos ou alternados, de demandas medidas inferiores a 300 kW.

Para ambos os tipos de estrutura tarifária, a demanda faturável será um único valor, correspondente ao maior dentre os seguintes definidos:

- Demanda contratada ou a demanda medida, no caso de unidade consumidora incluída na estrutura tarifária convencional ou horo-sazonal, exceto se classificada como rural ou reconhecida como sazonal;
- A demanda medida no ciclo de faturamento ou 10% da maior demanda medida em qualquer dos 11 ciclos completos de faturamentos anteriores, no caso de unidade consumidora incluída na estrutura convencional, classificada como rural ou reconhecida como sazonal;
- A demanda medida no ciclo de faturamento ou 10% da demanda contratada no caso de unidade consumidora incluída na estrutura tarifária horo-sazonal, classificada como rural ou reconhecida como sazonal.

A cada 12 meses, a partir da data da assinatura do contrato de fornecimento, deverá ser verificada, por segmento horário, demanda medida não inferior à contratada em pelo menos 3 ciclos completos de faturamento, ou, caso contrário, a concessionária poderá cobrar, complementarmente, na fatura referente ao 12º ciclo, as diferenças positivas entre as 3 maiores demandas contratadas e as respectivas demandas medidas.

O consumo de energia elétrica ativa será um único valor, correspondente ao maior dentre os seguintes definidos:

- Energia elétrica ativa contratada se houver; ou
- Energia elétrica ativa medida no período de faturamento.

O consumo de energia elétrica e demanda de potência reativas excedentes serão faturados quando o fator de potência da unidade consumidora, indutivo ou capacitivo, for inferior a 0,92.

Sobre a parcela da demanda medida, que superar a respectiva demanda contratada, será aplicada a tarifa de ultrapassagem, caso aquela parcela seja superior aos limites mínimos de tolerância a seguir fixados:

- 5% para unidade consumidora atendida em tensão de fornecimento igual ou superior a 69 kV e;
- 10% para unidade consumidora atendida em tensão de fornecimento inferior a 69 kV.

A tarifa de ultrapassagem aplicável a unidade consumidora faturada na estrutura tarifária convencional, será correspondente a 3 vezes o valor da tarifa normal de fornecimento.

Para unidade consumidora localizada em área servida por sistema subterrâneo, o consumidor poderá optar por faturamento com aplicação das tarifas do subgrupo AS, desde que o fornecimento seja feito em tensão secundária de distribuição e possa ser atendido um dos seguintes requisitos:

- Verificação de consumo de energia elétrica ativa mensal igual ou superior a 30 MWh em, no mínimo, 3 ciclos completos e consecutivos nos 6 meses anteriores à opção;
- Celebração de contrato de fornecimento fixando demanda contratada igual ou superior a 150 kW.

Fator de carga: razão entre a demanda média e a demanda máxima da unidade consumidora, ocorridas no mesmo intervalo de tempo especificado. Quanto maior o fator de carga, menor será o custo do kWh. Um fator de carga próximo a 1 indica que as cargas elétricas foram utilizadas racionalmente ao longo do tempo. Por outro lado, um fator de carga baixo indica que houve concentração de consumo de energia elétrica em curto período de tempo, determinando uma demanda elevada. Isso acontece quando muitos equipamentos são ligados ao mesmo tempo.

Para obter um fator de carga mais elevado existem três formas básicas:

- Aumentar o número de horas trabalhadas, ou seja, aumentando-se o consumo de kWh, porém conservando-se a demanda de potência;
- Otimizar a demanda de potência, conservando-se o mesmo nível de consumo de kWh;
- Atuar simultaneamente nos dois parâmetros acima citados.

Para cada período, ponta e fora de ponta, existe um fator de carga diferente. O fator de carga pode ser calculado da seguinte forma:

$$FC = \frac{CA}{H * DR}$$



Onde:

FC = fator de carga do mês na ponta e fora de ponta;

CA = consumo de energia (kWh) no mês na ponta e fora de ponta;

H = número médio de horas no mês, sendo geralmente 66 horas para a ponta e 664 horas para o período fora de ponta;

DR = demanda registrada máxima de potência no mês na ponta e fora de ponta.

### **3.1.3 Análise de Opção Tarifária<sup>3</sup>**

Antes de fazer análise para possível mudança tarifária, deve ser levado em conta planos para expansão das instalações, caso eles existam em curto prazo, pois os contratos de fornecimento de energia tem vigência de pelo menos 12 meses.

A otimização tarifária é a escolha da tarifa mais apropriada para a unidade consumidora, levando em consideração seu regime de funcionamento e as características do seu processo de trabalho. A simulação realizada com os dados obtidos nas contas de energia elétrica confirma, ou não, a tarifa utilizada como a mais apropriada e aponta a tarifa que proporciona o menor custo médio.

De maneira geral, para determinar o melhor sistema de tarifação, é preciso considerar:

- Os valores médios mensais de consumo e de demanda em cada um dos segmentos de ponta e fora de ponta;
- Os valores médios mensais a serem faturados em cada um dos segmentos horosazonais, ou os valores respectivos de demanda e consumo para tarifação convencional; e, também, os valores de ultrapassagem, caso ocorra;
- As possibilidades de deslocamento do horário de trabalho de diversos equipamentos para minimizar o consumo e a demanda no segmento de ponta;
- As despesas mensais com cada um dos sistemas tarifários.

---

<sup>3</sup> Baseado em: Secretaria de energia. Manual de administração de energia: instalações elétricas, análise de contas de energia elétrica, análise econômica de investimentos. São Paulo, 2001.

### **3.1.4 Análise da Demanda de Potência<sup>4</sup>**

Essa análise tem como objetivo adequar a demanda com as reais necessidades da unidade consumidora. São analisadas as demandas de potência contratada, medidas e as efetivamente faturadas. A premissa básica é a de se procurar reduzir ou mesmo eliminar as ociosidades e ultrapassagens de demanda.

Dessa forma, a unidade consumidora estará trabalhando adequadamente quando os valores de demanda de potência registrados, contratados e faturados tiverem o mesmo valor ou pelo menos próximos, pois assim estará pagando por aquilo que realmente necessita.

Deve-se, portanto, considerar a possibilidade de reduções nas demandas contratadas em função de alterações nos principais sistemas consumidores, com a redução das cargas instaladas. Para assegurar mínimas despesas mensais com a conta de energia elétrica, é importante a escolha dos valores para as demandas a serem contratadas junto à concessionária, que devem ser adequados às reais necessidades do edifício. Esse procedimento deve ser observado tanto quando se faz a opção pela estrutura tarifária, como na renovação periódica do contrato.

A importância na fixação de valores adequados de contrato reside em dois pontos importantes da legislação:

- Se a demanda solicitada for inferior à contratada, será faturada a demanda contratada;
- Nos contratos de tarifas horo-sazonais, serão aplicadas as tarifas de ultrapassagem, caso a demanda registrada ultrapasse a contratada em percentuais superiores aos limites estabelecidos.

Dessa forma, se as demandas contratadas não forem aquelas realmente necessárias e suficientes para cada segmento horário, haverá elevação desnecessária dos custos com energia elétrica.

---

<sup>4</sup> Baseado em: Secretaria de energia. Manual de administração de energia: instalações elétricas, análise de contas de energia elétrica, análise econômica de investimentos. São Paulo, 2001.

## 3.2 ILUMINAÇÃO

### 3.2.1 Introdução<sup>5</sup>

A iluminação é responsável por, aproximadamente, 24% do consumo de energia elétrica no setor residencial, 44% no setor comercial e serviços públicos e 1% no setor industrial.

O projeto de eficiência e uso racional de energia para redução de custos deve atender às necessidades de iluminação levando em consideração uma combinação de lâmpadas, reatores e refletores eficientes, associados a hábitos saudáveis na sua utilização. Alguns conceitos relacionados à iluminação serão definidos a seguir.

### 3.2.2 Conceitos<sup>6</sup>

A seguir estão descritos os conceitos e grandezas fundamentais em iluminação.

- Luz: é uma modalidade da energia radiante que um observador constata pela sensação visual de claridade determinada pelo estímulo da retina sob a ação da radiação, no processo de percepção sensorial visual.
- Fluxo luminoso ( $\phi$ ): quantidade de luz produzida pela lâmpada, emitida pela radiação, de acordo com a sua ação sobre um receptor seletivo, cuja sensibilidade espectral é definida pelas eficiências espectrais padrão. Unidade: lúmen – lm.
- Iluminância (E): é o quociente do fluxo luminoso incidente num elemento da superfície pela área deste elemento, ou seja, nível de iluminamento num ponto de uma superfície. Unidade: lux ( $\text{lm}/\text{m}^2$ ), lx.
- Eficiência Luminosa (EL) de uma fonte: é o quociente do fluxo luminoso total emitido por uma fonte de luz em lumens e a potência por ela consumida em Watts.

---

<sup>5</sup> Baseado em:

1. Eletrobrás/ PROCEL. Conservação de energia: eficiência energética de equipamentos e instalações. 3ª edição. Itajubá, 2006
2. Secretaria de energia. Manual de administração de energia: iluminação. São Paulo, 2001.

<sup>6</sup> Baseado em:

1. Eletrobrás/ PROCEL. Conservação de energia: eficiência energética de equipamentos e instalações. 3ª edição. Itajubá, 2006
2. OSRAM. Manual de Iluminação: Conceitos e Projetos.
3. Andrade, Danielle Bueno de; Portugal, Roberta da Silva. Diagnóstico Energético. Rio de Janeiro, junho de 1997.

- Intensidade Luminosa (IL): é o quociente de fluxo luminoso saindo de uma fonte puntiforme e se propagando numa dada direção. Unidade: candela – cd.
- Luminância(L): a luminância de uma superfície é uma medida da luminosidade que um observador percebe refletido desta superfície. Unidade: candela por metro quadrado –  $cd/m^2$ .
- Contraste: avaliação subjetiva da diferença em aparência de duas partes de um campo de visão, vistas simultaneamente ou sucessivamente.
- Desempenho visual: termo usado para descrever tanto a velocidade com que os olhos funcionam, como a precisão com que uma tarefa visual poderá ser realizada. O grau de desempenho visual para a percepção de um objeto cresce até um certo nível com o aumento da iluminância ou até um certo grau de luminância. Outros fatores que influenciam no desempenho visual são o tamanho da tarefa visual e sua distância até o olho, os contrastes de cor, luminância e o ofuscamento.
- Conforto visual: grau de satisfação visual produzido pelo ambiente iluminado.
- Índice de reprodução de cor (IRC): O IRC, no sistema internacional de medidas, é um número de 0 a 100 que classifica a qualidade relativa de reprodução de cor de uma fonte, quando comparada com uma fonte padrão de referência da mesma temperatura de cor. O IRC identifica a aparência como as cores dos objetos e pessoas serão percebidos quando iluminados pela fonte de luz em questão. Quanto maior o IRC, melhor será o equilíbrio entre as cores.
- Temperatura de cor correlata (TCC): é um termo usado para descrever a cor de uma fonte de luz. A TCC é medida em Kelvin, variando de 1500 K, cuja aparência é laranja/vermelho até 9000 K, cuja aparência é azul. As lâmpadas com TCC maior do que 4000 K são chamadas de aparência “fria”, as lâmpadas com TCC menores do que 3100 K são de aparência “quente” e as lâmpadas com TCC entre 3100 e 4000 K são chamadas de aparência “neutra”.
- Fator de manutenção (Fm): é a razão da iluminância média no plano de trabalho, após um certo período de uso, pela iluminância média obtida sob as mesmas condições da instalação nova.

Período de uso sem limpeza (meses)	Ambiente limpo	Ambiente médio	Ambiente sujo
0	1,00	1,00	1,00
2	0,97	0,92	0,85
4	0,95	0,87	0,76
6	0,93	0,85	0,70
8	0,92	0,82	0,66
10	0,91	0,80	0,63
12	0,90	0,78	0,61
14	0,89	0,77	0,59
16	0,88	0,76	0,57
18	0,87	0,75	0,56
20	0,86	0,74	0,54

TABELA 3.2.1: Fatores de manutenção

Fonte: Eletrobrás/ PROCEL. Conservação de Energia – Eficiência Energética de Equipamentos e Instalações

- Vida útil: está relacionada com a durabilidade em hora das lâmpadas e reatores. Portanto, é um parâmetro que deve ser levado em consideração do ponto de vista econômico.

### 3.2.3 Iluminação Natural<sup>7</sup>

A utilização de luz natural é, sob todos os aspectos, o ponto de partida para se obter um sistema de iluminação energeticamente eficiente.

Um sistema de iluminação natural eficiente deve possuir uma proteção adequada contra a incidência da radiação solar direta. Nestas condições, o uso de luz natural pode permitir uma redução de até 50% no consumo de energia elétrica com iluminação.

Os sistemas de iluminação natural podem ser subdivididos em iluminação zenital e iluminação natural, cada qual atendendo às necessidades específicas dos usuários.

A escolha entre um deles ou os dois se faz tendo em vista fatores, como:

- As características do edifício;
- Orientação das fachadas;
- Disposição dos ambientes internos;

<sup>7</sup> Baseado em: Secretaria de energia. Manual de administração de energia: iluminação. São Paulo, 2001.

- Tipo de tarefa a ser realizada;
- Presença de poeira, umidade ou vapores em suspensão na atmosfera.

Iluminação zenital é definida como aberturas localizadas na cobertura de uma edificação. Possui as seguintes características:

- Maior uniformidade;
- Custo inicial mais alto;
- Maior necessidade e dificuldade de manutenção;
- Maior dificuldade para a localização dos elementos de controle, proteção solar e ventilação;
- Adequada para locais profundos.

A carga térmica incidente sobre a cobertura do edifício deve ser levada em consideração no projeto de iluminação zenital, sendo necessário limitar a superfície a valores que não comprometem o desempenho térmico do ambiente.

A iluminação lateral é adequada para zonas próximas às janelas, onde é possível obter iluminâncias recomendadas para a tarefa visual a ser realizada.

Em locais iluminados lateralmente, o nível de iluminância diminui rapidamente com o aumento da distância à janela, ou seja, quanto mais distante estiver o local a ser iluminado, menor será a iluminância fornecida pela janela.

A iluminância no interior de um ambiente também varia proporcionalmente ao tamanho das aberturas iluminantes, porém áreas iluminantes com dimensões excessivas, em relação às dimensões do ambiente, além de causarem ofuscamento, acarretam cargas térmicas elevadas caso não sejam devidamente protegidas contra a radiação solar. Janelas altas e contínuas horizontalmente, recuadas com relação ao plano da fachada e usadas como complemento às janelas localizadas em nível inferior, contribuem para o aumento da iluminância média do local e reduzem o ofuscamento. Esta solução tem significado energético, pois reduz a carga térmica recebida através das janelas.

### 3.2.4 Iluminação Artificial<sup>8</sup>

A boa iluminação é um fator importante tanto em ambientes de trabalho como para o repouso. Com uma boa iluminação é possível tornar um ambiente mais agradável, aumentar a produtividade, reduzindo erros e a fadiga dos funcionários, melhorando assim sua saúde e conforto visual. Sendo assim, o sistema de iluminação é analisado no sentido de tornar compatíveis os requisitos de iluminamento, estabelecidos pela Norma Brasileira NBR – 5413, com as opções tecnológicas que propiciem atender aos requisitos mínimos de eficiência energética, desempenho visual, conforto e economicidade.

Classe	Iluminância (lux)	Tipo de atividade
A Iluminação geral para áreas usadas interruptamente ou com tarefas visuais simples	20 - 30 - 50	Áreas públicas com arredores escuros
	50 - 75 - 100	Orientação simples para permanência curta
	100 - 150 - 200	Recintos não usados para trabalho contínuo, depósitos
B Iluminação geral para área de trabalho	200 - 300 - 500	Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios
	500 - 750 - 1000	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios
	1000 - 1500 - 2000	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas
C Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis	2000 - 3000 - 5000	Tarefas visuais exatas e prolongadas, eletrônica de tamanho pequeno
	5000 - 7500 - 10000	Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica
	10000 - 15000 - 20000	Tarefas visuais muito especiais, cirurgia

TABELA 3.2.2: Iluminâncias por classe de tarefas visuais

Fonte: Norma Brasileira – NBR 5413/92

Essa tabela se completa com a aplicação de outra, onde são atribuídos pesos a três variáveis que influenciam diretamente na necessidade de iluminação.

<sup>8</sup> Baseado em:

1. OSRAM. Manual de Iluminação: Conceitos e Projetos.
2. ABNT NBR 5413. Iluminação de interiores. Abril, 1992.

Característica da tarefa e do observador	Peso		
	-1	0	1
Idade	Inferior a 40 anos	40 a 55 anos	Superior a 55 anos
Velocidade e precisão	Sem importância	Importante	Crítica
Refletância do fundo da tarefa	Superior a 70%	30 a 70%	Inferior a 30%

TABELA 3.2.3 Fatores determinantes da iluminância adequada

Fonte: Norma Brasileira – NBR 5413/92

O procedimento de análise dessa tabela é o seguinte:

- Analisar cada característica para determinar o seu peso (-1, 0 ou +1);
- Somar os 3 valores encontrados, algebricamente considerando o sinal;
- Quando o valor total é igual a -2 ou -3, utiliza-se a iluminância mais baixa do grupo;
- Quando o valor total é igual a +2 ou +3, utiliza-se a iluminância mais alta do grupo;
- Quando o valor total é igual a -1, 0 ou +1, utiliza-se a iluminância média do grupo.

### 3.2.5 Lâmpadas<sup>9</sup>

O mercado de iluminação apresenta ampla gama de fontes de luz, com características elétricas e luminosas diversas. O conhecimento de fontes de luz artificiais torna-se essencial para se obter um sistema de iluminação mais eficiente.

As lâmpadas elétricas são agrupadas em dois tipos principais: incandescentes e de descarga.

#### 3.2.5.1 Lâmpadas incandescentes

- Lâmpadas incandescentes comuns

A iluminação incandescente resulta da incandescência de um fio percorrido por corrente elétrica devido ao seu aquecimento, quando este é colocado no vácuo ou em meio gasoso apropriado.

Embora sejam as mais utilizadas, apresentam baixa eficiência luminosa e vida útil curta, ao longo da qual o fluxo luminoso diminui consideravelmente.

- Lâmpadas halógenas

Contém elementos halógenos (iodo, flúor, bromo) em sua atmosfera interna, que ao serem aquecidos, iniciam o ciclo regenerativo do halógeno.

<sup>9</sup> Baseado em:

- Eletrobrás/ PROCEL. Conservação de energia: eficiência energética de equipamentos e instalações. 3ª edição. Itajubá, 2006.
- OSRAM. Linha de produtos 2006/2007.



Possuem eficiência luminosa um pouco maior do que a incandescente comum. Devido ao fato de apresentarem um fluxo luminoso maior e uma melhor reprodução de cores, suas aplicações são diversas como iluminação de fachadas, áreas de lazer e de estacionamentos, faróis de automóveis, entre outras.

### **3.2.5.2 Lâmpadas de descarga**

A luz em uma lâmpada de descarga é produzida pela passagem de corrente elétrica em um gás ou em um vapor ionizado.

- **Lâmpadas fluorescentes**

São lâmpadas de descarga de baixa pressão, onde a luz é produzida por pós fluorescentes que são ativados pela radiação ultravioleta da descarga.

Seu bulbo tubular contém um eletrodo em cada extremidade e vapor de mercúrio sob baixa pressão, com uma pequena quantidade de um gás inerte, para facilitar a partida. O pó fluorescente que existe na superfície interna do bulbo determina a qualidade e a quantidade de luz emitida.

- **Lâmpadas Fluorescentes Compactas**

São lâmpadas fluorescentes de tamanho reduzido, criadas para substituir com vantagens as lâmpadas incandescentes em várias aplicações.

Suas vantagens, em relação às incandescentes, estão, principalmente, no fato de apresentarem o mesmo fluxo luminoso com potências menores, o que gera uma economia de energia de até 80%, uma vida útil maior, além de possuírem uma boa definição de cores.

- **Lâmpadas Fluorescentes Tubulares**

São de alta eficiência luminosa, baixo consumo de energia e longa durabilidade. São encontradas nas versões standard, com eficiência luminosa de até 70 lm/W, temperatura de cor entre 4.100 e 6.100 K e índice de reprodução de cor de 85% e trifósforo, com eficiência luminosa de até 100 lm/W, temperatura de cor entre 4.000 e 6.000 K e índice de reprodução de cor de 85%. A performance desse tipo de lâmpada é otimizada através da instalação com reatores eletrônicos. São utilizadas em áreas comerciais e industriais.

- Lâmpadas a vapor de mercúrio de alta pressão

Contém em seu bulbo interior eletrodos (principal e auxiliar), que no momento de ligação produzem uma luminiscência, provocando assim a formação de íons e elétrons suficientes para iniciar a descarga. A luminiscência é limitada por um resistor e o bulbo externo contém um gás que mantém a temperatura da lâmpada constante.

A distribuição de cores na composição do espectro do fluxo luminoso desta lâmpada é pobre (luz branca azulada com emissão na região visível nos comprimentos de onda de amarelo, verde e azul, faltando o vermelho), porém, o tubo de descarga emite uma quantidade considerável de energia ultravioleta.

Assim como a fluorescente, a lâmpada a vapor de mercúrio também necessita de um reator para que este forneça tensão necessária na partida e limite a corrente normal de operação.

Devem ser instaladas em locais que possuam um pé direito superior a 4 metros para não produzir ofuscamento.

- Lâmpadas a vapor metálico

São semelhantes às lâmpadas de vapor de mercúrio, com exceção da presença de iodetos metálicos, pelo seu maior desempenho, e pela possibilidade de variação da coloração da lâmpada em função da seleção dos iodetos metálicos presentes dentro do tubo de descarga. Esta lâmpada possui um revestimento de alumina nas extremidades do tubo de descarga, cujo objetivo é refletir o calor produzido pela descarga para os eletrodos, impedindo a condensação dos iodetos no interior do tubo de descarga da lâmpada.

São utilizadas principalmente na iluminação de estádios, áreas esportivas, fachas e locais onde exista necessidade de ótima reprodução de cores, como nas indústrias têxteis e de tintas.

- Lâmpadas mistas

São idênticas às lâmpadas a vapor de mercúrio de alta pressão, diferenciando-se apenas por possuírem um filamento montado ao redor do tubo de descarga e ligado em série com este.

Não necessitam usar reator, podendo ser ligadas diretamente à rede.

Em relação à eficiência luminosa, as lâmpadas mistas estão um degrau acima das lâmpadas incandescentes, apresentando vida útil mais longa que estas.

A luz produzida por essa lâmpada é de cor branca difusa, derivada da lâmpada a vapor de mercúrio de alta pressão e da luz de cor quente da incandescente, o que dá uma aparência agradável.

Podem ser usadas em vias públicas, jardins, praças, estacionamentos, comércio em geral e na modernização de instalações feitas com lâmpadas incandescentes. Devem ser instaladas em locais onde o pé direito for superior a 4 metros.

- Lâmpadas a vapor de sódio de baixa pressão

Consta de um tubo de descarga em forma de U, com um eletrodo em cada extremidade, e cheios de gás argônio e neônio em baixa pressão para facilitar a partida, contendo também sódio metálico que irá se vaporizar durante o funcionamento.

São lâmpadas muito eficientes, apresentam eficiência luminosa de até 200 lm/W. Como sua luz é monocromática, sua aplicação fica limitada a locais em que não é necessário um alto índice de reprodução de cores, ou seja, portos, pátios de manobras, entre outros.

- Lâmpadas a vapor de sódio de alta pressão

Têm como diferencial a emissão de luz branca, decorrente da combinação dos vapores de sódio e gás xênon, resultando numa luz brilhante como as halógenas ou com aparência de cor das incandescentes. São acionadas por reatores eletrônicos, apresentam eficiência luminosa da ordem de 120 lm/W.

Pelo fato de possuírem uma propriedade de cor mais agradável que as de baixa pressão, encontram um número maior de aplicações, sendo usadas em vias públicas, ferrovias, áreas de estacionamento, e todo tipo de iluminação externa, bem como em iluminação interna de indústrias. Devem ser instaladas também em locais onde o pé direito seja superior a 4 metros.

### **3.2.6 Luminárias<sup>10</sup>**

As luminárias são aparelhos passivos capazes de distribuir, filtrar e controlar a luz gerada por uma ou mais lâmpadas e devem conter todos os equipamentos e acessórios necessários para fixar, proteger e alimentar estas lâmpadas.

Além de fixar e proteger a lâmpada, as luminárias devem promover uma adequada distribuição da luz emitida, proporcionando um máximo aproveitamento, no plano de trabalho, do fluxo luminoso produzido pela lâmpada.

---

<sup>10</sup> Baseado em: Eletrobrás/ PROCEL. Conservação de energia: eficiência energética de equipamentos e instalações. 3ª edição. Itajubá, 2006.

Ao escolher luminárias, elas devem atender aos seguintes requisitos:

- Sustentar a lâmpada;
- Garantir a alimentação elétrica;
- Direcionar o fluxo luminoso, evitando ofuscamento.

A avaliação do desempenho de uma luminária no sistema de iluminação é efetivada em três aspectos básicos:

- Característica ótica;
- Controle do direcionamento do fluxo luminoso (difusores e refletores);
- Distribuição do componente direto (espaçamento entre luminárias).

A tabela a seguir mostra a classificação das luminárias.

Tipo	Características gerais
Embutidas	Normalmente usadas com lâmpadas incandescentes comuns
	Apresentam baixo rendimento
	Normalmente apresentam problemas de superaquecimento
	Difícil manutenção
Fechadas (lâmpadas fluorescentes)	São encontradas com vários tipos de elementos de controle de luz (refletores espelhados com proteção visual, difusor prismático, ect)
	Rendimento moderado, dependendo do tipo de elemento de controle de luz
	Difícil manutenção
	Podem ser fixadas sobre a superfície do teto e, em alguns casos, podem ser embutidas
Abertas	Os que dispõem de refletores sem elementos de controle de luz apresentam melhor rendimento
	Podem ser encontradas com ou sem elementos de controle de luz
	Apresentam rendimentos superiores aos das luminárias fechadas
	Fácil manutenção
Spots	Podem ser fixadas sobre a superfície do teto ou suspensas
	São utilizadas com vários tipos de lâmpadas incandescentes refletoras ou coloridas
	Utilizados para iluminação direcional do fluxo luminoso
	Fácil manutenção
Projetores	Podem ser fixados sobre as superfícies ou embutidos
	Encontrados em vários tamanhos
	Apresentam bom rendimento luminoso
	São fixados sobre as superfícies ou suspensos
	Podem ser usados com lâmpadas incandescentes comuns até lâmpadas a vapor de sódio
	Fácil manutenção, dependendo das condições do local

TABELA 3.2.4: Classificação das luminárias

Fonte: Eletrobrás/ PROCEL. Conservação de Energia – Eficiência Energética de Equipamentos e Instalações

### 3.2.7 Reatores<sup>11</sup>

Os reatores são equipamentos auxiliares utilizados em conjunto com as lâmpadas fluorescentes, vapor de mercúrio, a vapor de sódio e a vapor metálico. Os reatores atuam de forma a limitar a corrente da lâmpada em regime e na partida.

A escolha do reator deve ser feita de acordo com o tipo de lâmpada e com a tensão de alimentação na qual ele irá funcionar. Esta escolha ainda não está completa, pois não foram levados em consideração os aspectos de conservação de energia. Sendo assim, deve-se optar por reatores que apresentem um rendimento maior.

Os reatores podem ser classificados de acordo com suas características básicas de funcionamento. Os reatores encontrados atualmente no mercado são divididos em eletromagnéticos e eletrônicos.

<sup>11</sup> Baseado em: Secretaria de energia. Manual de administração de energia: iluminação. São Paulo, 2001.

Os reatores eletromagnéticos podem ser classificados em:

- Reatores de alto fator de potência: utilizado para minimizar a sobrecarga no sistema de iluminação, devido ao baixo fator de potência que os reatores eletromagnéticos possuem;
- Reatores de baixo fator de potência: consomem, em termos de potência aparente, o mesmo valor que os de alto fator de potência. A escolha entre eles deve se basear em um estudo de custo-benefício, comparando-se as vantagens do uso dos dois, mas com compensação em grupo (capacitores na rede);
- Reatores de partida rápida: não necessitam de starters e possibilitam um rendimento praticamente instantâneo. No entanto, eles consomem uma potência final maior e utilizam uma parcela desta para manter o filamento da lâmpada aquecido, mesmo quando desligado.
- Reatores de partida convencional (starter): difere do reator de partida rápida no que se refere ao consumo de energia.

As tabelas a seguir indicam os valores de perda (fornecidos pelos fabricantes) para reatores eletromagnéticos disponíveis no mercado.

Potência nominal da lâmpada (W)	Perda (W)	Potência do sistema (W)
35	11	46
50	12	62
70	15	85
150	26	176
250	27	267
400	54	450
1.000	111	1.111

TABELA 3.2.5: Reatores para lâmpadas a vapor de sódio de alta pressão

Fonte: Eletropaulo. Manual de administração de energia: iluminação

Potência nominal da lâmpada (W)	Rendimento (%)	Perda (W)	Potência do sistema (W)
80	88	10,9	90,9
125	89	15,5	140,4
250	90	27,7	277,7
400	91	39,5	439,5
700	93	52,6	752,6
1.000	93	75,2	1075,2
2.000	95	105	2105,2

TABELA 3.2.6 Reatores para lâmpadas a vapor de mercúrio

Fonte: Eletropaulo. Manual de administração de energia: iluminação

Potência nominal da lâmpada (W)	Rendimento (%)	Perda (W)	Potência do sistema (W)
1 X 5	118	3.0	8.0
1 X 5	220	4.5	9.5
1 X 7	118	3.5	10.5
1 X 7	220	5.5	12.5
1 X 9	118	3.0	12.0
1 X 9	220	5.0	14.0
1 X 11	220	4.5	15.5
1 X 13	118	4.0	17.0
1 X 16	118	13.0	29.0
1 X 20	118	14.0	34.0
1 X 40	118	16.0	56.0
1 X 16	220	15.0	31.0
1 X 20	220	15.0	35.0
1 X 32	220	15.0	47.0
1 X 40	220	16.0	56.0
2 X 16	118	17.0	49.0
2 X 20	118	18.0	58.0
2 X 32	118	19.5	83.5
2 X 40	118	20.0	100.0
2 X 16	220	18.5	50.0
2 X 20	220	18.0	58.0
2 X 32	220	22.0	86.0
2 X 40	220	19.0	99.0
1 X 110	118	32.0	142.0
1 X 110	220	37.0	147.0
2 X 110	118	43.0	263.0
2 X 110	220	46.0	266.0

TABELA 3.2.7 Reatores para lâmpadas fluorescentes

Fonte: Eletropaulo. Manual de administração de energia: iluminação

Os reatores eletrônicos, comparados aos eletromagnéticos, apresentam as seguintes vantagens:

- Economia de energia;
- Incremento da vida útil das lâmpadas;
- Evita efeito estroboscópico;
- Ausência de ruído;
- Altíssimo fator de potência;
- Alimentação múltipla (50 Hz, 60 Hz e corrente contínua);
- Peso e volume menores;
- Desligamento automático no término da vida útil das lâmpadas;
- Custo de instalação e manutenção reduzidos;
- Reduz o aquecimento do ambiente, pois possuem menos perdas.

A tabela a seguir indica os valores de perda para reatores eletrônicos disponíveis no mercado.

Potência nominal da lâmpada (W)		Perda no reator (W)	Potência do sistema (W)
1 x	16	5 a 8	20 a 23
	18		20 a 23
	20		22 a 25
	32		33 a 38
	36		37 a 40
	40		43 a 46
	50		55 a 58
	58		55 a 60
2 x	16	7 a 10	38 a 42
	18		38 a 42
	20		40 a 45
	32		65 a 70
	36		70 a 75
	40		85 a 90
	50		108 a 112
	58		108 a 112

TABELA 3.2.8 Reatores eletrônicos

Fonte: Eletropaulo. Manual de administração de energia: iluminação

### 3.2.8 Método de Cálculo de Iluminação<sup>12</sup>

O método aplicado neste trabalho se baseia no fluxo luminoso total emitido pela luminária, no índice do recinto (k), no fator de utilização (Fu) e no fator de depreciação (Fdep).

Dados necessários para o cálculo:

- Dimensões do ambiente;
- Pé-direito;
- Altura do plano de trabalho;
- Altura de suspensão da luminária;
- Refletâncias do teto, parede e piso;
- Tipo de luminária a ser utilizada;
- Iluminância necessária no ambiente conforme a NBR 5413.

<sup>12</sup> Baseado em:

1. Creder, Hélio. Instalações Elétricas. 15ª edição. Rio de Janeiro, 2007.
2. PROCEL. Manual de Iluminação Eficiente. 1ª edição. 2002.



Etapas de cálculo:

1. Índice do recinto (k):

$$k = \frac{CxL}{hx(C + L)}$$

Onde:

C = comprimento do local;

L = largura do local;

H = altura de montagem da luminária (distância da fonte de luz ao plano de trabalho)

2. Fator de utilização (Fu):

É apresentado na forma de tabela para cada tipo de iluminação existente.

Para escolher o fator de utilização mais adequado, faz-se necessário conhecer as refletâncias do teto, paredes e piso, além do índice do recinto (k), já calculado no item 1.

Superfície	Refletância (%)
Clara	80/70
Média	50
Escura	30

TABELA 3.2.9: Refletância

Fonte: PROCEL. Manual de iluminação eficiente

Teto(%)	70	50	30	0
Parede(%)	50	30	10	0
Piso(%)	10	10	10	0
K	<b>Fator de Utilizacao – (x 0,01)</b>			
0,60	40	35	32	30
0,80	48	43	39	37
1,00	53	49	45	43
1,25	58	54	51	48
1,50	62	58	55	52
2,00	67	64	61	58
2,50	70	68	65	62
3,00	72	70	68	64
4,00	75	73	71	67
5,00	76	74	73	69

TABELA 3.2.10: Fator de utilização de uma luminária

Fonte: PROCEL. Manual de iluminação eficiente

3. Fator de depreciação (Fdep):

Este fator, também chamado de fator de manutenção, está determinado na tabela 3.2.1.

4. Níveis de iluminância recomendados pela NBR 5413:

A tabela 3.2.2 mostra os níveis de iluminância por classe de tarefas visuais.

5. Cálculo da quantidade de luminárias:

$$N = \frac{ExCxL}{nxfxFuxFdep}$$

Onde:

E = iluminância (item 4);

C = comprimento do ambiente;

L = largura do ambiente;

N = quantidade de lâmpadas por luminária;

f = fluxo luminoso da lâmpada (ver tabela do fabricante);

Fu = fator de utilização (item 2);

Fdep = fator de depreciação (item 3).

O valor de N pode não ser um número inteiro. Caso isto aconteça, este valor deve ser arredondado de forma a obter uma distribuição mais uniforme possível.

6. Cálculo da iluminância média:

Dependendo da distribuição definida no item anterior, a quantidade de luminárias pode ser alterada, sendo necessário calcular a iluminância média.

$$E = \frac{NnxfxFuxFdep}{CxL}$$

7. Distribuição das luminárias

Recomenda-se que o espaçamento entre as luminárias seja o dobro do espaçamento entre elas e as paredes laterais.

O *software* livre Lumisoft, da Lumicenter – Engenharia de Iluminação, que será utilizado para o cálculo luminotécnico, emprega este método.

## 3.3 AR CONDICIONADO

### 3.3.1 Introdução<sup>13</sup>

Os sistemas de ar condicionado representam um item importante nos custos de uma edificação, através de investimentos iniciais necessários e pelo dispêndio que provocam ao longo do tempo com consumo de energia e com manutenção das instalações.

De maneira geral, pode-se dizer que grande parte das instalações de ar condicionado é superdimensionada, uma vez que, até passado recente, os fatores de segurança adotados em projeto estabeleciam capacidades de ar condicionado superior à máxima demanda prevista. As mudanças tecnológicas e medidas de conservação de energia introduzidas reduziram gradativamente as necessidades de renovação de ar, pois a quantidade de ar condicionado é variável ao longo da jornada de trabalho e em função da época do ano. Além disso, as instalações de ar condicionado são calculadas para condições extremas, o que ocorre somente numa pequena parcela do tempo. Por isso que se afirma existir oportunidades de economia de energia no sistema de condicionamento de ar.

### 3.3.2 Conceitos<sup>14</sup>

A seguir serão definidos alguns conceitos importantes ao entendimento de sistema de condicionamento de ar.

- Trabalho: é executado trabalho mecânico quando uma força atuando sobre um corpo movimenta o mesmo através de uma distância. Considerando que a ação da força é paralela à direção do movimento, a quantidade de trabalho é igual à força multiplicado pela distância através da qual a força atua.
- Energia: necessita-se de energia para realizar trabalho e diz-se que um corpo possui energia quando ele tem capacidade de realizar um trabalho. A quantidade de energia

---

<sup>13</sup> Baseado em:

1. Secretaria de energia. Manual de administração de energia: força motriz, motores elétricos, ar condicionado e ar comprimido. São Paulo, 2001.
2. Shoeps, Carlos Alberto; Rousso, José. Conservação de Energia Elétrica na Indústria: Faça você mesmo. Volume I. 3ª edição. Rio de Janeiro: CNI, DAMPI, ELETROBRÁS/ PROCEL, 1994.

<sup>14</sup> Baseado em:

1. Dossat, Roy J. Princípios de refrigeração. 1ª edição. 2004.
2. PROCEL. Eficiência Energética em Sistemas de Refrigeração Industrial e Comercial. 1ª edição. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005.

requerida para executar uma determinada quantidade de trabalho é sempre exatamente igual à quantidade de trabalho realizado. De forma similar, a quantidade de energia que um corpo possui é sempre igual à quantidade de trabalho que pode realizar passando de uma posição ou condição para outra.

- **Temperatura:** é uma propriedade da matéria. É uma medida do nível de intensidade calorífica de pressão térmica de um corpo. Uma elevada temperatura indica um alto nível de pressão térmica e diz-se que o corpo está quente. Da mesma forma, uma baixa temperatura indica um baixo nível de pressão térmica e diz-se que o corpo está frio.
- **Calor:** é uma forma de energia. O calor pode ser convertido em qualquer outra forma de energia e outra forma de energia pode ser convertida em calor. Termodinamicamente, o calor é definido como energia em trânsito de um corpo para outro como resultado de uma diferença de temperatura entre os dois corpos. Toda outra transmissão de energia ocorre como trabalho.
- **Fluxo de calor:** o calor flui sempre de uma substância mais quente para uma substância mais fria. O que acontece é que os átomos com movimentos mais rápidos fornecem um pouco de sua energia para os átomos com movimentos mais lentos. Conseqüentemente, o átomo mais rápido retarda um pouco seus movimentos e o mais lento passa a mover-se um pouco mais rapidamente.
- **Frio:** significa temperatura mais baixa ou falta do calor. É resultado da remoção do calor. Conforme a Segunda Lei da Termodinâmica, o calor não pode fluir de um corpo frio para um corpo quente, mas flui sempre de uma substância em uma temperatura mais alta para uma substância em uma temperatura mais baixa.
- **Pressão:** é a força exercida por unidade de área. Pode ser definida como a medida da intensidade de uma força em um dado ponto da superfície de contato. Quando uma força é distribuída igualmente sobre uma dada área, a pressão será a mesma em qualquer ponto da superfície de contato.
- **Refrigeração:** definida como qualquer processo de remoção de calor. Mais especificamente, é definida como o ramo da ciência que trata dos processos de redução e conservação da temperatura de um espaço ou material, abaixo da temperatura do ambiente circundante.
- **Refrigerante:** é a substância utilizada como absorvente de calor ou agente de esfriamento.

- Salmoura: atua como refrigerante secundário, quando a água não pode ser usada em aplicações onde a temperatura a ser mantida esteja abaixo de seu ponto de congelamento. A salmoura é o nome dado à solução que resulta quando sais variados são dissolvidos na água.
- Condicionamento de ar: é definido como a condição do ar em algum espaço ou área designada. Geralmente, isto envolve controle não somente da temperatura do espaço, mas também da umidade do espaço e do movimento do ar ao longo de sua filtragem e purificação. As aplicações de condicionamento de ar são de dois tipos: para conforto humano e industrial.

### 3.3.3 Princípio de funcionamento<sup>15</sup>

A figura abaixo mostra como funciona um ciclo de refrigeração de ar condicionado.

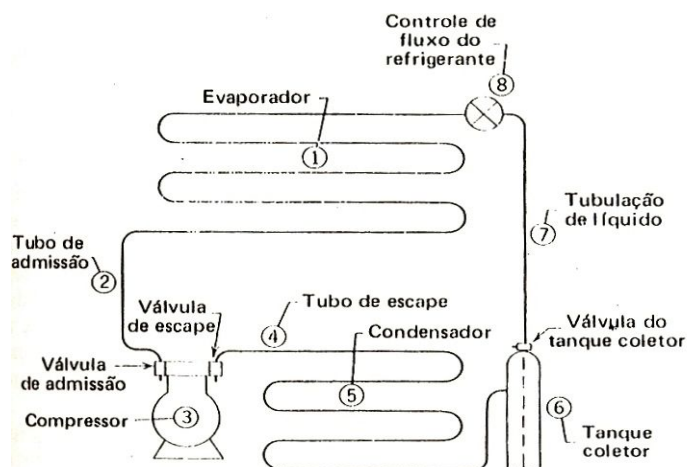


FIGURA 3.3.1: Ciclo de refrigeração

Fonte: Dossat, Roy J. Princípios de refrigeração

As partes principais do sistema são:

- (1) Evaporador, onde o calor é absorvido pela evaporação do líquido refrigerante. Isto ocorre enquanto o refrigerante muda do estado líquido para o estado de vapor (gás);
- (2) Tubo de admissão, que conduz o vapor a baixa pressão do evaporador para a admissão do compressor;

<sup>15</sup> Baseado em Dossat, Roy J. Princípios de refrigeração. 1ª edição. 2004.

- (3) Compressor, cuja função é eliminar o vapor do evaporador e elevar a pressão e temperatura deste a um ponto tal que ele possa ser condensado com o agente de condensação normalmente disponível;
- (4) Tubo de escape que fornece o vapor a alta pressão e alta temperatura da exaustão do compressor ao condensador;
- (5) Condensador: trabalha em oposição ao evaporador. No evaporador, o refrigerante líquido entra em uma extremidade e absorve o calor enquanto passa através do evaporador, chegando em forma de gás na outra extremidade. Já no condensador, o refrigerante entra no estado gasoso e durante seu percurso perde calor para o ambiente, chegando em estado líquido na extremidade final;
- (6) Tanque coletor que assegura o armazenamento do líquido condensado para que um suprimento constante de líquido esteja à disposição do evaporador, quando necessário;
- (7) Linha de líquido que carrega o refrigerante líquido do tanque coletor para o controle de fluxo do refrigerante;
- (8) Controle de fluxo do refrigerante, cuja função é medir a quantidade conveniente do mesmo para o evaporador e reduzir a pressão do líquido entrando no evaporador, de modo que este vaporizará a temperatura baixa conveniente.

### **3.3.4 Componentes principais<sup>16</sup>**

#### **3.3.4.1 Evaporador**

Tem a finalidade de extrair calor do meio a ser resfriado, isto é, extrair calor do ar, água ou outras substâncias.

---

<sup>16</sup> Baseado em:

1. Dossat, Roy J. Princípios de refrigeração. 1ª edição. 2004.
2. PROCEL. Eficiência Energética em Sistemas de Refrigeração Industrial e Comercial. 1ª edição. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005.
3. Carneis, Dean William M. Os efeitos da diversidade de tensões no setor elétrico brasileiro. Estudo do caso do Refrigerador Doméstico. Campinas, 2002.

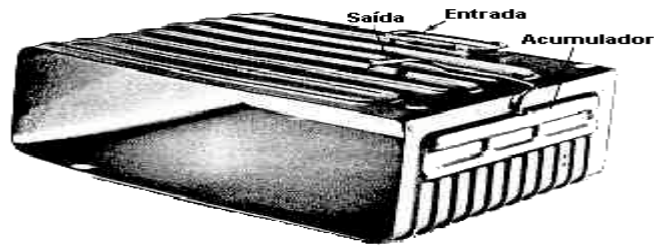


FIGURA 3.3.2: Evaporador

Fonte: Carmeis, Dean William M. Os efeitos da diversidade de tensões de distribuição no setor elétrico brasileiro. Estudo do caso do Refrigerador Doméstico. Campinas, 2002

Através das correntes de convecção (o ar mais frio desce enquanto o ar mais quente sobe), o calor é retirado de todos os compartimentos do refrigerador.

Ao entrar no evaporador a partir do controle de fluxo, o refrigerante líquido é bruscamente submetido a baixas pressões. Isto o faz vaporizar e absorver calor.

Os 3 tipos principais de construção de evaporador são de tubo liso, de placa e com aletas. Os evaporadores de tubo liso e de placa são classificados junto com os evaporadores de superfície primária, onde a superfície inteira de ambos está mais ou menos em contato com o refrigerante vaporizante interior. No evaporador com aletas, os tubos que transportam o refrigerante são a única superfície primária. As próprias aletas não são carregadas com refrigerante e são, por isso, somente superfícies de transmissão de calor secundário, cuja função é captar calor do ambiente e conduzi-lo para os tubos que transportam refrigerante.

### 3.3.4.2 Compressor

Tem como função aumentar a pressão do fluido refrigerante e promover a circulação do mesmo no sistema de refrigeração.

Os principais tipos de compressores utilizados são: alternativo, centrífugo, de parafusos, palhetas e Scroll. O tipo de compressor empregado em qualquer aplicação individual depende da dimensão e da natureza da instalação e do refrigerante usado.

De acordo com as características do processo de compressão, os compressores utilizados em refrigeração podem ser classificados como máquinas de deslocamento positivo ou máquinas de fluxo. O compressor de deslocamento positivo aumenta a pressão do vapor de fluido refrigerante pela redução do volume interno de uma câmara de compressão por meio de

uma força mecânica aplicada. Os compressores alternativos, de parafusos, de palhetas e Scroll são de deslocamento positivo. O único classificado como máquina de fluxo em sistemas de refrigeração é o centrífugo. Neste tipo de compressor o aumento de pressão deve-se, principalmente, à conversão de pressão dinâmica em pressão estática.

Dependendo da concepção de construção, os compressores podem ser classificados como herméticos, semi-herméticos e abertos. No compressor hermético, tanto o compressor quanto o motor de acionamento são alojados no interior de uma carcaça, apresentando como acesso de entrada e saída apenas as conexões elétricas do motor. São geralmente utilizados em refrigeradores domésticos e condicionadores de ar com potências da ordem de 30 kW.

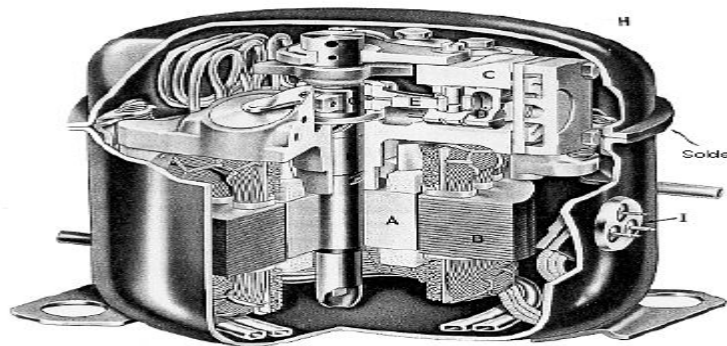


FIGURA 3.3.3: Compressor Hermético

Fonte: Carmeis, Dean William M. Os efeitos da diversidade de tensões de distribuição no setor elétrico brasileiro. Estudo do caso do Refrigerador Doméstico. Campinas, 2002

Os compressores semi-herméticos são semelhantes aos herméticos, no entanto permitem a remoção do cabeçote, tornando possível o acesso às válvulas e aos pistões.

Já nos compressores do tipo aberto, o eixo de acionamento do compressor atravessa a carcaça, permitindo o acionamento por um motor externo.

### 3.3.4.3 Condensador

É uma superfície de transmissão de calor. O calor do vapor refrigerante quente passa através das paredes do condensador para o meio de condensação. Como o calor foi perdido para o meio de condensação, o vapor refrigerante é primeiro resfriado ao ponto de saturação e então condensado no estado líquido.



Os condensadores são de 3 tipos gerais: resfriado a ar, resfriado a água e evaporativo. Os condensadores resfriados a ar empregam ar como meio de condensação, enquanto que os resfriados a água utilizam água para condensar o refrigerante. Em ambos condensadores, o calor cedido pelo refrigerante de condensação aumenta a temperatura do ar ou água usado como meio de condensação.

Os condensadores evaporativos empregam tanto ar como água. Mesmo que tenha alguma elevação na temperatura do ar que passa através do condensador, a condensação do refrigerante no condensador resulta principalmente da evaporação da água pulverizada sobre o condensador. A função do ar é aumentar a taxa de evaporação tirando o vapor de água que resulta do processo de evaporação.

#### 3.3.4.4 Torres de resfriamento

As torres de resfriamento são essencialmente conservação da água ou sistemas de recuperação. Elas permitem, por meio da evaporação de uma pequena quantidade de água, transmitir calor para o ar, de modo que a água possa ser empregada novamente para resfriamento, devendo-se repor ao circuito apenas a parte de água perdida por evaporação.

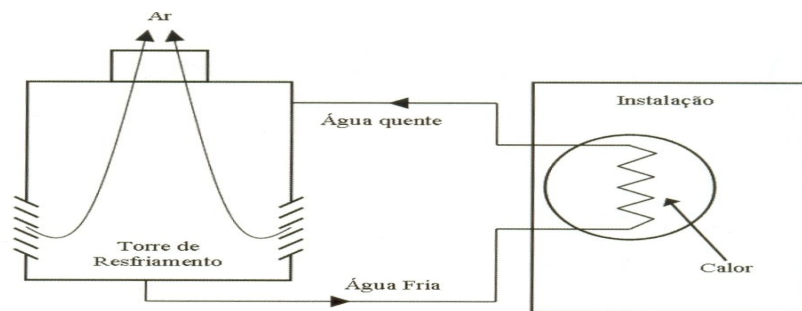


FIGURA 3.3.4: Torre de resfriamento

Fonte: PROCEL. Eficiência Energética em Sistemas de Refrigeração Industrial e Comercial.

### 3.3.5 Sistemas de ar condicionado<sup>17</sup>

#### 3.3.5.1 Sistemas de expansão direta

São sistemas em que o evaporador está em contato direto com o espaço ou o material que está sendo refrigerado, ou está em dutos de ar que se comunicam com tais espaços.

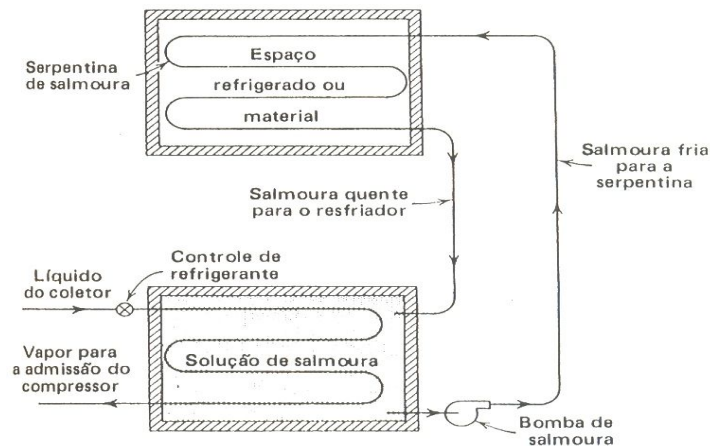


FIGURA 3.3.5: Sistema de expansão direta

Fonte: Dossat, Roy J. Princípios de refrigeração

Exemplos de sistemas de expansão direta são os aparelhos de janela e condicionadores do tipo self-system ou condicionador dividido (split).

Os aparelhos de janela têm todos os seus componentes instalados num único volume. São soluções simples e baratas para situações em que um investimento maior não compensa ou quando não é possível usar outro sistema. A instalação dos aparelhos de janela é simples, mas requer atenção para alguns pontos importantes, como a existência de uma parede externa e de estrutura que suporte o peso do equipamento, inclinação correta para a drenagem de água pelo lado externo e disponibilidade de circuito elétrico independente.

Os condicionadores do tipo Split são aparelhos divididos em 2 unidades (evaporadora e condensadora) que devem ser interligadas por tubulações por onde circulará o refrigerante. A principal característica desse sistema é a instalação das partes ruidosas do equipamento (compressor e condensador) em áreas externas.

<sup>17</sup> Baseado em:

1. Dossat, Roy J. Princípios de refrigeração. 1ª edição. 2004.
2. PROCEL. Eficiência Energética em Sistemas de Refrigeração Industrial e Comercial. 1ª edição. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005.

Existem splits em que uma máquina externa atende uma, duas ou três evaporadoras. O sistema multisplit é o que apresenta uma máquina externa para até 30 ou 40 unidades internas, dependendo da capacidade necessária em cada ponto. Esse tipo possui uma central que distribui o gás refrigerante em volumes individuais para cada espaço. A ligação entre as partes interna e externa é feita por meio de dutos e quanto maior a distância, maiores serão as perdas do sistema.

Os equipamentos do tipo split estão substituindo rapidamente os aparelhos de janela. Isso ocorre devido ao conforto que ele proporciona e na grande oferta de produtos.

### 3.3.5.2 Sistemas de expansão indireta

São sistemas em que a água ou salmoura é resfriada por um refrigerante de expansão direta num resfriador de líquido e então bombeada através de tubulação apropriada para o espaço ou produto que está sendo refrigerado. O líquido resfriado, chamado de refrigerante secundário, pode ser circulado diretamente ao redor do produto refrigerado ou pode ser passado através de uma serpentina de refrigeração de ar ou algum outro tipo de superfície de transmissão de calor. Em qualquer caso, o refrigerante secundário, aquecido pela absorção de calor do espaço refrigerado ou do produto, retorna ao resfriador para ser resfriado e recirculado.

Este tipo de sistema é empregado em qualquer instalação onde o espaço ou produto a ser refrigerado está localizado a uma distância considerável do equipamento de condensação.

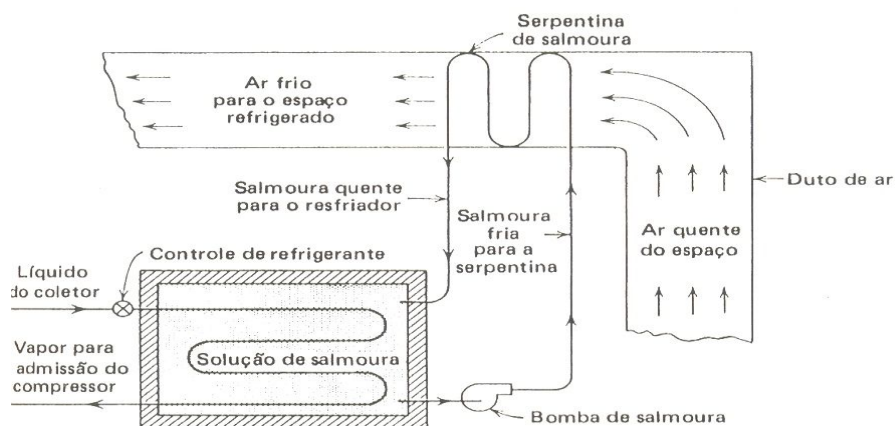


FIGURA 3.3.6: Sistema de expansão indireta

Fonte: Dossat, Roy J. Princípios de refrigeração

As centrais de água gelada (CAG) são sistemas de expansão indireta.

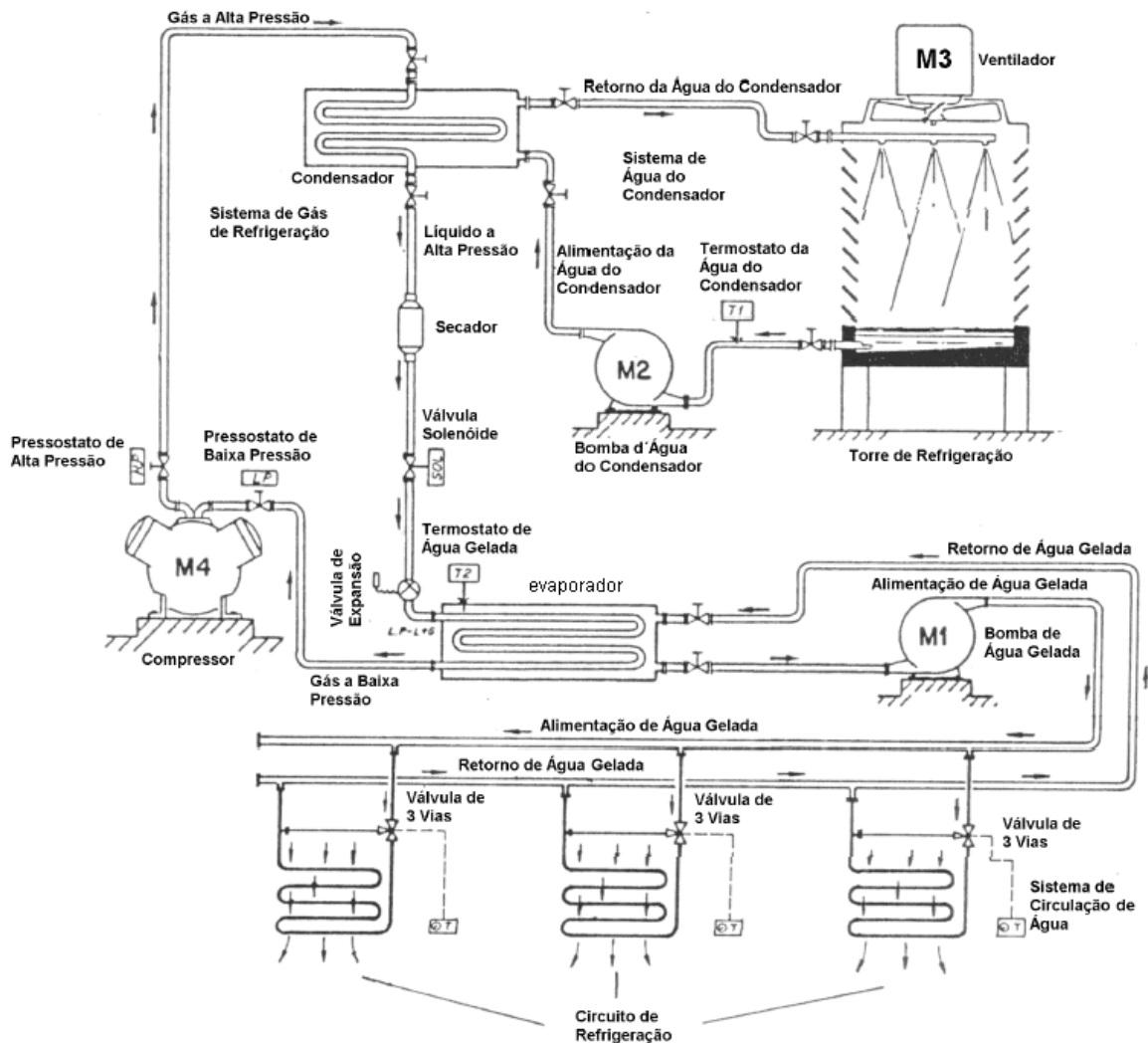


FIGURA 3.3.7: Configuração de instalação de ar condicionado central

Fonte: <http://dee.feg.unesp.br/Disciplinas/SEL5013/PDF/Lab-06.pdf>

A água ou salmoura é resfriada no *chiller*, instalado na casa de máquinas, e dali segue para os andares por meio de dutos isolados termicamente. A parte utilizada retorna à central e é novamente resfriada.

O sistema é ativado através de um interruptor temporizado que faz com que o sistema funcione por um período de horas por dia. Este interruptor ligará e desligará o sistema. Assim que o sistema é ligado, as bombas de água gelada e de água do condensador devem dar partida. Após certo atraso, o ventilador da torre de resfriamento deve começar a funcionar a baixa velocidade.

O investimento inicial nesse sistema é mais alto, no entanto seu custo operacional é mais vantajoso. Devido ao tamanho dos equipamentos, deve-se reservar espaço para sua acomodação, operação e manutenção.

### **3.3.6 Refrigerante<sup>18</sup>**

O gás refrigerante ou fluido refrigerante, ou simplesmente refrigerante, é uma substância empregada como veículo térmico na realização dos ciclos de refrigeração. Entre os refrigerantes estão os CFCs (hidrocarbonetos à base de flúor e cloro). Eles reúnem numa combinação única, várias propriedades desejáveis, como: não são inflamáveis, explosivos ou corrosivos; são extremamente estáveis e são muito pouco tóxicos.

Porém, em meados da década de 70, pela primeira vez, foram detectados problemas com CFCs. Foi demonstrado que compostos clorados poderiam migrar para a estratosfera e destruir moléculas de ozônio. Como são extremamente estáveis, ao se liberarem na superfície terrestre conseguem atingir a estratosfera antes de serem destruídos. Sendo assim, os CFCs foram condenados como os maiores responsáveis pelo aparecimento do buraco na camada de ozônio.

A camada de ozônio funciona como um escudo protetor e absorve a maior parte da radiação prejudicial de ultravioleta B (UV – B) que, de outra forma, chegaria à superfície terrestre. Ao ser humano, os raios ultravioletas podem causar doença da pele, como queimadura, câncer e envelhecimento precoce.

Nos últimos anos, o problema da camada de ozônio tem se associado ao problema do efeito estufa. O efeito estufa é um processo que consiste na retenção de parte da energia solar, incidente devido à presença de certos gases na atmosfera, e dentro de uma determinada faixa é de grande importância, pois, sem ele, não há vida. Porém, o que pode se tornar desastroso é a ocorrência de um agravamento do efeito estufa que desestabilize o equilíbrio energético no planeta e origine um fenômeno conhecido como aquecimento global.

Devido à ameaça à camada de ozônio estratosférico que os CFCs causam, foi em 1986, firmado o Protocolo de Montreal, que determinou a substituição dos mesmos. Surgia assim a necessidade de se encontrar alternativas para os refrigerantes conhecidos até então.

---

<sup>18</sup> Baseado em PROCEL Eficiência Energética em Sistemas de Refrigeração Industrial e Comercial. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005.

De acordo com a Resolução 267, de 14 de setembro de 2000, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), ficou estabelecida a proibição em todo território nacional da utilização do CFC-11, CFC-12, além de outras substâncias que agridem a camada de ozônio, em instalações de ar condicionado central, instalações frigoríficas com compressores de potência unitária superior a 100 HP e em sistemas de ar condicionado automotivo. Tornou-se proibida, a partir de 1º de janeiro de 2001, a utilização dessas substâncias em refrigeradores e congeladores domésticos, assim como em todos os demais equipamentos e sistemas de refrigeração.

Logo após a assinatura do Protocolo de Montreal, começaram a surgir os substitutos ecológicos chamados HFCs. Como exemplo, o R-12 das geladeiras foi substituído em muitos países pelo R-134a e o R-502 muito usado em freezers comerciais pelo R-404A.

O refrigerante mais utilizado para *chillers* era, e continua sendo, o R-22. É um CFC com índice de degradação da camada de ozônio vinte vezes menor do que o do R-12 e cuja utilização é permitida até o ano de 2030 pelo Protocolo de Montreal. É uma substância pura, bem conhecida, de fácil manuseio, largamente disponível e ainda amplamente utilizada.

As alternativas ecológicas consideradas para substituir o R-22 são os HFCs conhecidos como R-407C, R-134A. O R-407C tem um coeficiente de eficácia similar ao R-22, porém é bem mais caro. O R-134A, apesar de ser uma substância pura e de ser mais barato que o R-407C, tem um coeficiente de eficácia bem menor que o R-22. Desta forma, para a mesma capacidade de refrigeração, o compressor deverá ser até 65% maior com evidente impacto nos custos. Outro aspecto importante é que o óleo lubrificante do compressor recomendado quando se utiliza o R-134A ou o R-407C é um óleo poliéster, que deve ser manuseado com muito cuidado por ter a tendência a absorver umidade (higroscópico). O R-22 pode ser utilizado com óleo mineral.

### 3.3.7 Recomendações<sup>19</sup>

Para otimizar o consumo de energia no sistema de refrigeração, recomenda-se seguir alguns procedimentos.

- Analisar a possibilidade de elevar os níveis de temperatura utilizados nos ambientes servidos por ar condicionado, em função da época do ano;
- Não usar ar condicionado em ambientes não ocupados;
- Operar somente as torres de resfriamento e as bombas essenciais à operação do sistema;
- Verificar a relação BTU/h/ W dos equipamentos de ar condicionado, procurando eliminar ou substituir aqueles em que esta relação é baixa;
- Lubrificar mancais dos motores e todas as partes móveis de acordo com as recomendações do fabricante;
- Manter limpa a torre de resfriamento para minimizar as quedas de pressão de ar e de água;
- Manter limpas todas as partes dos aparelhos de janela. Se possível, evitar deixar áreas refrigeradas expostas diretamente ao sol, colocando cortinas ou persianas nas janelas;
- Verificar se não existem vazamentos de fluido refrigerante em torno de vedações, visores, tampas de válvulas, flanges, conexões, válvula de segurança de condensador e nas ligações da tubulação, válvulas e instrumentação;
- Observar as operações irregulares do compressor, como funcionamento contínuo ou paradas e partidas freqüentes, os quais podem indicar operação ineficiente. Determinar a causa e, se necessário, corrigi-la;
- Verificar as perdas em todas as juntas do compressor. Vedar, se necessário. Isolar os tubos. Ligações e válvulas de água quente e refrigerada nos locais não condicionados, para minimizar as perdas e a absorção de calor.

---

<sup>19</sup> Baseado em Shoeps, Carlos Alberto; Rousso, José. Conservação de Energia Elétrica na Indústria: Faça você mesmo. Volume I. 3ª edição. Rio de Janeiro: CNI, DAMPI, ELETROBRÁS/ PROCEL, 1994.

## 3.4 MOTORES ELÉTRICOS

### 3.4.1 Introdução<sup>20</sup>

Os motores são responsáveis por 55% do consumo de energia elétrica na indústria. Esta por sua vez responde por 43% da energia consumida no país. Sendo assim, pode-se dizer que os motores são responsáveis por cerca de 24% de toda energia consumida no país.

Os motores elétricos podem ser confeccionados nas mais variadas formas e configurações, de acordo com as características desejadas de funcionamento e aplicação. De modo geral, podem ser classificados conforme sua forma de alimentação. A figura abaixo mostra os motores projetados para funcionamento em corrente contínua, corrente alternada e em corrente pulsante.

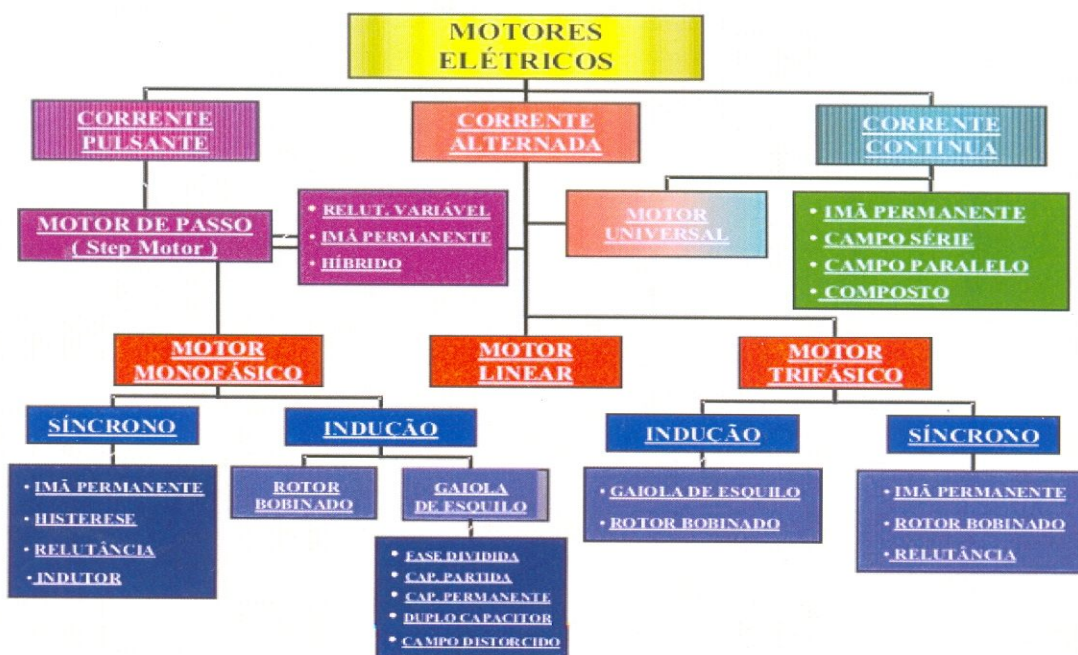


FIGURA 3.4.1: Tipos de motores elétricos

Fonte: Eletrobrás/ PROCEL. Programa de Eficiência Industrial. Motor Elétrico

<sup>20</sup> Baseado em:

1. Eletrobrás/ PROCEL. Conservação de energia: eficiência energética de equipamentos e instalações. 3ª edição. Itajubá, 2006.
2. Eletrobrás/ PROCEL. Programa de Eficiência Industrial: módulo motor elétrico. Rio de Janeiro.



Os tipos de motores elétricos mais utilizados pelas indústrias são os de indução monofásicos e trifásicos, os síncronos e os de corrente contínua.

Mesmo sendo os motores de indução trifásicos máquinas intrinsecamente eficientes, eles se constituem como um grande potencial de conservação de energia quer pela quantidade de motores instalados, quer pela aplicação ineficiente dos mesmos. Dessa forma, somente serão estudadas medidas de conservação para estes motores.

### 3.4.2 O motor de indução<sup>21</sup>

O motor de indução foi concebido no final do século XIX independentemente por Nicola Tesla e Galileu Ferrari. Embora seu projeto tenha apresentado uma grande evolução, sua configuração básica persiste até hoje, de forma simples e adequada: um enrolamento que é ligado à rede de alimentação (normalmente situado no estator) e um segundo enrolamento (normalmente alojado no rotor) que apresenta grandezas elétricas provenientes das induções provocadas pelo primeiro enrolamento.

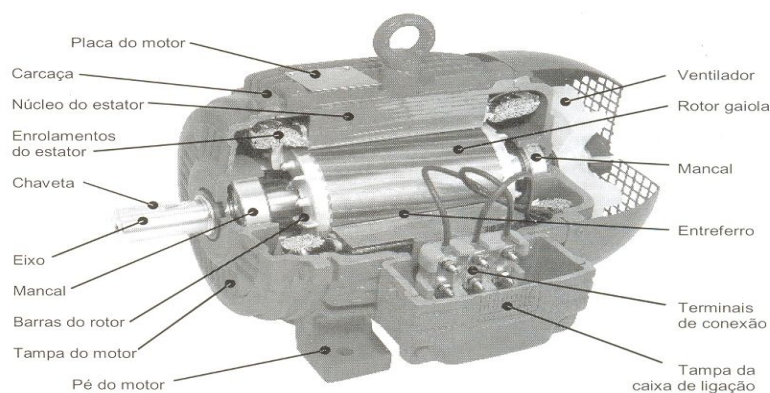


FIGURA 3.4.2: Aspecto construtivo de motores de indução trifásicos

Fonte: Eletrobrás/ PROCEL. Conservação de Energia – Eficiência Energética de Equipamentos e Instalações

<sup>21</sup> Baseado em:

1. Eletrobrás/ PROCEL. Conservação de energia: eficiência energética de equipamentos e instalações. 3ª edição. Itajubá, 2006.
2. Eletrobrás/ PROCEL. Programa de Eficientização Industrial: módulo motor elétrico. Rio de Janeiro.
3. Shoeps, Carlos Alberto; Rousso, José. Conservação de Energia Elétrica na Indústria: Faça você mesmo. Volume I. 3ª edição. Rio de Janeiro: CNI, DAMPI, ELETROBRÁS/ PROCEL, 1994.

O motor de indução apresenta como característica básica a conversão de energia elétrica em mecânica quando o mesmo está funcionando numa velocidade diferente da velocidade síncrona. A velocidade síncrona é definida pelo número de pólos e pela frequência de alimentação. O motor de indução pode ser visto como o complemento do motor síncrono, pois este só processa a conversão eletromecânica de energia quando está girando na sua própria velocidade síncrona.

O circuito magnético, ou pacote magnético do estator, é composto por lâminas isoladas entre si para a redução das perdas por correntes parasitas, uma vez que o campo resultante se move no seu interior na velocidade síncrona.

O rotor também é laminado para redução destas perdas, embora o campo resultante se mova no seu interior mais lentamente, numa velocidade igual à diferença entre as velocidades síncrona e de rotação do eixo.

O escorregamento indica, em relação à velocidade síncrona, o movimento relativo entre o campo girante, com velocidade  $\eta_s$ , e os enrolamentos do rotor, com velocidade  $\eta$ .

Ele indica o quanto o campo girante está “escorregando” (se movendo) pelo rotor.

As principais vantagens do motor de indução em relação aos outros motores elétricos são:

- Possui menor custo inicial;
- Necessita de pouca manutenção;
- Atende a um grande número de diferentes cargas;
- É robusto;
- Não exige alimentação em corrente contínua.

E as principais desvantagens são:

- Na partida, a corrente é elevada e o fator de potência baixo;
- Em vazio, o fator de potência é baixíssimo.

### 3.4.3 Característica de partida<sup>22</sup>

O termo partida é definido como sendo a passagem de uma máquina do estado de repouso à velocidade de regime. No motor de indução, esta característica pode ser representada pela curva de variação do conjugado em função da velocidade, e/ou da variação da corrente em função da velocidade. Seu conhecimento é de grande importância, já que permite identificar a velocidade com que um motor aciona uma carga através da interseção entre esta característica e a respectiva característica de conjugado (de reação) x velocidade da carga.

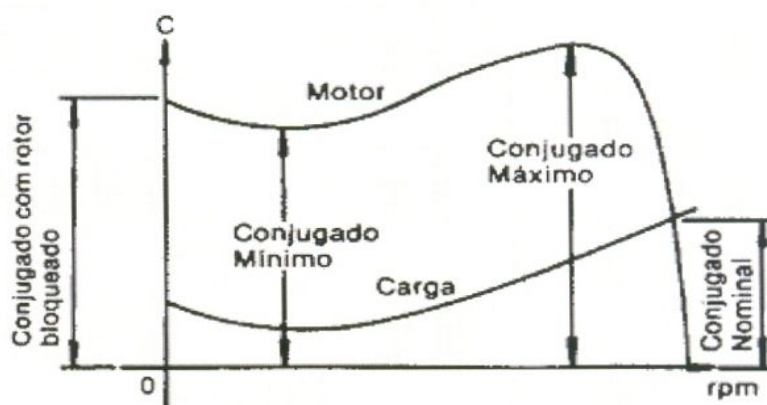


FIGURA 3.4.3: Curva de conjugado de partida

Fonte: Eletrobrás/ PROCEL. Programa de Eficientização Industrial. Motor Elétrico

### 3.4.4 Principais grandezas elétricas e mecânicas em condições de regime e partida<sup>23</sup>

Nas curvas a seguir pode-se verificar o comportamento do motor de indução trifásico, analisando o desempenho de suas principais variáveis elétricas de entrada (corrente e fator de potência) e das variáveis mecânicas de saída (conjugado, potência, velocidade). As características apresentadas são válidas para uma tensão de alimentação fixa.

<sup>22</sup> Baseado em Eletrobrás/ PROCEL. Programa de Eficientização Industrial: módulo motor elétrico. Rio de Janeiro.

<sup>23</sup> Baseado em: Eletrobrás/ PROCEL. Programa de Eficientização Industrial: módulo motor elétrico. Rio de Janeiro.

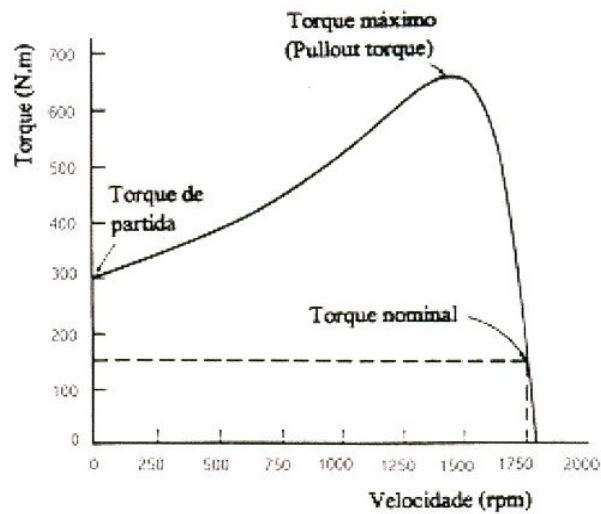


FIGURA 3.4.4: Curva característica torque (conjugado) x velocidade  
 Fonte: Eletrobrás/ PROCEL. Programa de Eficientização Industrial. Motor Elétrico

Na curva da figura 3.4.4, pode-se constatar que o conjugado de partida acima do nominal indica que o motor tem condições de dar partida à carga.

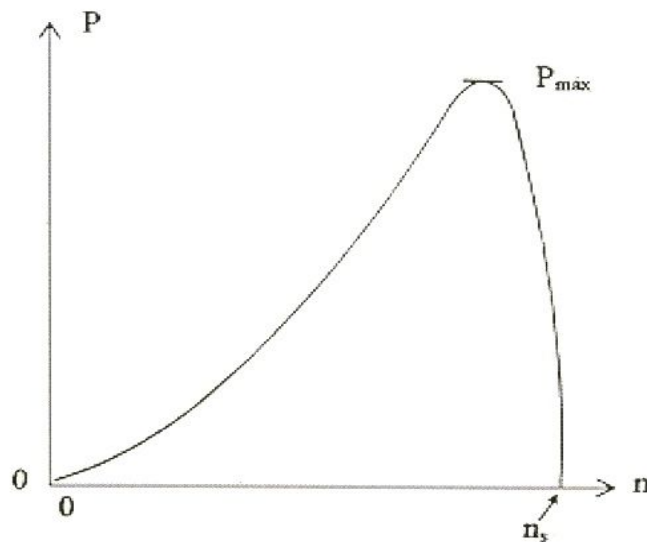


FIGURA 3.4.5: Curva de potência x velocidade de um motor de indução trifásico  
 Fonte: Eletrobrás/ PROCEL. Programa de Eficientização Industrial. Motor Elétrico

Na figura 3.4.5, verifica-se que como a potência e o conjugado não se relacionam por meio de uma constante, a velocidade em que ocorre a potência máxima é ligeiramente diferente daquela em que ocorre o conjugado máximo.

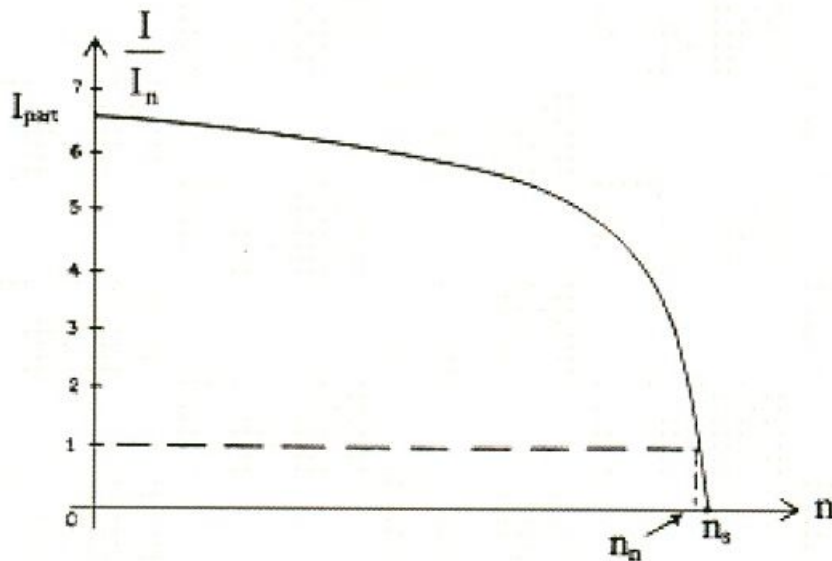


FIGURA 3.4.6: Curva de corrente x velocidade de um motor de indução trifásico

Fonte: Eletrobrás/ PROCEL. Programa de Eficientização Industrial. Motor Elétrico

Na figura 3.4.6, pode-se verificar o quanto é importante o motor atingir, o mais rápido possível, a sua velocidade final de operação. Verifica-se também o alto valor da corrente de partida e o quanto é demorado a sua redução. Tempos de partida longos ou freqüentes partidas, significam grande perda por efeito Joule e conseqüente sobre-elevação de temperatura.

### 3.4.5 Fator de potência<sup>24</sup>

Sendo um equipamento eletromagnético, o motor de indução, para funcionar, necessita de uma corrente indutiva que possibilite a sua magnetização.

Da potência elétrica total consumida por um motor, parte é utilizada para suprir as perdas e para acionar a carga e a outra parte é utilizada para o estabelecimento dos campos magnéticos. A primeira parte é denominada potência ativa e a segunda é denominada de potência reativa. A relação entre a potência ativa e a potência aparente é chamada de fator de potência.

<sup>24</sup> Baseado em:

1. Eletrobrás/ PROCEL. Programa de Eficientização Industrial: módulo motor elétrico. Rio de Janeiro.
2. Shoeps, Carlos Alberto; Rousso, José. Conservação de Energia Elétrica na Indústria: Faça você mesmo. Volume I. 3ª edição. Rio de Janeiro: CNI, DAMPI, ELETROBRÁS/ PROCEL, 1994.

O fator de potência do motor é determinado pela carga mecânica no eixo, já que esta influi diretamente na relação entre as potências ativa e aparente.

Em vazio, o fator de potência é muito baixo, apresentando valores da ordem de 10 a 15%, pois a potência ativa entregue ao motor é necessária para suprir apenas as perdas, sendo assim muito pequena. Com a aplicação de carga no motor, o fator de potência cresce, atingindo seu valor máximo a plena carga, conforme mostrado na figura 3.4.7.

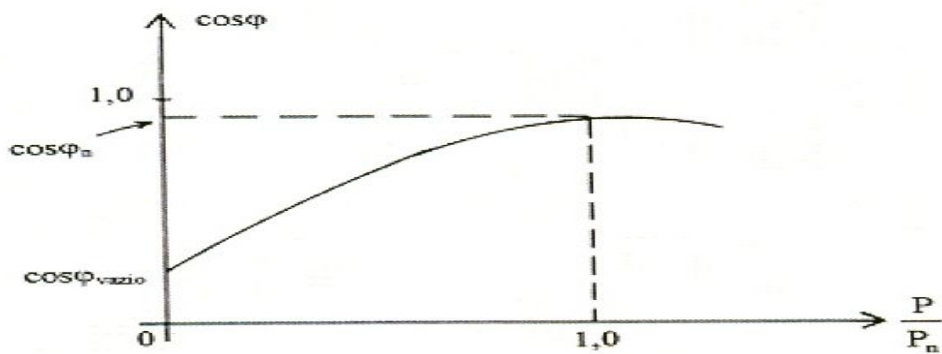


FIGURA 3.4.7: Comportamento do fator de potência em função da carga

Fonte: Eletrobrás/ PROCEL. Programa de Eficientização Industrial. Motor Elétrico

Através deste gráfico, pode-se observar também a forte influência da carga no fator de potência do motor. Pouca carga em regime de serviço variável ou superdimensionamento provocam baixo fator de potência.

A figura 3.4.8 mostra a variação do fator de potência máximo em função da velocidade síncrona e da potência nominal dos motores comumente encontrados no mercado.

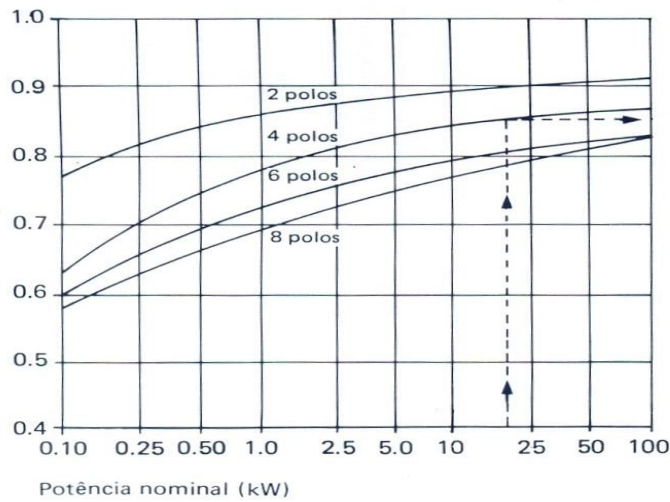


FIGURA 3.4.8: Fator de potência a plena carga em função da potência nominal

Fonte: Shoeps, Carlos Alberto; Rousso, José. Conservação de Energia Elétrica na Indústria:

Faça Você Mesmo

A figura 3.4.9 mostra o coeficiente que deve ser multiplicado pelo fator de potência máximo para se obter o fator de potência de operação em função do carregamento do motor.

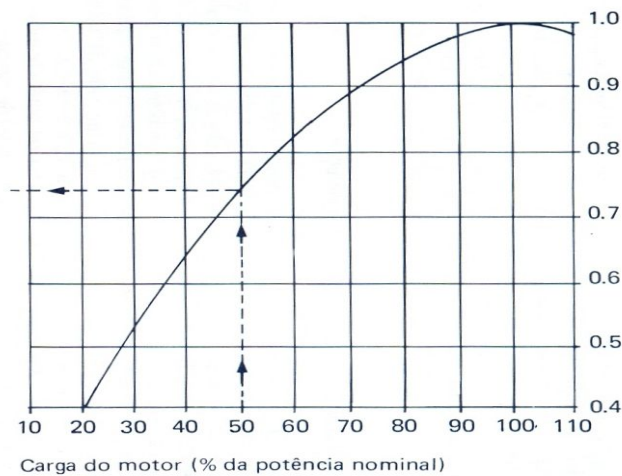


FIGURA 3.4.9: Coeficiente multiplicador do fator de potência em função da carga

Fonte: Shoeps, Carlos Alberto; Rousso, José. Conservação de Energia Elétrica na Indústria:

Faça Você Mesmo

Observa-se que quanto menor a velocidade do motor, menor é o fator de potência. Para uma mesma velocidade síncrona, quanto maior a potência do motor, maior é o seu fator de potência. Observa-se também que o fator de potência cresce proporcionalmente ao carregamento do motor, atingindo valores razoáveis quando o motor estiver operando a 75% de sua potência nominal.

As principais causas do baixo fator de potência são:

- Motores trabalhando em vazio durante grande parte do tempo de operação;
- Motores superdimensionados para as cargas mecânicas que acionam;
- Grande número de motores de pequena potência em operação;
- Tensão de alimentação ligeiramente acima da tensão nominal do motor;
- Desequilíbrio das tensões de alimentação.

Os principais efeitos do baixo fator de potência são:

- Maior solicitação de corrente da rede, causando maior aquecimento dos cabos;
- Diminuição da eficiência do sistema;
- Aumento da queda de tensão, piorando a regulação do sistema;
- Aumento das perdas no motor, com o aumento da temperatura de operação;
- Sobrecarga no sistema, causando diminuição da vida útil da instalação;
- Limita a capacidade dos transformadores para atender a novas cargas;
- Aumenta o investimento em equipamentos e condutores;
- Aumenta os gastos com a conta de energia elétrica;
- Provoca despesas com a instalação de equipamentos ou dispositivos para a correção do fator de potência.

Quando o fator de potência é inferior a 92%, as concessionárias de energia elétrica cobram um acréscimo no valor pago pela energia consumida. Sendo assim, o fator de potência das unidades consumidoras deve ser monitorado e controlado, com o objetivo de evitar gastos maiores nas contas de energia.



### 3.4.6 Rendimento<sup>25</sup>

O rendimento de um motor de indução é dado por:

$$\eta(\%) = 1 - \frac{P_e}{P_a} = \frac{P_u}{P_a}$$

Onde:

$P_e$  = perdas de energia;

$P_a$  = potência solicitada da rede elétrica (potência aparente);

$P_u$  = potência útil.

As perdas no motor podem ser divididas em dois grupos: as perdas fixas, como as no ferro e as devido ao atrito e à ventilação, e as perdas variáveis com o carregamento do motor, como as perdas no cobre, que crescem com o quadrado da corrente de carga.

Com pequenas cargas em relação à potência nominal, o rendimento do motor é baixo, pois as perdas fixas são grandes em comparação com a potência fornecida. Sendo assim, um motor superdimensionado opera com um rendimento muito baixo.

O rendimento do motor em função da variação na carga pode ser observado na figura 3.4.10. Quando o carregamento do motor cresce observa-se que o rendimento se eleva até um valor máximo. A partir deste ponto, as perdas no cobre se tornam elevadas em relação às perdas em vazio, fazendo com que o rendimento diminua.

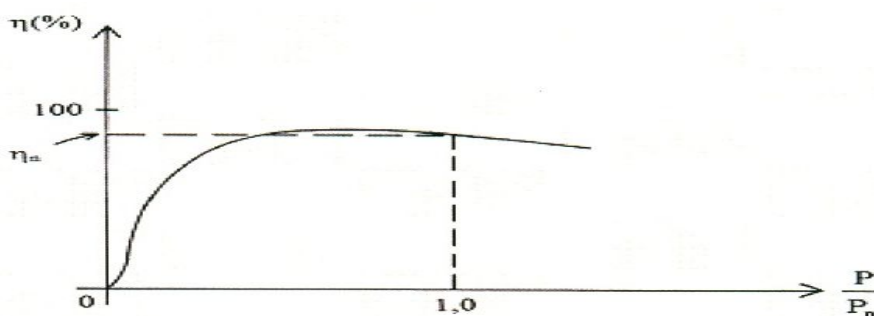


FIGURA 3.4.10: Comportamento do rendimento em função do carregamento do motor

Fonte: Eletrobrás/ PROCEL. Programa de Eficientização Industrial. Motor Elétrico

<sup>25</sup> Baseado em:

1. Eletrobrás/ PROCEL. Programa de Eficientização Industrial: módulo motor elétrico. Rio de Janeiro.
2. Shoeps, Carlos Alberto; Rousso, José. Conservação de Energia Elétrica na Indústria: Faça você mesmo. Volume I. 3ª edição. Rio de Janeiro: CNI, DAMPI, ELETROBRÁS/ PROCEL, 1994.

O rendimento máximo de um motor varia com suas características construtivas, ou seja, com sua potência nominal e com sua velocidade síncrona. Os valores de rendimento máximo em função da potência nominal dos motores de indução trifásicos encontrados no mercado são mostrados na figura 3.4.11. A figura 3.4.12 mostra o coeficiente que deve ser multiplicado pelo rendimento máximo para se obter o rendimento de operação em função do carregamento do motor.

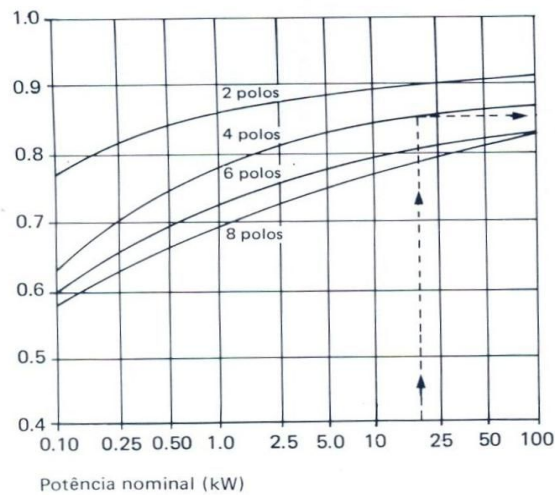


FIGURA 3.4.11: Rendimento máximo de um motor em função da potência nominal  
 Fonte: Shoeps, Carlos Alberto; Rousso, José. Conservação de Energia Elétrica na Indústria:  
 Faça Você Mesmo

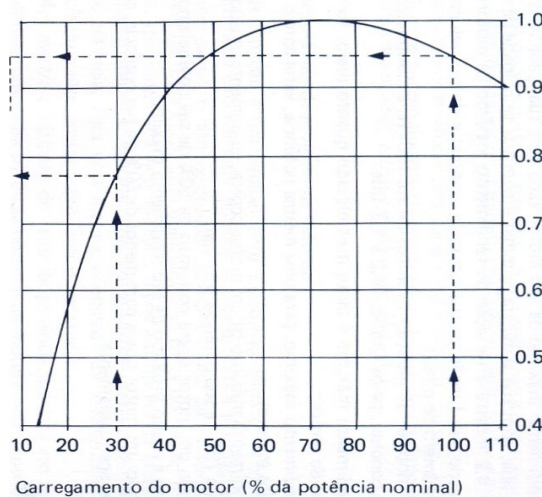


FIGURA 3.4.12: Coeficiente multiplicador do rendimento máximo em função do carregamento  
 Fonte: Shoeps, Carlos Alberto; Rousso, José. Conservação de Energia Elétrica na Indústria:  
 Faça Você Mesmo

A partir destes gráficos pode-se concluir que:

- O rendimento máximo é tanto mais elevado quanto maior for a potência nominal do motor;
- O rendimento máximo, para uma mesma potência, varia com o número de pólos dos motores;
- O rendimento máximo de um motor ocorre, comumente, quando a sua carga é igual a 75% de sua potência nominal;
- Quando um motor opera com mais de 50% de sua potência nominal, o rendimento é muito próximo de seu rendimento máximo;
- Quando um motor opera com menos de 50% de sua potência nominal, o seu rendimento cai acentuadamente.

### **3.4.7 Manutenção<sup>26</sup>**

A manutenção adequada de um motor elétrico e da máquina por ele acionada pode representar uma significativa economia de energia elétrica.

O superdimensionamento de motores é muito encontrado na indústria, principalmente pelo desconhecimento das características da carga ou por despreparo dos técnicos que preferem utilizar uma margem de segurança elevada.

Os principais procedimentos de manutenção estão listados a seguir.

- Controle da temperatura ambiente: geralmente, a temperatura limite suportada pelos isolantes do motor é calculada para o funcionamento em ambiente com 40° C. Dessa forma, é importante verificar e controlar a temperatura ambiente para não ultrapassar os valores para a qual o motor foi projetado;
- Cuidado com as variações de tensão: o equilíbrio térmico de um motor é modificado quando a tensão de alimentação varia. Um aumento da tensão de alimentação terá efeitos limitados, uma vez que a corrente em vazio aumenta enquanto a corrente em carga diminui;
- Cuidado com o balanceamento entre as fases: um simples desbalanceamento de 3% entre as tensões de fase causará um aumento de até 35% na temperatura do motor, reduzindo seu rendimento e vida útil;

---

<sup>26</sup> Baseado em Secretaria de energia. Manual de administração de energia: força motriz, motores elétricos, ar condicionado e ar comprimido. São Paulo, 2001.

- Operação com partidas e paradas bem equilibradas: devem ser evitadas as partidas muito demoradas que ocorrem quando o conjugado motor é apenas ligeiramente superior ao conjugado resistente, visto que a sobreintensidade de corrente absorvida enquanto a velocidade nominal não é atingida, aquece perigosamente o motor;
- Evitar partidas muito freqüentes: quando o processo industrial exige partidas freqüentes, essa característica deve ser prevista no projeto do equipamento e o motor deve estar adaptado para trabalhar desta forma;
- Verificação do isolamento dos enrolamentos: a vida útil de um isolante pode ser bastante reduzida se houver um sobreaquecimento representativo no motor. As principais causas da degradação dos isolantes são sobretensão ou subtensão na linha, sobre intensidade de corrente nas partidas, depósitos de poeira formando pontes condutoras e ataque por vapores ácidos ou gases arrastados pela ventilação;
- Fixação correta dos motores e eliminação das vibrações: um motor nunca deve ser instalado em uma inclinação qualquer de seu eixo sem que se tenha certeza de suas características de projeto. Vibrações anormais causam uma redução no rendimento do motor. Elas podem ser conseqüência de uma falha no alinhamento, de uma fixação insuficiente ou defeituosa do motor em sua base, de folgas excessivas dos mancais, ou ainda de um balanceamento inadequado das partes giratórias;
- Lubrificação correta dos mancais: a correta lubrificação dos rolamentos, além de permitir uma melhoria no rendimento, evita a elevação da temperatura. A lubrificação é feita geralmente com graxa mineral.

## 4 AVALIAÇÃO ENERGÉTICA DO PRÉDIO

Este capítulo tem como objetivo fornecer os elementos básicos à implementação de medidas para a redução dos custos com energia elétrica em um prédio comercial.

Este projeto apresenta a análise da situação atual de consumo de energia e propõe medidas para sua otimização, além de apontar os benefícios diretos e indiretos das oportunidades e as estimativas de investimentos necessários com as avaliações econômico-financeiras. Nos cálculos de viabilidade econômica foi usado o método do Valor Presente Líquido, VPL, e Custo Mensal Equivalente, CME, quando necessário. Estes métodos levam em consideração a taxa de desconto.

Os conceitos abordados no prédio comercial em questão são: análise tarifária, iluminação, sistema de ar condicionado e motores elétricos. Para iluminação, os ambientes analisados foram os *halls* dos elevadores para as duas alas do prédio. Para o sistema de ar condicionado, o enfoque foi na substituição das máquinas velhas, os *chillers*, por novas mais eficientes, com melhor rendimento. Para motores elétricos, foram abordadas as bombas dos sistemas de ar condicionado do prédio. Esta parte teve como objetivo analisar a substituição destes motores padrão por de alto rendimento.

Os dados e informações contidas neste projeto são baseados em trabalho de campo, informações fornecidas pelos funcionários do prédio e de fabricantes de equipamentos, e nas diretrizes estabelecidas pelas normas vigentes.

## 4.1 O PRÉDIO

O prédio está localizado no bairro de Botafogo, zona sul da cidade do Rio de Janeiro.

Com mais de 25 anos, ele possui as seguintes características:

- Área total construída de 55.711,08  $m^2$ ;
- Área por pavimento: de 88  $m^2$  a 1650  $m^2$ ;
- 1 pavimento subsolo, destinado, entre outras coisas, para as instalações da central de água gelada;
- Pavimento garagem G1 a G5, com capacidade para alojar 349 automóveis de passeio;
- 1 pavimento térreo, destinado às lojas;
- 16 pavimentos de unidades privativas;
- Pavimento de convenções (Centro de Convenções), auditório e salas de reunião. Fica no segundo andar do prédio;
- 1 pavimento de cobertura;
- Gerador de 1.250 kVA;
- 08 elevadores com capacidade para 1.800 kg cada e 2 elevadores com capacidade para 1680 kg cada.

Além disso, no térreo, localizados na área de recepção, encontram-se agências bancárias, restaurantes e cafés.

### 4.1.1 As Unidades Consumidoras

O condomínio possui 5 medidores, ou seja, 5 unidades consumidoras faturadas individualmente. Possui fornecimento de energia elétrica em baixa tensão (380/220V), mas com medição de alta tensão (demanda, consumo e fator de potência), exceto para o centro de convenções. A entrada do alimentador é feita por cabo subterrâneo em alta tensão (13,8 kV), passando por transformadores pertencentes à concessionária de energia. As unidades consumidoras são descritas a seguir.

- Ar condicionado do prédio (MT)

Composta de 3 *chillers* de 420 TR cada que atendem o prédio. Tarifada na estrutura horo-sazonal verde.

- Moto-bombas (MT)

Composta pelas bombas de ar condicionado do prédio e torres de resfriamento.

Tarifada na estrutura horo-sazonal verde.

- Iluminação externa (MT)

Composta pela parte de iluminação externa do prédio. Tarifada na estrutura convencional.

- Serviços auxiliares (MT)

Composta pela iluminação das escadas, *halls*, partes administrativas, centro de convenções, elevadores, bombas de recalque de água potável e *fan coils*. Tarifada na estrutura convencional.

- Centro de convenções (BT)

Composta de 2 *chillers* de 180 TR cada que atendem o centro de convenções, as bombas dos mesmos e torre de resfriamento . Tarifada em B3 (baixa tensão).

As unidades consumidoras referentes às lojas e emergência das lojas não são de responsabilidade do condomínio do edifício e sim das próprias lojas.

A figura a seguir mostra o percentual de consumo de energia de cada unidade consumidora.

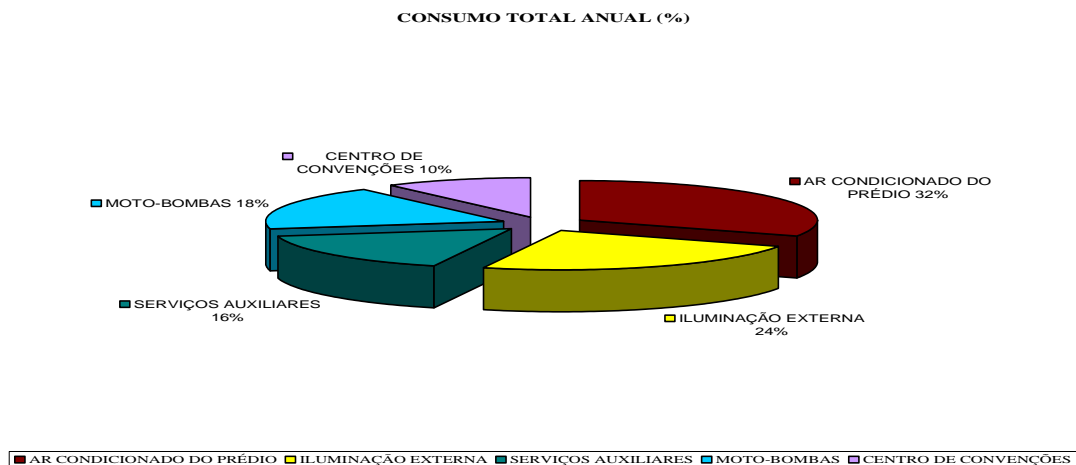


FIGURA 4.1.1: Percentual de consumo de energia de cada unidade consumidora.

## 4.2 MÉTODOS DO VALOR PRESENTE LÍQUIDO E CUSTO MENSAL EQUIVALENTE

Existem diversos critérios para avaliação econômico-financeira de um investimento. Neste projeto, os métodos adotados foram Valor Presente Líquido, VPL, e Custo Mensal Equivalente, CME.

### 4.2.1 Valor Presente Líquido – VPL

O método do Valor Presente Líquido pode ser definido como a comparação de todas as entradas e saídas (fluxo de caixa) na data inicial do projeto (todos os valores futuros são referidos ao primeiro período do fluxo de caixa e então realizada a soma destes valores). Para referenciar os valores futuros à data inicial é usada uma taxa de desconto  $i$  (taxa de juros, taxa mínima de atratividade, custo de capital, taxa mínima de retorno, etc), na equação abaixo:

$$VPL = \sum_{n=1}^n \frac{EC_n}{(1+i)^n} - \text{Investimento}$$

Onde,  $EC_n$  representa as entradas de caixa incrementais do projeto.

O critério de decisão é simples. Caso o VPL seja positivo, a proposta é viável. Ao comparar duas propostas mutuamente excludentes e com vidas úteis iguais, seleciona-se aquela que apresenta maior VPL.

O cálculo também não apresenta dificuldades, embora seja mais trabalhoso. Para facilitar, foi utilizada a função VPL do programa Microsoft Excel. Nesta função é inserida a taxa de juros, os fluxos de caixa futuros e o investimento. O valor do VPL retornado, em R\$, significa o quanto aquele projeto gerará de lucro extra. O reconhecimento do valor do dinheiro no tempo acontece neste método, e é também um dos seus pontos mais sensíveis.



### 4.2.2 Custo Mensal Equivalente – CME

Ao comparar projetos com vidas úteis diferentes, é necessário utilizar o método do Custo Mensal Equivalente (CME). É uma variação do VPL. A equação do CME é a seguinte:

$$\text{CME} = \text{VPL} \times \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Seleciona-se a proposta que apresentar maior CME, ou seja, que trará maior lucro.

Estes dois métodos foram empregados na análise econômico-financeira para iluminação, enquanto que para o sistema de ar condicionado e motores elétricos, somente o VPL foi necessário aplicar.

Para projetos com vida útil grande (em anos), o fluxo de caixa foi feito anualmente, com taxa de desconto de 12% ao ano. Para projetos com vida útil menor, o fluxo de caixa foi feito mensalmente, com aproximação da taxa de desconto de 1% ao mês. O investimento no cálculo do VPL refere-se ao custo dos equipamentos novos, uma vez que os antigos não serão comercializados ou utilizados como reserva.

### 4.3 ANÁLISE TARIFÁRIA

As análises tarifárias para redução de demanda e/ou alteração de estrutura tarifária foram baseadas no registro de contas e nas 12 contas de energia elétrica no período de setembro de 2006 a agosto de 2007. Com esses dados, foram realizadas simulações com um programa de otimização de demanda da concessionária LIGHT S.E.S.A. O anexo 6 mostra como funciona esse programa.

Estas análises tarifárias não terão como objetivo o deslocamento da curva de carga para fora de ponta, visto que no prédio existem bancos estrangeiros e consulados que precisam de iluminação 24 horas. Além disso, no horário de ponta, já existe menor demanda por ar condicionado.

Não será abordada a questão de correção do fator de potência, uma vez que no prédio existem bancos de capacitores para esta finalidade.

Os valores das tarifas utilizadas são da LIGHT S.E.S.A de novembro de 2007 de acordo com a Resolução 563/07 da ANEEL, com impostos.

#### 4.3.1 Ar condicionado do prédio

O consumo e a demanda durante o período de setembro de 2006 a agosto de 2007 estão detalhados no Anexo 1.

Situação Atual:

Tarifa horo-sazonal verde - AS
Demanda contratada de 630 kW
Faturamento anual de R\$ 711.526,86

Situação Proposta:

Tarifa horo-sazonal verde - AS
Demanda contratada para período seco de 598,4 kW
Demanda contratada para período úmido de 643,1 kW
Faturamento anual de R\$ 710.290,00
Redução no faturamento de 0,17%

As simulações tarifárias para esta unidade consumidora estão mostradas no anexo 7. Os gráficos 4.3.1 e 4.3.2 mostram as curvas de demanda e consumo no período de setembro de 2006 a agosto de 2007.

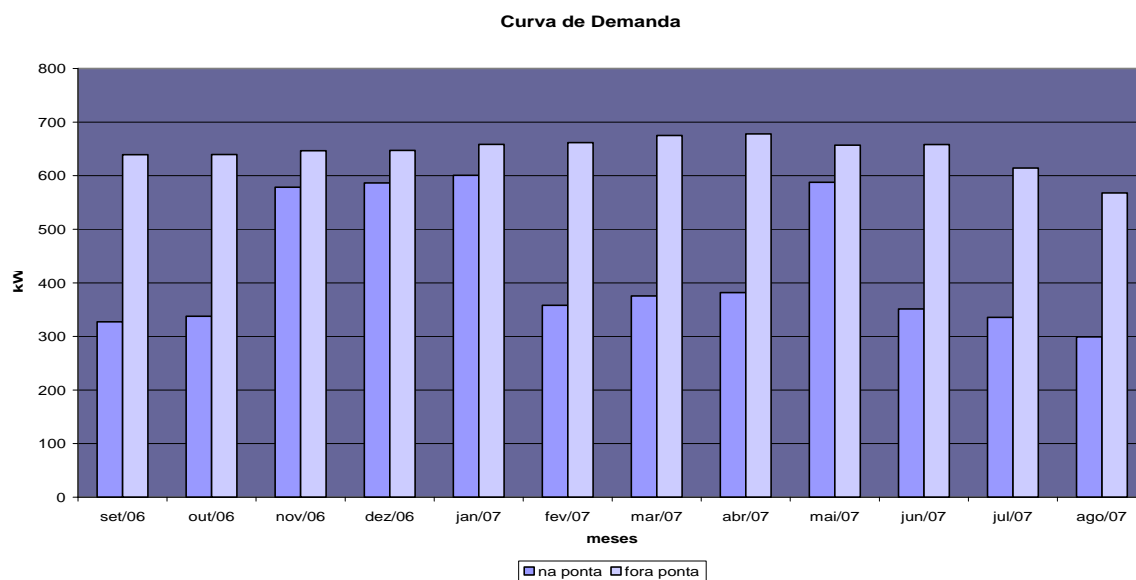


GRÁFICO 4.3.1: Demanda registrada no período de setembro de 2006 até agosto de 2007 para ar condicionado do prédio

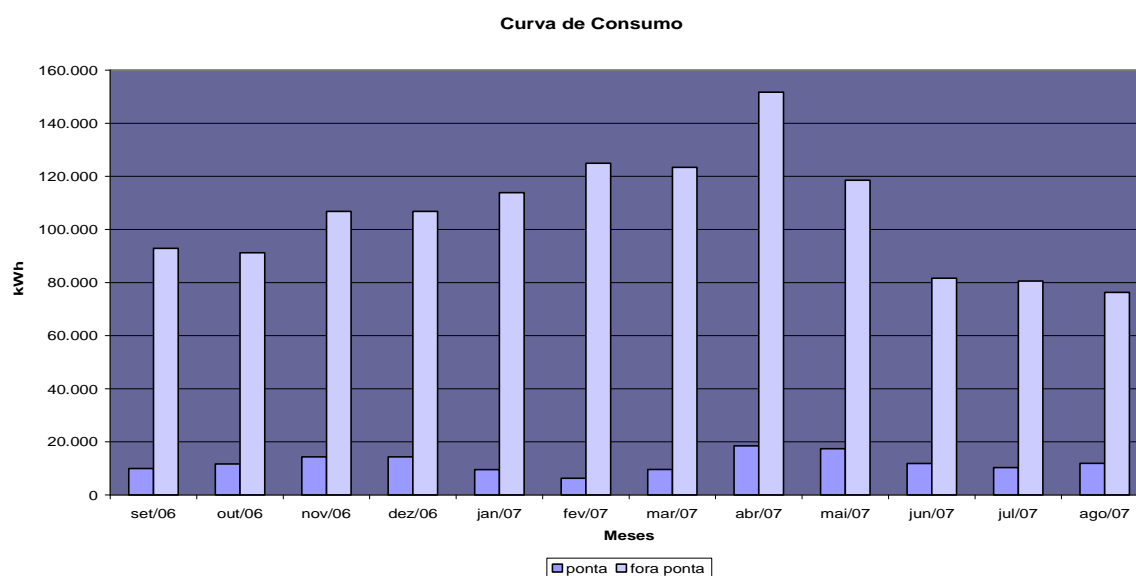


GRÁFICO 4.3.2: Consumo registrado no período de setembro de 2006 até agosto de 2007 para ar condicionado do prédio

### 4.3.2 Moto-bombas

O consumo e a demanda durante o período de setembro de 2006 a agosto de 2007 estão detalhados no Anexo 2.

Situação Atual:

Tarifa horo-sazonal verde - AS
Demanda contratada de 265 kW
Faturamento anual de R\$ 398.775,30

Situação Proposta:

Tarifa horo-sazonal verde - AS
Demanda contratada para período seco de 262,9 kW
Demanda contratada para período úmido de 260,0 kW
Faturamento anual de R\$ 393.990,00
Redução no faturamento de 1,21%

As simulações tarifárias para esta unidade consumidora estão mostradas no anexo 8. Os gráficos 4.3.3 e 4.3.4 mostram as curvas de demanda e consumo no período de setembro de 2006 a agosto de 2007.

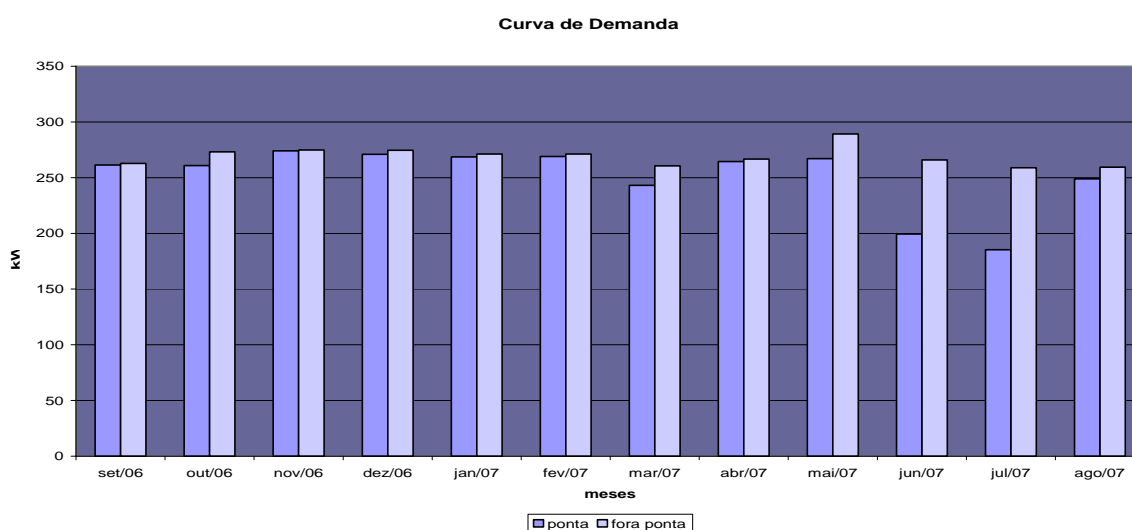


GRÁFICO 4.3.3: Demanda registrada no período de setembro de 2006 até agosto de 2007 para moto- bombas

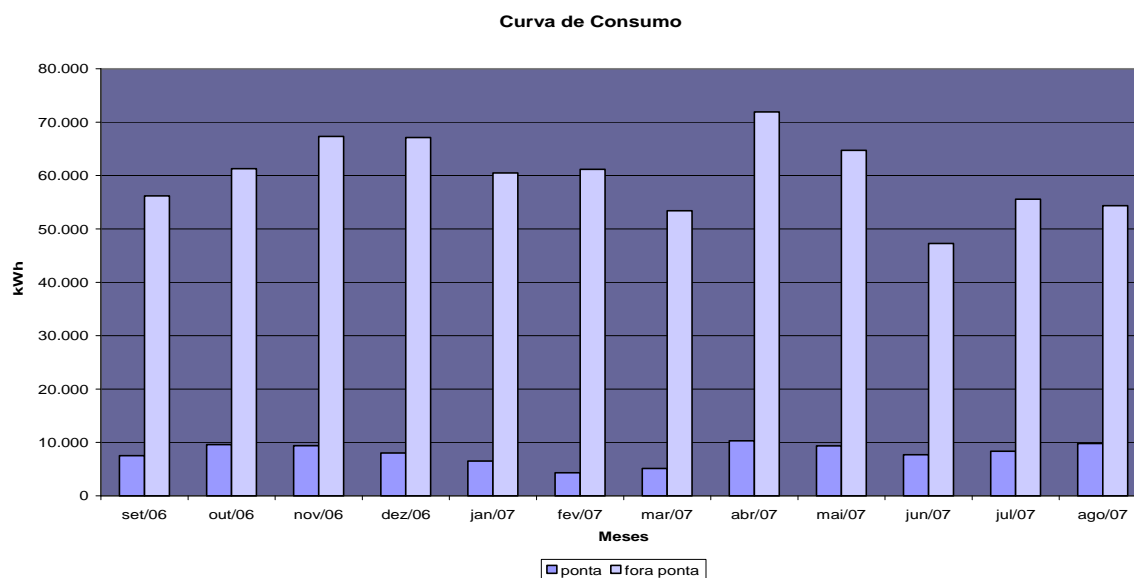


GRÁFICO 4.3.4: Consumo registrado no período de setembro de 2006 até agosto de 2007 para moto- bombas

### 4.3.3 Iluminação externa

O consumo e a demanda durante o período de setembro de 2006 a agosto de 2007 estão detalhados no Anexo 3.

Situação Atual:

Tarifa Convencional - AS
Demanda contratada de 205 kW
Faturamento anual de R\$ 499.749,24

Situação Proposta:

Tarifa horo-sazonal verde - AS
Demanda contratada para período seco de 179,1 kW
Demanda contratada para período úmido de 178,2 kW
Faturamento anual de R\$ 446.060,00
Redução no faturamento de 10,74%

As simulações tarifárias para esta unidade consumidora estão mostradas no anexo 9. Os gráficos 4.3.5 e 4.3.6 mostram as curvas de demanda e consumo no período de setembro de 2006 a agosto de 2007.

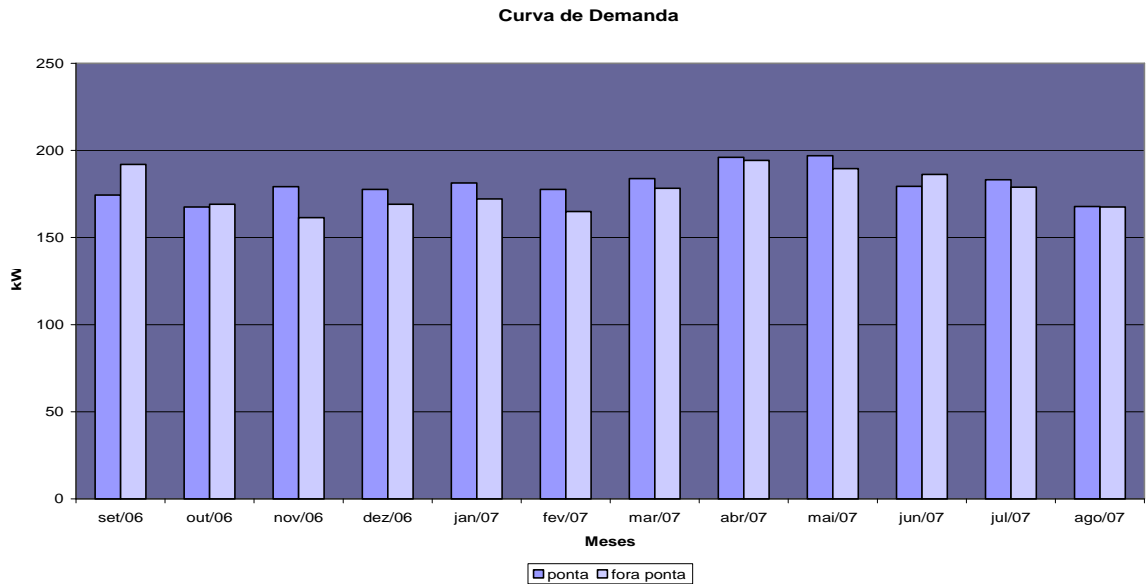


GRÁFICO 4.3.5: Demanda registrada no período de setembro de 2006 até agosto de 2007 para iluminação externa

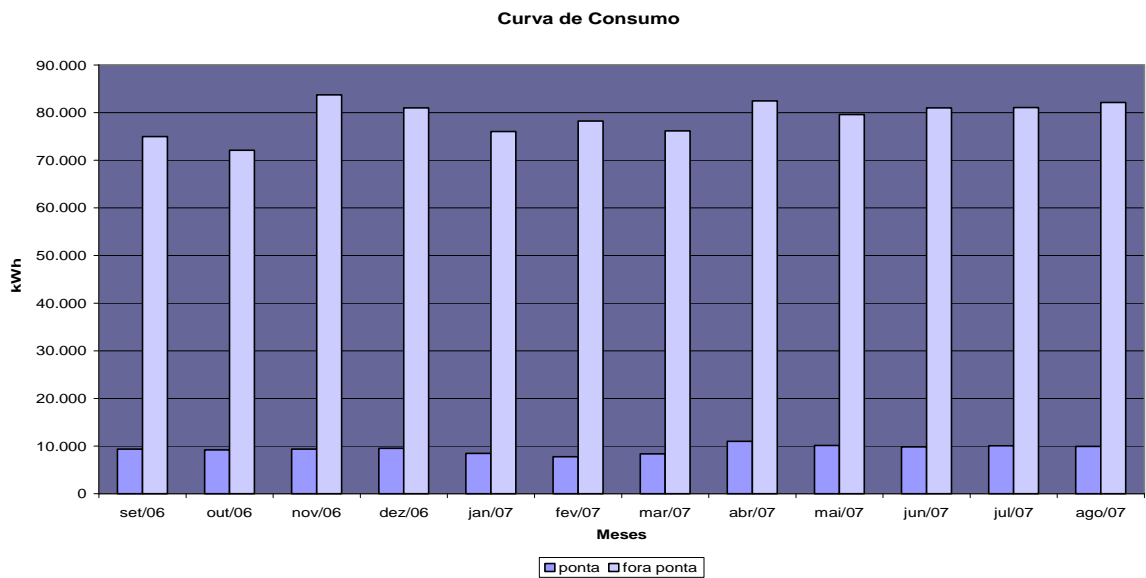


GRÁFICO 4.3.6: Consumo registrado no período de setembro de 2006 até agosto de 2007 para iluminação externa

### 4.3.4 Serviços auxiliares

O consumo e a demanda durante o período de setembro de 2006 a agosto de 2007 estão detalhados no Anexo 4.

Situação Atual:

Tarifa convencional - AS
Demanda contratada de 150 kW
Faturamento anual de R\$ 365.069,70

Situação Proposta:

Tarifa horo-sazonal verde - AS
Demanda contratada para período seco de 144,7 kW
Demanda contratada para período úmido de 153,2 kW
Faturamento anual de R\$ 318.970,00
Redução no faturamento de 12,63%

As simulações tarifárias para esta unidade consumidora estão mostradas no anexo 10. Os gráficos 4.3.7 e 4.3.8 mostram as curvas de demanda e consumo no período de setembro de 2006 a agosto de 2007.

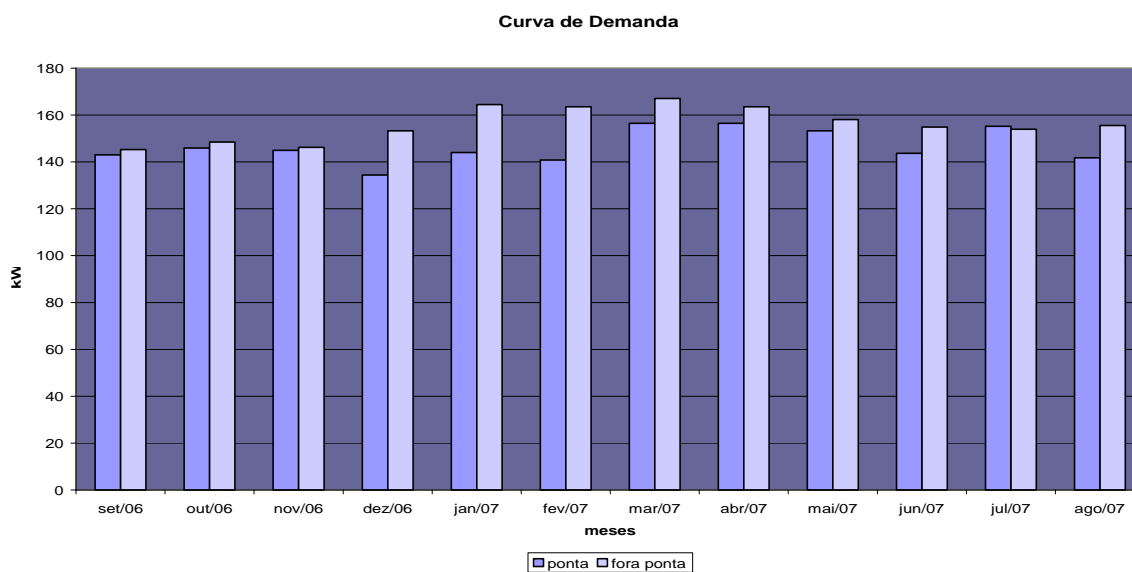


GRÁFICO 4.3.7: Demanda registrada no período de setembro de 2006 até agosto de 2007 para serviços auxiliares

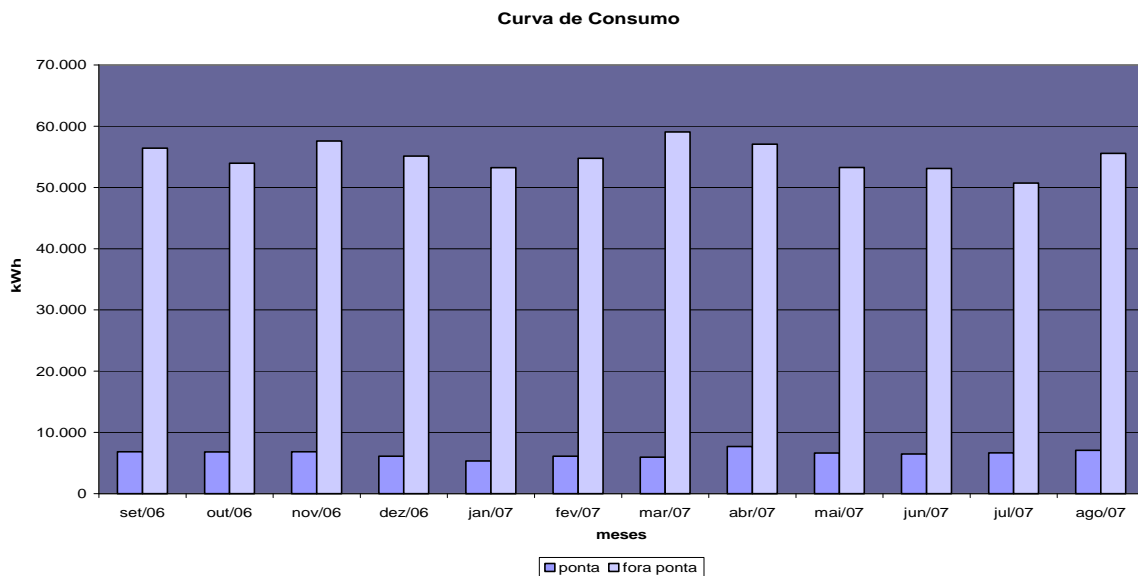


GRÁFICO 4.3.8: Consumo registrado no período de setembro de 2006 até agosto de 2007 para serviços auxiliares

### 4.3.5 Centro de convenções

Como essa unidade apresenta consumo acima de 30 MWh, ela poderá passar para faturamento de alta tensão. O consumo durante o período de setembro de 2006 a agosto de 2007 está detalhado no anexo 5.

No anexo 11, está o estudo feito para que esta unidade passe para o faturamento em alta tensão, contratando 150 kW na tarifa convencional.

O gráfico 4.3.9 faz a comparação entre o faturamento em R\$, mês a mês, para B3 e convencional.

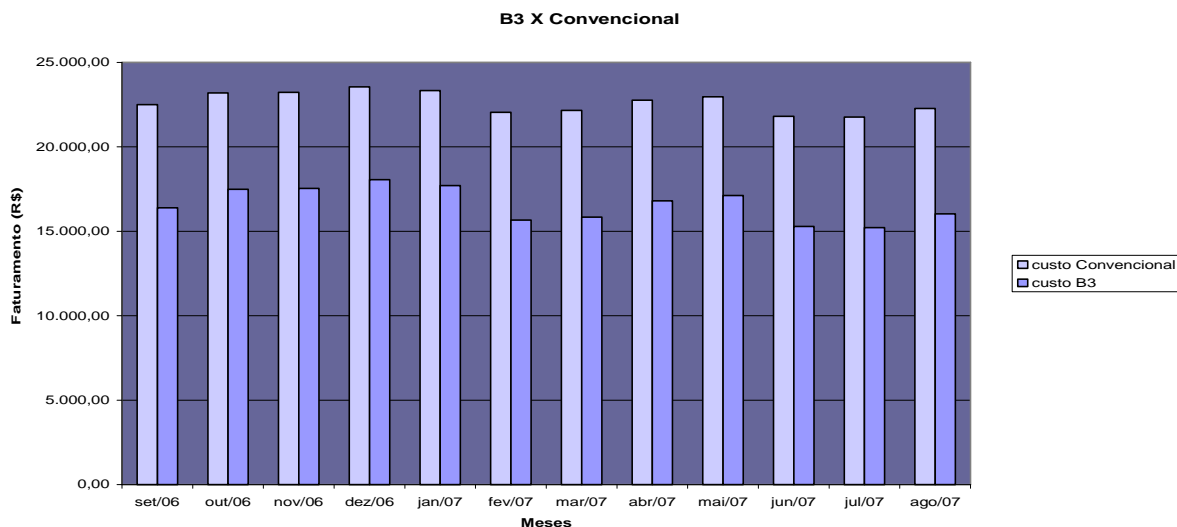


GRÁFICO 4.3.9: Comparação entre o faturamento mensal para B3 e convencional



Conclui-se pelo gráfico 4.3.9 e o anexo 11 que é mais vantajoso esta unidade continuar sendo faturada em B3.

### **4.3.6 Resultado**

Somente com as reduções de demanda e/ou mudança tarifária pode-se chegar a uma economia anual de R\$ 105.811,10, o que representa 5,40% do faturamento anual (tirando faturamento do centro de convenções).

Seria interessante que um projeto futuro fosse feito pensando numa única unidade consumidora, ao invés de 5 individuais.

As orientações de como utilizar o programa usado para as simulações estão mostradas no anexo 6.

## 4.4 ILUMINAÇÃO

### 4.4.1 Apresentação dos dados

Os dados levantados da situação atual referente à iluminação dos *halls* dos elevadores encontram-se em tabelas no anexo 12. Tais tabelas estão divididas da seguinte forma:

- Nome do recinto;
- Iluminação, com os tipos de lâmpadas, luminárias, potência e quantidade;
- Iluminância medida, que é a média das iluminâncias medidas em um recinto;
- Cor do teto, que explicita se o teto é claro, médio ou escuro;
- Cor da parede, que também explicita se a mesma é clara, média ou escura;
- Cor do chão, que também explicita se a mesma é clara, média ou escura;
- Dias de uso por mês;
- Horário de uso;
- Observações, com comentários sobre os levantamentos de campo.

De forma resumida, foram encontrados os seguintes tipos de lâmpadas e potências:

Tipo de lâmpada	Potência (W)
Fluorescente Compacta	18
Dicrónica	50
Fluorescente Tubular	16, 32
Incandescente	40

TABELA 4.4.1: Tipos de lâmpadas

No anexo 12 observa-se que alguns recintos possuem mais de um tipo de lâmpada que resultou na impossibilidade de análise de substituição das mesmas. Isso também ocorreu com as lâmpadas dicrónicas, que são muito difíceis de eficientizar. Elas servem para destacar alguma parte do ambiente e possuem luminárias pequenas, impedindo que essas sejam aproveitadas na mudança do tipo de lâmpada. Além disso, o uso de dicrónicas pode ser uma escolha pessoal do cliente do andar (escritório). Se for, é importante que as mesmas permaneçam no *hall*.

Em alguns recintos, foi constatada a presença de mais de uma lâmpada, no caso, dicróicas e fluorescentes compactas ou dicróicas e fluorescentes tubulares. Quando isso acontece, considera-se que, se o número de dicróicas for relativamente pequeno comparado ao de fluorescentes compactas, então a análise da troca foi feita, desconsiderando a quantidade de dicróicas do recinto.

No prédio verificou-se a presença de luminárias do tipo sanca, com iluminação indireta de objetos. Tal luminária não será objeto deste projeto, porém seria importante realizar um estudo em que fosse analisada a troca do tipo sanca para o tipo embutir, levando em consideração mão-de-obra e custo. Se esse tipo de luminária for escolha do cliente, então ela deve continuar, não considerando mudanças.

Também foi observada a presença de lâmpadas incandescentes, porém as mesmas só estavam presentes temporariamente no lugar das fluorescentes compactas.

#### **4.4.2 Cálculos para avaliação econômico-financeira das alternativas**

Pela análise da situação atual da iluminação, notou-se que a mesma já encontra-se eficientizada e que será feito então um estudo para que a iluminância de cada recinto seja adequada a NBR 5413, ou seja, mínimo de 150 lux de acordo com a tabela 3.2.2.

Para se obter a quantidade de luminárias com a iluminância desejada, foi usado o *software* Lumisoft, cuja utilização está explicada no anexo 14. Esse programa só leva em consideração o ambiente vazio, ou seja, sem objetos decorativos, mesas, cadeiras, plantas, condições térmicas do ambiente, etc. Para efeito de comparação, foi realizada a seguinte simulação no *software*: mantendo fixa a quantidade de luminárias de cada recinto e a quantidade de lúmens de cada lâmpada, o programa apresenta a iluminância simulada. A tabela 4.4.2 mostra esta comparação, somente para os recintos que serão alvos deste estudo.

	Nome do recinto	Iluminância medida (lux)	Iluminância simulada (lux)
BLOCO A	3º andar	62,3	149
	4º andar	65,2	149
	6º andar	130,8	205,81
	8º andar	113,7	232,34
	9º andar	102,8	198,67
	10º andar	124,3	205,81
	11º andar	98,4	198,67
	14º andar	103,6	198,67
	15º andar	78,2	131,14
	17º andar	66,8	120
	18º andar	100,3	198,67
BLOCO B	2º andar	79,2	159,55
	5º andar	111,2	199,43
	6º andar	93,4	209,4
	7º andar	127,2	209,4
	8º andar	119	199,43
	9º andar	77,3	119,66
	10º andar	129,4	209,4
	11º andar	104,8	200,38
	14º andar	98,4	159,55
17º andar	54,1	66,75	

TABELA 4.4.2: Comparação entre iluminância medida e simulada

Para as iluminâncias medidas, foi feita a média das tomadas em 3 pontos distintos dos recintos: extremo direito, meio e extremo esquerdo (em relação a largura do recinto). A altura ao plano de trabalho considerada é de 0,80 metros.

Através desta tabela nota-se as influências de objetos como quadros, mesas, cadeiras, portas, temperatura do ambiente, entre outros, na iluminância medida. Além disso, nas iluminâncias medidas, existe também a influência do valor da depreciação das lâmpadas de cada recinto.

Além do programa Lumisoft, para se enquadrar na norma, foi feita uma avaliação econômico-financeira das alternativas de potência da lâmpada. Sendo assim, foram realizados cálculos e simulações para diversas potências. Os métodos do Valor Presente Líquido, VPL, e do Custo Mensal Equivalente, CME, foram aplicados nas avaliações.

Muitos recintos possuem diferentes tons de parede, teto e chão. Portanto, foram realizadas simulações de acordo com as refletâncias apresentadas. A tabela a seguir mostra a distribuição das refletâncias (%) nas simulações em cada recinto.

### BLOCO A

Nome do recinto	Refletância do teto (%)	Refletância da parede (%)	Refletância do chão (%)
3º andar	80	80	50
4º andar	80	80	50
6º andar	80	50	50
8º andar	80	80	50
9º andar	80	50	50
10º andar	80	50	50
11º andar	80	50	50
14º andar	80	50	50
15º andar	80	30	30
17º andar	80	50	50
18º andar	80	50	50

TABELA 4.4.3: Refletâncias dos recintos do bloco A

### BLOCO B

Nome do recinto	Refletância do teto (%)	Refletância da parede (%)	Refletância do chão (%)
2º andar - Centro de convenções	80	30	30
5º andar	80	50	50
6º andar	80	50	50
7º andar	80	50	50
8º andar	80	50	50
9º andar	80	50	50
10º andar	50	50	50
11º andar	80	50	50
14º andar	80	50	50
17º andar	80	50	50

TABELA 4.4.4: Refletâncias dos recintos do bloco B

### 4.4.3 Principais Resultados

Após serem feitas as simulações e os cálculos, que estão no anexo 16, pode-se resumir os resultados da seguinte forma:

	Nome do recinto	Maior CME (R\$)	Lâmpada de maior CME (W)	Quantidade de lâmpadas / Quantidade de luminárias	Diferença no consumo mensal (R\$)
BLOCO A	3º andar	-	-		-
	4º andar	-	-		-
	6º andar	4,29	2x45	6 / 3	25,65
	8º andar	26,15	1X45	4 / 4	35,35
	9º andar	-	-		-
	10º andar	4,29	2x45	6 / 3	25,65
	11º andar	-	-		-
	14º andar	-	-		-
	15º andar	-	-		-
	17º andar	-	-		-
BLOCO B	2º andar	-	-		-
	5º andar	-	-		-
	6º andar	1,14	1x23	12 / 12	20,76
	7º andar	1,14	1x23	12 / 12	20,76
	8º andar	-	-		-
	9º andar	-	-		-
	10º andar	1,14	1x23	12 / 12	20,76
	11º andar	4,81	1X23	12 / 12	24,43
	14º andar	-	-		-
17º andar	-	-		-	

TABELA 4.4.5: Principais resultados

Para os cálculos de redução de consumo, a tarifa utilizada foi na modalidade convencional, AS, da LIGHT S.E.S.A de novembro de 2007, com impostos: 0,2827 R\$/kWh.

No anexo 15 encontra-se um relatório exemplo para o cálculo luminotécnico pelo programa Lumisoft. Foram gerados relatórios para cada andar e potência de lâmpadas analisados.

Como o 6º andar do bloco B apresenta apenas 3 dicróicas, então as mesmas foram desconsideradas no cálculo. A lâmpada fluorescente compacta de 23W, apesar de apresentar temperatura de cor de 4000K, pode ser substituída de uma de 6000K, visto que os ambientes analisados são somente de passagem, onde as pessoas não ficam ali por muito tempo.

Apesar da altura de trabalho considerada ter sido de 0,80 metros, o nível de iluminação deve ser adequado a iluminação de obstáculos à passagem, e ao nível do piso. Caso haja alguma necessidade de leitura a níveis superiores do piso, a iluminação média será maior, porém não é o objetivo principal destes ambientes.

Ao analisar a tabela 4.4.5, observa-se que são poucos os recintos que se beneficiarão de uma futura substituição de lâmpadas para adequação à norma, uma vez que a diferença de consumo mensal das trocas é muito pequena.

Com estes resultados conclui-se que, com as mudanças recomendadas, a diferença no consumo anual será de 6.131,87 kWh e R\$ 1.733,48.

#### 4.4.4 Fotos

Abaixo estão mostradas fotos de alguns halls de elevadores do condomínio.



FOTO 4.4.1: 5º andar, bloco A



FOTO 4.4.2: 15º andar, bloco A



FOTO 4.4.3: 8º andar, bloco B



FOTO 4.4.4: 6º andar, bloco B



FOTO 4.4.5: 4º andar, bloco A



FOTO 4.4.6: 7º, bloco A



## 4.5 AR CONDICIONADO

### 4.5.1 Apresentação dos dados

No condomínio existe uma CAG (Central de água gelada) com 3 unidades resfriadoras (*chillers*) de 420 TR (toneladas de refrigeração<sup>27</sup>), que atendem o prédio, e 2 de 180 TR, que atendem o centro de convenções. Todas as unidades com condensação a água. Existem também bombas de recirculação de água gelada primárias e secundárias e bombas de água de condensação.

Os *chillers* resfriam a água que será bombeada através de tubulações até as serpentinas dos *fan coils*. O calor do ar proveniente dos ambientes será retirado e a troca de calor eleva a temperatura da água. Com sua temperatura elevada, a água retorna aos *chillers* para ser novamente resfriada. O calor é trocado no evaporador dos *chillers* e dissipado nas torres de resfriamento. O ar do ambiente circula por dentro dos *fan coils*, onde acontece a troca de calor.

A tabela 4.5.1, mostra as características das unidades resfriadoras encontradas.

Identificação	Fabricante	Quantidade	Capacidade de refrigeração nominal de 1 máquina (TR)	Potência elétrica nominal de 1 máquina (kW)
<i>Chillers</i> do prédio	Carrier	3*	420	410
<i>Chillers</i> do centro de convenções	Carrier	2*	180	173

\* 1 de *back-up*

TABELA 4.5.1: Características dos *chillers* da CAG

Inicialmente, as máquinas de 420 TR possuíam rendimento nominal de aproximadamente 0,98 kW/TR, o que equivale a potência nominal de 410 kW. Após anos de uso, o rendimento das mesmas passou a 1,19 kW/TR, como informa o operador do sistema de ar condicionado. Portanto, uma máquina que atende o prédio tem como capacidade de produção hoje:  $410 / 1,19 = 344,5$  TR. Ou seja, não atendendo a toda carga térmica original do projeto e afetando o conforto do usuário final.

Já as máquinas de 180 TR apresentam potência nominal de 173 kW. No início, a intenção era, com o passar dos anos, expandir a área refrigerada do centro de convenções,

<sup>27</sup> 1 TR = 12000 BTU/h

porém, isto não ocorreu. Conseqüentemente, o sistema de ar condicionado ficou superdimensionado.

Os *chillers* de *back-up* não serão alvo de conservação de energia. Serão propostas substituições de 2 máquinas velhas por novas mais eficientes, para o prédio, e 1 máquina para o centro de convenções.

#### **4.5.2 Cálculos para avaliação econômico-financeira das alternativas**

Foi feita a avaliação econômico-financeira das alternativas para os *chillers*. Para o sistema do prédio foram realizadas duas propostas de substituição: continuar com a carga térmica de 840 TR (2 de 420 TR), ou aumentar para 1000 TR (2 de 500 TR), deixando assim carga térmica de reserva para futura ampliação dos ambientes refrigerados.

Para o sistema do centro de convenções, também foram realizadas duas propostas de substituição: continuar com a carga térmica atual, prevendo futura expansão da área refrigerada, ou fazer a adequação da necessidade de carga térmica do centro de convenções, reduzindo para 155 TR.

O método do Valor Presente Líquido, VPL, foi utilizado.

#### **4.5.3 Chillers do prédio**

São 3 *chillers* de 420 TR, sendo 1 de *back-up*, e é feito rodízio entre eles. Essas máquinas estão velhas, com mais de 20 anos de uso. Além disso, utilizam refrigerante condensado, o CFC, danoso à camada de ozônio.

As substituições focarão principalmente em máquinas mais eficientes e modernas e o uso do gás refrigerante HFC – 134a, que é ecológico.

Para o cálculo de conservação de energia, os *chillers* operam 14 horas por dia, nos dias de semana (entre 06:30 e 20:30). Aos sábados, operam 6 horas (entre 06:30 e 12:30), no total de, em média, 332 horas por mês.

O fator de carga utilizado foi de 35%. Este número representa a média dos fatores de carga durante os 12 meses do anexo 1.

A tabela 4.5.2 apresenta as características e os preços dos *chillers* Carrier que serão utilizados na análise de substituição.

Capacidade nominal de refrigeração (TR)	Relação nominal kW/TR	Vida útil (anos)	Modelo
420	0,60	20	23 XRV
500	0,60	20	23 XRV

TABELA 4.5.2: Características e preços dos *chillers* eficientes

No anexo 17 estão algumas características do modelo 23 XRV.

De acordo com a Carrier, esse modelo, que é importado, custa, em média, US\$ 600,00 por TR. O dólar cotado a R\$ 1,80.

As tarifas de consumo horo-sazonal verde são as da LIGHT S.E.S.A de novembro de 2007, com impostos.

THS VERDE	AS
Ponta seca (R\$/kWh);	<b>1,44012</b>
Ponta úmida (R\$/kWh);	<b>1,40162</b>
Fora de ponta seca (R\$/kWh);	<b>0,24872</b>
Fora de ponta úmida (R\$/kWh);	<b>0,22630</b>

TABELA 4.5.3: Tarifas de consumo horo-sazonal verde, AS

Segundo os cálculos do anexo 18, os resultados para os *chillers* que atendem o prédio estão na tabela 4.5.4.

Capacidade nominal de refrigeração (TR)	Quantidade	VPL (R\$)	Custo (R\$)	Redução anual (R\$)	Redução anual (kWh)
420	2	655.846,66	907.200,00	209.258,78	440.630,40
500	2	8.196,65	1.080.000,00	145.686,44	306.768,00

TABELA 4.5.4: VPL dos *chillers* que atendem o prédio

Conforme a tabela acima, conclui-se que a proposta que apresentou maior VPL foi a de manter a carga térmica atual, com redução média no consumo anual de 39%. A redução de demanda média é de R\$ 34.759,37. No entanto, a decisão de manter ou aumentar a carga térmica tem que estar de acordo com o objetivo de expandir ou não, futuramente, os ambientes refrigerados.

#### 4.5.4 Chillers do centro de convenções

São 2 de 180 TR, sendo 1 de *back-up*, e é feito rodízio entre eles. Essas máquinas estão velhas e utilizam refrigerante condensado.

Também neste caso, a substituição focará, principalmente, em *chiller* mais eficiente e moderno e o uso do gás refrigerante HFC – 134a.

Para o cálculo de conservação de energia, esta máquina opera 12 horas por dia, de segunda a sábado (entre 07:00 e 19:00), o que equivale, em média, a 312 horas por mês.

O fator de carga utilizado foi de 23%. Este fator é o do conjunto composto pelo *chiller* de 180 TR, bombas de água gelada e de condensação e torre de resfriamento, que atendem ao centro de convenções. Como só existe o registro de consumo mensal (anexo 05), uma vez que esta unidade consumidora do centro de convenções é faturada em B3, o fator de carga será a média dos fatores de carga ao longo de 12 meses, de acordo com a fórmula:

$$\text{Fator de carga} = \frac{\text{Consumo(kWh)}}{730\text{horas} \times \text{Carga instalada(kW)}}$$

Como não há registro de demanda máxima, foi utilizada a carga instalada, composta de: 173 kW do *chiller*, 20 cv (14,72 kW) da torre de resfriamento e 50 cv (36,8 kW) das bombas de água gelada e de condensação. A média anual dos fatores de carga calculada é de 23%.

A tabela 4.5.5 apresenta as características e os preços dos equipamentos Carrier que serão usados na análise de substituição.

Capacidade nominal de refrigeração (TR)	Relação nominal kW/TR	Vida útil (anos)	Modelo
155	0,75	20	30 HX
190	0,75	20	30 HX

TABELA 4.5.5: Características e preços dos *chillers* eficientes

A máquina de 190 TR está sendo usada na análise porque sua capacidade nominal é a mais próxima da atual de 180 TR. No anexo 17, estão algumas características do modelo 30 HX.

A Carrier informou que este modelo custa, em média, R\$ 1.000,00 por TR.

A tarifa de consumo é a da LIGHT S.E.S.A, B3, de novembro de 2007 com impostos, cujo valor é 0,44861 R\$/kWh.

De acordo com os cálculos do anexo 18, os resultados para o centro de convenções estão na tabela 4.5.6.

Capacidade nominal de refrigeração (TR)	Quantidade	VPL (R\$)	Custo (R\$)	Redução anual (R\$)	Redução anual (kWh)
155	1	8.752,02	155.000,00	21.922,92	48.868,56
190	1	-101.992,62	190.000,00	11.782,32	26.264,16

TABELA 4.5.6: VPL dos *chillers* que atendem o centro de convenções

Por essa tabela, conclui-se que a proposta para reduzir a carga térmica para 155 TR foi a que apresentou VPL positivo. A redução média no consumo anual será de 33%. Se futuramente existir interesse em expandir a área do centro de convenções, a proposta para manter a carga térmica atual não é economicamente viável.

#### 4.5.5 Fotos

Abaixo estão mostradas fotos dos *chillers*.



FOTO 4.5.1: *Chiller* do prédio



FOTO 4.5.2: *Chiller* do prédio



FOTO 4.5.3: *Chillers* do centro de convenções

## 4.6 MOTORES ELÉTRICOS

### 4.6.1 Apresentação dos dados

Os motores que serão alvos de conservação de energia estão listados na tabela abaixo.

Identificação	Fabricante	Quantidade (*)	Potência nominal (cv)	Rendimento nominal (%)	Rotação (rpm)	Fator de serviço	Corrente nominal (A)
Bomba de água de condensação do prédio	WEG	3	100	93,5	1780	1,00	140
Bomba de água gelada primária do prédio	WEG	3	40	91,8	1770	1,15	58,5
Bomba de água gelada secundária do prédio	WEG	3	75	93,1	1775	1,00	102
Bomba de água de condensação do centro de convenções	BUFFALO	2	25	91,0	1760	1,00	37,2
Bomba de água gelada do centro de convenções	BUFFALO	2	25	91,0	1760	1,00	37,2

\*Uma de back-up.

TABELA 4.6.1: Características das bombas de refrigeração

Os motores de back-up não serão alvo, uma vez que eles só entram em operação quando outro está em manutenção.

As análises focarão a troca de motores padrão, quando necessitarem ser substituídos, por motores equivalentes de alto rendimento.

### 4.6.2 Cálculos para avaliação econômico-financeira das alternativas

Foi feita a avaliação econômico-financeira das alternativas de motores. Foram realizados cálculos e simulações para motores de alto rendimento com vida útil de 20000 horas. O método do Valor Presente Líquido, VPL, foi utilizado nas avaliações.

### 4.6.3 Bombas de água gelada e de condensação do prédio

O sistema de ar condicionado do prédio é constituído, dentre outros equipamentos, de bombas de recirculação de água gelada primária e secundária e de condensação. São sempre uma ou duas bombas funcionando, a terceira é de *back-up*.

Os motores de alto rendimento que poderão substituir os motores padrão são da WEG e apresentam vida útil de 20000 horas. Os valores de rendimento nominal, rotação e preço estão mostrados na tabela 4.6.2.

Potência nominal (cv)	Rendimento nominal (%)	Rotação (rpm)	Preço (R\$)
100	94,6	1780	13.317,62
40	93,1	1770	4.525,32
75	94,2	1775	8.252,10

TABELA 4.6.2: Rendimento nominal, rotação e preço de motores de alto rendimento WEG

Na análise de viabilidade econômica, foi levado em consideração o fator de carga, já que a curva de carga para as bombas de ar condicionado do prédio não é constante. A figura 4.6.1 mostra uma curva de carga de um dia típico de julho para estas bombas.

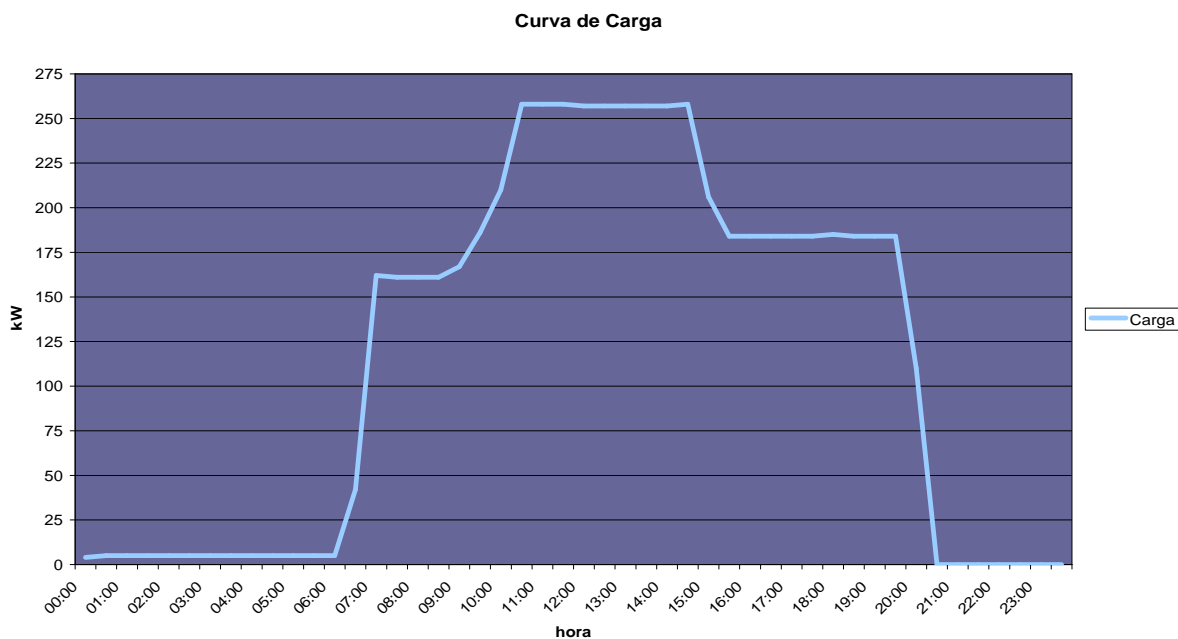


FIGURA 4.6.1: Curva de carga para um dia típico de julho



Essa figura revela que a curva não é constante, pois a solicitação de carga térmica não é constante. Assim, o fator de carga será utilizado. De acordo com o anexo 2, a média anual para o fator de carga é de 41%. Este número refere-se ao conjunto bombas e torres de resfriamento do sistema de ar condicionado.

Para os cálculos de conservação de energia, as bombas operam 14 horas por dia, nos dias de semana (entre 06:30 e 20:30). Aos sábados operam 6 horas (entre 06:30 e 12:30), no total de 332 horas por mês.

Para os cálculos da redução de consumo, as tarifas utilizadas foram na modalidade horo-sazonal verde, AS. A tabela 4.6.3 mostra os valores das tarifas da LIGHT S.E.S.A de novembro de 2007, com impostos.

<b>THS VERDE</b>	<b>AS</b>
Ponta seca (R\$/kWh);	<b>1,44012</b>
Ponta úmida (R\$/kWh);	<b>1,40162</b>
Fora de ponta seca (R\$/kWh);	<b>0,24872</b>
Fora de ponta úmida (R\$/kWh);	<b>0,22630</b>

TABELA 4.6.3: Tarifas de consumo horo-sazonal verde, AS

A tabela 4.6.4 mostra o consumo anual para os motores padrão e os de alto rendimento sugeridos (1 unidade).

	Padrão (kWh)	Alto rendimento (kWh)
100 cv	128.578,81	127.083,70
40 cv	52.383,96	51.652,50
75 cv	96.848,43	95.717,50

TABELA 4.6.4: Consumo anual em kWh para motores padrão e de alto rendimento

De acordo com os cálculos do VPL no anexo 19, os resultados para estas bombas estão na tabela 4.6.5.

Identificação	VPL (R\$)
Bombas de água de condensação do prédio	-21.516,10
Bombas de água gelada primária do prédio	-6.546,47
Bombas de água gelada secundária do prédio	-12.632,60

TABELA 4.6.5: VPL das bombas do sistema de ar condicionado do prédio

Para todas as bombas analisadas não compensará a substituição por motores de alto rendimento. Isto se deve a baixa redução de consumo com a troca sugerida e ao elevado custo do motor proposto.

#### 4.6.4 Bombas de água gelada e de condensação do centro de convenções

Assim como no sistema de ar condicionado do prédio, o do centro de convenções é constituído, dentre outros equipamentos, de bombas de recirculação de água gelada e de condensação. É sempre uma bomba funcionando, a segunda é de *back-up*.

Também neste caso, os motores de alto rendimento que poderão substituir os motores padrão são da WEG, com vida útil de 20000 horas. A tabela abaixo mostra os valores de rendimento nominal, rotação e preço.

Potência nominal (cv)	Rendimento nominal (%)	Rotação (rpm)	Preço (R\$)
25	92,6	1760	2.380,49

TABELA 4.6.6: Rendimento nominal, rotação e preço do motor de alto rendimento WEG

Como essas bombas são faturadas em B3 (baixa tensão), só há o registro do consumo mensal. Assim, para saber o fator de carga desta unidade consumidora, composta de *chiller*, bombas e torre de resfriamento, foi utilizada, em cada mês, a fórmula:

$$\text{Fator de carga} = \frac{\text{Consumo(kWh)}}{730\text{horas} \times \text{Carga instalada(kW)}}$$

Como não há registro de demanda máxima, a carga instalada foi usada e é composta de: 173 kW (do *chiller* de 180 TR) + 20 cv (14,72 kW da torre de resfriamento) + 50 cv (36,8 kW das bombas de condensação e água gelada). O consumo registrado está no anexo 5. A média anual dos fatores de carga é de 23%.

Para o cálculo de conservação de energia, as bombas operam 12 horas por dia, de segunda a sábado (entre 07:00 e 19:00), o que equivale a 312 horas por mês.

A tarifa para B3 da LIGHT S.E.S.A de novembro de 2007, com impostos, foi utilizada para o cálculo de redução de consumo: 0,44861 R\$/kWh.

A tabela 4.6.7 mostra o consumo anual para os motores padrão e de alto rendimento sugeridos (1 unidade).

	Padrão (kWh)	Alto rendimento (kWh)
25 cv	17.411,66	17.110,81

TABELA 4.6.7: Consumo anual em kWh para motores padrão e de alto rendimento

De acordo com os cálculos do VPL no anexo 19, os resultados para estas bombas foram:

Identificação	VPL (R\$)
Bomba de água de condensação do centro de convenções	-1.871,05
Bomba de água gelada do centro de convenções	-1.871,05

TABELA 4.6.8: VPL das bombas do sistema de ar condicionado do centro de convenções

Assim como no caso das bombas do sistema de ar condicionado do prédio, não compensará a substituição por motor de alto rendimento. A redução de consumo é muito baixa em comparação com o preço elevado do motor.

#### 4.6.5 Foto

A foto abaixo mostra alguns dos motores do prédio.



FOTO 4.6.1: Motores do prédio

## 4.7 POTENCIAL DE ECONOMIA DE ENERGIA

O resumo das medidas sugeridas, investimentos necessários, economias previstas e VPL para o prédio e centro de convenções estão nas tabelas abaixo.

Na tabela 4.7.1, a substituição dos *chillers* engloba 2 de 420 TR, 1 de 155 TR e redução média da demanda.

MEDIDA SUGERIDAS	ECONOMIA PREVISTA (kWh/ano)	Investimento Necessário	Economia anual (R\$)	VPL (R\$)
Adequação tarifária	-	-	105.811,10	-
Substituição de lâmpadas	6.131,87	1.296,00	1.733,48	484,41
Substituição dos <i>chillers</i>	489.498,96	1.062.200,00	265.941,07	664.598,68
Substituição dos motores	7.316,62	56.951,06	3.458,80	-44.437,27
TOTAL	502.947,45	1.120.447,06	376.944,45	620.645,82

TABELA 4.7.1: Resumo das medidas sugeridas, com *chillers* de 420 TR

Na tabela 4.7.2, a substituição dos *chillers* engloba 2 de 500 TR, 1 de 155 TR e redução média da demanda.

MEDIDA SUGERIDAS	ECONOMIA PREVISTA (kWh/ano)	Investimento Necessário	Economia anual (R\$)	VPL (R\$)
Adequação tarifária	-	-	105.811,10	-
Substituição de lâmpadas	6.131,87	1.296,00	1.733,48	484,41
Substituição dos <i>chillers</i>	355.636,56	1.235.000,00	191.808,92	16.948,67
Substituição dos motores	7.316,62	56.951,06	3.458,80	-44.437,27
TOTAL	369.085,05	1.293.247,06	302.812,30	-27.004,19

TABELA 4.7.2: Resumo das medidas sugeridas, com *chillers* de 500 TR

Assim, para o condomínio (prédio e centro de convenções), com as substituições sugeridas e viáveis economicamente (excluindo motores), pode-se obter, conforme a tabela 4.7.1, economia anual de R\$ 373.485,65. Pela tabela 4.7.2, a economia anual obtida é de R\$ 299.353,50.

## 5 CONCLUSÃO

Com este projeto pude verificar a importância do diagnóstico energético como ferramenta da conservação de energia.

Apesar das dificuldades, acredito ter atingido o objetivo principal deste projeto, isto é, apresentar didaticamente um diagnóstico energético usando como exemplo o prédio apresentado.

No geral, os resultados obtidos foram satisfatórios, podendo chegar a uma economia prevista no consumo total de 495.630,83 kWh/ano, ou 10,65% por ano.

Na análise tarifária foram realizados simulações através de um programa de otimização de demanda da concessionária LIGHT S.E.S.A. Somente com as reduções de demanda e/ou mudança tarifária foi alcançada uma economia anual de R\$ 105.811,10, que representa 5,40% do faturamento anual.

Na parte de iluminação, referente aos halls dos elevadores, foram encontrados alguns ambientes com iluminância medida menor do que a recomendada por norma. Utilizando o *software* Lumisoft foram feitas simulações para que os ambientes analisados sejam adequados a iluminância de 150 lux. Com esta medida foi conseguido uma redução no consumo anual de 6.131,87 kWh.

No sistema de ar condicionado, a economia com a redução de consumo anual foi, para o prédio, de até 39%, o que representa 440.630,40 kWh/ano. Já para o sistema de ar condicionado do centro de convenções, foi alcançada economia de 33% no consumo anual. Os novos *chillers* propostos são modernos, mais eficientes e utilizam refrigerante HFC (hidrofluorcarbonetos) 134a, que é ecológico, não destrói a camada de ozônio. Ou seja, além do benefício ao próprio prédio, as substituições beneficiarão a toda sociedade devido à retirada de gás CFC.

As substituições dos motores padrão, das bombas dos sistemas de ar condicionado, para de alto rendimento não foram viáveis. O que pesou nesta inviabilidade foi o elevado custo dos motores de alto rendimento em comparação com a reduzida diferença de consumo.

Após as trocas dos equipamentos, seria importante fazer um estudo de viabilidade para alteração da estrutura tarifária e das demandas contratadas.

Nos cálculos de análise econômico-financeira foram levados em conta os investimentos referentes ao custo dos equipamentos novos. Foi considerado que os equipamentos antigos não serão comercializados ou utilizados como reserva. Atualmente,

todos os projetos de eficiência energética da ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, devem considerar o descarte dos materiais substituídos de acordo com a legislação vigente. É o caso das lâmpadas fluorescente, reatores magnéticos, gases refrigerantes usados em *chillers*, entre outros equipamentos.

Um obstáculo à implementação dos programas de conservação de energia é a obtenção de recursos. Se for possível, é recomendado que as medidas de baixo custo e as que não necessitem de investimentos sejam as primeiras a serem realizadas, de modo que os recursos financeiros provenientes da economia de energia possam ser utilizados nas demais sugestões.

Foram meses de trabalho em campo para a obtenção dos dados, avaliação desses, cálculos, processamento pelo *software*, quando necessário, e análise dos resultados. Alguns problemas e dificuldades surgiram ao longo da execução do projeto, mas que somente acrescentaram mais experiência.

Devido à sua diversidade e problemas encontrados, este projeto foi um aprendizado maior do que o esperado. Além disso, pude colocar em prática noções teóricas aprendidas em muitas disciplinas da faculdade.

Cada vez mais o tema conservação de energia leva a publicação de novos trabalhos, como estudos detalhados sobre cada uso final de energia elétrica.

Com este trabalho espero que novos alunos fiquem interessados por este tema tão importante que é a conservação de energia.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANEEL. Resolução 456. 29 de novembro de 2000.
2. Secretaria de energia. Manual de administração de energia. Governo do Estado de São Paulo, 2001.
3. Eletrobrás/ PROCEL. Conservação de energia: eficiência energética de equipamentos e instalações. 3ª edição, Itajubá, 2006.
4. OSRAM. Manual de Iluminação: Conceitos e Projetos.
5. Portugal, Roberta da Silva; Andrade, Daniele Bueno de; Departamento de Eletrotécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Projeto Final, Diagnóstico Energético, Junho de 1997.
6. ABNT NBR 5413. Iluminação de interiores. Abril de 1992.
7. Ministério de Minas e Energia. BEN - Balanço Energético Nacional 2007.
8. Eletrobrás/ PROCEL. Programa de Eficientização Industrial: módulo motor elétrico. Rio de Janeiro.
9. Shoeps, Carlos Alberto; Rousso, José. Conservação de Energia Elétrica na Indústria: Faça Você Mesmo. Volumes I e II. 3ª edição. Rio de Janeiro: CNI, DAMPI, Eletrobrás/ PROCEL, 1994.
10. Dossat, Roy J. Princípios de refrigeração. 1ª edição, Hemus Editora, 2004.
11. Eletrobrás/ PROCEL. Eficiência Energética em Sistemas de Refrigeração Industrial e Comercial. 1ª edição, Rio de Janeiro, 2005.
12. Creder, Hélio. Instalações Elétricas. 15ª edição, LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora, Rio de Janeiro, 2007.

13. Carneis, Dean William M; Departamento de Máquinas, Componentes e Sistemas Inteligentes, Universidade Estadual de Campinas. Dissertação de Mestrado, Os efeitos da diversidade de tensões de distribuição no setor elétrico brasileiro. Estudo do caso do Refrigerador Doméstico, 26 de março de 2002.
14. Corrado, Antônio Sérgio; Marques, Fábio dos Santos; Departamento de Eletrotécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Projeto Final, Diagnóstico Energético na Indústria de Ferragens Pagé LTDA, Dezembro de 1998.
15. OSRAM. Linha de produtos 2006/2007.
16. PROCEL. Manual de Iluminação Eficiente. 1ª edição, 2002.



## **7 ANEXOS**

## ANEXO 1

### DEMANDA E CONSUMO DURANTE O PERÍODO DE SETEMBRO DE 2006 A AGOSTO DE 2007 – AR CONDICIONADO DO PRÉDIO

	MÊS											
	set/06	out/06	nov/06	dez/06	jan/07	fev/07	mar/07	abr/07	mai/07	jun/07	jul/07	ago/07
DEMANDA NA PONTA (kW)	327,36	337,60	578,56	586,56	600,64	358,08	375,68	381,76	587,52	351,36	335,68	299,20
DEMANDA FORA PONTA (kW)	639,04	639,36	646,72	646,72	658,56	661,76	674,88	678,08	656,96	658,24	614,40	567,68
CONSUMO NA PONTA (kWh)	9.940	11.682	14.318	14.318	9.550	6.276	9.583	18.475	17.406	11.861	10.334	11.884
CONSUMO FORA PONTA (kWh)	92.856	91.240	106.824	106.824	113.864	124.904	123.408	151.696	118.560	81.632	80.584	76.288
CONSUMO TOTAL (kWh)	102.796	102.922	121.142	121.142	123.414	131.180	132.991	170.171	135.966	93.493	90.918	88.172

## ANEXO 2

### DEMANDA E CONSUMO DURANTE O PERÍODO DE SETEMBRO DE 2006 A AGOSTO DE 2007 – MOTO-BOMBAS

	MÊS											
	set/06	out/06	nov/06	dez/06	jan/07	fev/07	mar/07	abr/07	mai/07	jun/07	jul/07	ago/07
DEMANDA NA PONTA (kW)	261,36	260,88	274,08	270,96	268,56	269,04	243,12	264,48	267,12	199,44	185,28	248,88
DEMANDA FORA PONTA (kW)	262,80	273,12	274,80	274,56	271,20	271,20	260,64	266,64	289,20	265,92	258,96	259,44
CONSUMO NA PONTA (kWh)	7.526	9.598	9.392	8.040	6.514	4.330	5.139	10.300	9.352	7.702	8.353	9.791
CONSUMO FORA PONTA (kWh)	56.178	61.284	67.326	67.122	60.486	61.170	53.406	71.922	64.710	47.286	55.578	54.336
CONSUMO TOTAL (kWh)	63.704	70.882	76.718	75.162	67.000	65.500	58.545	82.222	74.062	54.988	63.931	64.127

## ANEXO 3

### DEMANDA E CONSUMO DURANTE O PERÍODO DE SETEMBRO DE 2006 A AGOSTO DE 2007 – ILUMINAÇÃO EXTERNA

	MÊS											
	set/06	out/06	nov/06	dez/06	jan/07	fev/07	mar/07	abr/07	mai/07	jun/07	jul/07	ago/07
DEMANDA NA PONTA (kW)	174,40	167,52	179,20	177,60	181,28	177,60	183,84	196,00	196,96	179,36	183,20	167,84
DEMANDA FORA PONTA (kW)	192,00	169,12	161,44	169,12	172,16	164,96	178,24	194,24	189,60	186,24	178,88	167,52
CONSUMO NA PONTA (kWh)	9.361	9.188	9.353	9.516	8.461	7.772	8.349	11.009	10.146	9.844	10.076	9.922
CONSUMO FORA PONTA (kWh)	74.972	72.100	83.740	80.996	76.028	78.224	76.160	82.480	79.596	81.004	81.072	82.152
CONSUMO TOTAL (kWh)	84.333	81.288	93.093	90.512	84.489	85.996	84.509	93.489	89.742	90.848	91.148	92.074

## ANEXO 4

### DEMANDA E CONSUMO DURANTE O PERÍODO DE SETEMBRO DE 2006 A AGOSTO DE 2007 – SERVIÇOS AUXILIARES

	MÊS											
	set/06	out/06	nov/06	dez/06	jan/07	fev/07	mar/07	abr/07	mai/07	jun/07	jul/07	ago/07
DEMANDA NA PONTA (kW)	143,04	145,92	144,96	134,40	144,00	140,80	156,48	156,48	153,28	143,68	155,20	141,76
DEMANDA FORA PONTA (kW)	145,28	148,48	146,24	153,28	164,48	163,52	167,04	163,52	158,08	154,88	153,92	155,52
CONSUMO NA PONTA (kWh)	6.844	6.812	6.851	6.128	5.336	6.108	5.972	7.697	6.640	6.470	6.659	7.079
CONSUMO FORA PONTA (kWh)	56.424	53.960	57.592	55.120	53.232	54.760	59.056	57.064	53.248	53.096	50.720	55.552
CONSUMO TOTAL (kWh)	63.268	60.772	64.443	61.248	58.568	60.868	65.028	64.761	59.888	59.566	57.379	62.631

## ANEXO 5

### CONSUMO DURANTE O PERÍODO DE SETEMBRO DE 2006 A AGOSTO DE 2007 – CENTRO DE CONVENÇÕES

	MÊS											
	set/06	out/06	nov/06	dez/06	jan/07	fev/07	mar/07	abr/07	mai/07	jun/07	jul/07	ago/07
Consumo (kWh)	36.544	38.990	39.108	40.256	39.478	34.924	35.310	37.452	38.170	34.086	33.912	35.734

## ANEXO 6

Este anexo tem como objetivo mostrar como se utiliza o programa para simulações tarifárias. Este programa foi desenvolvido pela LIGHT S.E.S.A.

Entrada de dados

Na planilha THS AZUL, entra-se com os dados de:

- Tensão de fornecimento;
- Sub-grupo;
- Período;
- Cliente;
- Endereço;
- Demandas contratadas;
- Demanda na ponta registrada para cada mês;
- Demanda fora da ponta registrada para cada mês;
- Consumo na ponta para cada mês;
- Consumo fora da ponta para cada mês.

**IHS AZUL**

Cliente:											OTIMIZAR	
Endereço:												
UC:	Estação:	Tensão:	220	Subgrupo:	AS	Período:	SET/06 A AGO-07					
Contrato:	PS	PU	FS	FU	Tolerância							IMPRESSÃO
	630,0	630,0	630,0	630,0	10							

Saz	Mês	medida		Demanda kW				Consumo (kWh)		Fator de carga		Fatur. (R\$ mil)
		ponta	f. ponta	normal		faturada		ponta	f. ponta	ponta	f. ponta	
				ponta	f. ponta	ponta	f. ponta					
u	jan	600,6	658,6	630,0	658,6	0,0	0,0	9.550	113.864	0,241	0,260	58,41
u	fev	358,1	661,8	630,0	661,8	0,0	0,0	6.276	124.904	0,266	0,284	59,32
u	mar	375,7	674,9	630,0	674,9	0,0	0,0	9.583	123.408	0,386	0,275	60,12
u	abr	381,8	678,1	630,0	678,1	0,0	0,0	18.475	151.696	0,733	0,337	66,52
s	mai	587,5	657,0	630,0	657,0	0,0	0,0	17.406	118.560	0,449	0,272	63,13
s	jun	351,4	658,2	630,0	658,2	0,0	0,0	11.861	81.632	0,511	0,187	55,65
s	jul	335,7	614,4	630,0	630,0	0,0	0,0	10.334	80.584	0,466	0,198	54,59
s	ago	299,2	567,7	630,0	630,0	0,0	0,0	11.884	76.288	0,602	0,202	54,30
s	set	327,4	639,0	630,0	639,0	0,0	0,0	9.940	92.856	0,460	0,219	56,85
s	out	337,6	639,4	630,0	639,4	0,0	0,0	11.682	91.240	0,524	0,215	56,85
s	nov	578,6	646,7	630,0	646,7	0,0	0,0	14.318	106.824	0,375	0,249	60,22
u	dez	586,6	647,0	630,0	647,0	0,0	0,0	11.420	114.008	0,295	0,265	58,69

Faturamento (R\$ mil/per.)	PS	PU	FS	FU	total
	219,03	153,20	182,38	149,87	704,48

FIGURA 1: Planilha THS AZUL

Independente da estrutura tarifária do cliente é imprescindível entrar com esses dados. Para os campos de demandas contratadas, caso a tarifa contratada pelo cliente seja na modalidade verde ou convencional, coloca-se valores de demandas iguais àquela contratada pelo cliente.

Na planilha TARIFA, entra-se com os valores das tarifas para cada modalidade e subgrupo.

<b>TARIFAS:</b>		<b>Resolução ANEEL n.º 563/07 de 06/11/2007</b>				
		<b>A2</b>	<b>A3A</b>	<b>A4</b>	<b>AS</b>	<b>OPÇÃO</b>
<b>CONVENCIONAL</b>	<b>DEMANDA (R\$/kW)</b>		29,23	33,72	49,82	49,82
	<b>CONSUMO (R\$/MWh)</b>		180,5	181,1	188,76	188,76
<b>AZUL</b>						
	<b>DEMANDA P (R\$/kW)</b>	19,48	35,8	40,16	44,41	44,41
	<b>DEMANDA FP (R\$/kW)</b>	3,19	9,97	11,39	17	17,00
	<b>CONSUMO PS (R\$/MWh)</b>	245,74	254,16	254,84	265,15	265,15
	<b>CONSUMO PU (R\$/MWh)</b>	222,81	230,54	231,15	240,57	240,57
	<b>CONSUMO FS (R\$/MWh)</b>	155,27	156,83	157,15	163,39	163,39
	<b>CONSUMO FU (R\$/MWh)</b>	141,77	142,9	143,19	148,8	148,80
	<b>ULTRAP. P (R\$/kW)</b>	58,45	107,4	120,48	133,26	133,26
	<b>ULTRAP. FP (R\$/kW)</b>	9,57	29,91	34,17	51,02	51,02
<b>VERDE</b>						
	<b>DEMANDA (R\$/kW)</b>		9,97	11,39	17	17,00
	<b>CONSUMO PS (R\$/MWh)</b>		880,06	950,19	1000,16	1.000,16
	<b>CONSUMO PU (R\$/MWh)</b>		856,44	926,53	975,48	975,48
	<b>CONSUMO FS (R\$/MWh)</b>		156,83	157,15	163,39	163,39
	<b>CONSUMO FU (R\$/MWh)</b>		142,9	143,19	148,8	148,80
	<b>ULTRAP. (R\$/kW)</b>		29,91	34,17	51	51,00

FIGURA 2: Planilha TARIFAS

Em seguida, na planilha THS AZUL, clica-se no ícone OTIMIZAR. O programa faz os cálculos para fator de carga, faturamento e otimização tarifária e mostra, para cada modalidade, qual será a demanda contratada ótima. Se a unidade consumidora tiver uma demanda contratada superior a 300 kW, o programa não mostra a otimização para a modalidade convencional.



THS AZUL OTIMIZADO / ESTIMADO

Cliente:	0									
Endereço:	0									
UC:	0	Estação	0	Tensão	220	Subgrupo:	AS	Tarifa:	SET/06 A AGO-07	
Contrato: (kW)	PS	PU	FS	FU	Tolerância					
	351,4	546,0	598,4	643,1	10					

Saz.	Mês	Demanda kW						Consumo (kWh)		Fator de carga		Fatur. (R\$ mil)
		medida		faturada				ponta	f. ponta	ponta	f. ponta	
		ponta	f. ponta	normal		ultrapassagem						
				ponta	f. ponta	ponta	f. ponta					
u	jan	600,6	658,6	600,6	658,6	0,0	0,0	9.550	113.864	0,241	0,260	57,11
u	fev	358,1	661,8	546,0	661,8	0,0	0,0	6.276	124.904	0,266	0,284	55,59
u	mar	375,7	674,9	546,0	674,9	0,0	0,0	9.583	123.408	0,386	0,275	56,39
u	abr	381,8	678,1	546,0	678,1	0,0	0,0	18.475	151.696	0,733	0,337	62,79
s	mai	587,5	657,0	351,4	657,0	236,2	0,0	17.406	118.560	0,449	0,272	82,23
s	jun	351,4	658,2	351,4	658,2	0,0	0,0	11.861	81.632	0,511	0,187	43,28
s	jul	335,7	614,4	351,4	614,4	0,0	0,0	10.334	80.584	0,466	0,198	41,96
s	ago	299,2	567,7	351,4	598,4	0,0	0,0	11.884	76.288	0,602	0,202	41,39
s	set	327,4	639,0	351,4	639,0	0,0	0,0	9.940	92.856	0,460	0,219	44,27
s	out	337,6	639,4	351,4	639,4	0,0	0,0	11.682	91.240	0,524	0,215	44,48
s	nov	578,6	646,7	351,4	646,7	227,2	0,0	14.318	106.824	0,375	0,249	78,13
u	dez	586,6	647,0	586,6	647,0	0,0	0,0	11.420	114.008	0,295	0,265	56,76

Faturamento (R\$ mil/per.)	PS	PU	FS	FU	total
	194,16	138,78	181,58	149,87	664,38

FIGURA 3: Planilha THS AZUL OTIMIZADO/ ESTIMADO

THS VERDE OTIMIZADO / SIMULADO

Cliente:	0									
Endereço:	0									
UC:	0	Estação:	0	Tensão:	220	Subgrupo:	AS	Tarifa:	SET/06 A AGO-07	
Contrato: (kW)	S	U	Tolerância							
	598,4	643,1	10							

Saz.	Mês	Medida	Demanda kW		Consumo (kWh)		Fator de carga	Fatur. (R\$ mil)
			normal	ultrapassagem	ponta	f. ponta		
u	jan	658,6	658,6	0,0	9.550	113.864	0,257	37,45
u	fev	661,8	661,8	0,0	6.276	124.904	0,272	35,96
u	mar	674,9	674,9	0,0	9.583	123.408	0,270	39,18
u	abr	678,1	678,1	0,0	18.475	151.696	0,344	52,12
s	mai	657,0	657,0	0,0	17.406	118.560	0,284	47,95
s	jun	658,2	658,2	0,0	11.861	81.632	0,195	36,39
s	jul	614,4	614,4	0,0	10.334	80.584	0,203	33,95
s	ago	567,7	598,4	0,0	11.884	76.288	0,213	34,52
s	set	639,0	639,0	0,0	9.940	92.856	0,220	35,98
s	out	639,4	639,4	0,0	11.682	91.240	0,221	37,46
s	nov	646,7	646,7	0,0	14.318	106.824	0,257	42,77
u	dez	647,0	647,0	0,0	11.420	114.008	0,266	39,10

Faturamento (R\$ mil/per.)	S	U	TOTAL
	269,02	203,82	472,84

FIGURA 4: Planilha THS VERDE OTIMIZADO/SIMULADO

**CONVENCIONAL OTIMIZADO/SIMULADO**

Cliente:	0								
Endereço:	0								
UC:	0	Estação:	0	Tensão:	220	Subgrupo:	AS	Tarifa:	SET06 A AGO-07
Contrato:	(kW)			Tolerância					
	1,0			10					

Saz.	Mês	Medida	Demanda kW		Consumo (kWh)	Fator de carga	Fatur. (R\$ mil)
			normal	Faturada ultrapassagem			
u	jan	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.
u	fev	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.
u	mar	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.
u	abr	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.
s	mai	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.
s	jun	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.
s	jul	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.
s	ago	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.
s	set	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.
s	out	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.
s	nov	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.
u	dez	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.

Faturamento (R\$ mil/per.)	<b>TOTAL</b>
	0,00

FIGURA 5: Planilha CONVENCIONAL OTIMIZADO/SIMULADO

Na planilha RESUMO, o programa mostra uma comparação entre as alternativas tarifárias, sendo o percentual de menor valor, o de maior redução no faturamento.

<b>COMPARAÇÃO ENTRE ALTERNATIVAS TARIFÁRIAS</b>			
	R\$mil/per	R\$/MWh	%
AZUL - SITUAÇÃO ATUAL	1.084,06	764,18	100,0
AZUL - SIMULADO	1.021,83	720,31	94,3
VERDE SIMULADO	710,29	500,70	65,5
CONVENCIONAL	-----	-----	-----

FIGURA 6: Planilha RESUMO

# ANEXO 7

## ANÁLISE TARIFÁRIA PARA AR CONDICIONADO DO PRÉDIO

THS AZUL

Cliente:	Prédio					
Endereço:						
UC:	Estação:	Tensão:	Subgrupo:	AS	Período:	SET/06 A AGO-07

Contrato:	PS	PU	FS	FU	Tolerância
(kW)	630,0	630,0	630,0	630,0	10

Saz.	Mês	Demanda kW						Consumo (kWh)		Fator de carga		Fatur. (R\$ mil)
		medida		faturada				ponta	f. ponta	ponta	f. ponta	
		ponta	f. ponta	normal		ultrapassagem						
				ponta	f. ponta	ponta	f. ponta					
u	jan	600,6	658,6	630,0	658,6	0,0	0,0	9.550	113.864	0,241	0,260	89,89
u	fev	358,1	661,8	630,0	661,8	0,0	0,0	6.276	124.904	0,266	0,284	91,29
u	mar	375,7	674,9	630,0	674,9	0,0	0,0	9.583	123.408	0,386	0,275	92,49
u	abr	381,8	678,1	630,0	678,1	0,0	0,0	18.475	151.696	0,733	0,337	102,19
s	mai	587,5	657,0	630,0	657,0	0,0	0,0	17.406	118.560	0,449	0,272	97,07
s	jun	351,4	658,2	630,0	658,2	0,0	0,0	11.861	81.632	0,511	0,187	85,70
s	jul	335,7	614,4	630,0	630,0	0,0	0,0	10.334	80.584	0,466	0,198	84,09
s	ago	299,2	567,7	630,0	630,0	0,0	0,0	11.884	76.288	0,602	0,202	83,64
s	set	327,4	639,0	630,0	639,0	0,0	0,0	9.940	92.856	0,460	0,219	87,22
s	out	337,6	639,4	630,0	639,4	0,0	0,0	11.682	91.240	0,524	0,215	87,53
s	nov	578,6	646,7	630,0	646,7	0,0	0,0	14.318	106.824	0,375	0,249	92,65
u	dez	586,6	647,0	630,0	647,0	0,0	0,0	11.420	114.008	0,295	0,265	90,30

Faturamento (R\$ mil/per.)	PS	PU	FS	FU	total
	338,87	237,07	279,03	229,08	1.084,06

# ANÁLISE TARIFÁRIA PARA AR CONDICIONADO DO PRÉDIO

## THS AZUL OTIMIZADO / ESTIMADO

Cliente:	Prédio										
Endereço:	0										
UC:	0	Estação	0	Tensão	0	Subgrupo:	AS	Tarifa:	SET/06 A AGO-07		

Contrato:	PS	PU	FS	FU
(kW)	351,4	546,0	598,4	643,1

Tolerância
10

Saz.	Mês	Demanda kW						Consumo (kWh)		Fator de carga		Fatur. (R\$ mil)
		medida		faturada				ponta	f. ponta	ponta	f. ponta	
		ponta	f. ponta	normal		ultrapassagem						
				ponta	f. ponta	ponta	f. ponta					
u	jan	600,6	658,6	600,6	658,6	0,0	0,0	9.550	113.864	0,241	0,260	87,87
u	fev	358,1	661,8	546,0	661,8	0,0	0,0	6.276	124.904	0,266	0,284	85,50
u	mar	375,7	674,9	546,0	674,9	0,0	0,0	9.583	123.408	0,386	0,275	86,70
u	abr	381,8	678,1	546,0	678,1	0,0	0,0	18.475	151.696	0,733	0,337	96,41
s	mai	587,5	657,0	351,4	657,0	236,2	0,0	17.406	118.560	0,449	0,272	126,69
s	jun	351,4	658,2	351,4	658,2	0,0	0,0	11.861	81.632	0,511	0,187	66,50
s	jul	335,7	614,4	351,4	614,4	0,0	0,0	10.334	80.584	0,466	0,198	64,48
s	ago	299,2	567,7	351,4	598,4	0,0	0,0	11.884	76.288	0,602	0,202	63,61
s	set	327,4	639,0	351,4	639,0	0,0	0,0	9.940	92.856	0,460	0,219	68,02
s	out	337,6	639,4	351,4	639,4	0,0	0,0	11.682	91.240	0,524	0,215	68,32
s	nov	578,6	646,7	351,4	646,7	227,2	0,0	14.318	106.824	0,375	0,249	120,42
u	dez	586,6	647,0	586,6	647,0	0,0	0,0	11.420	114.008	0,295	0,265	87,30

Faturamento (R\$ mil/per.)	PS	PU	FS	FU	total
	300,26	214,70	277,79	229,08	1.021,83

## ANÁLISE TARIFÁRIA PARA AR CONDICIONADO DO PRÉDIO

### THS VERDE OTIMIZADO / SIMULADO

Cliente:	Prédio								
Endereço:	0								
UC:	0	Estação:	0	Tensão:	0	Subgrupo:	AS	Tarifa:	SET/06 A AGO-07

Contrato:	S	U
(kW)	598,4	643,1

Tolerância
10

Saz.	Mês	Medida	Demanda kW		Consumo (kWh)		Fator de carga	Fatur. (R\$ mil)	
			normal	Faturada		ponta			f. ponta
				ultrapassagem					
u	jan	658,6	658,6	0,0	9.550	113.864	0,257	56,41	
u	fev	661,8	661,8	0,0	6.276	124.904	0,272	54,40	
u	mar	674,9	674,9	0,0	9.583	123.408	0,270	59,04	
u	abr	678,1	678,1	0,0	18.475	151.696	0,344	77,99	
s	mai	657,0	657,0	0,0	17.406	118.560	0,284	71,76	
s	jun	658,2	658,2	0,0	11.861	81.632	0,195	54,62	
s	jul	614,4	614,4	0,0	10.334	80.584	0,203	51,02	
s	ago	567,7	598,4	0,0	11.884	76.288	0,213	51,76	
s	set	639,0	639,0	0,0	9.940	92.856	0,220	54,15	
s	out	639,4	639,4	0,0	11.682	91.240	0,221	56,26	
s	nov	646,7	646,7	0,0	14.318	106.824	0,257	64,13	
u	dez	647,0	647,0	0,0	11.420	114.008	0,266	58,76	

Faturamento (R\$ mil/per.)	S	U	TOTAL
	403,70	306,60	710,29

# ANÁLISE TARIFÁRIA PARA AR CONDICIONADO DO PRÉDIO

## CONVENCIONAL OTIMIZADO/SIMULADO

Cliente:	Prédio								
Endereço:	0								
UC:	0	Estação:	0	Tensão:	0	Subgrupo:	AS	Tarifa:	SET/06 A AGO-07

Contrato:	(kW)
	1,0

Tolerância
10

Saz.	Mês	Medida	Demanda kW		Consumo (kWh)	Fator de carga	Fatur. (R\$ mil)
			Faturada				
			normal	ultrapassagem			
u	jan	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.
u	fev	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.
u	mar	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.
u	abr	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.
s	mai	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.
s	jun	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.
s	jul	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.
s	ago	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.
s	set	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.
s	out	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.
s	nov	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.
u	dez	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.	N. DISP.

Faturamento (R\$ mil/per.)	<b>TOTAL</b>
	0,00

## ANÁLISE TARIFÁRIA PARA AR CONDICIONADO DO PRÉDIO

<b>COMPARAÇÃO ENTRE ALTERNATIVAS TARIFÁRIAS</b>			
	<b>R\$mil/per</b>	<b>R\$/MWh</b>	<b>%</b>
<b>AZUL - SITUAÇÃO ATUAL</b>	<b>1.084,06</b>	<b>764,18</b>	<b>100,0</b>
<b>AZUL - SIMULADO</b>	<b>1.021,83</b>	<b>720,31</b>	<b>94,3</b>
<b>VERDE SIMULADO</b>	<b>710,29</b>	<b>500,70</b>	<b>65,5</b>
<b>CONVENCIONAL</b>	<b>-----</b>	<b>-----</b>	<b>-----</b>

## ANÁLISE TARIFÁRIA PARA AR CONDICIONADO DO PRÉDIO

**TARIFAS:**

**Resolução ANEEL n.º 563/07 de 06/11/2007**

		A2	A3A	A4	AS	OPÇÃO
CONVENCIONAL	DEMANDA (R\$/kW)				81,17	81,17
	CONSUMO (R\$/MWh)				282,68	282,68
<b>AZUL</b>						
	DEMANDA P (R\$/kW)				68,91	68,91
	DEMANDA FP (R\$/kW)				26,19	26,19
	CONSUMO PS (R\$/MWh)				400,09	400,09
	CONSUMO PU (R\$/MWh)				361,79	361,79
	CONSUMO FS (R\$/MWh)				248,72	248,72
	CONSUMO FU (R\$/MWh)				226,35	226,35
	ULTRAP. P (R\$/kW)				206,74	206,74
	ULTRAP. FP (R\$/kW)				78,58	78,58
<b>VERDE</b>						
	DEMANDA (R\$/kW)				26,19	26,19
	CONSUMO PS (R\$/MWh)				1440,12	1.440,12
	CONSUMO PU (R\$/MWh)				1401,62	1.401,62
	CONSUMO FS (R\$/MWh)				248,72	248,72
	CONSUMO FU (R\$/MWh)				226,35	226,35
	ULTRAP. (R\$/kW)				78,58	78,58



# ANEXO 8

## ANÁLISE TARIFÁRIA PARA MOTO-BOMBAS

THS AZUL

Cliente:	Prédio					
Endereço:						
UC:	Estação:	Tensão:	Subgrupo:	AS	Período:	SET/06 A AGO-07

Contrato:	PS	PU	FS	FU	Tolerância
(kW)	265,0	265,0	265,0	265,0	10

Saz.	Mês	Demanda kW						Consumo (kWh)		Fator de carga		Fatur. (R\$ mil)
		medida		faturada				ponta	f. ponta	ponta	f. ponta	
		ponta	f. ponta	normal		ultrapassagem						
				ponta	f. ponta	ponta	f. ponta					
u	jan	268,6	271,2	268,6	271,2	0,0	0,0	6.514	60.486	0,368	0,336	41,66
u	fev	269,0	271,2	269,0	271,2	0,0	0,0	4.330	61.170	0,244	0,340	41,05
u	mar	243,1	260,6	265,0	265,0	0,0	0,0	5.139	53.406	0,320	0,309	39,15
u	abr	264,5	266,6	265,0	266,6	0,0	0,0	10.300	71.922	0,590	0,406	45,25
s	mai	267,1	289,2	267,1	289,2	0,0	0,0	9.352	64.710	0,530	0,337	45,82
s	jun	199,4	265,9	265,0	265,9	0,0	0,0	7.702	47.286	0,585	0,268	40,07
s	jul	185,3	259,0	265,0	265,0	0,0	0,0	8.353	55.578	0,683	0,323	42,37
s	ago	248,9	259,4	265,0	265,0	0,0	0,0	9.791	54.336	0,596	0,315	42,63
s	set	261,4	262,8	265,0	265,0	0,0	0,0	7.526	56.178	0,436	0,322	42,19
s	out	260,9	273,1	265,0	273,1	0,0	0,0	9.598	61.284	0,557	0,338	44,50
s	nov	274,1	274,8	274,1	274,8	0,0	0,0	9.392	67.326	0,519	0,369	46,59
u	dez	271,0	274,6	271,0	274,6	0,0	0,0	8.040	67.122	0,450	0,368	43,96

Faturamento (R\$ mil/per.)	PS	PU	FS	FU	total
	153,29	104,66	150,86	106,42	515,23

# ANÁLISE TARIFÁRIA PARA MOTO-BOMBAS

## THS AZUL OTIMIZADO / ESTIMADO

Cliente:	Prédio									
Endereço:	0									
UC:	0	Estação	0	Tensão	0	Subgrupo:	AS	Tarifa:	SET/06 A AGO-07	

Contrato:	PS	PU	FS	FU
(kW)	249,2	246,3	262,9	260,0

Tolerância
10

Saz.	Mês	Demanda kW						Consumo (kWh)		Fator de carga		Fatur. (R\$ mil)
		medida		faturada				ponta	f. ponta	ponta	f. ponta	
		ponta	f. ponta	normal		ultrapassagem						
				ponta	f. ponta	ponta	f. ponta					
u	jan	268,6	271,2	268,6	271,2	0,0	0,0	6.514	60.486	0,368	0,336	41,66
u	fev	269,0	271,2	269,0	271,2	0,0	0,0	4.330	61.170	0,244	0,340	41,05
u	mar	243,1	260,6	246,3	260,6	0,0	0,0	5.139	53.406	0,320	0,309	37,75
u	abr	264,5	266,6	264,5	266,6	0,0	0,0	10.300	71.922	0,590	0,406	45,21
s	mai	267,1	289,2	267,1	289,2	0,0	0,0	9.352	64.710	0,530	0,337	45,82
s	jun	199,4	265,9	249,2	265,9	0,0	0,0	7.702	47.286	0,585	0,268	38,98
s	jul	185,3	259,0	249,2	262,9	0,0	0,0	8.353	55.578	0,683	0,323	41,22
s	ago	248,9	259,4	249,2	262,9	0,0	0,0	9.791	54.336	0,596	0,315	41,49
s	set	261,4	262,8	261,4	262,9	0,0	0,0	7.526	56.178	0,436	0,322	41,88
s	out	260,9	273,1	260,9	273,1	0,0	0,0	9.598	61.284	0,557	0,338	44,21
s	nov	274,1	274,8	274,1	274,8	0,0	0,0	9.392	67.326	0,519	0,369	46,59
u	dez	271,0	274,6	271,0	274,6	0,0	0,0	8.040	67.122	0,450	0,368	43,96

Faturamento (R\$ mil/per.)	PS	PU	FS	FU	total
	149,48	103,34	150,70	106,30	509,82

# ANÁLISE TARIFÁRIA PARA MOTO-BOMBAS

## THS VERDE OTIMIZADO / SIMULADO

Cliente:	Prédio								
Endereço:	0								
UC:	0	Estação:	0	Tensão:	0	Subgrupo:	AS	Tarifa:	SET/06 A AGO-07

Contrato:	S	U
(kW)	262,9	260,0

Tolerância
10

Saz.	Mês	Medida	Demanda kW		Consumo (kWh)		Fator de carga	Fatur. (R\$ mil)
			normal	Faturada ultrapassagem	ponta	f. ponta		
u	jan	271,2	271,2	0,0	6.514	60.486	0,338	29,92
u	fev	271,2	271,2	0,0	4.330	61.170	0,331	27,02
u	mar	260,6	260,6	0,0	5.139	53.406	0,308	26,12
u	abr	266,6	266,6	0,0	10.300	71.922	0,422	37,70
s	mai	289,2	289,2	0,0	9.352	64.710	0,351	37,14
s	jun	265,9	265,9	0,0	7.702	47.286	0,283	29,82
s	jul	259,0	262,9	0,0	8.353	55.578	0,338	32,74
s	ago	259,4	262,9	0,0	9.791	54.336	0,339	34,50
s	set	262,8	262,9	0,0	7.526	56.178	0,332	31,70
s	out	273,1	273,1	0,0	9.598	61.284	0,356	36,22
s	nov	274,8	274,8	0,0	9.392	67.326	0,382	37,47
u	dez	274,6	274,6	0,0	8.040	67.122	0,375	33,65

Faturamento (R\$ mil/per.)	S	U	TOTAL
	239,57	154,41	393,99

# ANÁLISE TARIFÁRIA PARA MOTO-BOMBAS

## CONVENCIONAL OTIMIZADO/SIMULADO

Cliente:	Prédio								
Endereço:	0								
UC:	0	Estação:	0	Tensão:	0	Subgrupo:	AS	Tarifa:	SET/06 A AGO-07

Contrato:	(kW)
	262,9

Tolerância
10

Saz.	Mês	Medida	Demanda kW		Consumo (kWh)	Fator de carga	Fatur. (R\$ mil)
			normal	Faturada ultrapassagem			
u	jan	271,2	271,2	0,0	67.000	0,338	40,95
u	fev	271,2	271,2	0,0	65.500	0,331	40,53
u	mar	260,6	262,9	0,0	58.545	0,308	37,89
u	abr	266,6	266,6	0,0	82.222	0,422	44,89
s	mai	289,2	289,2	0,0	74.062	0,351	44,41
s	jun	265,9	265,9	0,0	54.988	0,283	37,13
s	jul	259,0	262,9	0,0	63.931	0,338	39,41
s	ago	259,4	262,9	0,0	64.127	0,339	39,47
s	set	262,8	262,9	0,0	63.704	0,332	39,35
s	out	273,1	273,1	0,0	70.882	0,356	42,21
s	nov	274,8	274,8	0,0	76.718	0,382	43,99
u	dez	274,6	274,6	0,0	75.162	0,375	43,53

Faturamento (R\$ mil/per.)	TOTAL
	493,76

## ANÁLISE TARIFÁRIA PARA MOTO-BOMBAS

<b>COMPARAÇÃO ENTRE ALTERNATIVAS TARIFÁRIAS</b>			
	<b>R\$mil/per</b>	<b>R\$/MWh</b>	<b>%</b>
<b>AZUL - SITUAÇÃO ATUAL</b>	<b>515,23</b>	<b>630,76</b>	<b>100,0</b>
<b>AZUL - SIMULADO</b>	<b>509,82</b>	<b>624,14</b>	<b>99,0</b>
<b>VERDE SIMULADO</b>	<b>393,99</b>	<b>482,33</b>	<b>76,5</b>
<b>CONVENCIONAL</b>	<b>493,76</b>	<b>604,47</b>	<b>95,8</b>

# ANEXO 9

## ANÁLISE TARIFÁRIA PARA ILUMINAÇÃO EXTERNA

THS AZUL

Ciente:	Prédio					
Endereço:						
UC:	Estação:	Tensão:	Subgrupo:	AS	Período:	SET/06 A AGO-07

Contrato:	PS	PU	FS	FU	Tolerância
(kW)	205,0	205,0	205,0	205,0	10

Saz.	Mês	Demanda kW						Consumo (kWh)		Fator de carga		Fatur. (R\$ mil)
		medida		faturada				ponta	f. ponta	ponta	f. ponta	
		ponta	f. ponta	normal		ultrapassagem						
				ponta	f. ponta	ponta	f. ponta					
u	jan	181,3	172,2	205,0	205,0	0,0	0,0	8.461	76.028	0,707	0,665	39,77
u	fev	177,6	165,0	205,0	205,0	0,0	0,0	7.772	78.224	0,663	0,714	40,01
u	mar	183,8	178,2	205,0	205,0	0,0	0,0	8.349	76.160	0,688	0,644	39,76
u	abr	196,0	194,2	205,0	205,0	0,0	0,0	11.009	82.480	0,851	0,640	42,15
s	mai	197,0	189,6	205,0	205,0	0,0	0,0	10.146	79.596	0,781	0,632	43,35
s	jun	179,4	186,2	205,0	205,0	0,0	0,0	9.844	81.004	0,832	0,655	43,58
s	jul	183,2	178,9	205,0	205,0	0,0	0,0	10.076	81.072	0,833	0,683	43,69
s	ago	167,8	167,5	205,0	205,0	0,0	0,0	9.922	82.152	0,896	0,739	43,90
s	set	174,4	192,0	205,0	205,0	0,0	0,0	9.361	74.972	0,813	0,588	41,89
s	out	167,5	169,1	205,0	205,0	0,0	0,0	9.188	72.100	0,831	0,642	41,10
s	nov	179,2	161,4	205,0	205,0	0,0	0,0	9.353	83.740	0,791	0,781	44,07
u	dez	177,6	169,1	205,0	205,0	0,0	0,0	9.516	80.996	0,812	0,721	41,27

Faturamento (R\$ mil/per.)	PS	PU	FS	FU	total
	126,05	86,95	175,53	116,00	504,53

# ANÁLISE TARIFÁRIA PARA ILUMINAÇÃO EXTERNA

## THS AZUL OTIMIZADO / ESTIMADO

Cliente:	Prédio								
Endereço:	0								
UC:	0	Estação	0	Tensão	0	Subgrupo:	AS	Tarifa:	SET/06 A AGO-07

Contrato:	PS	PU	FS	FU	Tolerância
(kW)	179,1	178,2	174,5	176,6	10

Saz.	Mês	Demanda kW						Consumo (kWh)		Fator de carga		Fatur. (R\$ mil)
		medida		faturada				ponta	f. ponta	ponta	f. ponta	
		ponta	f. ponta	normal		ultrapassagem						
				ponta	f. ponta	ponta	f. ponta					
u	jan	181,3	172,2	181,3	176,6	0,0	0,0	8.461	76.028	0,707	0,665	37,39
u	fev	177,6	165,0	178,2	176,6	0,0	0,0	7.772	78.224	0,663	0,714	37,42
u	mar	183,8	178,2	183,8	178,2	0,0	0,0	8.349	76.160	0,688	0,644	37,60
u	abr	196,0	194,2	196,0	194,2	0,0	0,0	11.009	82.480	0,851	0,640	41,25
s	mai	197,0	189,6	197,0	189,6	0,0	0,0	10.146	79.596	0,781	0,632	42,39
s	jun	179,4	186,2	179,4	186,2	0,0	0,0	9.844	81.004	0,832	0,655	41,32
s	jul	183,2	178,9	183,2	178,9	0,0	0,0	10.076	81.072	0,833	0,683	41,50
s	ago	167,8	167,5	179,1	174,5	0,0	0,0	9.922	82.152	0,896	0,739	41,31
s	set	174,4	192,0	179,1	192,0	0,0	0,0	9.361	74.972	0,813	0,588	39,76
s	out	167,5	169,1	179,1	174,5	0,0	0,0	9.188	72.100	0,831	0,642	38,52
s	nov	179,2	161,4	179,2	174,5	0,0	0,0	9.353	83.740	0,791	0,781	41,49
u	dez	177,6	169,1	178,2	176,6	0,0	0,0	9.516	80.996	0,812	0,721	38,68

Faturamento (R\$ mil/per.)	PS	PU	FS	FU	total
	115,08	79,54	171,22	112,79	478,63

# ANÁLISE TARIFÁRIA PARA ILUMINAÇÃO EXTERNA

## THS VERDE OTIMIZADO / SIMULADO

Cliente:	Prédio								
Endereço:	0								
UC:	0	Estação:	0	Tensão:	0	Subgrupo:	AS	Tarifa:	SET/06 A AGO-07

Contrato:	S	U
(kW)	179,1	178,2

Tolerância
10

Saz.	Mês	Medida	Demanda kW		Consumo (kWh)		Fator de carga	Fatur. (R\$ mil)
			normal	Faturada ultrapassagem	ponta	f. ponta		
u	jan	181,3	181,3	0,0	8.461	76.028	0,638	33,82
u	fev	177,6	178,2	0,0	7.772	78.224	0,663	33,27
u	mar	183,8	183,8	0,0	8.349	76.160	0,630	33,76
u	abr	196,0	196,0	0,0	11.009	82.480	0,653	39,23
s	mai	197,0	197,0	0,0	10.146	79.596	0,624	39,57
s	jun	186,2	186,2	0,0	9.844	81.004	0,668	39,20
s	jul	183,2	183,2	0,0	10.076	81.072	0,682	39,47
s	ago	167,8	179,1	0,0	9.922	82.152	0,751	39,41
s	set	192,0	192,0	0,0	9.361	74.972	0,602	37,16
s	out	169,1	179,1	0,0	9.188	72.100	0,658	35,85
s	nov	179,2	179,2	0,0	9.353	83.740	0,712	38,99
u	dez	177,6	178,2	0,0	9.516	80.996	0,698	36,34

Faturamento (R\$ mil/per.)	S	U	TOTAL
	269,65	176,41	446,06



# ANÁLISE TARIFÁRIA PARA ILUMINAÇÃO EXTERNA

## CONVENCIONAL OTIMIZADO/SIMULADO

Cliente:	Prédio								
Endereço:	0								
UC:	0	Estação:	0	Tensão:	0	Subgrupo:	AS	Tarifa:	SET/06 A AGO-07

Contrato:	(kW)
	179,1

Tolerância
10

Saz.	Mês	Medida	Demanda kW		Consumo (kWh)	Fator de carga	Fatur. (R\$ mil)
			Faturada				
			normal	ultrapassagem			
u	jan	181,3	181,3	0,0	84.489	0,638	38,60
u	fev	177,6	179,1	0,0	85.996	0,663	38,84
u	mar	183,8	183,8	0,0	84.509	0,630	38,81
u	abr	196,0	196,0	0,0	93.489	0,653	42,34
s	mai	197,0	197,0	0,0	89.742	0,624	41,36
s	jun	186,2	186,2	0,0	90.848	0,668	40,80
s	jul	183,2	183,2	0,0	91.148	0,682	40,64
s	ago	167,8	179,1	0,0	92.074	0,751	40,56
s	set	192,0	192,0	0,0	84.333	0,602	39,42
s	out	169,1	179,1	0,0	81.288	0,658	37,51
s	nov	179,2	179,2	0,0	93.093	0,712	40,86
u	dez	177,6	179,1	0,0	90.512	0,698	40,12

Faturamento (R\$ mil/per.)	<b>TOTAL</b>
	479,86

## ANÁLISE TARIFÁRIA PARA ILUMINAÇÃO EXTERNA

<b>COMPARAÇÃO ENTRE ALTERNATIVAS TARIFÁRIAS</b>			
	<b>R\$mil/per</b>	<b>R\$/MWh</b>	<b>%</b>
<b>AZUL - SITUAÇÃO ATUAL</b>	<b>504,53</b>	<b>475,29</b>	<b>100,0</b>
<b>AZUL - SIMULADO</b>	<b>478,63</b>	<b>450,89</b>	<b>94,9</b>
<b>VERDE SIMULADO</b>	<b>446,06</b>	<b>420,21</b>	<b>88,4</b>
<b>CONVENCIONAL</b>	<b>479,86</b>	<b>452,05</b>	<b>95,1</b>

# ANEXO 10

## ANÁLISE TARIFÁRIA PARA SERVIÇOS AUXILIARES

THS AZUL

Cliente:	Prédio					
Endereço:						
UC:	Estação:	Tensão:	Subgrupo:	AS	Período:	SET/06 A AGO-07

Contrato:	PS	PU	FS	FU	Tolerância
(kW)	150,0	150,0	150,0	150,0	10

Saz.	Mês	Demanda kW						Consumo (kWh)		Fator de carga		Fatur. (R\$ mil)
		medida		faturada				ponta	f. ponta	ponta	f. ponta	
		ponta	f. ponta	normal		ultrapassagem						
				ponta	f. ponta	ponta	f. ponta					
u	jan	144,0	164,5	150,0	164,5	0,0	0,0	5.336	53.232	0,561	0,487	28,62
u	fev	140,8	163,5	150,0	163,5	0,0	0,0	6.108	54.760	0,657	0,504	29,22
u	mar	156,5	167,0	156,5	150,0	0,0	17,0	5.972	59.056	0,578	0,532	31,58
u	abr	156,5	163,5	156,5	163,5	0,0	0,0	7.697	57.064	0,745	0,526	30,77
s	mai	153,3	158,1	153,3	158,1	0,0	0,0	6.640	53.248	0,656	0,507	30,60
s	jun	143,7	154,9	150,0	154,9	0,0	0,0	6.470	53.096	0,682	0,516	30,19
s	jul	155,2	153,9	155,2	153,9	0,0	0,0	6.659	50.720	0,650	0,496	30,01
s	ago	141,8	155,5	150,0	155,5	0,0	0,0	7.079	55.552	0,757	0,538	31,06
s	set	143,0	145,3	150,0	150,0	0,0	0,0	6.844	56.424	0,725	0,585	31,04
s	out	145,9	148,5	150,0	150,0	0,0	0,0	6.812	53.960	0,707	0,547	30,41
s	nov	145,0	146,2	150,0	150,0	0,0	0,0	6.851	57.592	0,716	0,593	31,33
u	dez	134,4	153,3	150,0	153,3	0,0	0,0	6.128	55.120	0,691	0,542	29,04

Faturamento (R\$ mil/per.)	PS	PU	FS	FU	total
	91,89	63,88	122,75	85,36	363,87

# ANÁLISE TARIFÁRIA PARA SERVIÇOS AUXILIARES

## THS AZUL OTIMIZADO / ESTIMADO

Cliente:	Prédio										
Endereço:	0										
UC:	0	Estação	0	Tensão	0	Subgrupo:	AS	Tarifa:	SET/06 A AGO-07		

Contrato:	PS	PU	FS	FU
(kW)	141,5	142,3	144,6	153,2

Tolerância
10

Saz.	Mês	Demanda kW						Consumo (kWh)		Fator de carga		Fatur. (R\$ mil)
		medida		faturada				ponta	f. ponta	ponta	f. ponta	
		ponta	f. ponta	normal		ultrapassagem						
				ponta	f. ponta	ponta	f. ponta					
u	jan	144,0	164,5	144,0	164,5	0,0	0,0	5.336	53.232	0,561	0,487	28,21
u	fev	140,8	163,5	142,3	163,5	0,0	0,0	6.108	54.760	0,657	0,504	28,69
u	mar	156,5	167,0	156,5	167,0	0,0	0,0	5.972	59.056	0,578	0,532	30,69
u	abr	156,5	163,5	156,5	163,5	0,0	0,0	7.697	57.064	0,745	0,526	30,77
s	mai	153,3	158,1	153,3	158,1	0,0	0,0	6.640	53.248	0,656	0,507	30,60
s	jun	143,7	154,9	143,7	154,9	0,0	0,0	6.470	53.096	0,682	0,516	29,75
s	jul	155,2	153,9	155,2	153,9	0,0	0,0	6.659	50.720	0,650	0,496	30,01
s	ago	141,8	155,5	141,8	155,5	0,0	0,0	7.079	55.552	0,757	0,538	30,49
s	set	143,0	145,3	143,0	145,3	0,0	0,0	6.844	56.424	0,725	0,585	30,43
s	out	145,9	148,5	145,9	148,5	0,0	0,0	6.812	53.960	0,707	0,547	30,09
s	nov	145,0	146,2	145,0	146,2	0,0	0,0	6.851	57.592	0,716	0,593	30,88
u	dez	134,4	153,3	142,3	153,3	0,0	0,0	6.128	55.120	0,691	0,542	28,51

Faturamento (R\$ mil/per.)	PS	PU	FS	FU	total
	89,77	62,40	122,49	84,47	359,12

# ANÁLISE TARIFÁRIA PARA SERVIÇOS AUXILIARES

## THS VERDE OTIMIZADO / SIMULADO

Cliente:	Prédio								
Endereço:	0								
UC:	0	Estação:	0	Tensão:	0	Subgrupo:	AS	Tarifa:	SET/06 A AGO-07

Contrato:	S	U
(kW)	144,7	153,2

Tolerância
10

Saz.	Mês	Medida	Demanda kW		Consumo (kWh)		Fator de carga	Fatur. (R\$ mil)
			normal	Faturada ultrapassagem	ponta	f. ponta		
u	jan	164,5	164,5	0,0	5.336	53.232	0,488	23,84
u	fev	163,5	163,5	0,0	6.108	54.760	0,510	25,24
u	mar	167,0	167,0	0,0	5.972	59.056	0,533	26,11
u	abr	163,5	163,5	0,0	7.697	57.064	0,543	27,99
s	mai	158,1	158,1	0,0	6.640	53.248	0,519	26,95
s	jun	154,9	154,9	0,0	6.470	53.096	0,527	26,58
s	jul	155,2	155,2	0,0	6.659	50.720	0,506	26,27
s	ago	155,5	155,5	0,0	7.079	55.552	0,552	28,09
s	set	145,3	145,3	0,0	6.844	56.424	0,597	27,70
s	out	148,5	148,5	0,0	6.812	53.960	0,561	27,12
s	nov	146,2	146,2	0,0	6.851	57.592	0,604	28,02
u	dez	153,3	153,3	0,0	6.128	55.120	0,547	25,08

Faturamento (R\$ mil/per.)	S	U	TOTAL
	190,71	128,25	318,97

# ANÁLISE TARIFÁRIA PARA SERVIÇOS AUXILIARES

## CONVENCIONAL OTIMIZADO/SIMULADO

Cliente: Prédio  
 Endereço: 0  
 UC: 0 Estação: 0 Tensão: 0 Subgrupo: AS Tarifa: SET/06 A AGO-07

Contrato: (kW)  
 151,9

Tolerância  
 10

Saz.	Mês	Medida	Demanda kW		Consumo (kWh)	Fator de carga	Fatur. (R\$ mil)
			normal	Faturada ultrapassagem			
u	jan	164,5	164,5	0,0	58.568	0,488	29,91
u	fev	163,5	163,5	0,0	60.868	0,510	30,48
u	mar	167,0	167,0	0,0	65.028	0,533	31,94
u	abr	163,5	163,5	0,0	64.761	0,543	31,58
s	mai	158,1	158,1	0,0	59.888	0,519	29,76
s	jun	154,9	154,9	0,0	59.566	0,527	29,41
s	jul	155,2	155,2	0,0	57.379	0,506	28,82
s	ago	155,5	155,5	0,0	62.631	0,552	30,33
s	set	145,3	151,9	0,0	63.268	0,597	30,21
s	out	148,5	151,9	0,0	60.772	0,561	29,50
s	nov	146,2	151,9	0,0	64.443	0,604	30,54
u	dez	153,3	153,3	0,0	61.248	0,547	29,76

Faturamento (R\$ mil/per.)	<b>TOTAL</b>
	362,24

## ANÁLISE TARIFÁRIA PARA SERVIÇOS AUXILIARES

<b>COMPARAÇÃO ENTRE ALTERNATIVAS TARIFÁRIAS</b>			
	<b>R\$mil/per</b>	<b>R\$/MWh</b>	<b>%</b>
<b>AZUL - SITUAÇÃO ATUAL</b>	<b>363,87</b>	<b>492,77</b>	<b>100,0</b>
<b>AZUL - SIMULADO</b>	<b>359,12</b>	<b>486,34</b>	<b>98,7</b>
<b>VERDE SIMULADO</b>	<b>318,97</b>	<b>431,96</b>	<b>87,7</b>
<b>CONVENCIONAL</b>	<b>362,24</b>	<b>490,56</b>	<b>99,6</b>

## ANEXO 11

	set/06	out/06	nov/06	dez/06	jan/07	fev/07	mar/07	abr/07	mai/07	jun/07	jul/07	ago/07	TOTAL
Consumo B3 (R\$)	16.394,00	17.491,30	17.544,24	18.059,24	17.710,23	15.667,26	15.840,42	16.801,34	17.123,44	15.291,32	15.213,26	16.030,63	199.166,69

	set/06	out/06	nov/06	dez/06	jan/07	fev/07	mar/07	abr/07	mai/07	jun/07	jul/07	ago/07	TOTAL
Demanda AS (R\$)	12.175,50	12.175,50	12.175,50	12.175,50	12.175,50	12.175,50	12.175,50	12.175,50	12.175,50	12.175,50	12.175,50	12.175,50	146.106,00
Consumo AS (R\$)	10.330,26	11.021,69	11.055,05	11.379,57	11.159,64	9.872,32	9.981,43	10.586,93	10.789,90	9.635,43	9.586,24	10.101,29	125.499,74
Total (R\$)	22.505,76	23.197,19	23.230,55	23.555,07	23.335,14	22.047,82	22.156,93	22.762,43	22.965,40	21.810,93	21.761,74	22.276,79	271.605,74

	Tarifa
B3 - R\$/MWh	448,61
Demanda - Convencional AS - R\$/kW	81,17
Consumo - Convencional AS - R\$/MWh	282,68



## ANEXO 12

Tabela de dados de iluminação: *Hall* de elevadores do bloco A

Nome do recinto	Iluminação	Iluminância medida (lux)	Cor do teto	Cor da parede	Cor do chão	Dias de uso por mês	Horário de uso	Observações
2º andar	Dicrónica, embutir, (1x50W) - 18 conjuntos	66,4	Escura	Escura	Escura	30	24 horas	
3º andar	Fluorescente Compacta, embutir, (1x18W) - 12 conjuntos	62,3	Clara	Clara	Média	30	24 horas	
4º andar	Fluorescente Compacta, embutir, (1x18W) - 12 conjuntos	65,2	Clara	Clara	Média	30	24 horas	
5º andar	Fluorescente Compacta, embutir, (1x18W) - 28 conjuntos	184,3	Clara	Média	Média	30	24 horas	
6º andar	Fluorescente Compacta, embutir, (1x18W) - 22 conjuntos	130,8	Clara	Média	Média	30	24 horas	
7º andar	Dicrónica, embutir, (1x50W) - 18 conjuntos	68,3	Clara	Escura	Escura	30	24 horas	
8º andar	Fluorescente Compacta, embutir, (1x18W) - 20 conjuntos	113,7	Clara	Clara	Média	30	24 horas	
9º andar	Fluorescente Compacta, embutir, (1x18W) - 16 conjuntos	102,8	Clara	Média	Média	30	24 horas	
10º andar	Fluorescente Compacta, embutir, (1x18W) - 22 conjuntos	124,3	Clara	Média	Média	30	24 horas	
11º andar	Fluorescente Compacta, embutir, (1x18W) - 16 conjuntos	98,4	Clara	Média	Média	30	24 horas	
12º andar	Fluorescente Compacta, embutir, (1x18W) - 8 conjuntos Dicrónica, embutir, (1x50W) - 7 conjuntos	88,2	Clara	Clara	Média	30	24 horas	
13º andar	Dicrónica, embutir, (2x50W) - 4 conjuntos Dicrónica, embutir, (1x50W) - 12 conjuntos	163	Clara	Média	Média	30	24 horas	8 queimadas
14º andar	Fluorescente Compacta, embutir, (1x18W) - 16 conjuntos	103,6	Clara	Média	Média	30	24 horas	
15º andar	Fluorescente Compacta, embutir, (1x18W) - 16 conjuntos	78,2	Clara	Escura	Escura	30	24 horas	2 queimadas
16º andar	Fluorescente Tubular, embutir, (4x16W) - 10 conjuntos	322,1	Médio	Média	Média	30	24 horas	
17º andar	Fluorescente Compacta, embutir, (1x18W) - 14 conjuntos	66,8	Clara	Média	Média	30	24 horas	
18º andar	Fluorescente Compacta, embutir, (1x18W) - 16 conjuntos	100,3	Clara	Média	Média	30	24 horas	

Tabela de dados de iluminação: *Hall* de elevadores do bloco B

	Iluminação	Iluminância medida (lux)	Cor do teto	Cor da parede	Cor do chão	Dias de uso por mês	Horário de uso	Observações
2º andar	Fluorescente Compacta, embutir, (1x18W) - 16 conjuntos	79,2	Clara	Escura	Escura	30	24 horas	
3º andar	Fluorescente Tubular, embutir, (2x32W) - 6 conjuntos	152,3	Clara	Média	Média	30	24 horas	
4º andar	Fluorescente Tubular, sanca, (1x16W) - 4 conjuntos	58	Clara	Clara	Média	30	24 horas	
5º andar	Fluorescente Compacta, embutir, (1x18W) - 20 conjuntos	111,2	Clara	Média	Média	30	24 horas	
6º andar	Fluorescente Compacta, embutir, (1x18W) - 21 conjuntos Dicrónica, embutir, (1x50W) - 3 conjuntos	93,4	Clara	Média	Média	30	24 horas	2 fluorescentes queimadas
7º andar	Fluorescente Compacta, embutir, (1x18W) - 21 conjuntos	127,2	Clara	Média	Média	30	24 horas	
8º andar	Fluorescente Compacta, embutir, (1x18W) - 20 conjuntos	119	Clara	Média	Média	30	24 horas	
9º andar	Fluorescente Compacta, embutir, (1x18W) - 12 conjuntos	77,3	Clara	Média	Média	30	24 horas	1 queimada
10º andar	Fluorescente Compacta, embutir, (1x18W) - 21 conjuntos	129,4	Média	Média	Média	30	24 horas	1 queimada
11º andar	Fluorescente Compacta, embutir, (1x18W) - 16 conjuntos Fluorescente Compacta, embutir, (2x18W) - 3 conjuntos	104,8	Clara	Média	Média	30	24 horas	
12º andar	Dicrónica, embutir, (1x50W) - 14 conjuntos	81,2	Clara	Média	Média	30	24 horas	2 queimadas
13º andar	Dicrónica, embutir, (1x50W) - 12 conjuntos Fluorescente Compacta, embutir, (1x18W) - 1 conjunto	86,3	Clara	Clara	Média	30	24 horas	2 dicróicas queimadas
14º andar	Fluorescente Compacta, embutir, (1x18W) - 16 conjuntos	98,4	Clara	Média	Média	30	24 horas	
15º andar	Dicrónica, embutir, (1x50W) - 24 conjuntos	108,6	Clara	Escura	Escura	30	24 horas	3 queimadas
16º andar	Fluorescente Tubular, sanca, (2x32W) - 16 conjuntos	103,4	Clara	Média	Média	30	24 horas	1 queimada
17º andar	Fluorescente Compacta, embutir, (1x18W) - 4 conjuntos Incandescente, embutir, (1x40W) - 2 unidades	54,1	Clara	Média	Média	30	24 horas	
18º andar	Dicrónica, embutir, (1x50W) - 11 conjuntos Fluorescente Compacta, embutir, (1x18W) - 7 conjuntos	96,9	Clara	Escura	Escura	30	24 horas	

## ANEXO 13

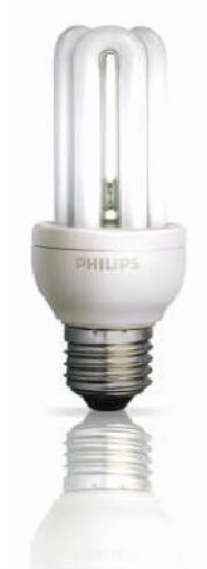


Foto Ilustrativa

### Lâmpadas Fluorescentes Compactas Integradas Genie

Miniaturização e economia de energia.

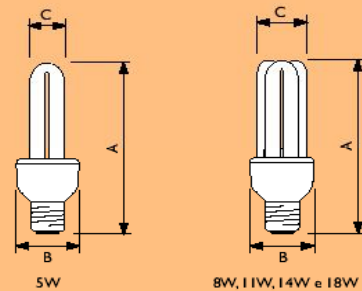
#### Descrição

São lâmpadas fluorescentes compactas integradas extremamente miniaturizadas, que possuem reator e base E27 já acoplados aos tubos fluorescentes, tornando sua instalação extremamente prática. Proporcionam economia de energia, durabilidade e qualidade de luz quando comparadas com lâmpadas incandescentes tradicionais (consomem até 80% menos energia e duram até oito vezes mais considerando um uso diário de até 3 horas). Possuem opção de luz clara (branca) ou suave (amarela).

#### Aplicações

Devido a sua grande praticidade de instalação e seu formato extremamente compacto tornam-se ideais para iluminação geral e decorativa de residências, hotéis e similares, considerando que a opção de luz clara (branca) é indicada para iluminação de áreas onde ocorra o desenvolvimento freqüente de atividades, como cozinhas e áreas de serviço. Já a opção de luz suave (amarela) é indicada para iluminação de áreas de descanso, como salas e quartos.

Quando utilizadas em substituição de lâmpadas incandescentes tradicionais, recomenda-se que seja verificada a equivalência ideal de potências, visando manter a mesma quantidade de luz para o ambiente iluminado.



#### Dados de dimensões em mm

Tipo	A	B	C
5W	107	37	23
8W	110	44	35
11W	120	44	35
14W	130	44	35
18W	135	48	41

# PHILIPS

Código Comercial	Cor	Potência (W)	Base	Tensão (V)	Fluxo luminoso (lm)	Eficiência Luminosa (lm/W)	Temperatura de cor (K)	IRC	Vida mediana (horas)	Código de barras individual	Código de barra coletivo
PLEW5W127GENBLI	luz amarela	5	E27	110-127V	235	47	2700	82	8000	8711500268204	08711500268266
PLEW5W220GENBLI	luz amarela	5	E27	220-240V	235	47	2700	82	8000	8711500268174	08711500268235
PLEW8W127GENBLI	luz amarela	8	E27	110-127V	420	53	2700	82	8000	8711500268211	08711500268273
PLEW8W220GENBLI	luz amarela	8	E27	220-240V	420	53	2700	82	8000	8711500268181	08711500268242
PLEW11W127GENBLI	luz amarela	11	E27	110-127V	600	55	2700	82	8000	8711500268228	08711500268280
PLEW11W220GENBLI	luz amarela	11	E27	220-240V	600	55	2700	82	8000	8711500268198	08711500268259
PLEW14W127GENBLI	luz amarela	14	E27	110-127V	800	57	2700	82	8000	8711500269300	08711500268495
PLEW14W220GENBLI	luz amarela	14	E27	220-240V	800	57	2700	82	8000	8711500269297	08711500268471
PLEW18W127GENBLI	luz amarela	18	E27	110-127V	1100	61	2700	82	8000	8711500797384	08711500797360
PLEW18W220GENBLI	luz amarela	18	E27	220-240V	1100	61	2700	82	8000	8711500318213	08711500318251
PLED5W127GENBLI	luz branca	5	E27	110-127V	220	44	6500	78	8000	8711500267559	08711500267603
PLED5W220GENBLI	luz branca	5	E27	220-240V	220	44	6500	78	8000	8710163000817	08711500267238
PLED8W127GENBLI	luz branca	8	E27	110-127V	400	50	6500	78	8000	8711500267573	08711500267627
PLED8W220GENBLI	luz branca	8	E27	220-240V	400	50	6500	78	8000	8710163000855	08711500267276
PLED11W127GENBLI	luz branca	11	E27	110-127V	570	52	6500	78	8000	8711500267580	08711500267634
PLED11W220GENBLI	luz branca	11	E27	220-240V	570	52	6500	78	8000	8711500267382	08711500267399
PLED14W127GENBLI	luz branca	14	E27	110-127V	760	54	6500	80	8000	8711500269317	08711500268501
PLED14W220GENBLI	luz branca	14	E27	220-240V	760	54	6500	80	8000	8711500269294	08711500268488
PLED18W127GENBLI	luz branca	18	E27	110-127V	1080	60	6500	82	8000	8711500797377	08711500797391
PLED18W220GENBLI	luz branca	18	E27	220-240V	1080	60	6500	82	8000	8711500318220	08711500318268

■ Luz Clara ■ Luz Suave

Tabela de equivalência aproximada com lâmpadas incandescentes

Genie (Clara ou Suave)	Incandescentes
5W	25W
8W	30W
11W	50W
14W	60W
18W	80W



Foto Ilustrativa

## Lâmpadas Fluorescentes Compactas Integradas PLE-H

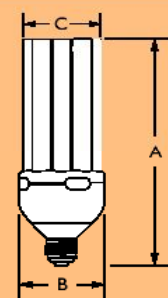
Durabilidade e Eficiência.

### Descrição

As lâmpadas fluorescentes compactas integradas Master PLE-H possuem emissão de lúmen ultra intensa graças à sua avançada tecnologia que utiliza amálgama e base com sistema "air-pump" patenteado, que promove o resfriamento dos circuitos eletrônicos da lâmpada e garante a performance do produto com níveis excepcionais de efetividade e durabilidade. As lâmpadas Master PLE-H oferecem uma performance excepcional de 10.000 horas proporcionando reduções significativas nos custos de manutenção e instalação. São uma alternativa interessante para substituir lâmpadas como ML ou HPL que tenham base convencional E27.

### Aplicações

São ideais para iluminação de áreas internas como armazéns, lojas e áreas externas como iluminação de ruas em áreas residenciais, caminhos em jardins, calçadas e garagens. Sua excelente reprodução de cores propicia a aplicação destas lâmpadas em lojas e restaurantes, contribuindo para a melhoria da performance comercial destes estabelecimentos.



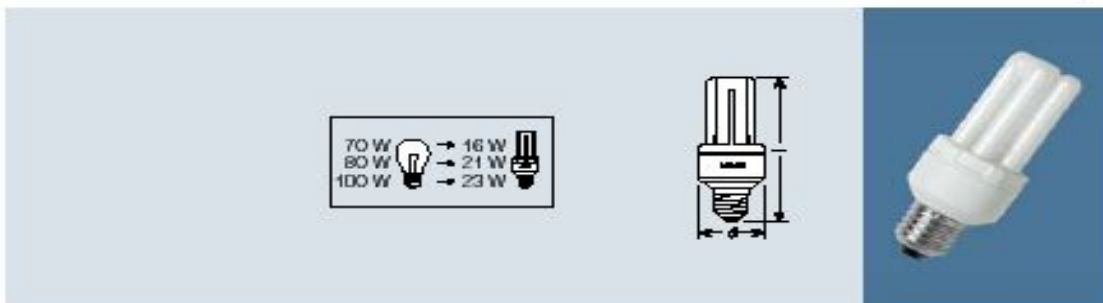
Diagramas de dimensões em mm

Tipo	A	B	C
	máx.	máx.	máx.
45W	227	80.2	70.2
65W	261	80.2	70.2

# PHILIPS

Código Comercial	Potência (W)	Base	Tensão (V)	Corrente (A)	Fluxo luminoso (lm)	IRC	Temperatura de cor (K)	Eficiência Luminosa (lm/W)	Vida mediana (horas)	Código de barras individual	Código de barra coletivo
■ PLEH45W127V-840	45	E27	110-127V	-	3000	80	4000	67	10000	8711500797629	08711500797704
■ PLEH45W220V-840	45	E27	220-240V	-	3000	80	4000	67	10000	8711500797605	08711500797781
■ PLEH65W127V-840	65	E27	110-127V	-	4200	80	4000	65	10000	8711500797667	08711500797742
■ PLEH65W220V-840	65	E27	220-240V	-	4200	80	4000	65	10000	8711500797643	08711500797728
■ PLEH45W127V-865	45	E27	110-127V	-	3000	80	6500	67	10000	8711500797636	08711500797711
■ PLEH45W220V-865	45	E27	220-240V	-	3000	80	6500	67	10000	8711500797612	08711500797698
■ PLEH65W127V-865	65	E27	110-127V	-	4200	80	6500	65	10000	8711500797674	08711500797759
■ PLEH65W220V-865	65	E27	220-240V	-	4200	80	6500	65	10000	8711500797650	08711500797735

■ Produtos Master



**DULUXSTAR®**

Vida útil: 6.000 horas

	Tensão	Potência	Fluxo Luminoso	Temp. de cor	Índice de reprod.	Diâmetro	Comprimento	Base
DULUXSTAR® 16W/840	110-130	16	950	4000	80-89	52	148	E27
DULUXSTAR® 16W/827	110-130	16	950	2700	80-89	52	148	E27
DULUXSTAR® 16W/840	220-240	16	950	4000	80-89	52	148	E27
DULUXSTAR® 16W/827	220-240	16	920	2700	80-89	52	148	E27
DULUXSTAR® 21W/860	110-130	21	1200	6000	80-89	52	161,5	E27
DULUXSTAR® 21W/840	110-130	21	1250	4000	80-89	52	161,5	E27
DULUXSTAR® 21W/827	110-130	21	1250	2700	80-89	52	161,5	E27
DULUXSTAR® 20W/840	220-240	20	1050	4000	80-89	52	161,5	E27
DULUXSTAR® 20W/827	220-240	20	1000	2700	80-89	52	161,5	E27
DULUXSTAR® 23W/840	110-130	23	1400	4000	80-89	52	181	E27
DULUXSTAR® 23W/827	110-130	23	1400	2700	80-89	52	181	E27
DULUXSTAR® 23W/840	220-240	23	1200	4000	80-89	52	176	E27
DULUXSTAR® 23W/827	220-240	23	1250	2700	80-89	52	176	E27

- As lâmpadas DULUXSTAR® possuem vida útil de até 6.000 horas, ou seja, durabilidade de 6 a 8 vezes maior do que a das lâmpadas incandescentes comuns.
- Economizam até 80% de energia e podem ser instaladas no mesmo soquete das lâmpadas incandescentes comuns.
- São leves e extremamente compactas, podendo ser utilizadas em abajures, plafonniers, spots pendentes, lustres e embutidos, realçando e aquecendo menos os ambientes.
- Adequadas para todos os tipos de ambientes, principalmente onde uma iluminação contínua e econômica é necessária.
- Proporcionam maior conforto visual, sem cintilação e sem efeito estroboscópico.
- Acendimento imediato.
- Posição de funcionamento: universal.
- Não podem ser "dimmerizadas" ou utilizadas com interruptores eletrônicos.

- É a linha de fluorescentes compactas econômicas indicada para todos os tipos de ambientes, principalmente onde uma iluminação contínua é necessária.
- Cor 827 (2.700 K) – para ambientes onde se deseja atmosfera aconchegante e tranquila, como residências, hotéis, restaurantes refinados, etc.
- Cor 840 (4.000 K) – para ambientes ativos onde se pretende estimular a produtividade ou o consumo, como em restaurantes fast-food, shoppings, hospitais, academias, etc.
- Cor 860 (6.000 K) – para proporcionar o efeito de um ambiente mais "clean" ou para dar a sensação de um ambiente mais frio.

## ANEXO 14

Este anexo tem como objetivo mostrar como se utiliza o programa Lumisoft para cálculo luminotécnico. Este programa foi desenvolvido pela LUMICENTER Engenharia de Iluminação.

A tela inicial do Lumisoft é a apresentada na figura 1.

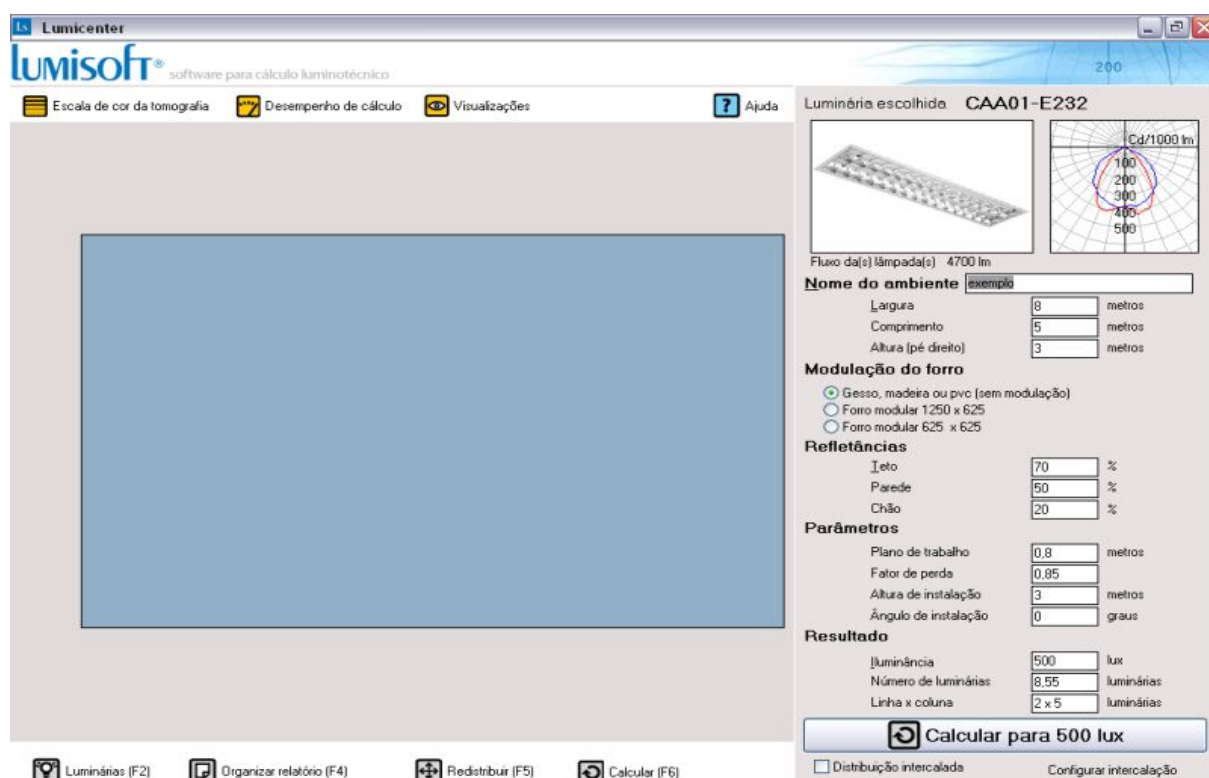


FIGURA 1: Tela inicial do Lumisoft

Inicialmente colocam-se os dados do ambiente:

- Nome do ambiente;
- Largura;
- Comprimento;
- Altura (pé direito);
- Modulação do forro: escolhe-se entre gesso (madeira ou PVC), forro modular 1250 x 625 ou forro modular 625 x 625;
- Refletâncias: teto, parede e chão;



- Parâmetros: plano de trabalho, fator de perda, altura de instalação e ângulo de instalação.

Após entrar com esses dados, escolhe-se a luminária clicando em Luminárias (F2), no canto esquerdo inferior da tela. A tela é mostrada como na figura 2.

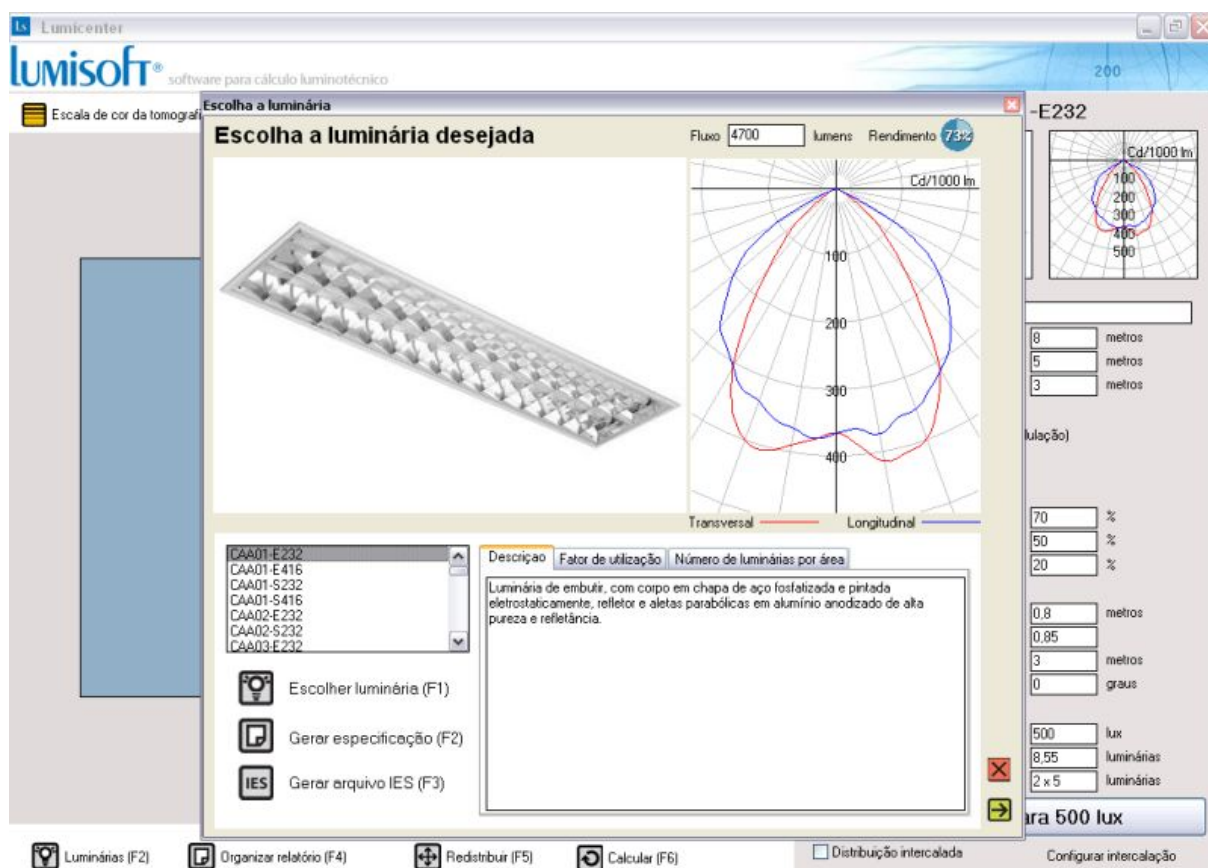


FIGURA 2: Escolhendo a luminária

Em seguida, é necessário escrever a quantidade de lumens correta para a análise desejada. Por exemplo, se a lâmpada analisada apresenta 1200 lúmens de fluxo luminoso, então é esse número que deverá ser escrito no canto direito superior da tela. Depois, é só clicar na seta que encontra-se no canto direito inferior da tela.

Após esses procedimentos, voltando a tela inicial, em Resultado, é necessário escrever o objetivo da análise: se for o resultado para uma determinada iluminância desejada, então basta escrever a quantidade de lux desejada e clicar em “Calcular para XX lux”, que o programa calcula o número de luminárias e a distribuição sugerida. Se o objetivo é ter a iluminância com um determinado número de luminárias, então basta entrar com a quantidade das mesmas que o programa calcula a quantidade de lux e a distribuição sugerida. Para ambos objetivos, o programa gera um desenho do ambiente, conforme os dados que o usuário colocou.

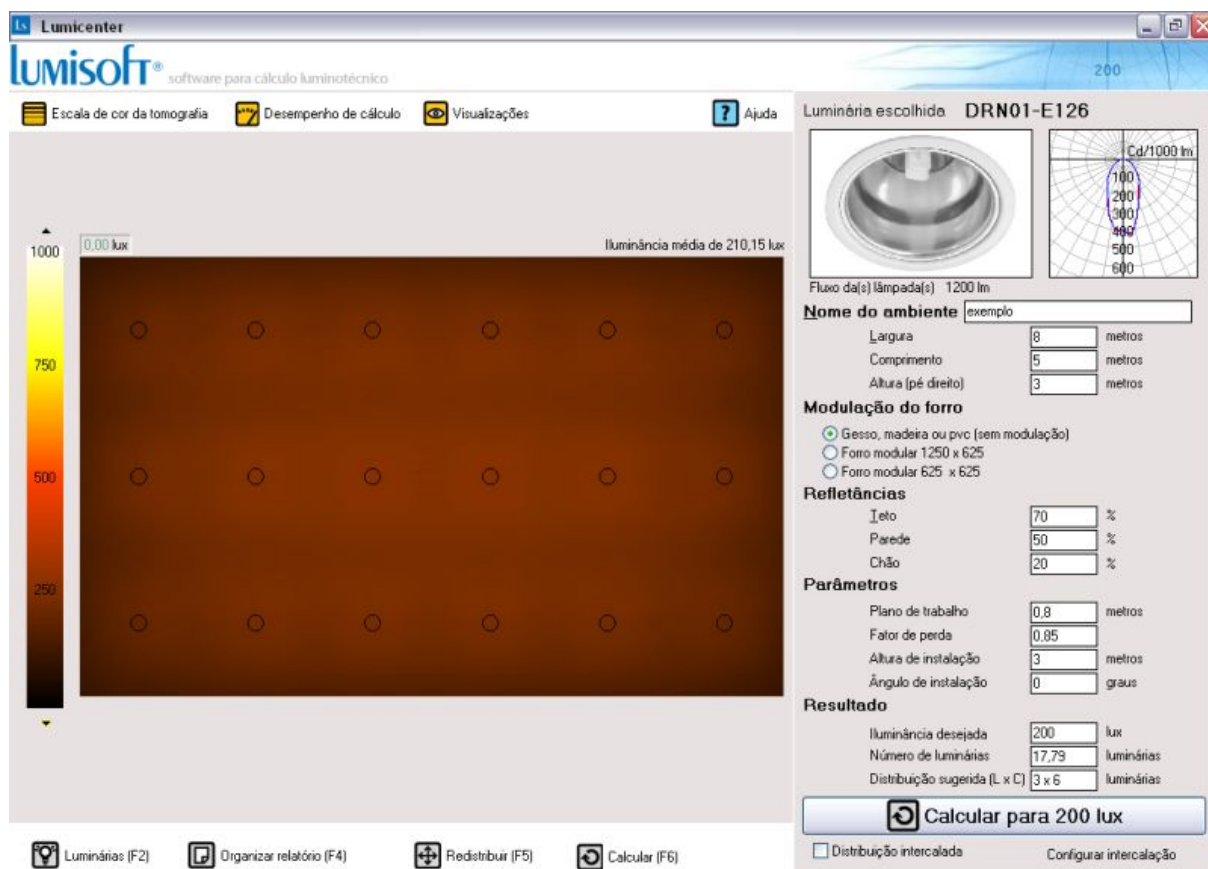


FIGURA 3: Configuração do ambiente

Em seguida, se o usuário desejar, o programa gera um relatório com vários dados da análise luminotécnica, como a distribuição ideal das luminárias no recinto.

## **ANEXO 15**

**LUMICENTER**

# **CÁLCULO LUMINOTÉCNICO**

## CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

### Ambiente:

Largura do ambiente: ..... 4,51 m  
Comprimento do ambiente: ..... 11,45 m  
Altura do ambiente: ..... 2,83 m  
Altura de instalação das luminárias: ..... 2,83 m  
Plano de trabalho considerado: ..... 0,80 m  
Índice de reflexão: Teto: ..... 80,0%  
Parede: ..... 80,0%  
Chão: ..... 50,0%

Fluxo utilizado no cálculo: ..... 760 lúmens/luminária.

---

**Modelo da luminária: .... DRN01-E126**



**Quantidade: 20 luminárias.**

**Iluminância média calculada: 179,49 lux.**

**Ambiente:**  
**Modelo da luminária: DRN01-E126**  
**Quantidade: 20 luminárias.**  
**Iluminância média calculada: 179,49 lux.**

**Tomografia simples**



**Grid de iluminância**

	0,0m	0,5m	0,9m	1,4m	1,8m	2,3m	2,7m	3,2m	3,6m	4,1m	4,5m
0,0m	113	122	126	125	121	120	122	125	126	122	113
1,1m	138	167	179	171	173	178	173	174	181	169	138
2,3m	145	182	201	192	190	194	190	190	198	183	147
3,4m	145	169	185	192	204	219	207	191	183	171	147
4,6m	149	178	192	195	207	215	207	197	192	179	148
5,7m	150	186	206	199	197	201	197	199	205	188	151
6,9m	146	178	192	196	206	217	206	195	194	178	150
8,0m	146	171	182	191	206	216	206	192	186	170	146
9,2m	146	182	200	189	189	195	189	190	198	183	145
10,3m	137	168	180	174	174	178	172	172	180	167	138
11,5m	113	122	126	126	122	120	122	125	127	123	114

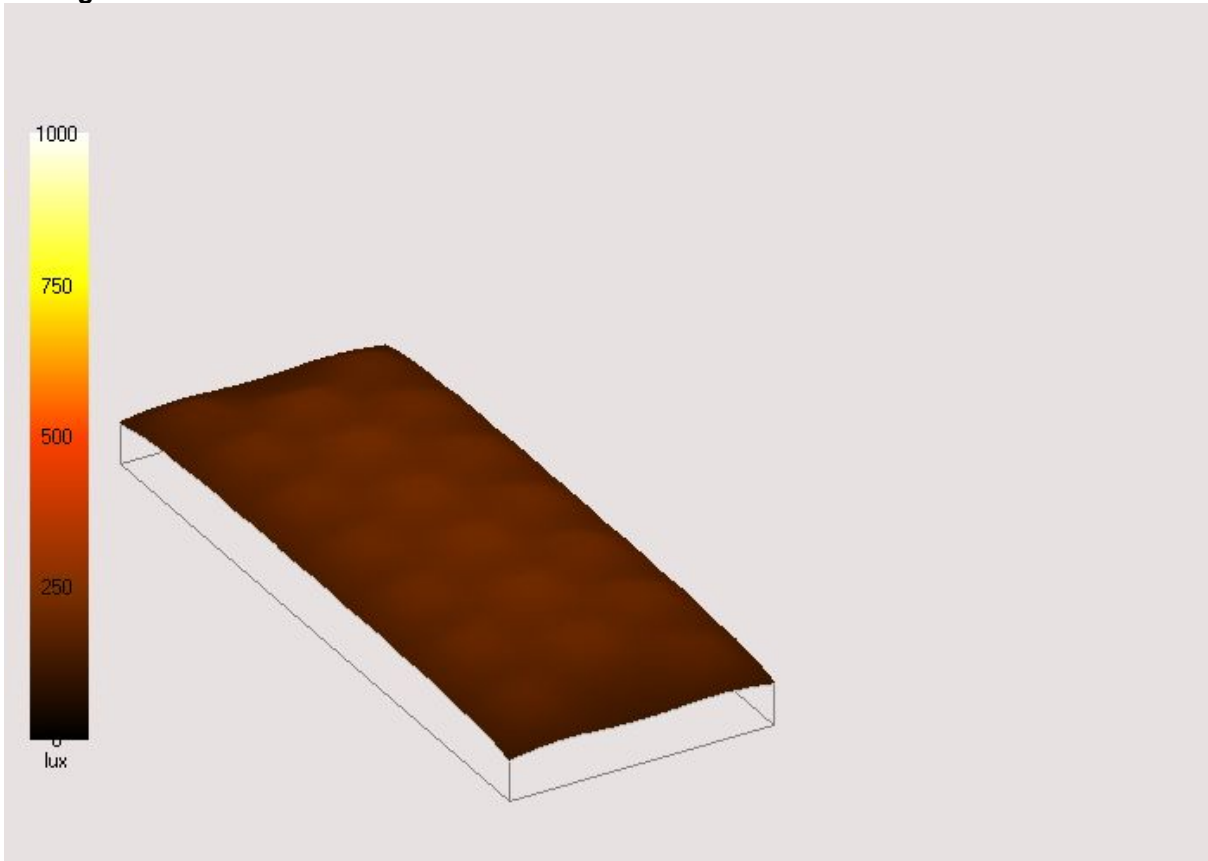
**Ambiente:**  
**Modelo da luminária: DRN01-E126**  
**Quantidade: 20 luminárias.**  
**Illuminância média calculada: 179,49 lux.**

**Tomografia 3 níveis**



**Ambiente:**  
**Modelo da luminária: DRN01-E126**  
**Quantidade: 20 luminárias.**  
**Illuminância média calculada: 179,49 lux.**

### Tomografia 3 dimensões



## **Considerações gerais sobre o cálculo**

O estudo luminotécnico oferecido pelo Lumisoft® visa auxiliar na determinação do modelo, quantidade e dimensionamento de luminárias.

As condições de uso são integralmente regidas pelo CONTRATO DE LICENÇA DE USO DO LUMISOFT®.

A iluminância média ideal, de acordo com a atividade desenvolvida no ambiente, é uma escolha do USUÁRIO, assim como as dimensões, os índice de reflexão do ambiente, o fluxo luminoso das lâmpadas, o fator do reator, o fator de perda e de manutenção, etc. Portanto, o USUÁRIO é o único e exclusivo responsável pela precisão dos dados fornecidos.

Os dados gerados neste estudo podem ser variáveis, em função de alguns fatores como:

- Quadros, placas de sinalização, plantas, objetos decorativos nas paredes, Dry-wall de meia altura, mesas, cadeiras, computadores, objetos diversos;
- Possível variação na tensão da rede da alimentação das luminárias;
- Janelas e portas com incidência de luz natural;
- Cor aparente do teto, piso e paredes bem como texturas aplicadas sobre elas;
- Condições térmicas do ambiente;
- Qualquer fator que possa obstruir a iluminação;
- Variação do desempenho dos equipamentos nas luminárias.



## ANEXO 16

### Avaliação econômico-financeira de alternativas

Principais características das lâmpadas usadas na avaliação.

Potência (W)	Fluxo luminoso (lm)	Tensão (V)	Base	Vida mediana (horas)
14*	760	220	E27	8000
18*	1080	220	E27	8000
23**	1400	220	E27	6000
45*	3000	220	E27	10000

Para as avaliações será utilizada a quantidade de lâmpadas apresentadas pelo programa Lumisoft.

A tabela a seguir mostra a vida mediana das lâmpadas usadas na avaliação em meses, sabendo que ficarão acesas 24 horas, 30 dias por mês.

Potência (W)	Vida mediana (horas)	Vida útil (meses)
14	8000	11
18	8000	11
23	6000	8
45	10000	13

Para o custo das lâmpadas, foi feita uma média dos preços encontrados no mercado:

Potência (W)	Custo (R\$)
14*	8,99
18*	9,98
23**	12,51
45*	27,90

\*Fabricante Philips

\*\*Fabricante OSRAM

As especificações das lâmpadas encontram-se no anexo 13.

Para a análise de troca da luminária de 1 lâmpada eletrônica para outra que comporte 2 lâmpadas eletrônicas, foi feita uma média dos preços encontrados no mercado para este tipo de luminária.

Luminária do tipo embutir para 2 lâmpadas eletrônicas	R\$ 30,58
---	-----------

Para esta análise, o custo considerado é o das novas lâmpadas mais o custo da nova luminária.

Dimensões dos pavimentos do bloco A: 4,51x11,45x2,83

Dimensões dos pavimentos do bloco B: 4,51x10,65x2,83

Critérios:

Taxa de juros de 1% ao mês.

Usando o valor da tarifa convencional (com impostos) para consumo: 0,2827 R\$/ kWh.

Simplificação: não será considerada no cálculo a economia referente à demanda, nem à melhora do fator de potência.

O descaixe referente à aquisição do equipamento se dará no mês 0.

A diferença no consumo é em R\$/mês.

A altura do plano de trabalho considerada é 0,8 metros.

Reator já acoplado, não apresenta perdas.

Não serão considerados os custos de transporte, instalação e manutenção dos equipamentos.

Conjunto avaliado: Fluorescente Compacta, 1 x 18W. Para as seguintes refletâncias: 80% teto, 80% parede, 50% chão, 3º e 4º Andares, Bloco A. 12 luminárias. Consumo total de 216W.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 14W, 21 lâmpadas. Consumo total de 294W. Custo da troca: R\$ 188,79.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(216 * 24 * 30) - (294 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -15,87 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	-15,87	-15,87	-15,87	-15,87	-15,87	-15,87	-15,87	-15,87	-15,87	-15,87	-15,87
Desencaixe	188,79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-188,79	-15,87	-15,87	-15,87	-15,87	-15,87	-15,87	-15,87	-15,87	-15,87	-15,87	-15,87

VPL da proposta: -R\$ 353,32

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 23W, 10 lâmpadas. Consumo total de 230W. Custo da troca: R\$ 125,10.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(216 * 24 * 30) - (230 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -2,85 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Encaixe	0	-2,85	-2,85	-2,85	-2,85	-2,85	-2,85	-2,85	-2,85
Desencaixe	125,1	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-125,1	-2,85	-2,85	-2,85	-2,85	-2,85	-2,85	-2,85	-2,85

VPL da proposta: -R\$ 146,91

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 45W, 4 lâmpadas. Consumo total de 180W. Custo da troca: R\$ 111,60.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(216 * 24 * 30) - (180 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 7,33 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	13
Encaixe	0	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33
Desencaixe	111,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-111,6	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33

VPL da proposta: -R\$ 22,60

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 14W, 10 luminárias (20 lâmpadas). Consumo total de 280W.  
Custo da troca: R\$ 485,60.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(216 * 24 * 30) - (280 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -13,03 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	-13,03	-13,03	-13,03	-13,03	-13,03	-13,03	-13,03	-13,03	-13,03	-13,03	-13,03
Desencaixe	485,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-485,6	-13,03	-13,03	-13,03	-13,03	-13,03	-13,03	-13,03	-13,03	-13,03	-13,03	-13,03

VPL da proposta: -R\$ 620,69

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 18W, 8 luminárias (16 lâmpadas). Consumo total de 288W.  
Custo da troca: R\$ 404,32.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(216 * 24 * 30) - (288 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -14,66 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66
Desencaixe	404,32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-404,32	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66

VPL da proposta: -R\$ 556,31  
Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 23W, 5 luminárias (10 lâmpadas). Consumo total de 230W.  
Custo da troca: R\$ 278,00.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(216 * 24 * 30) - (230 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -2,85 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Encaixe	0	-2,85	-2,85	-2,85	-2,85	-2,85	-2,85	-2,85	-2,85
Desencaixe	278	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-278	-2,85	-2,85	-2,85	-2,85	-2,85	-2,85	-2,85	-2,85

VPL da proposta: -R\$ 269,84  
Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 45W, 3 luminárias (6 lâmpadas). Consumo total de 270W.  
Custo da troca: R\$ 259,14.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(216 * 24 * 30) - (270 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -10,99 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	13
Encaixe	0	-10,99	-10,99	-10,99	-10,99	-10,99	-10,99	-10,99	-10,99	-10,99	-10,99	-10,99
Desencaixe	259,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-259,14	-10,99	-10,99	-10,99	-10,99	-10,99	-10,99	-10,99	-10,99	-10,99	-10,99	-10,99

VPL da proposta: -R\$ 392,49  
Essa opção não compensa.

Conjunto avaliado: Fluorescente Compacta, 1 x 18W. Para as seguintes refletâncias: 80% teto, 50% parede, 50% chão, 6° e 10° Andares, Bloco A. 22 luminárias. Consumo total de 396W.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 14W, 24 lâmpadas. Consumo total de 336W. Custo da troca: R\$ 215,76.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(396 * 24 * 30) - (336 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 12,21 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21
Desencaixe	215,76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-215,76	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21

VPL da proposta: -R\$ 89,17  
Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 23W, 14 lâmpadas. Consumo total de 322W. Custo da troca: R\$ 175,14.

Avaliação : Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(396 * 24 * 30) - (322 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 15,06 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Encaixe	0	15,06	15,06	15,06	15,06	15,06	15,06	15,06	15,06
Desencaixe	175,14	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-175,14	15,06	15,06	15,06	15,06	15,06	15,06	15,06	15,06

VPL da proposta: -R\$ 59,91

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 45W, 8 lâmpadas. Consumo total de 360W. Custo da troca: R\$ 223,2.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(396 * 24 * 30) - (360 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 7,33 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	13
Encaixe	0	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33
Desencaixe	223,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-223,2	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33

VPL da proposta: -R\$ 134,26

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 14W, 12 luminárias (24 lâmpadas). Consumo total de 336W.  
Custo da troca: R\$ 582,72.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(396 * 24 * 30) - (336 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 12,21 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21
Desencaixe	582,72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-582,72	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21

VPL da proposta: -R\$ 456,13

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 18W, 10 luminárias (20 lâmpadas). Consumo total de 360W.  
Custo da troca: R\$ 505,40.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(396 * 24 * 30) - (360 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 7,33 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33
Desencaixe	505,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-505,4	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33

VPL da proposta: -R\$ 429,41

Essa opção não compensa.



Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 23W, 8 luminárias (16 lâmpadas). Consumo total de 368W.  
Custo da troca: R\$ 444,80.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(396 * 24 * 30) - (368 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 5,70 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Encaixe	0	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
Desencaixe	444,8	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-444,8	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7

VPL da proposta: -R\$ 401,19

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 45W, 3 luminárias (6 lâmpadas). Consumo total de 270W.  
Custo da troca: R\$ 259,14.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(396 * 24 * 30) - (270 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 25,65 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	13
Encaixe	0	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65
Desencaixe	259,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-259,14	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65	25,65

VPL da proposta: R\$ 52,09

Essa opção compensa.

CME da proposta: R\$ 4,29

Conjunto avaliado: Fluorescente Compacta, 1 x 18W. Para as seguintes refletâncias: 80% teto, 80% parede, 50% chão, 8º Andar, Bloco A. 20 luminárias. Consumo total de 360W.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 14W, 21 lâmpadas. Consumo total de 294W. Custo da troca: R\$ 188,79.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(360 * 24 * 30) - (294 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 13,43 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	13,43	13,43	13,43	13,43	13,43	13,43	13,43	13,43	13,43	13,43	13,43
Desencaixe	188,79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-188,79	13,43	13,43	13,43	13,43	13,43	13,43	13,43	13,43	13,43	13,43	13,43

VPL da proposta: -R\$ 49,55

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 23W, 10 lâmpadas. Consumo total de 230W. Custo da troca: R\$ 125,10.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(360 * 24 * 30) - (230 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 26,46 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Encaixe	0	26,46	26,46	26,46	26,46	26,46	26,46	26,46	26,46
Desencaixe	125,1	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-125,1	26,46	26,46	26,46	26,46	26,46	26,46	26,46	26,46

VPL da proposta: R\$ 77,36

Essa opção compensa.

CME da proposta: R\$ 10,11

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 45W, 4 lâmpadas. Consumo total de 180W. Custo da troca: R\$ 111,60.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(360 * 24 * 30) - (180 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 35,35 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	13
Encaixe	0	35,35	35,35	35,35	35,35	35,35	35,35	35,35	35,35	35,35	35,35	35,35
Desencaixe	111,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-111,6	35,35	35,35	35,35	35,35	35,35	35,35	35,35	35,35	35,35	35,35	35,35

VPL da proposta: R\$ 317,33

Essa opção compensa.

CME da proposta: R\$ 26,15

Conjunto avaliado: Fluorescente Compacta, 1 x 18W. Para as seguintes refletâncias: 80% teto, 50% parede, 50% chão, 9°, 11°, 14° e 18° Andares, Bloco A. 16 luminárias. Consumo total de 288W.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 14W, 24 lâmpadas. Consumo total de 336W. Custo da troca: R\$ 215,76.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (336 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -9,43 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	-9,43	-9,43	-9,43	-9,43	-9,43	-9,43	-9,43	-9,43	-9,43	-9,43	-9,43
Desencaixe	215,76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-215,76	-9,43	-9,43	-9,43	-9,43	-9,43	-9,43	-9,43	-9,43	-9,43	-9,43	-9,43

VPL da proposta: -R\$ 313,53

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 23W, 14 lâmpadas. Consumo total de 322W. Custo da troca: R\$ 175,14.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (322 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -6,92 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Encaixe	0	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92
Desencaixe	175,14	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-175,14	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92

VPL da proposta: -R\$ 228,09

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 45W, 8 lâmpadas. Consumo total de 360W. Custo da troca: R\$ 223,20.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (360 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -14,66 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	13
Encaixe	0	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66
Desencaixe	223,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-223,2	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66

VPL da proposta: -R\$ 401,08

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 14W, 12 luminárias (24 lâmpadas). Consumo total de 336W.  
Custo da troca: R\$ 582,72.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (336 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -9,77 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77
Desencaixe	582,72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-582,72	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77

VPL da proposta: -R\$ 684,01

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 18W, 10 luminárias (20 lâmpadas). Consumo total de 360W.  
Custo da troca: R\$ 505,40.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (360 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -14,66 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66
Desencaixe	505,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-505,4	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66

VPL da proposta: -R\$ 657,39

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 23W, 8 luminárias (16 lâmpadas). Consumo total de 368W.  
Custo da troca: R\$ 444,80.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (368 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -16,28 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Encaixe	0	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28
Desencaixe	444,8	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-444,8	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28

VPL da proposta: -R\$ 569,37

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 45W, 3 luminárias (6 lâmpadas). Consumo total de 270W.  
Custo da troca: R\$ 259,14.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (270 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 3,66 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	13
Encaixe	0	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66
Desencaixe	259,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-259,14	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66

VPL da proposta: -R\$ 214,73

Essa opção não compensa.

Conjunto avaliado: Fluorescente Compacta, 1 x 18W. Para as seguintes refletâncias: 80% teto, 30% parede, 30% chão, 15° Andar, Bloco A. 16 luminárias. Consumo total de 288W.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 14W, 27 lâmpadas. Consumo total de 378W. Custo da troca: R\$ 242,73.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (378 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -18,32 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32
Desencaixe	242,73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-242,73	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32

VPL da proposta: -R\$ 432,66

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 23W, 14 lâmpadas. Consumo total de 322W. Custo da troca: R\$ 175,14.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (322 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -6,92 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Encaixe	0	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92
Desencaixe	175,14	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-175,14	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92

VPL da proposta: -R\$ 228,09

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 45W, 8 lâmpadas. Consumo total de 360W. Custo da troca: R\$ 223,20.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (360 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -14,66 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	13
Encaixe	0	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66
Desencaixe	223,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-223,2	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66

VPL da proposta: -R\$ 401,08

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 14W, 14 luminárias (28 lâmpadas). Consumo total de 392W.  
Custo da troca: R\$ 679,84.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (392 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -21,17 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17
Desencaixe	679,84	33,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-679,84	-54,32	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17

VPL da proposta: -R\$ 932,14

Essa opção não compensa.



Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 18W, 10 luminárias (20 lâmpadas). Consumo total de 360W.  
Custo da troca: R\$ 505,40.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (360 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -14,66 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66
Desencaixe	505,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-505,4	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66

VPL da proposta: -R\$ 657,39

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 23W, 8 luminárias (16 lâmpadas). Consumo total de 368W.  
Custo da troca: R\$ 444,80.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (368 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -16,28 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Encaixe	0	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28
Desencaixe	444,8	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-444,8	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28

VPL da proposta: -R\$ 569,37

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 45W, 4 luminárias (8 lâmpadas). Consumo total de 360W.  
Custo da troca: R\$ 345,52.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (360 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -14,66 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	13
Encaixe	0	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66
Desencaixe	345,52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-345,52	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66

VPL da proposta: -R\$ 523,40

Essa opção não compensa.

Conjunto avaliado: Fluorescente Compacta, 1 x 18W. Para as seguintes refletâncias: 80% teto, 50% parede, 50% chão, 17º Andar, Bloco A. 14 luminárias. Consumo total de 252W.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 14W, 24 lâmpadas. Consumo total de 336W. Custo da troca: R\$ 215,76.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(252 * 24 * 30) - (336 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -17,10 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1
Desencaixe	215,76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-215,76	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1

VPL da proposta: -R\$ 393,05

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 23W, 14 lâmpadas. Consumo total de 322W. Custo da troca: R\$ 175,14.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(252 * 24 * 30) - (322 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -14,25 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Encaixe	0	-14,25	-14,25	-14,25	-14,25	-14,25	-14,25	-14,25	-14,25
Desencaixe	175,14	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-175,14	-14,25	-14,25	-14,25	-14,25	-14,25	-14,25	-14,25	-14,25

VPL da proposta: -R\$ 284,18

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 45W, 8 lâmpadas. Consumo total de 360W. Custo da troca: R\$ 223,20.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(252 * 24 * 30) - (360 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -21,98 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	13
Encaixe	0	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98
Desencaixe	223,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-223,2	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98

VPL da proposta: -R\$ 489,90

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 14W, 12 luminárias (24 lâmpadas). Consumo total de 336W.  
Custo da troca: R\$ 582,72.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(252 * 24 * 30) - (336 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -17,10 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1
Desencaixe	582,72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-582,72	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1	-17,1

VPL da proposta: -R\$ 760,01

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 18W, 10 luminárias (20 lâmpadas). Consumo total de 360W.  
Custo da troca: R\$ 505,40.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(252 * 24 * 30) - (360 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -21,98 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98
Desencaixe	505,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-505,4	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98	-21,98

VPL da proposta: -R\$ 733,28

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 23W, 8 luminárias (16 lâmpadas). Consumo total de 368W.  
Custo da troca: R\$ 444,80.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(252 * 24 * 30) - (368 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -23,61 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Encaixe	0	-23,61	-23,61	-23,61	-23,61	-23,61	-23,61	-23,61	-23,61
Desencaixe	444,8	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-444,8	-23,61	-23,61	-23,61	-23,61	-23,61	-23,61	-23,61	-23,61

VPL da proposta: -R\$ 625,46

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 45W, 3 luminárias (6 lâmpadas). Consumo total de 270W.  
Custo da troca: R\$ 259,14.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(252 * 24 * 30) - (270 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -3,66 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	13
Encaixe	0	-3,66	-3,66	-3,66	-3,66	-3,66	-3,66	-3,66	-3,66	-3,66	-3,66	-3,66
Desencaixe	259,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-259,14	-3,66	-3,66	-3,66	-3,66	-3,66	-3,66	-3,66	-3,66	-3,66	-3,66	-3,66

VPL da proposta: -R\$ 303,55

Essa opção não compensa.

Conjunto avaliado: Fluorescente Compacta, 1 x 18W. Para as seguintes refletâncias: 80% teto, 30% parede, 30% chão, 2º Andar, Bloco B. 16 luminárias. Consumo total de 288W.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 14W, 27 lâmpadas. Consumo total de 378W. Custo da troca: R\$ 242,73.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (378 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -18,32 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32
Desencaixe	242,73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-242,73	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32	-18,32

VPL da proposta: -R\$ 432,66

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 23W, 14 lâmpadas. Consumo total de 322W. Custo da troca: R\$ 175,14.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (322 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -6,92 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Encaixe	0	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92
Desencaixe	175,14	23,19	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-175,14	-30,11	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92	-6,92

VPL da proposta: -R\$ 251,05

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 45W, 8 lâmpadas. Consumo total de 360W. Custo da troca: R\$ 223,20.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (360 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -14,66 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	13
Encaixe	0	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66
Desencaixe	223,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-223,2	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66

VPL da proposta: -R\$ 401,08

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 14W, 14 luminárias (28 lâmpadas). Consumo total de 392W.  
Custo da troca: R\$ 679,84.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (392 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -21,17 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17
Desencaixe	679,84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-679,84	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17	-21,17

VPL da proposta: -R\$ 899,32

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 18W, 10 luminárias (20 lâmpadas). Consumo total de 360W.  
Custo da troca: R\$ 505,40.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (360 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -14,66 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66
Desencaixe	505,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-505,4	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66

VPL da proposta: -R\$ 657,39

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 23W, 8 luminárias (16 lâmpadas). Consumo total de 368W.  
Custo da troca: R\$ 444,80.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (368 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -16,28 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Encaixe	0	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28
Desencaixe	444,8	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-444,8	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28

VPL da proposta: -R\$ 569,37

Essa opção não compensa.



Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 45W, 4 luminárias (8 lâmpadas). Consumo total de 360W.  
Custo da troca: R\$ 345,52.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (360 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -14,66 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	13
Encaixe	0	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66
Desencaixe	345,52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-345,52	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66

VPL da proposta: -R\$ 523,40  
Essa opção não compensa.

Conjunto avaliado: Fluorescente Compacta, 1 x 18W. Para as seguintes refletâncias: 80% teto, 50% parede, 50% chão, 5° e 8° Andares, Bloco B.  
20 luminárias. Consumo total de 360W.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 14W, 24 lâmpadas. Consumo total de 336W. Custo da troca: R\$ 215,76.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(360 * 24 * 30) - (336 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 4,88 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	4,88	4,88	4,88	4,88	4,88	4,88	4,88	4,88	4,88	4,88	4,88
Desencaixe	215,76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-215,76	4,88	4,88	4,88	4,88	4,88	4,88	4,88	4,88	4,88	4,88	4,88

VPL da proposta: -R\$ 165,17  
Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 23W, 12 lâmpadas. Consumo total de 276W. Custo da troca: R\$ 150,12.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(360 * 24 * 30) - (276 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 17,09 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Encaixe	0	17,09	17,09	17,09	17,09	17,09	17,09	17,09	17,09
Desencaixe	150,12	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-150,12	17,09	17,09	17,09	17,09	17,09	17,09	17,09	17,09

VPL da proposta: -R\$ 19,35

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 45W, 8 lâmpadas. Consumo total de 360W. Custo da troca: R\$ 223,20.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(360 * 24 * 30) - (360 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 0 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	13
Encaixe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desencaixe	223,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-223,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

VPL da proposta: -R\$ 223,20

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 14W, 12 luminárias (24 lâmpadas). Consumo total de 336W.  
Custo da troca: R\$ 582,72.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(360 * 24 * 30) - (336 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 4,86 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	4,86	4,86	4,86	4,86	4,86	4,86	4,86	4,86	4,86	4,86	4,86
Desencaixe	582,72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-582,72	4,86	4,86	4,86	4,86	4,86	4,86	4,86	4,86	4,86	4,86	4,86

VPL da proposta: -R\$ 532,33

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 18W, 8 luminárias (16 lâmpadas). Consumo total de 288W.  
Custo da troca: R\$ 404,32.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(360 * 24 * 30) - (288 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 14,66 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	14,66	14,66	14,66	14,66	14,66	14,66	14,66	14,66	14,66	14,66	14,66
Desencaixe	404,32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-404,32	14,66	14,66	14,66	14,66	14,66	14,66	14,66	14,66	14,66	14,66	14,66

VPL da proposta: -R\$ 252,33

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 23W, 8 luminárias (16 lâmpadas). Consumo total de 368W.  
Custo da troca: R\$ 444,80.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(360 * 24 * 30) - (368 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -1,63 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Encaixe	0	-1,63	-1,63	-1,63	-1,63	-1,63	-1,63	-1,63	-1,63
Desencaixe	444,8	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-444,8	-1,63	-1,63	-1,63	-1,63	-1,63	-1,63	-1,63	-1,63

VPL da proposta: -R\$ 457,27

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 45W, 4 luminárias (8 lâmpadas). Consumo total de 360W.  
Custo da troca: R\$ 345,52.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(360 * 24 * 30) - (360 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 0 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	13
Encaixe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desencaixe	345,52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-345,52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

VPL da proposta: -R\$ 345,52

Essa opção não compensa.

Conjunto avaliado: Fluorescente Compacta, 1 x 18W. Para as seguintes refletâncias: 80% teto, 50% parede, 50% chão, 6º e 7º Andares, Bloco B. 21 luminárias. Consumo total de 378W.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 14W, 24 lâmpadas. Consumo total de 336W. Custo da troca: R\$ 215,76.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(378 * 24 * 30) - (336 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 8,55 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55
Desencaixe	215,76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-215,76	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55

VPL da proposta: -R\$ 127,20

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 23W, 12 lâmpadas. Consumo total de 276W. Custo da troca: R\$ 150,12.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(378 * 24 * 30) - (276 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 20,76 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Encaixe	0	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76
Desencaixe	150,12	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-150,12	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76

VPL da proposta: R\$ 8,73

Essa opção compensa.

CME da proposta: R\$ 1,14

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 45W, 8 lâmpadas. Consumo total de 360W. Custo da troca: R\$ 223,20.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(378 * 24 * 30) - (360 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 3,66 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	13
Encaixe	0	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66
Desencaixe	223,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-223,2	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66

VPL da proposta: -R\$ 178,79

Essa opção não compensa.

Conjunto avaliado: Fluorescente Compacta, 1 x 18W. Para as seguintes refletâncias: 80% teto, 50% parede, 50% chão, 9º Andar, Bloco B. 12 luminárias. Consumo total de 216W.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 14W, 24 lâmpadas. Consumo total de 336W. Custo da troca: R\$ 215,76.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(216 * 24 * 30) - (336 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -24,43 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43
Desencaixe	215,76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-215,76	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43

VPL da proposta: -R\$ 469,04

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 23W, 12 lâmpadas. Consumo total de 276W. Custo da troca: R\$ 150,12.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(216 * 24 * 30) - (276 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -12,21 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Encaixe	0	-12,21	-12,21	-12,21	-12,21	-12,21	-12,21	-12,21	-12,21
Desencaixe	150,12	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-150,12	-12,21	-12,21	-12,21	-12,21	-12,21	-12,21	-12,21	-12,21

VPL da proposta: -R\$ 243,55

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 45W, 8 lâmpadas. Consumo total de 360W. Custo da troca: R\$ 223,20.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(216 * 24 * 30) - (360 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -29,31 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	13
Encaixe	0	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31
Desencaixe	223,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-223,2	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31

VPL da proposta: -R\$ 578,84

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 14W, 12 luminárias (24 lâmpadas). Consumo total de 336W.  
Custo da troca: R\$ 582,72.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(216 * 24 * 30) - (336 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -24,43 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43
Desencaixe	582,72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-582,72	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43	-24,43

VPL da proposta: -R\$ 836,00

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 18W, 8 luminárias (16 lâmpadas). Consumo total de 288W.  
Custo da troca: R\$ 404,32.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(216 * 24 * 30) - (288 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -14,66 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66
Desencaixe	404,32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-404,32	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66

VPL da proposta: -R\$ 556,31

Essa opção não compensa.



Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 23W, 8 luminárias (16 lâmpadas). Consumo total de 368W.  
Custo da troca: R\$ 444,80.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(216 * 24 * 30) - (368 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -30,94 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Encaixe	0	-30,94	-30,94	-30,94	-30,94	-30,94	-30,94	-30,94	-30,94
Desencaixe	444,8	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-444,8	-30,94	-30,94	-30,94	-30,94	-30,94	-30,94	-30,94	-30,94

VPL da proposta: -R\$ 681,54

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 45W, 4 luminárias (8 lâmpadas). Consumo total de 360W.  
Custo da troca: R\$ 345,52.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(216 * 24 * 30) - (360 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -29,31 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	13
Encaixe	0	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31
Desencaixe	345,52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-345,52	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31	-29,31

VPL da proposta: -R\$ 701,16

Essa opção não compensa.

Conjunto avaliado: Fluorescente Compacta, 1 x 18W. Para as seguintes refletâncias: 50% teto, 50% parede, 50% chão, 10º Andar, Bloco B. 21 luminárias. Consumo total de 378W.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 14W, 24 lâmpadas. Consumo total de 336W. Custo da troca: R\$ 215,76.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(378 * 24 * 30) - (336 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 8,55 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55
Desencaixe	215,76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-215,76	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55

VPL da proposta: -R\$ 127,12  
Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 23W, 12 lâmpadas. Consumo total de 276W. Custo da troca: R\$ 150,12.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(378 * 24 * 30) - (276 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 20,76 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Encaixe	0	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76
Desencaixe	150,12	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-150,12	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76

VPL da proposta: R\$ 8,73  
Essa opção compensa.  
CME da proposta: R\$ 1,14

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 45W, 8 lâmpadas. Consumo total de 360W. Custo da troca: R\$ 223,20.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(378 * 24 * 30) - (360 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 3,66 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	13
Encaixe	0	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66
Desencaixe	223,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-223,2	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66

VPL da proposta: -R\$ 178,79

Essa opção não compensa.

Conjunto avaliado: Fluorescente Compacta, 1 x 18W. Para as seguintes refletâncias: 80% teto, 50% parede, 50% chão, 11º Andar, Bloco B. 22 luminárias. Consumo total de 396W.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 14W, 24 lâmpadas. Consumo total de 336W. Custo da troca: R\$ 215,76.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(396 * 24 * 30) - (336 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 12,21 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21
Desencaixe	215,76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-215,76	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21

VPL da proposta: -R\$ 89,17

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 23W, 12 lâmpadas. Consumo total de 276W. Custo da troca: R\$ 150,12.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(396 * 24 * 30) - (276 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 24,43 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Encaixe	0	24,43	24,43	24,43	24,43	24,43	24,43	24,43	24,43
Desencaixe	150,12	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-150,12	24,43	24,43	24,43	24,43	24,43	24,43	24,43	24,43

VPL da proposta: R\$ 36,81

Essa opção compensa.

CME da proposta: R\$ 4,81

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 45W, 8 lâmpadas. Consumo total de 360W. Custo da troca: R\$ 223,20.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(396 * 24 * 30) - (360 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 7,33 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	13
Encaixe	0	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33
Desencaixe	223,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-223,2	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33

VPL da proposta: -R\$ 134,26

Essa opção não compensa.

Conjunto avaliado: Fluorescente Compacta, 1 x 18W. Para as seguintes refletâncias: 80% teto, 50% parede, 50% chão, 14º Andar, Bloco B. 16 luminárias. Consumo total de 288W.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 14W, 24 lâmpadas. Consumo total de 336W. Custo da troca: R\$ 215,76.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (336 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -9,77 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	13
Encaixe	0	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66
Desencaixe	223,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-223,2	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66

VPL da proposta: -R\$ 401,08

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 23W, 12 lâmpadas. Consumo total de 276W. Custo da troca: R\$ 150,12.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (276 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 2,44 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Encaixe	0	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44
Desencaixe	150,12	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-150,12	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44

VPL da proposta: -R\$ 131,45

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 45W, 8 lâmpadas. Consumo total de 360W. Custo da troca: R\$ 223,2.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (360 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -14,66 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	14
Encaixe	0	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66
Desencaixe	223,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-223,2	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66

VPL da proposta: -R\$ 413,83

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 14W, 12 luminárias (24 lâmpadas). Consumo total de 336W.

Custo da troca: R\$ 582,72.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (336 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -9,77 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77
Desencaixe	582,72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-582,72	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77	-9,77

VPL da proposta: -R\$ 684,01

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 18W, 8 luminárias (16 lâmpadas). Consumo total de 288W.  
Custo da troca: R\$ 404,32.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (288 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = 0 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desencaixe	404,32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-404,32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

VPL da proposta: -R\$ 404,32

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 23W, 8 luminárias (16 lâmpadas). Consumo total de 368W.  
Custo da troca: R\$ 444,80.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (368 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -16,28 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Encaixe	0	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28
Desencaixe	444,8	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-444,8	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28	-16,28

VPL da proposta: -R\$ 569,37

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 45W, 4 luminárias (8 lâmpadas). Consumo total de 360W.  
Custo da troca: R\$ 345,52.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(288 * 24 * 30) - (360 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -14,66 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	13
Encaixe	0	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66
Desencaixe	345,52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-345,52	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66	-14,66

VPL da proposta: -R\$ 523,40

Essa opção não compensa.

Conjunto avaliado: Fluorescente Compacta, 1 x 18W. Para as seguintes refletâncias: 80% teto, 50% parede, 50% chão, 17º Andar, Bloco B.  
4 luminárias. Consumo total de 72W.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 14W, 24 lâmpadas. Consumo total de 336W. Custo da troca: R\$ 215,76.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(72 * 24 * 30) - (336 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -53,74 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74
Desencaixe	215,76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-215,76	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74

VPL da proposta: -R\$ 772,92

Essa opção não compensa.



Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 23W, 12 lâmpadas. Consumo total de 276W. Custo da troca: R\$ 150,12.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(72 * 24 * 30) - (276 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -41,52 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Encaixe	0	-41,52	-41,52	-41,52	-41,52	-41,52	-41,52	-41,52	-41,52
Desencaixe	150,12	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-150,12	-41,52	-41,52	-41,52	-41,52	-41,52	-41,52	-41,52	-41,52

VPL da proposta: -R\$ 467,82

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Mesma luminária, lâmpada de 45W, 8 lâmpadas. Consumo total de 360W. Custo da troca: R\$ 223,2.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(72 * 24 * 30) - (360 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -58,62 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	13
Encaixe	0	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62
Desencaixe	223,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-223,2	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62

VPL da proposta: -R\$ 934,48

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 14W, 12 luminárias (24 lâmpadas). Consumo total de 336W.  
Custo da troca: R\$ 582,72.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(72 * 24 * 30) - (336 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -53,74 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74
Desencaixe	582,72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-582,72	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74	-53,74

VPL da proposta: -R\$ 1.139,88

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 18W, 8 luminárias (16 lâmpadas). Consumo total de 288W.  
Custo da troca: R\$ 404,32.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(72 * 24 * 30) - (288 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -43,97 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encaixe	0	-43,97	-43,97	-43,97	-43,97	-43,97	-43,97	-43,97	-43,97	-43,97	-43,97	-43,97
Desencaixe	404,32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-404,32	-43,97	-43,97	-43,97	-43,97	-43,97	-43,97	-43,97	-43,97	-43,97	-43,97	-43,97

VPL da proposta: -R\$ 860,18

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 23W, 8 luminárias (16 lâmpadas). Consumo total de 368W.  
Custo da troca: R\$ 444,80.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(72 * 24 * 30) - (368 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -60,25 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Encaixe	0	-60,25	-60,25	-60,25	-60,25	-60,25	-60,25	-60,25	-60,25
Desencaixe	444,8	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-444,8	-60,25	-60,25	-60,25	-60,25	-60,25	-60,25	-60,25	-60,25

VPL da proposta: -R\$ 905,81

Essa opção não compensa.

Conjunto Proposto: Luminária para 2 lâmpadas, lâmpada de 45W, 4 luminárias (8 lâmpadas). Consumo total de 360W.  
Custo da troca: R\$ 345,52.

Avaliação: Funcionamento 24 horas por dia, 30 dias por mês.

$$\text{Diferença no consumo mensal: } \frac{\{(72 * 24 * 30) - (360 * 24 * 30)\} * 0,2827}{1000} = -58,62 \text{ R\$/mês}$$

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	13
Encaixe	0	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62
Desencaixe	345,52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-345,52	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62	-58,62

VPL da proposta: -R\$ 1.056,80

Essa opção não compensa.

# ANEXO 17

## FACILIDADE DE CONTROLE.

O novo sistema PRO-DIALOG Plus II oferece uma complexa inteligência e uma grande facilidade de operação. A interface de controle é clara e de fácil utilização.

- LCD e um display tátil garantem uma verificação imediata dos parâmetros de funcionamento.
- Um simples toque de botão no painel equalizador do equipamento permite a fácil instalação de diversos refrigerantes, temperaturas, pressões, pontos de funcionamento, tempo de funcionamento do compressor, etc.
- Acesso direto a todos os comandos de religação através de 10 menus, incluindo o histórico de falhas para diagnóstico e resposta rápida a novas situações.

O novo controle PRO-DIALOG Plus II com programação básica, permite ao usuário fazer uma programação dos períodos ativos e inativos. Atende desde programas programados o dia, mês, ano a hora que a unidade está ligada ou desligada.

## A QUALIDADE DA TECNOLOGIA CARRIER.

GLOBAL CHILLER™ FASE III: A escolha certa para o desempenho e a confiabilidade.

- Dois circuitos frigoríficos independentes e a concepção do uso de vários compressores asseguram a proteção econômica de água gelada em todas as condições de funcionamento.
- Refrigerante RFC-134a, sem efeitos nocivos sobre a camada de ozônio (COP-0), não contém cloro e é de fácil utilização sem restrições regulatórias.
- Compressores parafuso POME® com apenas três elementos de rolamento garantem um mínimo de manutenção.
- Novo sistema de controle PRO-DIALOG Plus II que é simples de manusear, intuitivo e de fácil operação e maior facilidade de manutenção preventiva.

O GLOBAL CHILLER™ FASE III integra todos os benefícios de qualidade que só o líder mundial de refrigeradores pode oferecer.

## ESCOLHER O GLOBAL CHILLER™ FASE III E GANHAR TEMPO NA INSTALAÇÃO.

- Sistema de controle avançado desenvolvido pelo estado da arte (sem ruído): não é necessário qualquer alinhamento independente.
- Dispositivo de última geração: simples instalação hidráulica.
- Peso e tamanho reduzidos: maior facilidade de instalação.
- Desenvolvido, fabricado e testado numa fábrica certificada segundo a Norma ISO 9001. De testes de funcionamento realizados na fábrica assegura uma partida sem problemas.

## GLOBAL CHILLER™ FASE III: UM NOVO CHILLER, UMA NOVA TECNOLOGIA REVOLUCIONÁRIA.

Sempre na vanguarda do mercado, a CARRIER é mais uma vez a partir do novo tempo em ar condicionado. O GLOBAL CHILLER™ FASE III constitui um conceito inteiramente novo. O seu desenvolvimento é o resultado da colaboração entre os centros de pesquisa e engenharia CARRIER na Europa, no Japão e Estados Unidos.

Um Chiller mais confível e robusto.

O GLOBAL CHILLER™ FASE III dá continuidade a uma nova geração de Chillers CARRIER que combinam o progresso tecnológico com a confiabilidade ambiental.

### Opções / Acessórios

- Temperatura realzada da água gelada (mínimo -4°C).
- Partida programada do compressor através do seu farol eletrônico (programa 301-00200-303).

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

30HX	800	900	100	110	120	130	140	160
Capacidade nominal de refrigeração	170	210	270	360	500	630	780	1000
Refrigerante	RFC-134a							
Classe de eficiência	2	3	3	3	3	3	3	3
Compressores	2	2	2	2	2	2	2	2
Capacidade nominal de refrigeração	35	40	45	50	55	60	65	70
Compressor	sem	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	1 3/4"	2"
Líquido	sem	800	800	800	800	800	800	800
Altura	sem	800	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Peso em operação	6,0	2274	2376	2500	2640	2800	3000	3200

30HX	170	210	270	360	500	630	780	1000
Capacidade nominal de refrigeração	85	105	135	180	250	315	390	500
Refrigerante	RFC-134a							
Classe de eficiência	2	2	2	2	2	2	2	2
Compressores	2	2	2	2	2	2	2	2
Capacidade nominal de refrigeração	17	21	27	36	50	63	78	100
Compressor	sem	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/4"
Líquido	sem	800	800	800	800	800	800	800
Altura	sem	800	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Peso em operação	5,0	2000	2178	2376	2600	2800	3000	3200

\* Condição de normalidade (temperatura ambiente 35°C, água de refrigeração 12°C).

Desde o início do período de garantia, você pode ficar descansado: a CARRIER oferece diversas condições de manutenção com a melhor relação custo-benefício. De controle de manutenção CARRIER asseguramos a mais elevada nível de desempenho e eficiência do seu GLOBAL CHILLER™ FASE III, uma garantia que só o investimento constante da CARRIER em desenvolvimento tecnológico pode oferecer. E mais ainda: para a sua total tranquilidade, oferecemos também um excelente controle de manutenção remoto com resposta a fim de prazo e possibilidade de análise à distância dos parâmetros de funcionamento. Desde o projeto até o funcionamento - com o GLOBAL CHILLER™ FASE III a sua escolha! pode ter a mais ótima desempenho e facilidade de vida.



Trabalhando para um mundo melhor



A Carrier como líder mundial em Refrigeração, Aquecimento e Ventilação, está comprometida em melhorar continuamente a qualidade do conforto proporcionado aos seus clientes. Para o projeto de sistemas de climatização, a Carrier oferece a solução mais adequada para cada aplicação e condição de uso. A Carrier oferece a solução mais adequada para cada aplicação e condição de uso. A Carrier oferece a solução mais adequada para cada aplicação e condição de uso.



**GLOBAL CHILLER™ FASE III**  
**30HX**

**TECNOLOGIA A SERVIÇO DO MEIO AMBIENTE**

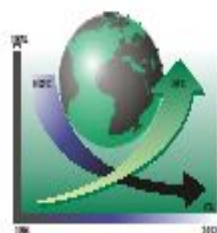
# O MUNDO CARRIER TRABALHANDO PELO MUNDO DE AMANHÃ.

## MEIO AMBIENTE, UM NOVO UNIVERSO DE EXIGÊNCIAS.

Hoje em dia, a necessidade de se pensar a sustentabilidade é a grande preocupação. As ações de redução de carbono, a redução de emissões e o aproveitamento dos recursos naturais tornaram-se fatores de preocupação global sobre a qualidade do ambiente em que vivemos. Mais do que nunca, a indústria está preocupada em enfrentar estes problemas. Assim, temos que desenvolver produtos mais seguros para o ambiente e produtos que sejam mais eficientes para reduzir os custos de operação e manutenção. Temos ainda a obrigação de substituir as substâncias nocivas por alternativas não agressivas e evitar as substâncias de alto risco, que nos permitam enfrentar os desafios do futuro hoje mesmo. Toda a experiência e tecnologia da CARRIER foram mobilizadas para responder a este novo universo de desafios.

## HFC-134a: A SOLUÇÃO DO FUTURO DISPONÍVEL HOJE.

O HFC 134a é o refrigerante do futuro e apresenta claros vantagens quando comparado a outros refrigerantes, o que faz dele a escolha mais apropriada para o próximo século.



## HFC-134a: UMA SOLUÇÃO DURADOURA PELA PRESERVAÇÃO DA ATMOSFERA.

Sistema que usa HFC (R-22 e R-123) estão em lista de produtos que mais cedo ou mais tarde serão banidos.

- Disponibilidade regularizada desde 1995 e período total de comercialização até 2015.
- Permite a fabricação de equipamentos novos em quase toda a Europa a partir de 1990.

## HFC-134a: SEGURANÇA E SIMPLICIDADE.



- Inerte à chama, não tóxico e com baixa capacidade de ignição.
- Sem restrições legais, com uso contínuo assegurado.
- Redução carburação para a abate estudo (25% menos, em comparação com o R-22).
- Não tóxico e não inflamável, baixos níveis de segurança mínimos.
- Amplo e comprovada experiência em sistemas de sistemas de refrigeração.

## MAS EFICIÊNCIA E ECONOMIA.

O GLOBAL CHILLER™ FASE III apresenta uma eficiência energética cerca de 20% superior a Chiller com R-22, o que confirma a qualidade inconfundível da tecnologia CARRIER. O revolucionário compressor Power™, especialmente desenvolvido para HFC-134a, em conjunto com a unidade de separação eletrônica da CARRIER, oferecem o fluxo de refrigerante, assegurando a máxima utilização da superfície de troca de calor. O uso de múltiplos compressores permite uma operação mais flexível e econômica em carga parcial. O resfriador de baixa perda de carga reduz o custo de bombeamento de água gelada.

## CONTROLE E COMUNICAÇÃO INTELIGENTE.

- GLOBAL CHILLER™ FASE III dispõe, de fábrica, de um controle simples com múltiplas funções:
  - diagnóstico de funcionamento (set point) de temperatura da água de saída do chiller (pressão, disco, solda)
  - notificação do ponto de funcionamento através de um sensor de temperatura externo,
  - controle de limite de demanda.

- Análise de parte serial RS 485, teste e integração do GLOBAL CHILLER™ FASE III pode ser controlado à distância através de um sistema de comunicação.

- O GLOBAL CHILLER™ FASE III pode comunicar com Carrier Control Network (CCN), o que oferece inúmeras possibilidades de monitorização e comando local ou remoto do sistema de condicionamento de ar.

## POWER™ MUITO MAIS DO QUE UM SIMPLES COMPRESSOR PARAFUSO.

### CAPACIDADE

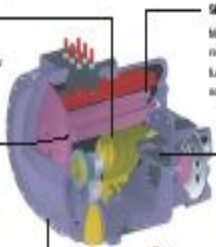
Recurso especialmente projetado para o HFC-134a, dotado de excepcional rigidez e que permite reduzir as fugas e aumentar a eficiência.

### CONFIAÇÃO

Engenharias dedicadas (base do projeto aerodinâmico, NCAR D3) extremamente silenciosas e de elevada durabilidade.

### COMPACTO

O compressor Power™ proporciona o tipo de capacidade de refrigeração de um compressor alternativo do mesmo tamanho.



### SEGURANÇA DE FUNCIONAMENTO

Motor elétrico refrigerado por um circuito de refrigerante independente que assegura o funcionamento seguro na temperatura mais adequada.

### EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Projeto que permite a redução de capacidade, minimiza os desperdícios e sem perdas internas.

## GLOBAL CHILLER™ FASE III: UM NOTÁVEL AUMENTO DE DESEMPENHO.

Com o GLOBAL CHILLER™ FASE III, o preço de compra diminuiu de ser um barrier ao respeito pelo meio ambiente. A CARRIER desenvolveu o POWER™, um compressor totalmente desenvolvido que permite compressar a perda de capacidade ocasionada pelo uso de refrigerante HFC-134a em compressores alternativos.

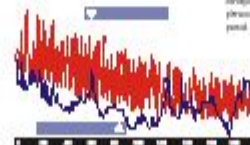
## O POWER™ COMBINA DUAS TECNOLOGIAS EXCEPCIONAIS:

- Compressor sem êmbolo (parafusos duplo rot (plano e flexão), especialmente desenvolvido para o refrigerante de média pressão HFC-134a
- Multiplicador de velocidade proveniente da tecnologia de compressores centrífugos da Carrier (dois eixos coaxiais e do eixo)

## GLOBAL CHILLER™ - MENOS RUÍDO, MAIS HARMONIA.

Fundamentalmente silenciosas do GLOBAL CHILLER™ FASE III é o resultado da combinação de inúmeros testes e desenvolvimentos para reduzir os níveis de emissão sonora e melhorar a qualidade acústica. Esta melhoria foi obtida através de um conjunto de técnicas novas mais novas em todas as fases de fabricação, resultado de sistemas avançados de vibração e acústica. Assim o funcionamento silencioso está assegurado por:

- Compressores livres de vibrações;
- Compressores equipados com dois eixos coaxiais para atenuar as pulsações de gás de descarga. O silenciador permite encontrar a frequência na carga de compressão, enquanto que o silenciador secundário filtra as pulsações resultantes através de um novo material de elevada absorção acústica. O novo silenciador reduz o nível de ruído em todas as frequências audíveis, transferindo a energia sonora em calor, sem interação perdas de carga suplementares.



Com 1.000 pontos de leitura por minuto, o sistema de controle PRO-DIALOG Plus™ oferece uma resposta rápida e precisa. Além disso, o monitoramento e o controle de energia e ruído, tudo em condições de operação e em condições de carga plena.

## MÍNIMO ESPAÇO, MÁXIMO DESEMPENHO.

O GLOBAL CHILLER™ FASE III da CARRIER oferece todos os benefícios de uma tecnologia inovadora.

- A legera robustez de 1815mm do GLOBAL CHILLER™ torna possível a sua instalação em espaços muito reduzidos, assim minimiza o custo em novos condicionamentos de ar e reforma de espaços já existentes.
- O espaço ocupado na instalação é cerca de 10% menor, assim como o GLOBAL CHILLER™ é possível reduzir o área utilizada no caso de substituição. Esta vantagem deriva está baseada na compactação do condensador, que integra por completo o evaporador de água. Esta posição permite obter uma unidade realmente compacta e com menor largura.

## MONITORAÇÃO PERMANENTE DO DESEMPENHO.

O novo sistema de controle PRO-DIALOG Plus™ com o GLOBAL CHILLER™ FASE III utiliza a mais avançada tecnologia CARRIER de controle por microprocessador. O resultado é uma operação eficiente e de elevada confiabilidade. O novo sistema PRO-DIALOG Plus™ permite continuamente testar os parâmetros de equipamento e controla com precisão o funcionamento de dois compressores, válvulas de expansão eletrônicas para uma melhor distribuição da energia. O sistema de controle de válvulas de expansão utiliza algoritmos especiais (1.022V, 1.033C) o que permite otimizar os condutores de expansão proporcionando grande variedade de funcionamento.



## NOVO PRO-DIALOG Plus™: UM PODEROSO SISTEMA DE CONTROLE.

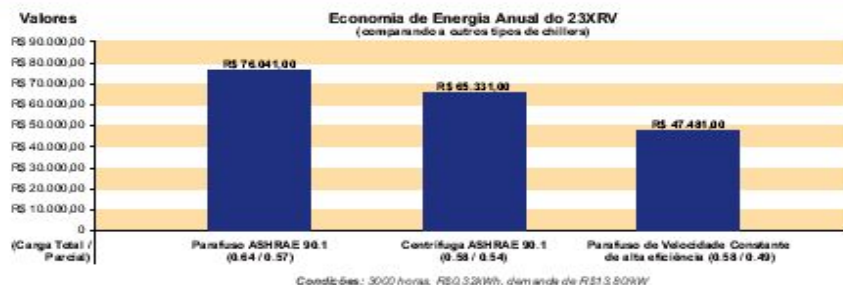
- O sistema de controle PRO-DIALOG Plus™ é auto-ajuste para uma melhor gestão do equipamento. Quando ocorre qualquer falha (por exemplo, aumento da temperatura de condensação devido a um problema na torre de resfriamento), o sistema é colocado automaticamente abaixo do ponto de corte de operação, mantendo o Chiller em funcionamento.
- O sistema PRO-DIALOG Plus™ controla também equipamentos auxiliares:
  - controle de bomba de água de resfriamento do condensador;
  - operação de dutos elétricos em série ou paralelo.



## EVERGREEN 23XRV Resfriador de Líquido Tri-Rotor



Turn to the Experts



### Os Benefícios

#### Para proprietários e gerentes

- Redução de despesas de operação
- Fácil manutenção
- Operação silenciosa
- Operação confiável
- Refrigerante ecológico

#### Para engenheiros e projetistas

- ASHRAE 90.1
- Certificado ARI
- Refrigerante HFC
- Otimização de eficiência
- Ideal para projetos de Retrofit (substituição de máquinas)

#### Para contratantes

- Controles de Diagnósticos
- Performance confiável
- Redução de despesas de instalação

### Turn to the Experts

Qualquer que seja sua necessidade, de especificação e compra até instalação e manutenção, a Carrier tem a solução. Como líder mundial em aquecimento, ventilação e ar condicionado, a Carrier se compromete em melhorar sempre a qualidade do conforto de seus clientes.

Do conceito até o produto finalizado, seu contato comercial local da Carrier estará com você em cada passo do caminho. Não importa se você possui um prédio, diversas plantas em todo o país, ou necessidade de equipamentos e facilidades especiais, a equipe da Carrier saberá recomendar a melhor solução que atenda o que você procura, com o preço que você puder pagar.



Turn to the Experts



4003.6707 - Cap Itá e Itajaí e filial a Meta paranaense  
0800.887.6707 - Demais Cidades

www.springer.com.br



CV 23XRV - A - 1007



# Evergreen

Apresentando o Evergreen 23XRV da Carrier - O primeiro resfriador de líquido parafuso de velocidade variável. O Evergreen 23XRV combina a confiabilidade de um compressor parafuso com a eficiência energética de um mecanismo de frequência variável. Essa simples e confiável combinação alcança uma altíssima eficiência enquanto diminui o custo de aquisição.

A eficiência global do Evergreen 23XRV é superior a de outros chillers de velocidade variável ou constante disponíveis no mercado atualmente, porque somente ele tem a capacidade de maximizar a eficiência em todas as condições de operação. O 23XRV possui um envoltório incomparável que permite que o chiller opere sob as mais adversas condições, mantendo seus altos níveis de eficiência.

Como em toda a família de chillers Evergreen da Carrier, o 23XRV permite que o chiller alcance uma eficiência superior em condições reais de operação sem comprometer o meio-ambiente. Com refrigerante ecológico, alta eficiência e controles poderosos, essa máquina é ideal tanto para novas construções como para projetos de substituição de equipamentos.



23XRV  
• HFC-134a  
• 300 to 800 tons

## EVERGREEN 23XRV Resfriador de Líquido Tri-Rotor A escolha certa para hoje e amanhã

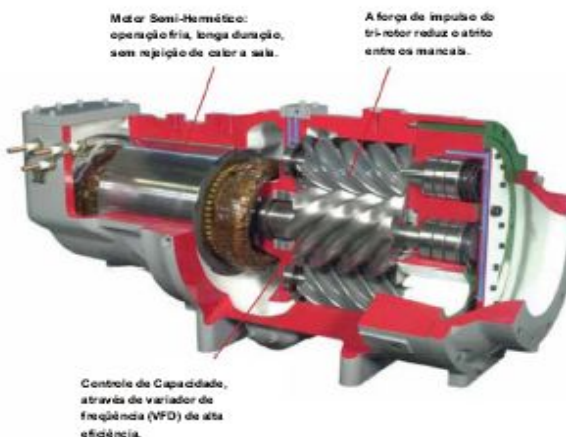
### Confiabilidade

O design simples, porém inovador, do compressor tri-rotor do Evergreen 23XRV reduz o número de peças móveis, utiliza menos óleo lubrificante, e elimina a válvula deslizando. Além disso, os chillers Evergreen são equipados com trocadores de calor projetados para atender as rigorosas normas ASME. Os motores semi-herméticos da Carrier operam com um refrigerante ecológico limpo, que não é exposto ao calor ou impurezas do ar que podem haver na sala de máquina. O design hermético elimina o potencial de vazamento e perda de óleo e refrigerante.

### Eficiência

O resfriador de líquido parafuso 23XRV tem a capacidade de reduzir a velocidade e otimizar a operação, independente das condições do ambiente. Esta capacidade única permite que o chiller atenda a carga do prédio da melhor forma e conserve a energia.

### Nova Geração de Compressor Parafuso



Motor Semi-Hermético:  
operação fria, longa duração,  
sem aquecimento da sala.

A força de impulso do  
tri-rotor reduz o atrito  
entre as mancas.

Controle de Capacidade,  
através do variador de  
frequência (VFD) de alta  
eficiência.

### Vantagens do Evergreen

Uma vez que o mecanismo de velocidade variável utilizado no 23XRV é compatível a IEEE-519, não será necessária a utilização de filtros harmônicos de instalação de campo ou de um estudo do sistema elétrico do prédio. O mecanismo integrado de velocidade variável oferece uma partida flexível, promovendo uma redução de tensão no compressor e da corrente elétrica no momento do start-up. Os chillers Evergreen podem ser embarcados completamente carregados com o refrigerante diretamente da fábrica, minimizando o tempo gasto no processo de start-up. A capacidade de estocar a carga de refrigerante dentro do chiller reduz o tempo de manutenção. Devido ao design de pressão positiva do Evergreen 23XRV, ar e outros contaminantes não entram no chiller, unidades de purificação não são necessárias, uma vez que a eficiência do chiller é mantida através da vida útil do chiller. A construção compacta do chiller Evergreen permite que a Carrier ofereça a melhor garantia de refrigerante na indústria.

### Liderança Ecológica

A Carrier possui um compromisso antigo com o meio-ambiente e a sustentabilidade. Os chillers Evergreen oferecem aos nossos consumidores alta eficiência, ausência de dor e uma solução duradoura. A decisão da Carrier em utilizar o gás HFC-134a, não agressor à camada de ozônio, oferece aos nossos consumidores uma escolha segura e ecológica, sem comprometer a eficiência.

### O Nível Certo do Controle

Todos os chillers Evergreen da Carrier são produzidos completamente equipados com controles de uso simples, permitindo que os usuários monitorem facilmente mais de 125 condições de operação e diagnóstico em vários idiomas. O controle dos resfriadores de líquido que supervisiona e otimiza a operação da planta de chillers também pode ser fornecido. Carrier Comfort Network (CCN) tem a capacidade de controlar e maximizar a eficiência energética de todos os elementos de aquecimento, ventilação e sistemas de climatização (HVAC).

Para todas as suas necessidades de conforto, a Carrier tem o nível certo de controle para atendê-lo.



HFC-134a

## ANEXO 18

### Avaliação econômico-financeira de alternativas

Principais características dos *chillers* usados na avaliação.

Capacidade nominal de refrigeração (TR)	Relação nominal kW/TR	Vida útil (anos)
155	0,75	20
190	0,75	20
420	0,60	20
500	0,60	20

Fabricante: Carrier.

Modelo dos *chillers*: de 155 TR e 190 TR TR: 30 HX; de 420 e 500 TR: 23 XRV

O anexo 17 mostra algumas características destes modelos.

Preço dos equipamentos propostos:

Capacidade nominal de refrigeração (TR)	Preço (R\$)
155	155.000,00
190	190.000,00
420	453.600,00
500	540.000,00

Com o dólar cotado a R\$ 1,80.

Para as máquinas que atendem o prédio, foi usado o valor das tarifas horo-sazonal verde da LIGHT S.E.S.A de novembro de 2007, com impostos:

THS VERDE	AS
Ponta seca (R\$/kWh);	<b>1,44012</b>
Ponta úmida (R\$/kWh);	<b>1,40162</b>
Fora de ponta seca (R\$/kWh);	<b>0,24872</b>
Fora de ponta úmida (R\$/kWh);	<b>0,22630</b>

Para a máquina que atende o centro de convenções, foi usada a tarifa B3 com impostos: 0,44861 R\$/kWh.



Os *chillers* de 420 e 500 TR apresentam as seguintes diferenças de consumo por mês, em R\$, em relação aos avaliados:

Capacidade nominal de refrigeração (TR)	Quantidade	Potência elétrica nominal de 1 unidade (kW)	Ponta seca (R\$)	Fora ponta seca (R\$)	Ponta úmida (R\$)	Fora ponta úmida (R\$)
420	2	252	10.512,30	7.317,24	10.231,27	6.659,13
500	2	300	7.318,69	5.094,28	7.123,03	4.636,10

Capacidade nominal de refrigeração (TR)	Quantidade	Potência elétrica nominal de 1 unidade (kW)	Redução de consumo (R\$)
155	1	116,25	1.826,91
190	1	142,50	981,86

Na tabela abaixo a redução anual com as substituições:

Capacidade nominal de refrigeração (TR)	Quantidade	Redução anual (R\$)	Redução anual (kWh)
155	1	21.922,92	48.868,56
190	1	11.782,32	26.264,16
420	2	209.258,78	440.630,40
500	2	145.686,44	306.768,00

Critérios:

Taxa de juros de 12% ao ano.

O descaixe referente à aquisição do equipamento se dará no ano 0.

O encaixe é referente à redução anual em R\$.

Não serão considerados os custos de transporte, instalação e manutenção dos equipamentos.

Chillers avaliados: Carrier, 2 unidades, 420 TR cada (840 TR no total), 410 kW cada (820 kW no total).

Chillers Propostos 1: Carrier, 2 de 420 TR (840 TR no total), 504 kW no total, 0,60 kW/TR. Custo total: R\$ 907.200,00.

Anos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	...	20
Encaixe	0	209.258,78	209.258,78	209.258,78	209.258,78	209.258,78	209.258,78	209.258,78	209.258,78	209.258,78	209.258,78
Desencaixe	907.200,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-907.200,00	209.258,78	209.258,78	209.258,78	209.258,78	209.258,78	209.258,78	209.258,78	209.258,78	209.258,78	209.258,78

VPL da proposta: R\$ 655.846,66

Essa opção compensa

Chillers Propostos 2: Carrier, 2 de 500 TR (1000 TR no total), 600 kW no total, 0,60 kW/TR. Custo total: R\$ 1.080.000,00.

Anos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	...	20
Encaixe	0	145.686,44	145.686,44	145.686,44	145.686,44	145.686,44	145.686,44	145.686,44	145.686,44	145.686,44	145.686,44
Desencaixe	1.080.000,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-1.080.000,00	145.686,44	145.686,44	145.686,44	145.686,44	145.686,44	145.686,44	145.686,44	145.686,44	145.686,44	145.686,44

VPL da proposta: R\$ 8.196,65

Essa opção compensa

Chiller avaliado: Carrier, 1 unidade, 180 TR, 173 kW.

Chillers Propostos 1: Carrier, 1 de 190 TR, 142,50 kW, 0,75 kW/TR. Custo: R\$ 190.000,00.

Anos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	...	20
Encaixe	0	11.782,32	11.782,32	11.782,32	11.782,32	11.782,32	11.782,32	11.782,32	11.782,32	11.782,32	11.782,32
Desencaixe	190.000,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-190.000,00	11.782,32	11.782,32	11.782,32	11.782,32	11.782,32	11.782,32	11.782,32	11.782,32	11.782,32	11.782,32

VPL da proposta: - R\$ 101.992,62

Essa opção não compensa

Chillers Propostos 2: Carrier, 1 de 155 TR, 116,25 kW, 0,75 kW/TR. Custo: R\$ 155.000,00.

Anos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	...	20
Encaixe	0	21.922,92	21.922,92	21.922,92	21.922,92	21.922,92	21.922,92	21.922,92	21.922,92	21.922,92	21.922,92
Desencaixe	155.000,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-155.000,00	21.922,92	21.922,92	21.922,92	21.922,92	21.922,92	21.922,92	21.922,92	21.922,92	21.922,92	21.922,92

VPL da proposta: R\$ 8.752,02

Essa opção compensa

## ANEXO 19

### Avaliação econômico-financeira das alternativas

Principais características dos motores de alto rendimento usados na avaliação.

Potência nominal (cv)	Número de pólos	Rendimento nominal (%)
100	4	94,6
40	4	93,1
75	4	94,2
25	4	92,6

Fabricante do motor: WEG.

Todos os motores apresentam vida útil de 20000 horas. Como as bombas do prédio operam 332 horas por mês (66 horas na ponta e 266 horas fora da ponta) e as do centro de convenções 312 horas por mês (66 horas na ponta e 246 horas fora da ponta), a vida útil, em meses e anos é:

Potência (cv)	Vida útil em meses	Vida útil em anos
100, 40, 75	60	5 anos
25	64	5 anos + 4 meses

Preço de mercado dos motores de alto rendimento:

Potência (cv)	Preço (R\$)
100	13.317,62
40	4.525,32
75	8.252,10
25	2.380,49

Para as bombas do prédio, foi usado o valor das tarifas horo-sazonal verde para consumo, com impostos:

THS VERDE	AS
Ponta seca (R\$/kWh);	<b>1,44012</b>
Ponta úmida (R\$/kWh);	<b>1,40162</b>
Fora de ponta seca (R\$/kWh);	<b>0,24872</b>
Fora de ponta úmida (R\$/kWh);	<b>0,22630</b>

Para as bombas do centro de convenções, foi usado o valor da tarifa para B3, com impostos: 0,44861 R\$/kWh.

Os motores de alto rendimento apresentam as seguintes diferenças de consumo por mês, em R\$, em relação aos avaliados:

Potência (cv)	Quantidade	Ponta seca (R\$)	Fora ponta seca (R\$)	Ponta úmida (R\$)	Fora ponta úmida (R\$)
100	2	71,34	49,66	69,43	45,19
40	2	34,90	24,29	33,96	22,11
75	2	53,96	37,55	52,51	34,18

Na tabela abaixo a redução anual com as substituições:

Potência do motor (cv)	Quantidade	Redução anual (R\$)	Redução anual (kWh)
100	2	1.420,10	2.990,20
40	2	694,68	1.462,92
75	2	1.074,02	2.261,85
25	2	270	601,70

Critérios:

Taxa de juros de 12% ao ano.

1 cv = 0,736 kW.

O descaixe é referente à aquisição do equipamento se dará no ano 0.

O encaixe é referente à redução no consumo anual em R\$.

Não serão considerados os custos de transporte, instalação e manutenção dos equipamentos.

Motores avaliados (Bombas de água de condensação do prédio): WEG, Padrão, 2 unidades, 100 cv, 4 pólos.

Motores Propostos: 2 unidades, Alto Rendimento, 100 cv, 4 pólos. Custo: R\$ 26.635,24.

Anos	0	1	2	3	4	5
Encaixe	0	1.420,10	1.420,10	1.420,10	1.420,10	1.420,10
Desencaixe	26.635,24	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-26.635,24	1.420,10	1.420,10	1.420,10	1.420,10	1.420,10

VPL da proposta: - R\$ 21.516,10

Essa opção não compensa

Motores avaliados (Bombas de água gelada primária do prédio): WEG, Padrão, 2 unidades, 40 cv, 4 pólos.

Motores Propostos: 2 unidades, Alto Rendimento, 40 cv, 4 pólos. Custo: R\$ 9.050,64.

Anos	0	1	2	3	4	5
Encaixe	0	694,68	694,68	694,68	694,68	694,68
Desencaixe	9.050,64	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-9.050,64	694,68	694,68	694,68	694,68	694,68

VPL da proposta: - R\$ 6.546,47

Essa opção não compensa

Motores avaliados (Bombas de água gelada secundária do prédio): WEG, Padrão, 2 unidades, 75 cv, 4 pólos.

Motores Propostos: 2 unidades, Alto Rendimento, 75 cv, 4 pólos. Custo: R\$ 16.504,20.

Anos	0	1	2	3	4	5
Encaixe	0	1.074,02	1.074,02	1.074,02	1.074,02	1.074,02
Desencaixe	16.504,20	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-16.504,20	1.074,02	1.074,02	1.074,02	1.074,02	1.074,02

VPL da proposta: - R\$ 12.632,60

Essa opção não compensa

Motor avaliado (Bomba de água de condensação do centro de convenções): WEG, Padrão, 1 unidade, 25 cv, 4 pólos.

Motor Proposto: 1 unidade, Alto Rendimento, 25 cv, 4 pólos, Custo: R\$ 2.380,49.

Anos	0	1	2	3	4	5	6
Encaixe	0	135,00	135,00	135,00	135,00	135,00	45,00
Desencaixe	2.380,49	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-2.380,49	135,00	135,00	135,00	135,00	135,00	45,00

VPL da proposta: -R\$ 1.871,05

Essa opção não compensa

Motor avaliado (Bomba de água gelada do centro de convenções): WEG, Padrão, 1 unidade, 25 cv, 4 pólos.

Motor Proposto: 1 unidade, Alto Rendimento, 25 cv, 4 pólos, Custo: R\$ 2.380,49.

Anos	0	1	2	3	4	5	6
Encaixe	0	135,00	135,00	135,00	135,00	135,00	45,00
Desencaixe	2.380,49	0	0	0	0	0	0
Fluxo de caixa líquido	-2.380,49	135,00	135,00	135,00	135,00	135,00	45,00

VPL da proposta: -R\$ 1.871,05

Essa opção não compensa