

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

**ALTERNATIVAS PARA ILUMINAÇÃO RESIDENCIAL:
ASPECTOS TÉCNICOS, ECONÔMICOS, CONFORTO VISUAL
E SEGURANÇA**

LÉNINE KINTUADI FRANCISCO PEREIRA



Rio de Janeiro, RJ - Brasil

Dezembro de 2010

ALTERNATIVAS PARA ILUMINAÇÃO RESIDENCIAL:
ASPECTOS TÉCNICOS, ECONÔMICOS, CONFORTO VISUAL E
SEGURANÇA

LÉNINE KINTUADI FRANCISCO PEREIRA

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

Aprovado por:

Jorge Luiz do Nascimento, Dr. Eng. (orientador)

Sergio Sami Hazan, Ph. D.

Ivan Herszterg, M. Sc.

Rio de Janeiro, RJ - Brasil

Dezembro de 2010

Dedicatória

Dedico este trabalho a uma pessoa muito especial, que hoje não pode mais estar aqui reunida comigo, mas que tenho certeza que em algum lugar distante e em paz está olhando por mim, minha querida mãe, Leopoldina Francisco Domingos Pereira (☼ 1952 – † 1997), que mesmo com uma vida de intensa luta contra uma das maiores enfermidades do nosso século, sempre esteve pronta a dar carinho, alegria e jamais deixar de lado o sonho de formar seus filhos cidadãos aptos a contribuírem para um futuro melhor da humanidade.

Professora e pedagoga, profissional de exemplo e sempre dedicada a educação, fez do incentivo ao estudo uma das principais lembranças que levarei para sempre dela, e por isso, esta dedicatória tão justa para que ela se sinta bem em saber que seu filho finalmente chega ao término de mais um importante trecho desta longa caminhada que é a vida. O conhecimento e a capacidade do ser humano de recebê-lo e transmiti-lo é a maior dádiva da vida de uma pessoa e por isso deixo aqui esta sincera dedicatória.

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar a Deus, que permitiu hoje estar aqui em condições de realizar este trabalho e completar finalmente, após muitos anos de esforço, minha tão sonhada graduação em engenharia elétrica.

Agradeço também aos meus queridos irmãos, em especial a Nazi e a Telinha, que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos, principalmente os mais difíceis, sempre me incentivando e dando motivação para jamais desistir. Sem eles certamente este trabalho não teria chegado ao fim.

Quero fazer um agradecimento especial, a minha querida avó, Ana, que foi a principal responsável pela minha vinda ao Brasil para fazer a minha tão sonhada graduação.

Não podendo também deixar de agradecer aos meus professores da Escola Politécnica da UFRJ, funcionários e colegas do DEE e principalmente ao meu professor e orientador, Jorge Luiz do Nascimento, pela confiança em meu trabalho e na minha capacidade de vencer este desafio proposto, atividade que muito me fez aprender e me mostrou que jamais devemos desistir de nossos objetivos.

Agradeço também a todos os funcionários das empresas Casarão do Lustre, Nova Relumi, Philips e Intral que me ajudaram bastante durante a pesquisa para a realização do trabalho, são eles, o eng^o Daniel Coelho Feldman, as atendentes, Danielle Pereira, Moema Avelar, Maria Daniela, Denise Francisco, Edilene Noronha, Sandra paz, Andrea Cristina e Ana Lúcia.

Finalizando, deixo aqui também os meus sinceros agradecimentos a todos os meus amigos, em especial às minhas queridas amigas, Joyce e Haylu que também me ajudaram bastante durante essa caminhada.

Resumo

A iluminação residencial é de fundamental importância para o nosso bem-estar e conforto na nossa vida cotidiana. Sem ela seria desconfortável desenvolver atividades durante o período noturno em nossas casas, como por exemplo ler, escrever, cozinhar, assistir tv e outras atividades.

O presente trabalho mostra quais são as melhores alternativas, dentre lâmpadas incandescentes e fluorescentes, disponíveis no mercado, para iluminação geral de residências, mediante as análises de eficiência luminosa e econômica de forma a assegurar o atendimento aos critérios de eficiência energética, conforto visual e segurança.

Para tal o trabalho está dividido em 15 capítulos, mas basicamente em duas partes. A primeira parte aborda aspectos teóricos sobre conservação de energia, iluminação residencial, conceitos básicos de luminotécnica e aspectos teóricos relacionados com o funcionamento das fontes luminosas artificiais. A segunda parte visa colocar em prática a teoria dos capítulos anteriores e a realização das análises de eficiência luminosa e econômica, usando como base os produtos de quatro dos principais fabricantes de lâmpadas existentes no mercado. São eles Osram, Sylvania, Philips e General Electric.

Índice

| | |
|--|----|
| 1. Introdução | 01 |
| 1.1. Conservação de energia | 04 |
| 1.2. Iluminação residencial | 06 |
| 2. Iluminação – Conceitos básicos de luminotécnica | 10 |
| 2.1. Radiação eletromagnética e luz visível | 10 |
| 2.2. Ângulo sólido | 15 |
| 2.3. Fluxo luminoso | 17 |
| 2.4. Intensidade luminosa | 18 |
| 2.5. Curva de distribuição da intensidade luminosa | 19 |
| 2.6. Iluminância | 20 |
| 2.7. Luminância | 21 |
| 2.8. Eficiência luminosa | 23 |
| 2.9. Temperatura de cor correlata | 24 |
| 2.10. Índice de reprodução de cores | 26 |
| 2.11. Ofuscamento | 27 |
| 2.12. Vida/Durabilidade de uma lâmpada | 28 |
| 3. Fontes luminosas artificiais | 29 |
| 3.1. Lâmpada incandescente | 29 |
| 3.1.1. Princípio de funcionamento | 30 |
| 3.1.2. Aspectos construtivos | 30 |
| 3.1.3. Características Gerais | 35 |
| 4. Lâmpadas de descarga elétrica | 38 |

| | |
|--|----|
| 4.1. Lâmpada fluorescente | 38 |
| 4.1.1. Lâmpadas fluorescentes de catodos quentes | 39 |
| 4.1.2. Lâmpadas fluorescentes de catodos frios | 41 |
| 4.1.3. Princípio de funcionamento | 42 |
| 4.1.4. Aspectos construtivos | 55 |
| 4.1.5. Lâmpadas fluorescentes tubulares e circulares | 60 |
| 4.1.5.1. Características gerais | 62 |
| 4.1.6. Lâmpadas fluorescentes compactas | 64 |
| 4.1.6.1. Lâmpadas fluorescentes compactas integradas | 65 |
| 4.1.6.1.1. Características gerais | 66 |
| 4.1.6.2. Lâmpadas fluorescentes compactas não integradas | 68 |
| 4.1.6.2.1. Características gerais | 68 |
| 4.1.7. Fatores que afetam o desempenho de uma lâmpada fluorescente | 71 |
| 4.1.7.1. Reatores | 71 |
| 4.1.7.2. Temperatura | 73 |
| 4.1.7.3. Luminária | 73 |
| 4.1.7.4. Frequência de acendimento da lâmpada | 73 |
| 5. Equipamentos auxiliares | 78 |
| 5.1. Reatores | 78 |
| 5.1.1. Características Gerais | 80 |
| 5.1.1.1. Reatores Eletromagnéticos | 81 |
| 5.1.1.2. Reatores eletrônicos | 83 |
| 5.1.1.3. Outros conceitos básicos relacionados com equipamentos auxiliares | 91 |
| 5.2. Starter | 97 |

| | |
|--|-----|
| 5.3. Dimmers | 98 |
| 5.4. Tabelas de reatores | 98 |
| 6. Luminárias | 101 |
| 7. Catálogos de lâmpadas | 103 |
| 7.1. Osram | 104 |
| 7.2. Sylvania | 110 |
| 7.3. Philips | 116 |
| 7.4. General Electric | 122 |
| 8. Principais lâmpadas e suas aplicações | 129 |
| 9. Análise de eficiência luminosa | 148 |
| 9.1. Análise de eficiência luminosa das lâmpadas incandescentes | 149 |
| 9.2. Análise de eficiência luminosa das lâmpadas fluorescentes compactas integradas | 154 |
| 9.3. Análise de eficiência luminosa das lâmpadas fluorescentes compactas não integradas | 166 |
| 9.4. Análise da eficiência luminosa das lâmpadas fluorescentes tubulares | 174 |
| 10. Principais lâmpadas e suas aplicações, segundo a análise de eficiência luminosa | 187 |
| 11. Análise econômica | 199 |
| 11.1. Despesas de investimento | 200 |
| 11.2. Despesas operacionais | 200 |
| 11.3. Parametrização do tempo de vida mediana nominal das lâmpadas por compartimento residencial | 204 |
| 11.4. Realização da análise econômica | 207 |

| | |
|--|-----|
| 11.5. Tabelas comparativas entre as alternativas do mesmo tipo, de igual eficiência luminosa para a realização da análise econômica | 210 |
| 11.6. Tabelas comparativas por compartimento residencial, entre as melhores alternativas dos diferentes tipos de lâmpadas que foram pesquisadas para a realização da análise econômica | 224 |
| 12. Indicações de uso | 319 |
| 12.1. Quartos | 319 |
| 12.2. Salas de estar | 321 |
| 12.3. Salas de jantar e corredores | 324 |
| 12.4. Cozinhas, banheiros e áreas de serviço | 327 |
| 12.5. Como usar as lâmpadas fluorescentes compactas integradas de modo eficiente | 331 |
| 13. Conclusão | 332 |
| 14. Anexos | 339 |
| 14.1. Anexo 1 – Alternativas da Osram | 339 |
| 14.2. Anexo 2 – Alternativas da Sylvania | 342 |
| 14.3. Anexo 3 – Alternativas da Philips | 344 |
| 14.4. Anexo 4 – Alternativas da General Electric | 346 |
| 15. Referências Bibliográficas | 349 |

Objetivo

O principal objetivo desse trabalho é verificar as melhores alternativas, dentre lâmpadas incandescentes e fluorescentes, disponíveis no mercado, para iluminação geral de residências. Isso será feito considerando os conceitos básicos luminotécnicos e outros aspectos como custos de investimento, custos operacionais e custos totais das lâmpadas, durante um período predefinido, de modo a assegurar o atendimento aos critérios de eficiência energética conforto visual e segurança.

1. Introdução

A luz é um elemento importante e indispensável em nossa vida. Por isso é encarada de forma familiar e natural, fazendo com que ignoremos a real necessidade de conhecê-la e compreendê-la. Conhecer a luz, as alternativas disponíveis e saber controlar a sua quantidade e qualidade, são ferramentas preciosas para o sucesso de qualquer instalação. [2]

No princípio dos tempos o homem vivia entre o medo da noite e a sua sobrevivência. Depois de dominar o fogo, além de ganhar um poderoso aliado contra seus inimigos naturais (as feras e o frio), nossos ancestrais passaram a usar parte da noite, agora iluminada pelas fogueiras e tochas, para algumas atividades de artesanato e principalmente para o convívio [24].

Podemos até dizer que todo desenvolvimento da espécie humana e de seu cérebro privilegiado, foi ofuscado pela conquista do fogo e da luz. Durante milhares de anos viemos desenvolvendo métodos e conceitos para o melhor aproveitamento da luz solar e para o melhor rendimento da luz artificial, sempre visando o conforto visual e os exercícios das atividades relacionadas ao ambiente. Outro aspecto fundamental é a utilização da luz para destacar e embelezar as construções. A arquitetura religiosa usou e abusou dos efeitos gerados pela luz solar para criar atmosferas místicas e mágicas dentro de seus templos. Nesse caso a função da luz não era apenas iluminar, mas sim criar emoções, tanto religiosa nas igrejas, quanto estéticas nos palácios. [24]

Comparando a época que a luz artificial começou a ser utilizada com os dias atuais, constata-se que foi grande o passo dado pela indústria da iluminação no século XX. Desde a lâmpada criada por Thomas Edison até os produtos disponíveis hoje, houve um avanço espantoso. [24]

Ao contrário do que normalmente se divulga, a lâmpada de Edison não foi a primeira a utilizar a eletricidade, pois no final do século XIX já havia um sistema para iluminação pública, composto por dois eletrodos de carvão, muito próximos, por onde passava uma descarga elétrica. Essa lâmpada era conhecida como lâmpada de arco, pois ela produzia uma luz intensa, muito branca e era utilizada também em faróis de navegação e outras aplicações específicas. O maior problema dessa lâmpada estava justamente na grande quantidade de luz produzida, o que impedia sua utilização em ambientes comerciais e residenciais. A primeira lâmpada disponível para uso residencial foi a de Edison, por isso considerada como a primeira

lâmpada comercial. A lâmpada de Edison era constituída de um fio de linha carbonizado em um cadinho hermeticamente fechado, produzindo uma luz amarelada e fraca como a de uma vela e apresentando um rendimento de 1,41 lumens por watt. [24]

De início, o invento enfrentou grandes barreiras quanto a sua utilização, principalmente por ser uma tecnologia que necessitava de novas instalações. A energia elétrica era um luxo pouco disponível na época, sendo o próprio invento, uma ferramenta para tornar a energia elétrica mais difundida, pois era quase unânime a idéia de que o gás e o vapor seriam suficientes para o desenvolvimento do mundo. [24]

Ficou marcada uma frase de Thomas Edison, ressaltando a diferença entre a visão futurista e a imediatista, ao ser questionado em relação ao preço de sua lâmpada comparada ao de uma vela. “No futuro, somente os ricos queimarão velas”. [24]

As novas tecnologias sempre causam esse tipo de conflito, da vantagem tecnológica contra o custo de investimento. O problema enfrentado por Edison, também ocorre hoje em dia, com as novas tecnologias. [24]

O constante aumento da demanda de energia elétrica tem levado os governos e empresas concessionárias de energia elétrica a buscarem formas de reduzir o impacto de grandes investimentos em construções de novas usinas geradoras e de novas linhas de transmissão. [23]

Uma das formas encontradas é o incentivo á redução do consumo, através de técnicas de conservação de energia.

Em muitos países vêm se desenvolvendo programas de gerenciamento pelo lado da demanda (DSM – Demand Side Management) onde o foco é reduzir o carregamento dos sistemas elétricos, reduzindo a demanda de energia, atendendo assim ás necessidades imediatas das concessionárias. É normalmente assumido que, para cada kW de redução de consumo de potência no pico, um kW de construção de nova planta geradora é adiado. [23]

Nos EUA, principalmente na década de 90, o governo incentivou diversos programas do tipo DSM. Dentre eles, a substituição de reatores eletromagnéticos por reatores eletrônicos, a utilização de lâmpadas fluorescentes mais eficientes e também a substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas. [23]

No Brasil algumas concessionárias desenvolveram projetos de conservação de energia na década de 90, com suporte técnico e financeiro do Procel (Programa Nacional de

Conservação de Energia Elétrica), como é o caso da CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais) em 1990, 1995 e 1996, da CPFL (Companhia Paulista de Força e Luz) em 1992, 1994 e 1995 e da CESP (Companhia Energética de São Paulo) em 1993. Estes primeiros projetos, apesar de modestos, incentivaram o aumento do uso de lâmpadas fluorescentes compactas integradas que decuplicaram de 1990 a 1997, atingindo o patamar de 7 milhões de unidades em 1997, representando 2% das vendas de lâmpadas incandescentes, mostrando assim o enorme potencial destas substituições. [23]

A iluminação representa cerca de 17% do consumo de energia elétrica no Brasil. No setor residencial a iluminação representa 24%, no comercial 44% e industrial 2%. [23]

Em termos mundiais, estima-se que a iluminação represente 20% do consumo total de energia elétrica e, aplicando-se novas tecnologias e sistemas de iluminação mais eficientes, estima-se uma possível economia de cerca de 30% da energia gasta com iluminação. [23]

No Brasil, de modo a incentivar o cliente final a substituir as lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas integradas, foram dados substanciais descontos nos preços das lâmpadas fluorescentes compactas, bem mais caras que as lâmpadas incandescentes. [23]

Devido a crise de energia em 2001, o governo promoveu grandes doações de lâmpadas fluorescentes compactas integradas para os consumidores de baixa renda. Neste ano foi necessário um racionamento de energia elétrica, quando, de certo modo, os consumidores foram obrigados a reduzir o consumo de energia elétrica para não serem penalizados com multas. Assim, incentivado pelo governo federal, ocorreu um grande número de substituições de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas integradas em residências e estabelecimentos comerciais. [23]

As lâmpadas fluorescentes compactas integradas foram adotadas como alternativa imediata de substituição das lâmpadas incandescentes devido ao seu reduzido consumo de energia (80% menor em relação às incandescentes). Dependendo do fabricante e do modelo apresentam vida útil até 12 vezes maior, apresentam dimensões reduzidas, possuem reator eletrônico incorporado à base e pelo fato da sua base ser do tipo Edison (E-27 – ver Figura 21), idêntico ao das lâmpadas incandescentes, oferecem maior facilidade e praticidade para o usuário na hora de realizar a substituição de um sistema para outro. Desta forma, a substituição é imediata e rápida, ao passo que a opção pelas lâmpadas fluorescentes tubulares

tradicionais levaria a substituição de luminárias, refletores, lustres e a instalação de reatores o que oneraria o processo de troca.

1.1. Conservação de energia

Pode-se considerar conservação de energia como sendo um conjunto de ações e procedimentos direcionados ao uso eficiente de energia elétrica. [2]

O ato de conservar energia significa melhorar a forma de utilizar a energia, sem prescindir do conforto e das vantagens que ela proporciona.

Conservar significa economizar energia eliminando o desperdício, conseqüentemente significa preservar o meio ambiente para gerações futuras.

Com programas de conscientização sobre a utilização de produtos de baixo consumo de energia, os empresários, comerciantes e toda população em geral, estariam consumindo menos, o que resultaria em um equilíbrio entre a oferta e a demanda de energia e, conseqüentemente, economia. [2]

Também teríamos como resultado da conservação de energia, a preservação do meio ambiente, porque:

- Menos hidroelétricas resulta em menos desmatamento, preservando desta forma os recursos naturais;
- Menor geração de energia nuclear tem como resultado menor radiação;
- Menos termoelétricas resulta em menos contaminação do meio ambiente.

Muitas são as possibilidades de redução do consumo de energia; lâmpadas, reatores, luminárias, controles eletrônicos, etc. Sistemas de iluminação que economizam energia têm uma maior duração e ajudam desta forma a evitar racionamento. Tudo isso com o objetivo de melhorar a vida quotidiana da população e a rotina diária das cidades onde elas habitam. [15]

No Brasil, para colocar em prática a eficiência energética no setor elétrico foi criado em 1985 pelos Ministérios das Minas e Energia e da Indústria e do Comércio o **PROCEL** (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica). Em 1991 o Procel foi transformado em programa de governo, tendo abrangência e responsabilidades ampliadas. [11]

O Procel é coordenado pelo Ministério das Minas e Energia, cabendo a Eletrobrás (Centrais Elétricas Brasileiras) o controle e execução. [11]

Seu principal objetivo é combater o desperdício de energia elétrica, tanto no lado da produção como no consumo, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população e eficiência dos bens e serviços, reduzindo os impactos ambientais. Para cumprir seu objetivo utiliza recursos da Eletrobrás e da Reserva Global de Reversão – RGR, fundo federal constituído com recursos das concessionárias. Utiliza, também, recursos de entidades nacionais e internacionais cujos propósitos estejam alinhados com os seus objetivos. [11]

Em 1994 foi criado o selo **PROCEL INMETRO** de economia de energia com o objetivo de incentivar a fabricação de equipamentos energeticamente mais eficientes como eletroeletrônicos, lâmpadas etc. O selo Procel Inmetro de desempenho indica que o produto foi aprovado em ensaios nos laboratórios de referência, indicados pelo Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial), de acordo com padrões de eficiência energética estabelecidos pelo Procel. [11]

Este selo é concedido anualmente desde 1994 aos equipamentos que apresentam os melhores índices de eficiência energética dentro da sua categoria. Sua finalidade, como já dissemos, é estimular a fabricação nacional de produtos mais eficientes no item economia de energia, e orientar o consumidor, no ato da compra, a adquirir equipamentos que apresentam melhores níveis de eficiência energética. [11]

O selo é válido por um ano, e ao fim do prazo o fabricante deve reapresentar o produto para novos ensaios. Para ter direito de usar o selo, o fabricante deve oferecer garantia de um ano contra defeitos de fabricação. O Procel se inspirou nas organizações **POWER SMART** do Canadá e **ENERGY STAR** dos EUA, experientes na promoção de produtos energeticamente eficientes para estabelecer os padrões para concessão desse certificado. Entre outros objetivos o Procel espera evitar que o consumidor adquira lâmpadas fluorescentes compactas e circulares de baixa qualidade e se decepcione com os resultados, perdendo motivação para compra desse produto. [11]

Por outro lado, na área de iluminação pública especificamente, foi lançado em junho de 2000 e, em 2002, prorrogado até 2010 o **RELUZ** – Programa Nacional de Iluminação Pública Eficiente. [11]

O Reluz é coordenado, também, pelo Ministério das Minas e Energia, e desenvolvido pela Eletrobrás, através do Procel. [11]

O Reluz tem como objetivo, promover o desenvolvimento de sistemas eficientes de iluminação pública para proporcionar melhorias nas condições de vida noturna, no que se

refere ao conforto e a segurança dos cidadãos, tráfego de veículos e de pedestres. Tem como objetivo também, reduzir o consumo de energia elétrica das administrações públicas municipais. [11]

A implementação do Reluz proporciona a melhoria das condições para o turismo, o comércio e o lazer noturnos, geração de novos empregos, aumento da qualidade de vida da população urbana, redução da demanda do sistema elétrico nacional, especialmente no horário de maior consumo, e contribui para o aumento da confiabilidade e da melhoria das condições de atendimento ao mercado consumidor de eletricidade. [11]

1.2. Iluminação residencial

A iluminação residencial é essencial para melhorar a qualidade de vida. Desta forma, ao considerarmos conceitos básicos de iluminação, promovemos a nossa casa, ambientes mais belos, mais aconchegantes, mais seguros, além de economizarmos em eletricidade.

Dentre as várias funções da iluminação residencial pode-se destacar:

- Iluminar cada ambiente para a realização de diferentes tarefas visuais (ler, escrever, cozinhar, assistir TV e outras mais);
- Criar o tipo de atmosfera que se deseja para cada ambiente;
- Decorar cada ambiente, deixando-os mais bonitos e agradáveis, além de destacar detalhes da arquitetura, objetos de arte e quadros;
- Segurança.

Numa residência o projeto deve levar em conta especialmente o fator decoração do ambiente. As soluções são essencialmente pessoais, dependendo do arquiteto, do proprietário ou de sua família.

Para a iluminação geral de residências, os níveis de iluminância não precisam ser elevados (ver Tabela 1.1, pág. 7), devendo o projetista prender-se bastante à harmonia da iluminação com a arquitetura e a decoração. Para essas finalidades está bastante difundida a utilização de luminárias de iluminação direta, que orientam o fluxo luminoso para região a iluminar. [15]

É sempre interessante, por questões de flexibilidade, colocar-se vários focos de luz no ambiente, para se obter uma iluminação específica para cada atividade que se realize no local.

Entre as lâmpadas mais aconselhadas para iluminação residencial temos as incandescentes, devido ao menor custo inicial de instalação, melhor reprodução de cores, maior facilidade na escolha de luminárias (grande quantidade de opções) e maior versatilidade no caso de modificações no projeto de decoração. As incandescentes e halógenas são interessantes na iluminação das partes sociais das residências e as fluorescentes compactas são as melhores opções para substituir as incandescentes nos locais onde se procura economia de energia elétrica e de manutenção. Nos locais de trabalho constante (cozinhas, salas de estudo, áreas de serviço) pode-se optar por lâmpadas fluorescentes tubulares ou compactas devido a sua maior eficiência e a maior vida das lâmpadas. [15]

Estima-se que a iluminação seja responsável por uma pequena parcela do consumo de energia do lar (entre 10% e 20%). Porém, esta parcela pode ser ainda mais reduzida com a troca das lâmpadas incandescentes convencionais por lâmpadas de alta tecnologia como as energy saver, ou seja, lâmpadas energeticamente mais eficientes. Isso sem nenhum prejuízo no nível de iluminação e com uma série de benefícios como por exemplo, redução do volume de calor lançado no ambiente e economia nos custos de operação da lâmpada, pois elas além de economia no consumo, têm vida mais longa que as incandescentes. [2]

A Tabela 1.1, mostra os níveis de iluminâncias médias recomendadas por atividade pela **NBR 5413/92**, para a iluminação residencial. [13]

Tabela 1.1 – Iluminação residencial

| níveis de iluminâncias médias recomendadas por atividade - NBR 5413/92 | |
|---|--------------------------|
| Salas de Estar: | |
| Geral | 100lux - 150lux - 200lux |
| Local (leitura e escrita) | 300lux - 500lux - 750lux |
| Cozinhas: | |
| Geral | 100lux - 150lux - 200lux |
| Local (fogão e mesa) | 200lux - 300lux - 500lux |
| Hall, Escada e garagem: | |
| Geral | 75lux - 100lux - 150lux |
| Local | 200lux - 300lux - 500lux |
| Banheiros: | |
| Geral | 100lux - 150lux - 200lux |
| Local (espelhos) | 200lux - 300lux - 500lux |
| Quartos de dormir: | |
| Geral | 100lux - 150lux - 200lux |
| Local (espelho e cama) | 200lux - 300lux - 500lux |

Observa-se que na Tabela 1.1, são apresentados três valores de “iluminância” tanto para a iluminação geral quanto local para a realização das diferentes tarefas visuais que ocorrem no interior dos compartimentos de uma residência. Para escolha do valor de “iluminância” adequada deve-se atender aos três fatores que são apresentados na Tabela 1.2, e eles são: [13]

- A idades do (s) moradores da residência;
- A velocidade e a precisão exigidas na realização das tarefas visuais que são realizadas em cada um dos compartimentos da residência;
- A refletância da superfícies que servem de fundo para o local onde se desenvolve a tarefa visual.

Tabela 1.2 – Fatores determinantes para a escolha da iluminância adequada

| Característica da tarefa e do observador | PESO (P) | | |
|--|--------------------|--------------|--------------------|
| | -1 | 0 | +1 |
| Idade dos moradores | 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% |

Exemplo: Suponhamos que queremos encontrar a iluminância adequada para a iluminação geral da sala de estar de uma residência com 5 m de comprimento, 4 m de largura e 3,0 m de pé direito. O teto e as paredes são claros e apresentam refletâncias de 50 e 30% respectivamente, e os moradores dessa residência tem idade inferior a 40 anos.

Solução: Para a escolha da iluminância adequada se procede da seguinte maneira:

1.º) Determina-se o peso **P** (-1, 0 ou +1) correspondente a cada característica apresentada no exemplo. Segundo a Tabela 1.2, temos:

- Idade dos moradores, inferior a 40 anos: $P_1 = -1$
- Velocidade e precisão, sem importância: $P_2 = -1$
- Refletância das superfícies que servem de fundo para o local onde se desenvolve a tarefa visual: $P_3 = 0$

2.º) Somam-se algebricamente os valores encontrados (considerando, portanto, os sinais).

No exemplo, $P = P_1 + P_2 + P_3 = -1 - 1 + 0 = -2$.

3.º) Se o valor total de **P** (peso) for igual a -2 ou -3 , usa-se o valor mais baixo de iluminância do grupo de três (vide Tabela 1.1). Se a soma for igual a $+2$ ou $+3$, usa-se o maior valor de iluminância dos três. Nos demais casos, usa-se o valor central.

No nosso exemplo como o valor total de **P** é -2 , e consultando a Tabela 1.1 podemos verificar que o valor de iluminância que devemos considerar é o $E = 100$ lux, porque ele é o menor dos três.

Obs. 1:

REFLETÂNCIA (ou fator de reflexão)

É a relação, expressa em porcentagem, entre o fluxo luminoso refletido por uma superfície e o fluxo luminoso incidente sobre ela. Ela, varia sempre em função das cores ou acabamentos das superfícies e suas características de refletância. [13]

A Tabela 1.3, apresenta alguns valores de refletância de paredes e tetos.

Tabela 1.3 – Refletâncias de paredes e tetos [13]

| | |
|-----------------------------|-----|
| Teto branco | 75% |
| Teto claro | 50% |
| Paredes brancas | 50% |
| Paredes claras | 30% |
| Paredes medianamente claras | 10% |

2. ILUMINAÇÃO – Conceitos básicos de luminotécnica

2.1. Radiação eletromagnética e luz visível

A ciência caracterizou e dividiu os fenômenos eletromagnéticos, denominando ao conjunto espectro eletromagnético (Figura 1). Este espectro pode ser dividido em duas grandes faixas: a primeira denomina-se de ondas, sendo subdividida em industriais (frequências baixas) e hertzianas (frequências elevadas), onde se encontram as comunicações, radar, etc. O término da faixa das ondas origina as das radiações, que inicia com as infravermelhas, percebidas sob a forma de calor, passando pelas radiações ditas visíveis e continuando com as ultravioletas, raios X, raios gama e raios cósmicos. [14]

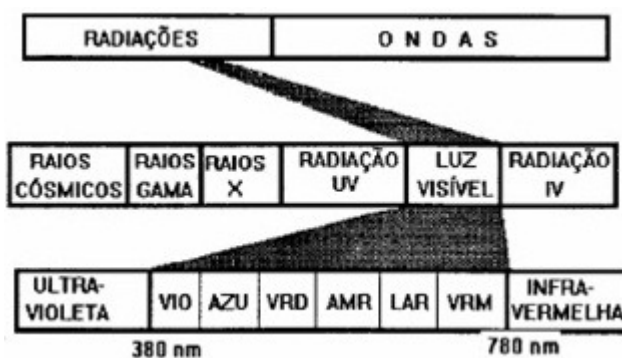


Figura 1 – Espectro eletromagnético [24]

Esta divisão não apresenta fronteiras absolutamente rígidas visto que há uma transição gradual de uma região para outra. Na faixa compreendida pela radiação luminosa a unidade empregada para comprimento de onda é usualmente o nanômetro, que corresponde a 10^{-9} metros, mas ainda encontra-se na literatura o Ângstrom, ($1\text{Å} = 10^{-10}$ m) e o micrometro ($1\mu\text{m} = 10^{-6}$ m). De importância em iluminação existem três regiões ou faixas do espectro que devem ser consideradas: a região ultravioleta, a região visível e a região infravermelha (vide Figura 1). Entre os raios infravermelhos e os ultravioletas encontra-se a faixa do espectro eletromagnético com comprimentos de onda entre 380 nm e 780 nm, capazes de sensibilizar o olho humano. Denomina-se a este conjunto de luz visível, faixa que é variável segundo as características individuais do olho humano. [14]

A radiação visível tradicionalmente tem os seguintes limites: [14]

- Violeta 380 a 435 nm;
- Anil 430 a 480 nm;
- Azul 436 a 495 nm;
- Verde 496 a 565 nm;
- Amarela 566 a 589 nm;
- Laranja 590 a 627 nm;
- Vermelha 628 a 780 nm.

A luz é definida como a radiação eletromagnética capaz de produzir sensação visual. A sensibilidade visual para luz varia não só de acordo com o comprimento de onda da radiação, mas também com a luminosidade. [12]

O espectro visual varia muito de uma espécie animal para outra. Os cachorros e os gatos, por exemplo, não enxergam todas as cores, apenas o azul e o amarelo, mas de maneira geral, em preto e branco numa nuance de cinzas. Já as cobras enxergam no infravermelho e os insetos (abelhas) no ultravioleta, radiações para as quais somos cegos, ou seja, que não estimulam a nossa retina ocular. [12]

O olho humano não é igualmente sensível a todos os comprimentos de onda do espectro luminoso, especialmente quando as condições de iluminação (mais claro/mais escuro) mudam. [1]

A curva de sensibilidade visual do olho humano (Figura 2) demonstra que radiações de menor comprimento de onda (violeta e azul) geram maior intensidade de sensação luminosa quando há pouca luz (crepúsculo, noite), enquanto as radiações de maior comprimento de onda (laranja e vermelho) se comportam ao contrário. A este fenômeno se dá o nome de Efeito Purkinje, porque foi o fisiologista e histologista checoslovaco de nome, Johannes Von Purkinje que verificou este fenômeno, ao observar, durante uma caminhada ao anoitecer, que flores azuis pareciam mais brilhantes do que as flores vermelhas. No entanto, durante o dia ocorria o inverso. Isso explica porque para o cérebro a luz do luar parece mais azulada. Na Figura 2 podemos observar que a máxima sensibilidade do olho humano passa do comprimento de onda 555 nm (visão fotópica – altos níveis de luminância) para 508 nm (visão escotópica – baixos níveis de luminância). [1]

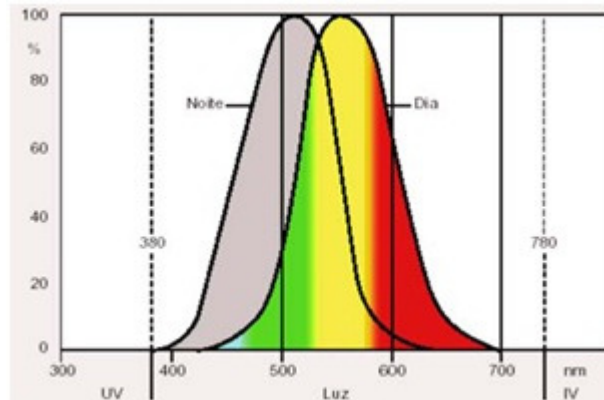


Figura 2 – Curva de sensibilidade visual [1]

De todas as cores do espectro visível, o olho humano só é na realidade sensível a três delas: vermelho, verde e azul, componentes básicas do modelo de cor **RGB** (sistema aditivo de cores – ver Figura 3). Isto porque no interior do olho existem estruturas minúsculas, dispostas como pastilhas aleatoriamente espalhadas em um mosaico, a semelhança dos pixels que formam a imagem vista por uma câmera fotográfica ou filmadora. Estas estruturas, na verdade são células fotosensíveis espalhadas no fundo do olho (retina). Elas dividem-se em dois tipos: as sensíveis a luminosidade, denominadas bastonetes (cerca de 125 milhões delas em cada olho) e as sensíveis às cores, denominadas cones (cerca de 7 milhões em cada olho). Existem somente 3 tipos de cones quanto à sensibilidade a cores: os cones que são sensibilizados pela cor vermelha, os que são pela verde e os que são pela azul. Todas as demais cores e tonalidades são enxergadas pelo olho como combinação em diferentes proporções destas 3 cores ou, em outras palavras, como combinação de sensibilização destes 3 tipos de estruturas do olho humano. Por este motivo estas 3 cores são denominadas cores primárias. Assim por exemplo, quando a luz emitida por uma lâmpada amarela pendurada na árvore de natal atinge o olho humano, esta luz irá sensibilizar igualmente os cones sensíveis ao vermelho e os sensíveis ao verde, porque a luz amarela é obtida como combinação em iguais proporções destas outras duas. [12]

Por outro lado são os bastonetes que processam uma visão de contornos, de contraste claro – escuro, em condições de baixa luminosidade. [12]

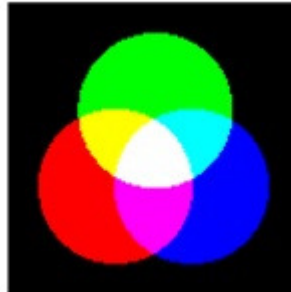


Figura 3 – Composição das cores [1]

2.1.1 Distribuição espectral de energia

É um gráfico da energia irradiante emitida por uma fonte de luz como função do comprimento de onda. Estas distribuições proporcionam uma “impressão digital” ou visual das características de cor da fonte de luz por toda a faixa visível do espectro (ver Figuras 4, 5, 6). [3]

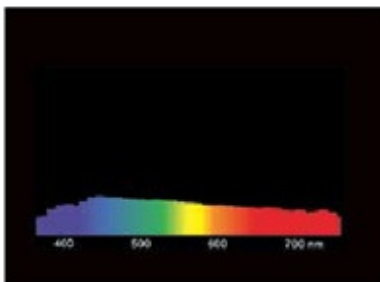


Figura 4 – Distribuição de energia no espectro visível da luz solar [1]

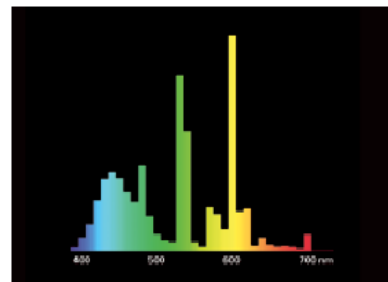
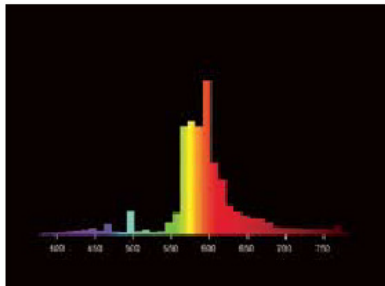


Figura 5 – Distribuição de energia no espectro visível da lâmpada fluorescente lumilux (860), da osram [1]



**Figura 6 – Distribuição de energia
no espectro visível da
lâmpada de descarga
vapor de sódio – Vialox
Nav, da osram [1]**

A luz considerada como de cor branca na verdade é uma mistura de todas as cores presentes no espectro visível da luz: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta. [1]

No entanto, nem sempre a proporção destas cores componentes é a mesma, o que faz com que o resultado final embora aparente ser branco para o cérebro humano, na realidade tende para tonalidades avermelhadas, amareladas, azuis ou intermediárias. Isto ocorre porque o cérebro possui mecanismos de correção para estes desvios. A luz produzida no sol, se captada e analisada por um satélite em órbita ao redor da terra, apresentará todas as faixas do espectro luminoso igualmente distribuídas: é a luz verdadeiramente branca (Figura 4). Ao seguir em direção à superfície da terra, sua passagem pela atmosfera faz com que algumas faixas do espectro sejam ligeiramente enfraquecidas ou suavizadas e outras sejam ligeiramente realçadas. É assim que ela adquire diferentes tonalidades, conforme o horário do dia, devido a posição do sol em relação a superfície da terra. Ao meio dia os raios solares tem que atravessar uma camada muito menor de ar do que no início ou final do dia. Como resultado, a luz solar é ligeiramente azulada ao meio dia – a chamada luz do dia ou daylight e amarelada no início e no final do dia. A posição geográfica também tem influência, fazendo com que haja um predomínio maior do azul nas regiões próximas dos pólos.[12]

Embora a luz solar se distribua por todas as faixas do espectro, em algumas situações algumas faixas tem intensidade maior do que as outras, como no caso do predomínio do amarelo ao entardecer ou amanhecer. Em outras palavras, todas as faixas de cor estão presentes, mas há predomínio de algumas delas, o que faz com que a fonte de luz em questão (o sol) no momento observado adquira a tonalidade dessa (s) faixa (s), no caso as tonalidades

amareladas. Ao meio dia o predomínio é das tonalidades azuladas. Outro exemplo é das lâmpadas incandescentes. Sua tonalidade dominante é branco-avermelhada, mas emitem luz em todas as faixas do espectro visível, porém mais suavemente. Cada fonte de luz possui um espectro de radiação (luz) próprio, que lhe confere características e qualidades específicas. A presença de todas as faixas ou mesmo suas intensidades não é uma constante. [12]

Quando as superfícies pigmentadas aparecem como superfícies coloridas, quando iluminadas por lâmpadas incandescentes ou fluorescentes, isto significa que os comprimentos de onda dessas superfícies são refletidos porque estão presentes na luz que incide sobre elas.

2.1.2. Espectro contínuo e descontínuo

Diz-se que o espectro de luz de uma fonte luminosa é contínuo quando ela emite luz visível em todas as faixas do espectro visível de forma mais uniforme (exemplo: sol, lâmpadas incandescentes – ver Figura 4), isto significa dizer que a distribuição de energia no espectro visível dessa fonte luminosa é mais uniforme. E, diz-se descontínuo quando faltam algumas faixas no espectro visível ou sua presença é mínima (exemplo: lâmpadas de descarga em geral – ver Figuras 5, 6). Fontes luminosas com uma descontinuidade muito acentuada no espectro luminoso possuem qualidade de luz muito baixa, ou seja, reproduzem mal as cores por exemplo lâmpadas fluorescentes comuns, lâmpadas de vapor de sódio usadas em iluminação pública (ver figura 6). [1]

2.2. Ângulo sólido

símbolo: ω

unidade: esteroradiano (sr)

Como o estudo de iluminação está voltado para a visão de formas espaciais, torna-se necessário trabalhar com ângulos tridimensionais, conhecidos na geometria como ângulos sólidos.

O ângulo sólido é o resultado do quociente entre uma área “A” situada na superfície de uma esfera e o quadrado do raio “R” da esfera (ver Figura 7). Seu valor é calculado pela equação (2.2.1). [14]

Sua unidade é o esteroradiano (sr). Um esteroradiano é o ângulo sólido que, tendo vértice no centro de uma esfera, subtende na superfície desta, uma área igual ao quadrado do raio da esfera. [14]

O conceito de ângulo sólido é útil em iluminação porque o feixe luminoso, ao incidir na retina ocular, cria uma imagem em sua superfície, cujo contorno é função do ângulo sólido percebido pelo olho humano. O feixe de luz constitui, assim, um ângulo sólido que depende do tamanho da superfície vista pelo observador e da distância que este se encontra em relação ao objeto. Portanto, a imagem do objeto, vista pelo olho, subtende um ângulo sólido. Além disso, nas medições efetuadas em iluminação, sempre a fonte luminosa é colocada no centro de uma esfera, o que implica em determinar o ângulo sólido para a área iluminada por esta fonte na superfície desta esfera. [14]

$$\omega = \frac{A}{R^2} \quad (2.2.1) [14]$$

onde: A = área na superfície da esfera [m^2]

R = raio da esfera [m]

ω = ângulo sólido [sr]

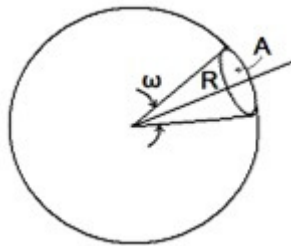


Figura 7 – Ângulo sólido [14]

2.3. Fluxo luminoso

símbolo: Φ

unidade: lúmen (lm)

O conceito de fluxo luminoso é de grande importância para os estudos de iluminação.

Ele é a potência de radiação total inicial emitida por uma fonte de luz, capaz de produzir uma sensação de luminosidade através do estímulo da retina ocular. Em outras palavras, é a potência de energia luminosa de uma fonte percebida pelo olho humano (Figura 8). Sua unidade é o lúmen (lm). O lúmen pode ser definido como o fluxo luminoso emitido, segundo um sólido de um esterradiano, por uma fonte puntiforme de intensidade invariável em todas as direções e igual a uma candela. Em uma analogia com a hidráulica seria como um chafariz esférico dotado de inúmeros furos na superfície. Os raios luminosos corresponderiam aos esguichos de água dirigidos a todas as direções e decorrentes desses furos. [13]

Existem dois valores principais para expressar o fluxo luminoso de uma lâmpada. O fluxo luminoso inicial e o representativo: [3]

- Fluxo luminoso inicial: É o valor de lumens iniciais medidos de uma lâmpada nova, assim que a lâmpada é acesa.
- Fluxo luminoso representativo: É o fluxo luminoso aproximado da lâmpada após operar 40% de sua vida nominal.

Para as incandescentes, o valor de lumens iniciais é medido no momento em que ela entra em operação pela primeira vez, ou seja, no começo de sua vida. Entretanto, para as fluorescentes, como seu fluxo luminoso flutua até que sua operação se estabilize, os seus lumens iniciais são medidos após 100 horas de operação. [3]



Figura 8 – Fluxo luminoso [1]

2.4. Intensidade luminosa

símbolo: I

unidade: candela (cd)

É a grandeza de base do sistema internacional para iluminação. Ela é a potência de radiação luminosa numa dada direção (Figura 9). Pode ser entendida como um vetor luminoso emitido pela fonte de luz. Assim a intensidade luminosa apresenta módulo, direção e sentido. Sua unidade é a candela (cd). Uma candela é a intensidade luminosa de uma fonte pontual que emite um fluxo luminoso de um lúmen em um ângulo sólido (ω) de um esterradiano (sr). Matematicamente, seu valor é obtido pela equação (2.4.1). [13]

A medição da intensidade luminosa pressupõe que a fonte luminosa seja puntiforme.

Na prática, as fontes luminosas apresentam dimensões finitas, mas quando observadas a uma certa distância, podem ser consideradas como puntiformes.

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \quad (2.4.1) [1]$$

onde: I = intensidade luminosa na direção considerada [cd]

Φ = fluxo luminoso [lm]

ω = ângulo sólido [sr]

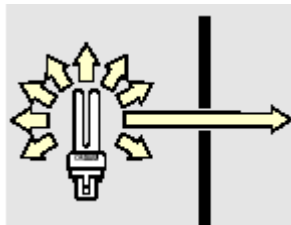


Figura 9 – Intensidade luminosa [1]

2.5. Curva de distribuição da intensidade luminosa

Trata-se de um diagrama polar no qual se considera a lâmpada ou a luminária reduzida a um ponto no centro do diagrama, em que se representa a intensidade luminosa nas várias direções por vetores, partindo do centro do diagrama. A curva obtida ligando-se as extremidades desses vetores é a curva de distribuição da intensidade luminosa (Figura 10). Em outras palavras, é a representação da intensidade luminosa em todos os ângulos em que ela é direcionada num plano qualquer. [1]

São estas curvas que indicam se a lâmpada ou luminária têm uma distribuição de luz concentrada, difusa, simétrica, assimétrica, etc, projetada em uma direção.

Costuma-se na representação polar, referir os valores da intensidade luminosa, constantes, ao fluxo de 1000 lm. Se o fluxo luminoso da lâmpada for diferente desse valor, multiplica-se o valor obtido no gráfico pelo fator correspondente. [1]

Por exemplo, se o fluxo luminoso da lâmpada for de 1380 lm, o fator será:

$$1380 \div 1000 = 1,38.$$

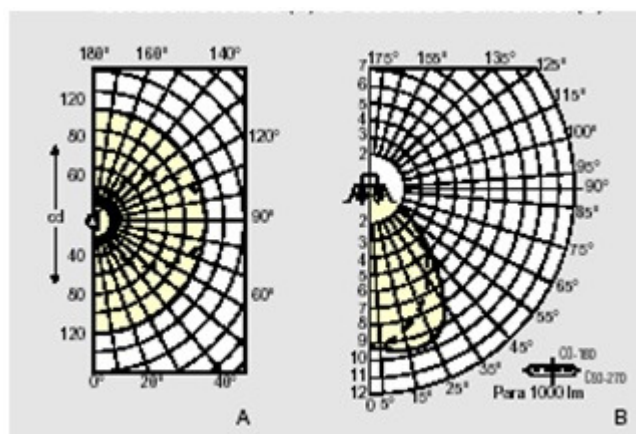


Figura 10 – Curva de distribuição de intensidades luminosas no plano transversal e longitudinal para uma lâmpada fluorescente isolada (A) ou associada a um refletor (B) [1]

2.6. Iluminância

símbolo: E

unidade: lux (1lux =1lm / m²)

Por definição, podemos dizer que iluminância é o fluxo luminoso (lm) incidente numa superfície por unidade de área (m²). Seu valor é obtido através da equação (2.6.1). Sua unidade é o lux. Um lux corresponde a iluminância de uma superfície plana de um metro quadrado de área, sobre a qual incide perpendicularmente um fluxo luminoso de um lúmen uniformemente distribuído. O melhor conceito sobre iluminância talvez seja uma densidade de luz necessária para realização de uma determinada tarefa visual (Figura 10). Na prática é a quantidade de luz dentro de um ambiente, e pode ser medida com auxílio de um luxímetro (Figura 11). Como o fluxo luminoso não é distribuído uniformemente, a iluminância não será a mesma em todos os pontos da área em questão. Considera-se por isso a iluminância média (Em). Isto permite supor que existe um valor ótimo de luz para quantificar um projeto de iluminação. Baseado em pesquisas com diferentes níveis de iluminação, os valores relativos a iluminância foram tabelados por tipo de atividade. No Brasil eles se encontram na NBR 5413/92 – iluminância de interiores. Para iluminação residencial (vide Tabela 1.1, pág. 7). O INMETRO denomina a iluminância como “iluminamento”. [13]

$$E = \frac{\Phi}{A}$$

(2.6.1) [1]

onde: ϕ = fluxo luminoso incidente[lm]

A = área da superfície [m²]

E = Iluminância [lux]

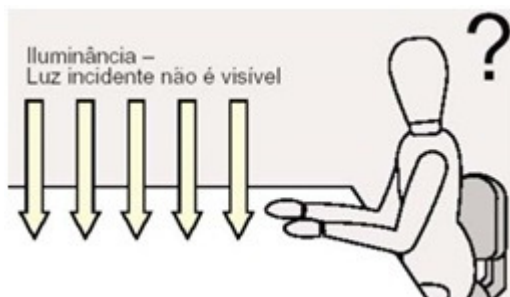


Figura 10 – Iluminância [1]

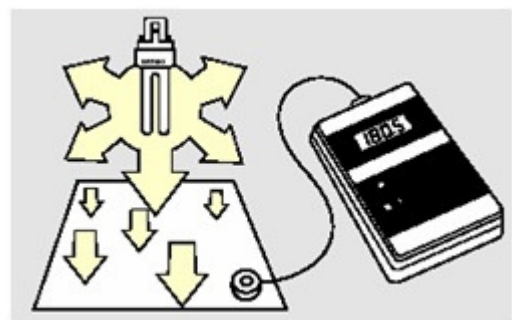


Figura 11 – Medição de iluminância [1]

A Tabela 2.1, mostra alguns exemplos de iluminância.

Tabela 2.1 – Alguns exemplos de iluminância [13]

| | |
|---|---------------|
| Dia ensolarado de verão em local aberto | ≈ 100.000 lux |
| Dia encoberto de verão | ≈ 20.000 lux |
| Dia escuro de inverno | ≈ 3.000 lux |
| Boa iluminação de trabalho interno | ≈ 1.000 lux |
| Boa iluminação de rua | ≈ 20 – 40 lux |
| Noite de lua cheia | ≈ 0,25 lux |
| Luz de estrelas | ≈ 0,01 lux |

2.7. Luminância

símbolo: L

unidade: cd / m²

É a intensidade luminosa produzida ou refletida por uma superfície aparente. A área aparente é a área projetada, aquela que é vista pelo observador (Figura 12). Seu valor é obtido através da equação (2.7.1). Sua unidade é a candela por metro quadrado (cd/m²). Uma candela por metro quadrado é a luminância de uma fonte que emite uma intensidade de uma candela e cuja superfície aparente na direção dada é de um metro quadrado ou, em outras palavras, uma candela por metro quadrado é a luminância de um receptor que recebe uma iluminância de um lux sobre uma superfície perpendicular a radiação contida num ângulo sólido de um esterradiano. Na prática a luminância é a medida da sensação de claridade que o olho humano percebe de uma superfície iluminante ou iluminada. A luminância depende do tamanho aparente da superfície, dada pelo ângulo do observador, e da intensidade luminosa emitida pela superfície na direção do olho. A luminância é um dos conceitos mais abstratos que a luminotécnica apresenta. É através da luminância que o homem enxerga. No passado denominava-se de “brilhança” querendo significar que a luminância está ligada aos brilhos. A diferença é que a luminância é uma excitação visual enquanto que o brilho é a resposta visual; a luminância é quantitativa e o brilho sensitivo. É a diferença de zonas claras e escuras que permite que se aprecie uma escultura, que se aprecie um dia de sol, com a natureza expondo

todos os seus brilhos, frente a um dia nublado, cinzento. As partes sombreadas são aquelas que apresentam menor luminância em oposição às outras, mais iluminadas. [1]

Luminância se liga com contrastes, pois a leitura de uma página em letras pretas (refletância 10%), sobre um fundo branco (papel branco – refletância 8%) revela que a luminância das letras é menor do que a luminância do fundo e, assim, a leitura cansa menos os olhos. Entretanto, quando as luminâncias se aproximam, como é o caso da linha de costura e do tecido, a observação torna-se mais difícil (contraste reduzido), e há necessidade de mais luz. [1]

$$L = \frac{I}{A \cdot \cos \alpha}$$

(2.7.1) [1]

onde: L = luminância [cd / m²]

I = Intensidade luminosa da superfície iluminada ou iluminante [cd]

A = área da superfície iluminada ou iluminante [m²]

α = direção de observação [graus (°)]

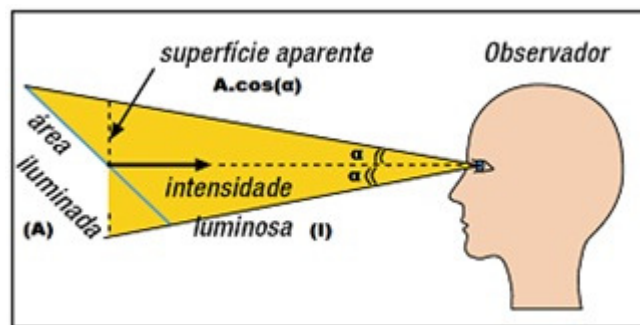


Figura 12 – Luminância [1]

2.8. Eficiência ou eficácia luminosa

símbolo: η

unidade: lm / w

A eficácia luminosa (η) é a relação entre o fluxo luminoso total emitido pela fonte e a potência por ela absorvida (Figura 13). Seu valor é calculado pela equação (2.8.1). Sua unidade de medida é o lúmen por watt (lm / watt). Em outras palavras, esta grandeza retrata a quantidade de “luz” que uma fonte luminosa pode produzir a partir da potência elétrica de 1 watt. [16]

Quanto maior o valor da eficácia luminosa de uma determinada lâmpada, maior será a quantidade de luz produzida com o mesmo consumo, ou ainda podemos dizer que uma lâmpada é eficiente quando produz maior quantidade de luz (fluxo luminoso) por potência dissipada (watts). [16]

Dentre as lâmpadas comercialmente disponíveis no mercado nacional, pode-se classificá-las de acordo com a sua eficácia luminosa:

- Incandescente – 6 a 18 lm / w;
- Halógena – 15 a 25 lm / w;
- Mista – 25 a 35 lm / w;
- Vapor de mercúrio – 42 a 63 lm / w;
- Fluorescente tubular – 33 a 88 lm / w;
- Fluorescente compacta integrada – 37 a 76 lm / w;
- Fluorescente compacta não integrada – 25 a 89 lm / w;
- Vapor metálico – 69 a 115 lm / w;
- Vapor de sódio – 80 a 150 lm / w.

Obs. 2: Os dados elencados acima, referentes as lâmpadas incandescentes, fluorescentes tubulares e compactas estão presentes nas tabelas elaboradas no Capítulo 7, mas os referentes às lâmpadas halógenas, mistas, vapor de mercúrio, vapor metálico e vapor de sódio, não estão presentes nelas, porque não fazem parte do objetivo principal do trabalho mas, também, foram pesquisados nos catálogos dos seus respectivos fabricantes.

$$\eta = \frac{\Phi}{P}$$

(2.8.1) [1]

onde: η = eficácia luminosa [lm / w]

Φ = fluxo luminoso emitido pela fonte luminosa [lm]

P = potência consumida pela fonte [w]

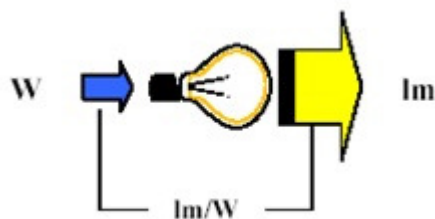


Figura 13 – Eficácia luminosa [1]

2.9. Temperatura de cor correlata

símbolo: TCC

unidade: kelvin (K)

No século 19, um físico escocês chamado Lord Kelvin criou uma forma de medir os desvios de proporção na composição da luz branca, ou seja, quando predominava o vermelho, o amarelo, o azul, etc. Por este processo imaginava-se um hipotético objeto totalmente negro (chamado por ele de “corpo negro” porque absorveria 100% de qualquer luz que incidisse sobre ele) que ao ser aquecido, passaria a emitir luz. E, além disso, a luz emitida iria mudando gradualmente de cor. A analogia era feita com um pedaço de ferro, aquecido cada vez mais: o chamado “ferro em brasa” inicialmente de cor vermelha, passava por várias tonalidades (amarelo, verde, azul) conforme a temperatura subia mais e mais. [1]

Lord Kelvin criou então uma escala de temperaturas, a qual deu o seu nome e estabeleceu que com a temperatura de 1200 K o corpo negro tornaria-se vermelho. E que quanto mais aquecido, mais a sua tonalidade se alterava, correspondendo a temperaturas intermediárias. [1]

Assim, a escala Kelvin de temperatura de cor, associa cor e temperatura (Figura 14). [1]

Assim sendo, pode-se dizer que a temperatura de cor correlata é a grandeza que expressa a aparência de cor da luz emitida por uma fonte luminosa, sendo sua unidade o Kelvin. Quanto mais alta a temperatura de cor, mais branca é a cor da luz. A “luz quente” é a que tem aparência de cor branco-avermelhada e temperatura de cor baixa (3000 K ou menos). A “luz fria”, ao contrário, tem aparência branco-azulada com temperatura de cor elevada (6000 K ou mais). A “luz branca natural” é aquela emitida pelo sol em céu aberto ao meio-dia cuja temperatura de cor é 5800 K. [1]

Convém ressaltar que, do ponto de vista psicológico, quando dizemos que um sistema de iluminação apresenta “luz quente” não significa que a luz apresenta uma maior temperatura de cor, mas sim que a luz apresenta uma tonalidade amarelada ou avermelhada. Um exemplo deste tipo de iluminação é a utilizada em salas de estar, quartos ou locais onde se deseja tornar um ambiente mais aconchegante e relaxante. Da mesma forma, quanto mais alta for a temperatura de cor, mais “fria” será a luz. Um exemplo deste tipo de iluminação é a utilizada em escritórios, cozinhas ou locais em que se deseja estimular ou realizar alguma atividade. Esta característica é muito importante de ser observada na escolha de uma lâmpada, pois dependendo do tipo de ambiente há uma temperatura de cor mais adequada para esta aplicação. [1]

Em sua casa é recomendável que as áreas sociais e os dormitórios sejam iluminadas por lâmpadas de tonalidades mais suaves ou neutras (2700 K, 3000 K e 4000 K), as áreas de serviço, cozinha, banheiro, home-office e sala de estudo é recomendável que sejam iluminadas por lâmpadas de tonalidades neutra ou fria (4000 K, 6000 K, 6500 K). A Figura 14, mostra um gráfico de temperatura de cor correlata de algumas lâmpadas da Osram. [1]

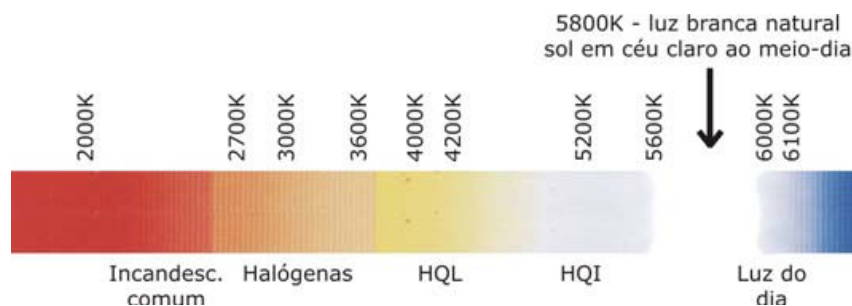


Figura 14 – Temperatura de cor correlata [1]

Obs. 3: As siglas HQL e HQI são as denominações dadas pela Osram as suas lâmpadas de vapor de mercúrio e vapor metálico respectivamente.

2.10. Índice de reprodução de cores

símbolo: IRC

unidade: não tem, porque é um índice

É a medida de correspondência entre a cor real de um objeto e sua aparência diante de uma determinada fonte de luz. Em outras palavras, o IRC exprime a capacidade de uma fonte luminosa em fazer um objeto iluminado por ela, exibir suas cores verdadeiras. A luz artificial, como regra, deve permitir ao olho humano perceber as cores corretamente ou o mais próximo possível da luz natural do dia (luz do sol). Lâmpadas com índice de 100 apresentam as cores com total fidelidade e precisão. Quanto mais baixo o índice, mais deficiente é a reprodução de cores. Os índices variam conforme a natureza da luz e são indicados de acordo com o uso de cada ambiente. [1]

O IRC varia de 0 a 100, onde por definição, as fontes incandescentes apresentam IRC igual a 100, pois são aquelas cuja distribuição de energia radiante no espectro visível mais se assemelha com aquela da luz natural (vide Figura 4). Quanto maior o IRC, menor é a distorção cromática (Figura 15). Um IRC entre 90 e 100 é considerado excelente, entre 80 e 89 – muito bom, entre 70 e 79 – bom, entre 60 e 69 – regular, entre 59 e 40 – pobre, abaixo de 40 – muito pobre. É claro que para todo tipo de aplicação existe um IRC adequado. Por exemplo, um IRC de 60 é inadequado para iluminação de uma loja de roupas, porém, é mais que suficiente para a iluminação de vias públicas. No caso da iluminação residencial, o índice de reprodução de cores recomendável deve ser maior ou igual que 80, pois esta característica é fundamental para o conforto e beleza do ambiente. [1]

É importante observar que o IRC não indica qual radiação (cor) do espectro visível está distorcida, correspondendo apenas a uma média dos valores de todas as radiações (cores). A Figura 15, mostra um exemplo de como varia a percepção do olho humano sobre as cores de um objeto, iluminado por fontes luminosas com diferentes índices de reprodução de cores. [1]



IRC = 70 / 85 / 100

Figura 15 – Índice de reprodução de cores [1]

Obs. 4: É importante frisar que a temperatura de cor e o índice de reprodução de cores, são conceitos completamente diferentes. A temperatura de cor está relacionada com a tonalidade dominante do espectro visível de uma determinada fonte de luz, e o IRC com a presença ou não de todas as faixas de cores do espectro da luz visível, na luz desta fonte. Em outras palavras, a temperatura de cor mede o quão próximo do branco é a cor de uma fonte de luz, e o IRC sua capacidade de mostrar o maior número de cores possíveis do espectro visível.

2.11. Ofuscamento

Efeito de uma luz forte no campo de visão do olho humano (luminância muito intensa) [16].

Pode provocar sensação de desconforto e prejudicar o desempenho das atividades realizadas no local. O ofuscamento pode ser: direto e reflexivo. [16]

- Direto: Através de luz direcionada diretamente ao campo visual.
- Reflexivo: Através da reflexão da luz no plano de trabalho, direcionando-a para o campo visual.

2.12. Vida / Durabilidade de uma lâmpada

O conceito de vida de uma lâmpada é dado em horas e é definido por critérios preestabelecidos, considerando sempre um grande lote testado sob condições controladas e de acordo com as normas pertinentes. [1]

2.12.1. Vida mediana nominal, vida média esperada ou vida média nominal: h

É o número de horas resultantes em que 50% das lâmpadas ensaiadas ainda permanecem acessas e 50% já queimaram. Esta vida mediana nominal (horas) não é necessariamente a mesma vida em serviço, já que vibrações, flutuações de tensão, manuseio abusivo, uso de equipamentos auxiliares não compatíveis com a lâmpada, o número de partidas, luminárias e influências ambientais como temperatura, podem resultar no encurtamento da mesma (ver Itens, 3.1.3.9. e 4.1.7.). [3]

2.12.2. Vida útil ou custo benefício: h

É o número de horas decorrido quando se atinge 70% da quantidade de luz inicial devido á depreciação do fluxo luminoso de cada lâmpada, somado ao efeito das respectivas queimas ocorridas no período, ou seja, 30% de redução na quantidade de luz inicial. [1]

Lembrando que este conceito de vida é apenas utilizado como referência no caso de grandes instalações, como grandes indústrias, fábricas, e outros locais que constantemente são vistoriados pela **ANVISA** (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). [2]

3. Fontes luminosas artificiais

As lâmpadas podem ser classificadas, de uma maneira geral, de acordo com o modo pelo qual transformam energia elétrica em luz em dois grandes grupos: lâmpadas **INCANDESCENTES** e de **DESCARGA**. [16]

As incandescentes convencionais e as halógenas produzem luz pela incandescência, assim como o sol. [16]

As de descarga de alta intensidade (HID) ou alta pressão de uma forma geral aproveitam apenas a luminescência (assim como os relâmpagos e as descargas atmosféricas) para a produção de luz, exceto as lâmpadas mistas que combinam a incandescência e a luminescência para a produção de luz. [16]

As fluorescentes lineares, circulares e as compactas, aproveitam a luminescência e a fotoluminescência para a produção de luz, e existem ainda os diodos que utilizam a eletroluminescência (processo de emissão de luz pela aplicação de uma fonte elétrica de energia). [16]

Os aspectos da eficiência luminosa e vida útil são os que mais contribuem para a eficiência energética de um sistema de iluminação artificial, e devem portanto merecer grande atenção, seja na elaboração de projetos e reformas, seja na implantação de programas de conservação e uso eficiente de energia. [16]

3.1. Lâmpada incandescente

É a lâmpada constituída de um filamento de tungstênio espiralado, uma, duas ou três vezes, alojado no interior de um bulbo de vidro preenchido com gás inerte em baixa pressão [1].

A lâmpada incandescente é o tipo de fonte de luz mais comum. Suas vantagens incluem o baixo custo inicial e a confiabilidade, boa reprodução de cores e o fato de que elas não necessitam de equipamento auxiliar (reator) para o seu acendimento. [1]

A Figura 16, mostra alguns dos diferentes tipos de lâmpadas incandescentes disponíveis no mercado.



Figura 16 – Lâmpadas incandescentes, da Osram [1]

3.1.1. Princípio de Funcionamento

Quando a lâmpada é ligada, temos a passagem da corrente elétrica pelo filamento. [1]

Quando da passagem da corrente elétrica pelo filamento, os elétrons movem-se rapidamente através deste e vão colidindo constantemente com os átomos de tungstênio. A energia de cada impacto (colisão) faz os átomos vibrarem, ou seja, os átomos ficam excitados e os elétrons associados a estes átomos podem ser impulsionados para órbitas de maior nível energético. [1]

Porém, esse estado de excitação é temporário e os elétrons voltam para as suas órbitas de origem, liberando a energia adquirida durante o processo de excitação. Essa energia extra é liberada em forma de fótons (pacotes de energia radiante) de luz visível e infravermelho (calor). [3]

3.1.2. Aspectos construtivos:

A Figura 17, mostra os aspectos construtivos de uma lâmpada incandescente.

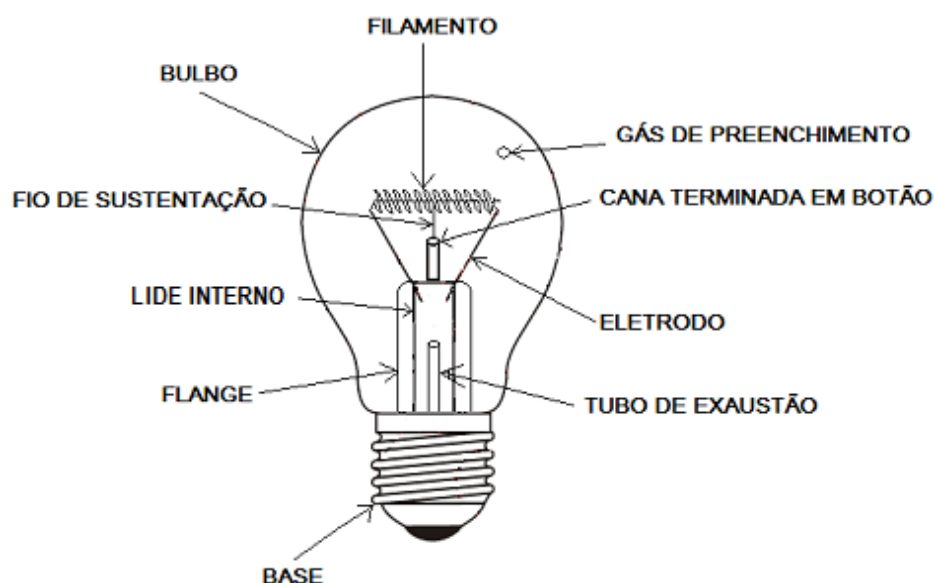


Figura 17 – Aspectos da construção de uma lâmpada incandescente [5]

3.1.2.1. Filamento

Geralmente é fabricado com tungstênio, nos formatos reto ou espiralado (uma, duas ou três vezes). O tungstênio é utilizado porque possui elevado ponto de fusão (3400°C), o que permite ao filamento atingir aproximadamente 3000°C . Ele possui também baixa velocidade de evaporação e grande resistência física. [3]

Sabe-se que quanto maior a temperatura de um filamento, maior a eficiência da lâmpada, logo o comprimento, o diâmetro e o formato do fio, são determinados conforme o uso para o qual se destina a lâmpada e a necessidade de potência e vida, objetivando produzir luz da maneira mais econômica e eficiente possível. [3]

3.1.2.2. Eletrodos ou terminais

Geralmente são fabricados em cobre ou níquel, conduzem a corrente ao filamento e dão suporte mecânico ao mesmo (vide Figura 17). [15]

3.1.2.3. Meio interno

As lâmpadas de potência inferior a 40W são geralmente do tipo vácuo, o que evita que o filamento se combine com oxigênio e evapore (oxide) instantaneamente. Nas lâmpadas de maior potência o preenchimento é feito com um gás inerte (usualmente argônio ou nitrogênio) ou uma mistura de gases inertes (usualmente argônio mais nitrogênio). Pelo fato de serem

inertes, eles não se combinam quimicamente com o tungstênio, reduzindo a velocidade de evaporação do filamento e aumentando a eficiência da lâmpada. Às vezes, em algumas lâmpadas especiais, quando se necessita de uma maior eficiência e vida mais longa, usa-se criptônio, ainda que a um custo mais elevado. [15]

3.1.2.4. Bulbo

Invólucro (carcaça) de vidro brando hermeticamente fechado que contém o filamento. O vidro empregado na fabricação dos bulbos é normalmente o vidro alcalino. Em alguns tipos de lâmpadas, utiliza-se vidro duro ou vidros borossilicato para resistir a altas temperaturas e intempéries (para evitar choque térmico), outras lâmpadas, como a família halógena, usam o quartzo [15]. Os bulbos são fabricados com os mais diferentes formatos e diâmetros, o formato mais comum é o arbitrário (Figura 18), mas também são fabricados em outros formatos como, o tubular (Figura 19), vela (Figura 20), globular, parabólico, refletor, multi-mirror, bolinha e outros. [3]

As Principais finalidades dos bulbos são: [15]

- Separar o meio interno onde opera o filamento do meio externo;
- Diminuir a luminância (exemplo: O uso de bulbos leitosos, fosqueados internamente, opalinos, silicos ou pintados para evitar a aderência de poeira e ofuscamento);
- Modificar a composição espectral do fluxo luminoso (exemplo: O uso de bulbos coloridos para realizar esta modificação);
- Alterar a distribuição fotométrica do fluxo luminoso (exemplo: O uso de lâmpadas refletoras para alterar a distribuição espacial do fluxo luminoso produzido pela lâmpada);
- Decoração (exemplo: uso de lâmpadas decorativas, como as do tipo vela e bolinha).

As Figuras a seguir mostram alguns dos formatos de bulbo citados neste item.



Figura 18 – Bulbo do tipo arbitrário [3]



Figura 19 – Bulbo do tipo tubular [3]



Figura 20 – Bulbo do tipo vela [3]

3.1.2.5. Acabamento dos bulbos

Os bulbos podem ser: claros, leitosos (opalinos, sílicos), fosqueados internamente, refletor e colorido. O acabamento leitoso resulta em uma luz suave e difusa, evitando o ofuscamento e o aparecimento de sombras da montagem do filamento, o que geralmente ocorre nas lâmpadas de acabamento claro. As lâmpadas coloridas podem ser revestidas internamente a base de sílica colorida ou externamente a base de um verniz especial. [3]

As refletoras recebem um revestimento interno a base de alumínio em parte de sua superfície, de modo a concentrar e orientar o fecho de luz. Existe um tipo cuja a calota do bulbo é prateada. [3]

As lâmpadas de bulbo prateado orientam o fecho luminoso no sentido de sua base e devem ser usadas com um refletor adequado que produza a reflexão da luz, proporcionando iluminação indireta. [3]

3.1.2.6. Cana terminada em botão

É localizada no centro do bulbo (vide Figura 17), fabricada de vidro alcalino, sua parte superior tem formato de botão e a inferior é selada e prensada na parte superior da flange. É no botão onde são fixados os fios de molibdênio que suportam o filamento em sua posição (vide Figura 17), evitando o excesso de vibração do mesmo durante o transporte e uso da lâmpada. Estes suportes também conduzem calor para fora do filamento, quanto maior o número de suportes maior também será a quantidade de calor conduzida para fora do filamento, o que diminui a eficiência luminosa da lâmpada. [3]

3.1.2.7. Flange

É fabricada de vidro alcalino, sua parte superior é selada e prensada na parte inferior da cana, e sua parte inferior é selada na parte inferior do bulbo (vide Figura 17). A flange é utilizada para melhor fixação dos eletrodos. [4]

3.1.2.8. Tubo de exaustão ou esgotamento

É localizado no interior da flange (vide Figura 17), fabricado em vidro alcalino, sua parte superior é aberta e sua parte inferior é selada na parte inferior do bulbo. Durante a fabricação, o ar é retirado e o gás é introduzido através deste tubo. [3]

3.1.2.9. Lides internos

Passam pela junção entre a parte inferior da cana e a parte superior da flange (vide Figura 17). Na parte superior são soldados aos eletrodos e na parte inferior são soldados na base. Para que não existam penetrações de ar nessa passagem (junção), é preciso que não haja grande diferença entre os coeficientes de dilatação do vidro e dos lides. Por esse motivo, nesse ponto (na junção), o lide é constituído de uma liga especial (dumet de ferroníquel, recoberta externamente por cobre – visualmente parece avermelhada), a função dos lides é fazer o contato elétrico ao circuito externo, através da base. [4]

3.1.2.10. Base

As bases têm por finalidade fixar mecanicamente a lâmpada, em seu suporte e completar a ligação elétrica ao circuito de alimentação. Ela é fixada ao bulbo da lâmpada com uma cola especial, chamada popularmente de cimento. Geralmente são fabricadas de latão ou alumínio. [4]

A maior parte das lâmpadas usa a base de rosca tipo Edison, as bases de rosca mais comuns são a E-27 (Figura 21), E-40 (Figura 22), embora também possam ser encontradas no mercado, lâmpadas com base E-10 ou E-14. A letra “**E**” designa o tipo de rosca, ou seja, “**Edison**” e o número indica o diâmetro nominal em milímetros. [3]

Mas existem outros tipos de bases, como por exemplo, as tipo baioneta (Figura 23), e pré-focus (Figura 24), indicadas quando se deseja uma fixação que resista a vibrações intensas (lâmpadas para trens, automóveis, etc.) ou nos tipos “focalizados” onde a fonte de luz tenha uma posição precisa num sistema ótico (projetores de cinema, slides). Em casos particulares, são utilizadas bases de desenho especial. [3]

As Figuras a seguir mostram alguns dos tipo de base citados neste item.



Figura 21 – Base
E-27 [3]



Figura 22 – Base
E-40 [3]



Figura 23 – Base tipo
baioneta [3]



Figura 24 – Base tipo
pré-focus [3]

3.1.2.11. Vedação da lâmpada

Toda a lâmpada é vedada com uma selagem de vidro, feita com fogo. É esta selagem de vidro que garante a vedação completa da lâmpada. [3]

3.1.3. Características gerais

3.1.3.1. Potência

São fabricadas nas mais diversas potências: 15W, 25W, 40W, 60W, 75W, 100W, 150W, 200W, 300W, 500W e 1000W [ver Capítulo 7].

3.1.3.2. Eficiência luminosa

Nas lâmpadas incandescentes e halógenas, 80% da energia utilizada é transformada em calor e apenas entre 6% e 10% é transformada em luz visível. Toda essa energia transformada em calor é lançada no ambiente, causando aumento da temperatura e conseqüentemente desconforto. Assim sendo, elas se caracterizam por ter baixa eficiência luminosa: de 6 a 18 lm/w [ver Capítulo 7].

3.1.3.3. Vida mediana nominal

Encontram-se disponíveis no mercado com vida mediana nominal de 750 e 1000 horas [ver Capítulo 7].

3.1.3.4. Índice de Reprodução de Cores

Apresentam IRC igual a 100 [ver Capítulo 7].

3.1.3.5. Temperatura de cor correlata

Encontram-se disponíveis no mercado com temperatura de cor correlata de 2700 K [ver Capítulo7].

3.1.3.6. Fator de potência

Como a impedância do filamento é constituída praticamente por um circuito resistivo, seu fator de potência é unitário (ver Item 5.1.1.3.5). [15]

3.1.3.7. Efeito estroboscópico e de cintilação

Nas redes de 60Hz, esses efeitos são praticamente desprezíveis para qualquer potência de lâmpada incandescente. [15]

3.1.3.8. Depreciação do fluxo luminoso

O fluxo luminoso emitido pelas lâmpadas incandescentes diminui durante sua vida, devido a dois fatores: [15]

- Com a constante evaporação do filamento sua seção decresce, ele se torna cada vez mais frágil, sua temperatura é reduzida e sua resistência aumenta, fazendo com que a lâmpada consuma menor potência elétrica e emita menos luz.
- Simultaneamente, o fluxo luminoso diminui devido ao enegrecimento interno do bulbo pelas partículas evaporadas. Esse efeito é muito mais pronunciado nas lâmpadas a vácuo.

3.1.3.9. Efeito da variação da tensão no funcionamento das lâmpadas incandescentes

O fluxo luminoso, a potência absorvida, a eficiência, a corrente e a vida de uma lâmpada incandescente são afetados (as) pela variação da tensão nominal. Assim sendo, podemos observar que, quando aumentamos a tensão de uma lâmpada acima do seu valor nominal, sua eficiência, potência absorvida, fluxo luminoso e corrente crescem ao passo que sua vida se reduz drasticamente. Isso aliás é de se esperar, visto que quando aumentamos a tensão de uma lâmpada acima do seu valor nominal aumentamos a temperatura do seu filamento. O oposto se dá se alimentarmos a mesma lâmpada com uma tensão abaixo do seu valor nominal. A Tabela 3.1, mostra os efeitos da tensão de linha, sobre a corrente, potência, fluxo luminoso e vida nominal de uma lâmpada incandescente. [15]

Tabela 3.1 – Efeito da tensão de linha [15]

| Tensão nominal da lâmpada | Conseqüências |
|--|--|
| Menor que a tensão nominal da concessionária. | Aumento da corrente, potência e fluxo luminoso da lâmpada. Grande redução na sua vida. |
| Igual a tensão nominal da concessionária | Lâmpada funcionando em seus valores nominais de projeto. |
| Maior que a tensão nominal da concessionária. | Redução da potência, corrente e fluxo luminoso produzido pela lâmpada. Grande aumento na vida da lâmpada. |

3.1.3.10. Acendimento

Caracterizam-se por ter acendimento instantâneo. [2]

3.1.3.11. Equipamento auxiliar

Podem ser operadas com dimmers específicos para lâmpadas incandescentes comuns, para variar a intensidade de luz conforme a necessidade. [2]

3.1.3.12. Posição de funcionamento

Funcionam em qualquer posição, podem ser utilizadas em lustres, arandelas, plafonniers, abajures, pendentes etc. [1]

3.1.3.13. Aplicações

Ideais para aplicações onde é importante uma boa reprodução de cores, tais como, residências, hotéis, restaurantes, lojas de vestuário, galerias de arte, salões de beleza etc. [1]

4. Lâmpadas de Descarga Elétrica

Nessas lâmpadas o fluxo luminoso é gerado direta ou indiretamente pela passagem da corrente elétrica através de um gás, mistura de gases ou vapores no interior de um tubo (“tubo de arco” ou “tubo de descarga”), gerando Luz e UV. [3]

As principais lâmpadas de descarga são: fluorescente lineares, fluorescentes compactas integradas e não integradas, vapor de sódio, vapor metálico, vapor de mercúrio e mistas. Na maioria, o tubo de arco fica contido dentro de um bulbo externo mas nas fluorescentes a descarga ocorre no próprio bulbo da lâmpada. Muitas das lâmpadas de descarga utilizam um revestimento interno ao bulbo. Quando é usado um material fluorescente (fósforo) como revestimento, ocorre transformação de UV em luz de coloração apropriada de acordo com a composição química. As lâmpadas fluorescentes, sem o acabamento de “fósforo” emitiriam quase nenhuma luz. Nas demais lâmpadas de descarga, o bulbo pode ser claro (transparente), com pintura difusa, ou ainda, com revestimento fluorescente capaz de adicionar corrigir ou modificar a cor da luz emitida pelo tubo interno. [3]

4.1. Lâmpada fluorescente

São lâmpadas de descarga em baixa pressão, podendo ter catodos quentes ou frios. [15]

Quanto a construção, as lâmpadas fluorescentes podem ser: fluorescentes tubulares, circulares, compactas integradas (com base de rosca e reator integrado a base) e compactas não integradas (com base de encaixe e reator separado da base).

As lâmpadas fluorescentes, assim como todas as lâmpadas de descarga de arco, devem operar com um reator que limite e estabilize a corrente elétrica drenada para o interior do tubo. Porque, as lâmpadas fluorescentes possuem uma característica de resistência negativa, ou seja, quanto maior for a corrente do arco elétrico menor será a resistência do mesmo. Assim, o arco em uma lâmpada fluorescente se não fosse controlado, se auto-alimentaria, drenando tanta corrente que destruiria a lâmpada (queimando os filamentos). [17]

A Figura 25, mostra a característica típica da tensão e da corrente em uma lâmpada fluorescente.

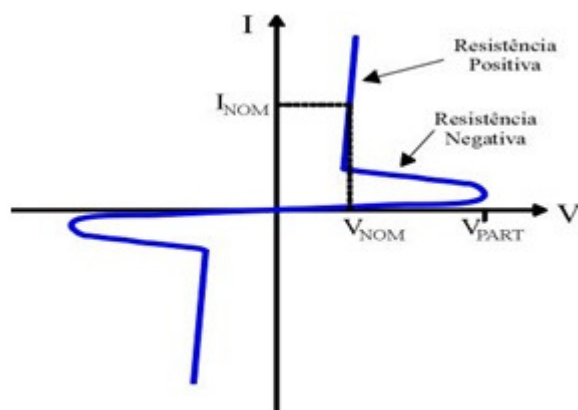


Figura 25 – Característica de tensão e corrente de uma lâmpada fluorescente [17]

Na Figura 25, podemos observar que quando a lâmpada parte, inicialmente ela apresenta uma característica de resistência negativa até a corrente e a tensão atingirem os seus valores nominais. Nesta Figura, podemos observar também que, durante o período em que a lâmpada apresenta a característica de resistência negativa, a medida que a corrente drenada para o interior do tubo aumenta a tensão nos extremos da lâmpada diminui até momentos antes da corrente e tensão atingirem seus valores nominais. Daí a importância de se utilizar um reator para fornecer os níveis de tensão adequados para a partida da lâmpada e estabilizar a corrente elétrica no interior do tubo após a partida da mesma.

Em uma lâmpada fluorescente, a tensão de partida da lâmpada (V_{PART}) depende basicamente do comprimento da lâmpada, diâmetro, pressão do gás, temperatura e tipo de eletrodo. Os valores típicos de tensão V_{PART} variam em torno de 50 até 1200V. Quando um reator controla a lâmpada e esta acende, a tensão e a corrente decrescem até um valor nominal (V_{NOM} e I_{NOM}), que depende das características do tubo (ver Figura 25). [17]

4.1.1. Lâmpadas fluorescentes de catodos quentes

As lâmpadas fluorescentes de catodos quentes, podem ser com ou sem pré-aquecimento dos catodos. [17]

4.1.1.1. Lâmpada fluorescente de catodos quentes com pré-aquecimento

Neste tipo de lâmpada, o reator fornece aos cátodos da lâmpada uma pequena tensão ou então, faz circular nos mesmos uma intensidade de corrente com o objetivo de pré-aquecer os mesmos, facilitando dessa forma, a emissão eletrônica e conseqüentemente a ionização do gás

ou da mistura de gases que compõe a atmosfera interna da lâmpada. Em seguida, com o auxílio de um dispositivo de partida (starter) ou através de uma tensão, adequada, gerada pelo reator entre os catodos da lâmpada, inicia-se, uma descarga elétrica no interior da mesma e conseqüentemente temos o acendimento da lâmpada. Iniciada a descarga plena na lâmpada, o pré-aquecimento pode ser retirado, mantendo-se os catodos na temperatura adequada através da própria descarga elétrica. Em funcionamento, a temperatura dos catodos atinge 950°C , possibilitando a correta emissão eletrônica. [4]

Deste sistema fazem parte, as lâmpadas fluorescentes que operam com reatores eletromagnéticos de partida convencional e partida rápida e as que operam com reatores eletrônicos de partida rápida, ultra rápida e partida programada.

4.1.1.2. Lâmpada fluorescente de catodos quentes sem pré-aquecimento

Este tipo de lâmpada, dispensa a utilização de dispositivos de partida (starter) ou qualquer outro tipo de circuito auxiliar de pré-aquecimento. Operam com reatores especiais capazes de gerar inicialmente uma elevada diferença de potencial (tensão de circuito aberto) entre os catodos da lâmpada, para que se provoque a ionização do gás ou da mistura de gases que compõe a atmosfera interna da lâmpada e a descarga elétrica inicie. Conseqüentemente, temos o acendimento da lâmpada. [4]

Como nesse modelo não existe nenhum circuito de pré-aquecimento para os catodos da lâmpada a partida é instantânea. [15]

Em operação os catodos atingem uma temperatura térmica de 950°C , possibilitando a correta emissão eletrônica. [15]

Durante o regime permanente, os catodos sem pré-aquecimento são mantidos na temperatura ideal de funcionamento, também pela própria descarga que existe entre eles. [15]

As lâmpadas fluorescentes tubulares construídas para atender esse modelo de partida apresentam uma base com apenas um único pino de conexão em cada extremidade da lâmpada. [15]

Neste sistema, inclui-se todas as lâmpadas fluorescentes que operam com eletrônicos de partida instantânea. [2]

Geralmente, as lâmpadas fluorescentes tubulares de partida instantânea são encontradas em aplicações especiais mais comuns na Europa e EUA. [2]

Obs. 5: Lembrando que, abordaremos com maior profundidade acerca dos princípios de funcionamento, aspectos construtivos e as características gerais dos diferentes tipos de lâmpadas fluorescente mais difundidas no Brasil a partir do Item 4.1.3.

4.1.2. Lâmpadas fluorescentes de cátodos frios

É um conceito alternativo de construção de lâmpada fluorescente, onde temos um cátodo cilíndrico de ferro (C na Fig. 26) de amplas dimensões, o que proporciona longa vida a lâmpada (aproximadamente igual a 25.000 horas). [15]

Os eletrodos são recobertos com uma camada de óxidos emissores de elétrons, que possibilita a correta emissão eletrônica. Em operação os eletrodos atingem uma temperatura de aproximadamente 150°C. [4]

Devido as grandes dimensões dos eletrodos, essas lâmpadas apresentam, em suas extremidades, um comprimento de bulbo não-produtor de luz que deve, por questões estéticas, ser recoberto com um anteparo (H – ver Figura 26). A tensão necessária, que se dá por diferença de campo elétrico, é da ordem de cinco a sete vezes a de funcionamento, obrigando a utilização de reatores de alta indutância e um ótimo isolamento dos componentes elétricos do circuito. Este tipo de lâmpada possui apenas metade da capacidade de emissão de uma fluorescente de cátodo quente, sendo seu comprimento, para mesma potência, aproximadamente o dobro o que obriga a utilização de luminárias maiores e mais caras. Suas únicas vantagens são a vida longa e a partida instantânea, motivo pelo qual poderiam ser indicadas para aplicação em locais de difícil acesso e manutenção. Devido a tendência mundial de compactação das lâmpadas e luminárias, este sistema caiu em desuso. [15]

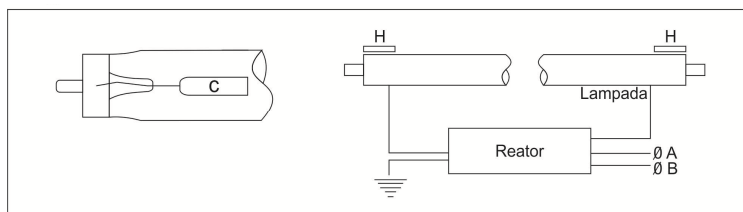


Figura 26 – Circuito básico de funcionamento de uma lâmpada fluorescente de cátodo frio. Onde C é o cátodo e H é o anteparo de cobertura para os cátodos. [15]

4.1.3. Princípio de funcionamento

4.1.3.1. Princípio de funcionamento da lâmpada fluorescente que opera com reator eletromagnético de partida convencional

A Figura 27, mostra o circuito de funcionamento de uma lâmpada fluorescente que opera com reator eletromagnético de partida convencional.

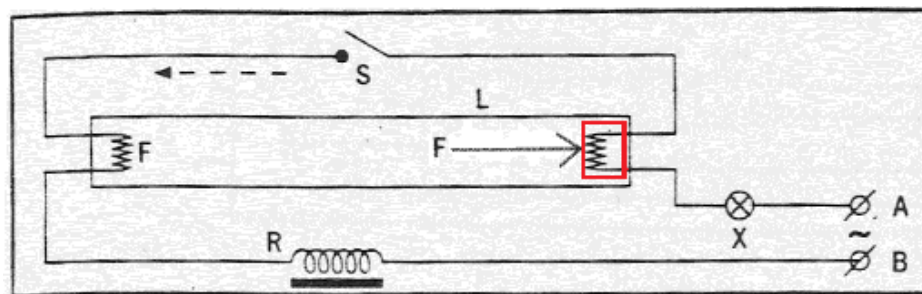


Figura 27 – Circuito básico de funcionamento de uma lâmpada fluorescente de partida convencional [15]

onde:

A e B - Terminais da rede elétrica;

F – Catodo (eletrodos + filamento); L – Lâmpada fluorescente;

R – Reator; S – Starter; X – Interruptor.

Fechando-se o interruptor (X), a tensão da rede elétrica é suficiente para produzir um arco elétrico entre os eletrodos do starter (S) [contato normalmente aberto (NA)] (ver Figura 27). [15]

O starter (S) convencional (ver Figuras 70 e 71) é constituído por um pequeno bulbo de vidro (T), que encerra em seu interior gás argônio ou neônio e dois eletrodos posicionados um do lado do outro, sendo um fixo (M) e o outro é uma lâmina bimetálica recurvada (N) que se entorta quando é aquecida. Do lado de fora do bulbo, existe um capacitor (C), ligado em paralelo com os dois eletrodos e os dois terminais de contato externo (P) da mini-lâmpada. O bulbo é encerrado em uma capa cilíndrica de proteção (D) e ligado aos dois terminais de contato externo. [15]

Como já dissemos inicialmente, quando o interruptor (**X**) é fechado, a tensão da rede elétrica cria uma descarga elétrica (essencialmente um fluxo de partículas carregadas) entre os eletrodos do starter. Este arco ilumina a mini-lâmpada de descarga da mesma maneira que um arco maior iluminaria uma lâmpada fluorescente. [15]

A pequena quantidade de calor gerada durante a descarga, faz distender a lâmina bimetálica, que então estabelece contato elétrico direto com o outro eletrodo fixo, fechando assim, o circuito elétrico de partida (**AXFSFRB**), que fornece a corrente de pré-aquecimento aos catodos (**F**) da lâmpada. E estes, uma vez aquecidos, liberam elétrons para o interior do tubo (efeito termo-iônico). [15]

Com os dois eletrodos se tocando, a corrente não precisa mais, pular como um arco e conseqüentemente, não mais existirão partículas carregadas fluindo através do gás contido no interior da mini-lâmpada e a luz se apaga. [2]

Sem o calor da luz, a lâmina bimetálica esfria, se afastando do outro eletrodo, voltando então para sua posição original, abrindo assim o starter, e conseqüentemente, interrompendo a passagem da corrente elétrica pelo circuito de partida (**AXFSFRB**). Quando isto acontece, os elétrons liberados pelo aquecimento dos catodos já ionizaram o gás ou os gases existente (s) no interior da lâmpada fluorescente, ou seja, os elétrons ao colidirem com os átomos do gás ou dos gases que compõe a atmosfera interna do tubo acabam fazendo com que estes liberem mais elétrons. Desta forma, tais átomos transformam-se em íons (átomos que adquirem certa carga elétrica, porque perderam ou ganharam elétrons). [2]

O resultado é uma atmosfera condutora (plasma), um gás composto principalmente de íons e elétrons livres, todos se movimentando livremente. Desta forma, o gás ou os gases de enchimento adquirem certa carga elétrica, o que (o) os torna um meio eletricamente condutor. Agora a lâmpada fluorescente precisa apenas de uma diferença de potencial entre os catodos para estabelecer um arco elétrico e, é o que veremos a seguir. [4]

Com a abertura do starter, temos uma variação repentina de corrente no circuito elétrico de partida (**AXFSFRB**) e esta variação repentina de corrente é responsável pela geração na indutância do reator de uma elevada força eletromotriz (tensão) de auto-indução, necessária para a formação do arco elétrico no interior da lâmpada. Esse surto de tensão é suficiente para dar partida a lâmpada, o que é facilitado pela anterior emissão eletrônica dos catodos (**F**) durante o período de pré-aquecimento. A energia (calor) gerada durante a descarga, modifica o estado das minúsculas gotas de mercúrio, de liquido para vapor (gás). [3]

Uma vez aberto o starter e como consequência a criação do arco elétrico no interior da lâmpada, a corrente não mais passa a fluir pelo circuito elétrico de partida (**AXFSFRB**) mas sim pelo circuito normal de operação (**AXFFRB** – vide Figura 27). A tensão final no starter é insuficiente para gerar uma nova descarga entre os eletrodos do starter, o que faz com que o mesmo fique fora de serviço enquanto a lâmpada estiver acesa. [15]

Entretanto, como os elétrons e os átomos carregados (íons) se movem livremente dentro da lâmpada de um catodo para o outro em altíssima velocidade, alguns deles poderão no caminho colidir com os átomos dos gases de enchimento e outros com os átomos do vapor de mercúrio. [3]

A energia de cada impacto, faz tanto os átomos dos gases de enchimento quanto os átomos de mercúrio vibrarem, ou seja, a colisão provoca a excitação dos mesmos. No caso dos gases de enchimento, a excitação faz com que eles liberem mais elétrons de suas órbitas periféricas. Nesse caso, os elétrons libertados se encaminharão juntamente com os seus libertadores no sentido em que o fluxo de corrente estiver ocorrendo. Esse fenômeno não produzirá energia radiante mas será responsável pela atmosfera condutora (plasma), que mantém a corrente elétrica no interior do bulbo. [3]

Por outro lado, os elétrons associados aos átomos de mercúrio excitados podem ser impulsionados para órbitas de maior nível energético. Porém, esse estado de excitação é temporário e os elétrons voltam para as suas órbitas de origem, liberando a energia extra sob a forma de fótons (pacotes de energia radiante) de luz ultra violeta, infravermelha e quase nada de luz visível. A luz “UV” é convertida em luz visível através da excitação provocada pela mesma nos átomos que formam o material fluorescente (cristais de fósforo) que reveste a parte interna do bulbo da lâmpada. [15]

Após o acendimento da lâmpada, o reator continuará funcionando como estabilizador da intensidade da corrente drenada para o interior da mesma, aos valores desejados de projeto.

Enquanto houver corrente alternada e o material emissivo que reveste os catodos não estiver desgastado, a corrente elétrica irá fluir pelo tubo e a lâmpada não falhará, ou seja, permanecerá acesa. [2]

4.1.3.2. Princípio de funcionamento da lâmpada fluorescente que opera com reator eletromagnético de partida rápida

A Figura 28, mostra o circuito básico de funcionamento de uma lâmpada fluorescente que opera com reator eletromagnético de partida rápida.

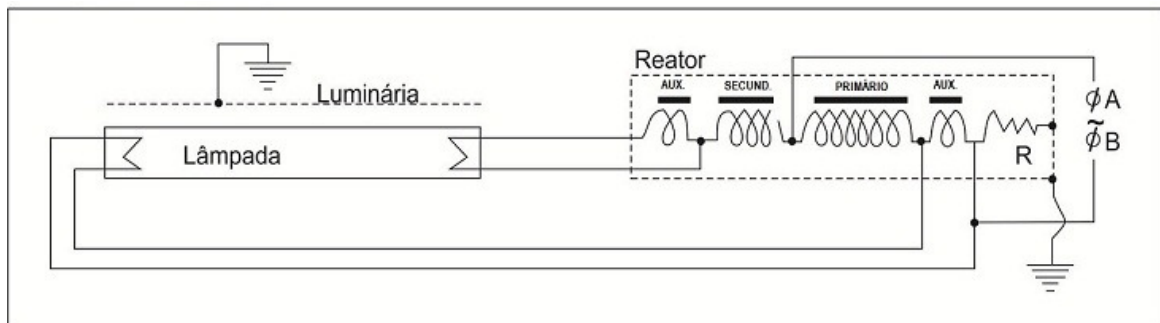


Figura 28 – Circuito básico de funcionamento de uma lâmpada fluorescente que opera com reator eletromagnético de partida rápida [15]

onde:

A e B - Terminais da rede elétrica;

R – Resistência;

Aux. – Enrolamento auxiliar

Primário – Enrolamento primário do circuito principal

Secund. – Enrolamento secundário do circuito principal

As diferenças fundamentais desse circuito em relação ao anterior, estão no fato dele operar sem o starter e de necessitar de um reator de desenho especial (vide Figura 28), que forneça aos catodos da lâmpada sua tensão ou corrente de pré-aquecimento e que durante o período de partida (aproximadamente 2s), o reator funcione também, como um autotransformador que eleva a tensão da rede elétrica aos valores necessários para iniciar o arco elétrico no interior do bulbo. [15]

Quando a lâmpada é ligada, a tensão da rede elétrica energiza o reator, que por sua vez através dos enrolamentos auxiliares (vide Figura 28), fornece aos catodos da lâmpada uma tensão em torno de 3,5 V com o objetivo de pré-aquecer os mesmos, obtendo-se assim, uma

maior facilidade na ionização do gás ou da mistura de gases que formam a atmosfera interna da lâmpada e conseqüentemente, a lâmpada, necessitará de uma tensão menor para partir. [17]

Entretanto, quase ao mesmo tempo em que começa a ocorrer a ionização do gás ou gases de enchimento, o reator, através dos enrolamentos (primário e secundário) que formam o seu circuito principal (vide Figura 28), fornece também, aos catodos da lâmpada, a tensão adequada, responsável pela criação do arco elétrico no interior da mesma. [2]

Como vimos no item anterior (**4.1.3.1**), após a formação do arco elétrico, os elétrons e os átomos carregados (íons) se movem livremente dentro da lâmpada de um catodo para o outro em altíssima velocidade, alguns deles poderão no caminho colidir com os átomos dos gases de enchimento e outros com os átomos do vapor de mercúrio.

A energia de cada impacto, faz tanto os átomos dos gases de enchimento quanto os átomos de mercúrio vibrarem, ou seja, a colisão provoca a excitação dos mesmos. No caso dos gases de enchimento, a excitação faz com que eles liberem mais elétrons de suas órbitas periféricas. Nesse caso, os elétrons libertados se encaminharão juntamente com os seus libertadores no sentido em que o fluxo de corrente estiver ocorrendo. Esse fenômeno não produzirá energia radiante mas será responsável pela atmosfera condutora (plasma), que mantém a corrente elétrica no interior do bulbo.

Por outro lado, os elétrons associados aos átomos de mercúrio excitados podem ser impulsionados para órbitas de maior nível energético. Porém, esse estado de excitação é temporário e os elétrons voltam para as suas órbitas de origem, liberando a energia extra sob a forma de fótons (pacotes de energia radiante) de luz ultra violeta, infravermelha e quase nada de luz visível. A luz “UV” é convertida em luz visível através da excitação provocada pela mesma, nos átomos que formam o material fluorescente (cristais de fósforo) que reveste a parte interna do bulbo da lâmpada.

Após a partida da lâmpada, o enrolamento secundário, em virtude da forma do circuito magnético limita a corrente, tensão e potência na lâmpada a seu valor nominal. [17]

Enquanto houver corrente alternada e o material emissivo que reveste os cátodos não estiver desgastado, a corrente elétrica irá fluir pelo tubo e a lâmpada não falhará, ou seja, permanecerá acesa.

4.1.3.3. Princípio de funcionamento da lâmpada fluorescente que opera com reator eletrônico de partida rápida e ultra rápida

Estes circuitos funcionam com os mesmos princípios básicos do modelo do item anterior (4.1.3.2), o que os diferencia do modelo anterior são os componentes do reator, já que nestes modelos o circuito do reator, além de ser formado por resistores, indutores e capacitores é composto também, por circuitos integrados e vários componentes eletrônicos semicondutores como, transistores (MOSFET, TBJ, IGBT) e diodos (ver Figura 29). [9]

Nesses circuitos, tanto os níveis tensão quanto os de corrente, adequados, que são aplicados na lâmpada durante as etapas de pré-aquecimento, ignição e regime permanente, são gerados pelo reator através de vários estágios presentes em sua configuração (ver Figura 29). [17]

A Figura 29, mostra em blocos o circuito básico de funcionamento de uma lâmpada fluorescente que opera com um típico reator eletrônico de partida rápida e de alto fator de potência.

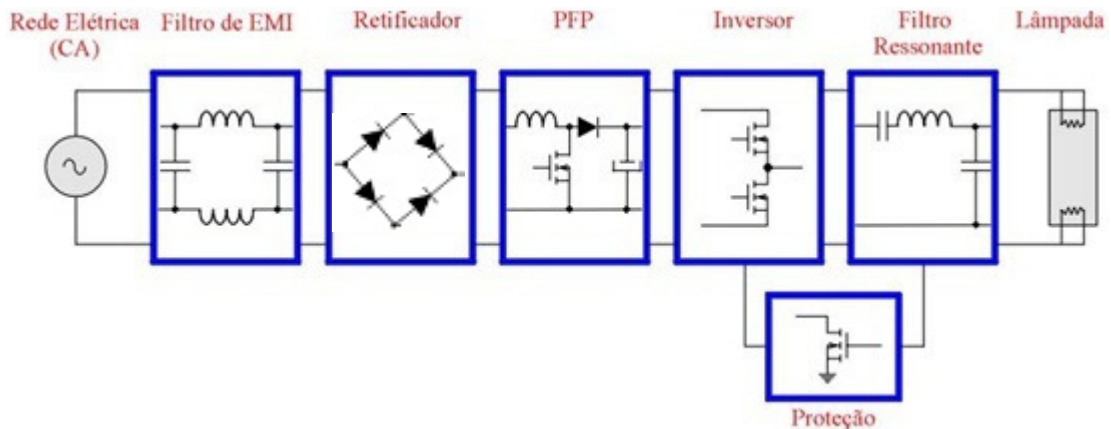


Figura 29 – Diagrama em blocos, do circuito básico de funcionamento de uma lâmpada fluorescente que opera com um reator eletrônico de partida rápida e alto fator de potência [17]

onde:

EMI – Filtro de interferência eletromagnética

Retificador – Circuito retificador de tensão

PFP – Circuito pré-regulador do fator de potência

Inversor – Circuito inversor de tensão

Filtro ressonante – Circuito de partida e estabilização

Proteção – Circuito de proteção contra falhas da lâmpada

A seguir, será descrito de forma sucinta a função de cada bloco pertencente ao diagrama, assim como serão apresentadas também, as principais topologias disponíveis no mercado:

- **Filtro de EMI:** O filtro de interferência eletromagnética é encontrado, normalmente, em reatores de alto fator de potência e sua função principal é suprimir o ruído de alta frequência gerado pelo reator eletrônico e pelo circuito pré-regulador do fator de potência (PFP) [17]. A interferência eletromagnética pode ser irradiada ou conduzida. Na forma conduzida, o ruído se propaga através de condutores, fios, circuitos impressos ou componentes eletrônicos, como transformadores, indutores, capacitores, semicondutores e resistores. Na forma irradiada, o ruído se propaga pelo ar ou espaço livre através de campos magnéticos ou ondas de rádio [22]. Esses filtros, geralmente, são compostos por componentes passivos como, capacitores e indutores (ver Figura 29). A norma que especifica limites para a emissão é a CISPR 11 (International Special Committee on Radio Interference 11) [17]. Os reatores eletrônicos de baixo fator de potência, não apresentam esse estágio em sua configuração.

- **Retificador:** É formado por diodos retificadores e pode ser do tipo onda completa ou dobrador de tensão para operar em tensões de 127 e 220V. Normalmente, este estágio é composto por uma ponte completa de diodos com elevado filtro capacitivo na saída (ver Figura 30). Este filtro capacitivo é responsável pela filtragem da tensão retificada conferindo a mesma um nível baixo de ripple (ondulação) para que o fator de crista da corrente (FC) na lâmpada seja inferior a 1,7 [17]. Quanto maior é o capacitor do filtro, menor é o ripple de tensão de saída do estágio retificador. A corrente drenada por este circuito apresenta um grau de distorção harmônica elevado e uma defasagem angular, provenientes da não-linearidade do circuito e do filtro capacitivo da saída, respectivamente, o que contribui para o baixo fator de potência apresentado pelo circuito retificador [20]. A Figura 30, mostra o circuito retificador de onda completa de um reator eletrônico.

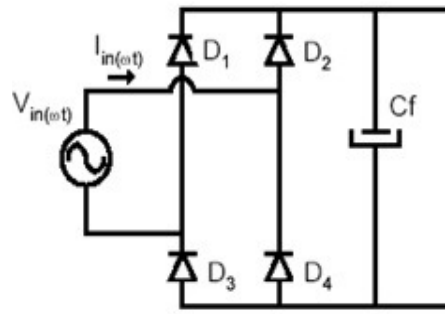


Figura 30 – Circuito retificador de onda completa, onde, D_1, D_2, D_3, D_4 são os diodos, $V_{in(\omega t)}$ e C_f são, respectivamente, a tensão da rede elétrica e o filtro capacitivo na saída do circuito [20]

- PFP:** Apenas os reatores fluorescentes de alto fator de potência, apresentam em sua configuração o circuito pré-regulador do fator de potência. É, ele o responsável pela filtragem da tensão CC e pela drenagem de uma corrente senoidal em fase com a tensão da rede elétrica resultando assim em um alto fator de potência, acima de 0,92, e baixa distorção harmônica [17]. Geralmente, são exploradas duas técnicas de correção do fator de potência, a ativa e a passiva. As soluções passivas se apresentam como uma alternativa de custo reduzido, simples e elevado grau de confiabilidade. Já as soluções ativas, possuem custo mais elevado, menor confiabilidade e podem apresentar valores elevados de corrente ou tensão nos interruptores. Mesmo considerando os reatores com soluções passivas, como sendo uma das melhores soluções para a correção do fator de potência por serem de baixo custo, duas desvantagens podem ser citadas. A primeira é que essas técnicas somente são eficazes quando utilizadas juntamente com um filtro de entrada, geralmente de grande volume, necessário para eliminação dos harmônicos de alta frequência bem como para evitar as interferências eletromagnéticas. A segunda é que elas podem produzir um fator de crista na corrente (FC) da lâmpada que, em determinadas potências, extrapolam os limites especificados pelas normas do setor. Já a correção ativa propicia uma tensão de barramento CC praticamente constante para toda a faixa de potência processada pela lâmpada. Este fato minimiza o problema de FC presente na técnica de correção passiva. Geralmente, em reatores eletrônicos para lâmpadas fluorescentes é empregado nesse estágio, a técnica de correção ativa, utilizando um conversor do tipo Boost [18]. A Figura 31, mostra o circuito pré-regulador do fator de potência de um reator eletrônico utilizando o conversor do tipo Boost.

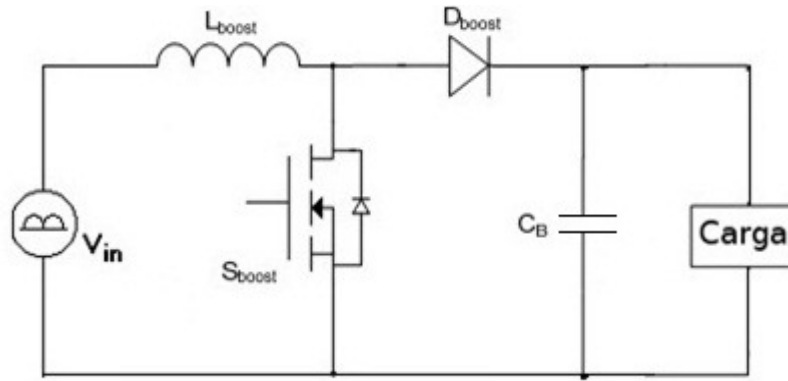


Figura 31 – Circuito pré-regulador do fator de potência, utilizando o conversor Boost [18]

onde:

V_{in} – Tensão de entrada do estágio pré-regulador; S_{boost} – Chave ou interruptor (transistor);

L_{boost} – Indutor; C_B – Filtro capacitivo na saída do circuito;

D_{boost} – Diodo; Carga – Representa o estágio inversor

- **Inversor:** É responsável pela geração de uma tensão alternada com forma de onda quadrada de alta frequência que será aplicada na entrada do circuito do filtro ressonante (ver Figuras 36, 37, 38). Os inversores mais utilizados em reatores eletrônicos são basicamente dois, o inversor “Half-Bridge” nas formas simétricas e assimétricas (Figuras 32 e 33) e o inversor “Push-Pull” (Figura 34), mas existe também, o inversor “Full-Bridge” (Figura 35), que é uma alternativa para aplicações multi-lâmpadas. O inversor Half-Bridge na forma assimétrica é frequentemente empregado em reatores alimentados pela rede. O inversor Push-Pull é frequentemente empregado em reatores alimentados a partir de baterias. [19]

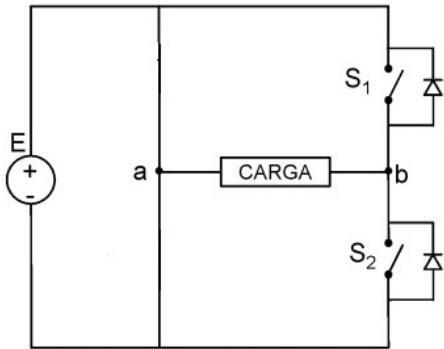


Figura 32 – Inversor “meia onda”
na forma simétrica [19]

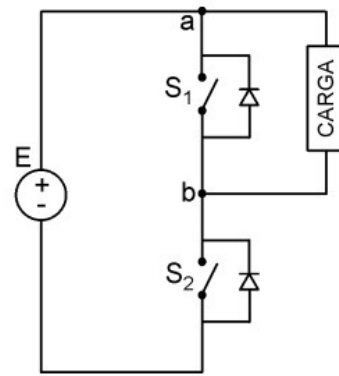


Figura 33 – Inversor “meia onda”
na forma assimétrica [19]

onde:

E – Tensão cc (corrente contínua) de entrada do estágio inversor

S_1 e S_2 – Chaves ou interruptores (transistores)

CARGA – Representa o filtro ressonante e a lâmpada fluorescente

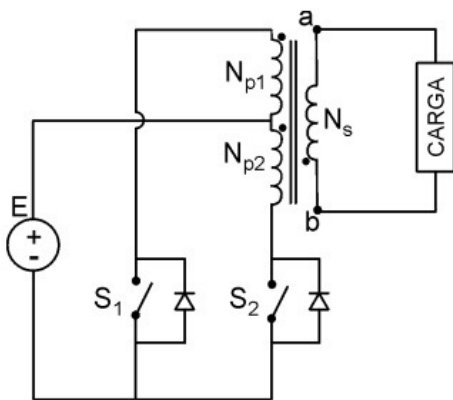


Figura 34 – Inversor “Push-Pull” [19]

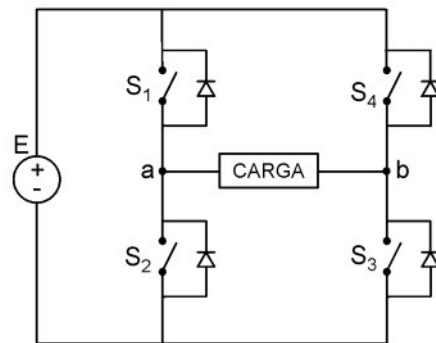


Figura 35 – Inversor “onda completa” [19]

onde:

E – Tensão cc (corrente contínua) de entrada do estágio inversor

S_1, S_2, S_3 e S_4 – Chaves ou interruptores (transistores)

N_{P1}, N_{P2} e N_S – Número de espiras dos enrolamentos primário e secundário do auto-transformador

Carga – Representa o filtro ressonante e a lâmpada fluorescente

- **Filtro ressonante:** É responsável pela geração da tensão de partida e controle das características elétricas da lâmpada após seu acendimento. A utilização de filtros ressonantes deve-se aos benefícios por eles apresentados, tais como, proporcionar a ignição da lâmpada fluorescente, limitar e estabilizar a corrente na lâmpada no regime permanente, permitir o emprego de uma frequência de operação superior a frequência audível (tipicamente maior que 20 kHz), fazendo com que inexista ruído audível e diminua o peso e o tamanho dos elementos reativos. Além disso, esses circuitos quando bem projetados, apresentam uma reatância indutiva na frequência de chaveamento, possibilitando que as chaves do inversor, operem no modo ZVS (Zero Voltage Switching – Comutação em tensão zero), portanto com comutações não dissipativas de energia, o que aumenta o seu rendimento [19]. A forma de onda de tensão aplicada pelo estágio inversor ao filtro ressonante, geralmente é quadrada simétrica ou assimétrica (ver Figuras 36, 37 e 38). Para adequar esta forma de onda à lâmpada fluorescente, os filtros ressonantes atuam atenuando as componentes harmônicas de ordem superior à fundamental e proporcionam ganho de tensão suficiente para a ignição da mesma [21]. Os filtros mais utilizados em reatores eletrônicos para lâmpadas fluorescentes são basicamente três, o série ressonante LC (Figura 36), o paralelo ressonante LC (Figura 37) e o série-paralelo ressonante LCC (Figura 38). Estes filtros são diferenciados pela forma da conexão do indutor L_R e os capacitores C_S e C_P colocados entre a seção de alta frequência do estágio inversor e da lâmpada fluorescente, representada por R_{Lamp} . [21]

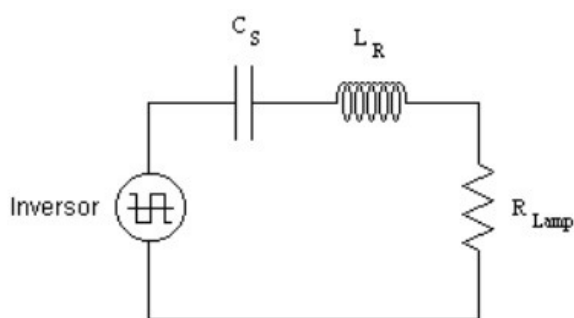


Figura 36 – Filtro série ressonante LC [21]

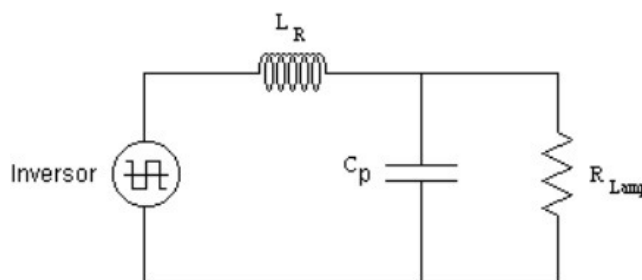


Figura 37 – Filtro paralelo ressonante LC [21]

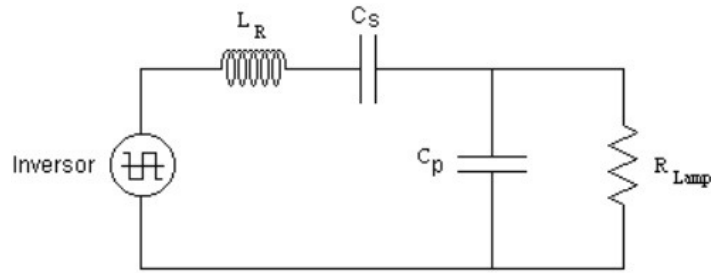


Figura 38 – Filtro série-paralelo ressonante LCC [21]

onde:

C_S – Capacitor série; C_p – Capacitor paralelo; L_R – Indutor ressonante

R_{Lamp} – Resistência equivalente da lâmpada

- **Proteção:** Para reatores eletrônicos de alto fator de potência e com potência nominal acima de 60W é obrigatório uma proteção contra falha de lâmpada. Esta proteção normalmente monitora “sente” quando a lâmpada está desativada e age sobre o circuito inversor fazendo com que pare a oscilação, ou seja, fazendo com que o estágio inversor pare de gerar tensões alternadas. [17]

Obs.6: A abreviação MOSFET, significa “Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor”, a abreviação TBJ, significa “Transistor Bipolar de Junção” e a abreviação IGBT, significa “Insulated-Gate-Bipolar-Transistor”. O IGBT, é um transistor bipolar com a porta isolada por um isolante não óxido, ele agrega, tanto a tecnologia dos transistores de efeito de campo quanto a tecnologia dos transistores bipolares de junção.

Obs. 7: O fator de crista da corrente (FC) está relacionado com a qualidade da corrente. E, seu valor é obtido pela relação entre o valor de pico da corrente e pelo valor eficaz medido, levando em conta a frequência fundamental. Esse fator, sempre deve ser considerado na realização de um projeto de um reator eletrônico. Por que o reator, além de controlar a corrente fornecida a lâmpada, precisa controlar também, a qualidade dessa corrente, uma vez que, correntes com componente contínua ou grande

conteúdo harmônico não desejado influenciam no tempo de vida útil da lâmpada e podem causar também, fenômenos indesejáveis no interior do tubo.

Obs. 8: Um conversor Boost (conversor elevador) é um circuito eletrônico empregado para converter uma tensão cc (corrente contínua) que tem uma determinada amplitude, em outra tensão cc (corrente contínua) de amplitude maior que a entrada. É um conversor chaveado comum em uma fonte chaveada. Basicamente, consiste de um diodo, um indutor e um chaveador (um transistor – MOSFET, IGBT, BJT, etc.). Um capacitor de saída pode ser utilizado como filtro (ver Figura 31). Uma desvantagem de conversores chaveados é o ruído gerado em altas frequências, que muitas vezes precisam ser filtrados. [18]

Obs. 9: A comutação em tensão zero (ZVS – Zero Voltage Switching) é uma técnica aplicada ao modo de operação dos interruptores presentes na topologia do reator. Essa técnica permite que os interruptores sejam acionados (ligados e desligados) apenas quando a tensão aplicada aos mesmos chega a zero. [18]

4.1.3.4. Princípio de funcionamento da lâmpada fluorescente que opera com reator eletrônico de partida instantânea

Este circuito, também é de partida rápida, a diferença dele para os anteriores é que neste não temos o pré-aquecimento dos cátodos, o reator eletrônico, através dos estágios presentes em sua configuração (vide Figura 29) gera diretamente nos cátodos, uma elevadíssima diferença de potencial (tensão de circuito aberto), necessária para o acendimento instantâneo da lâmpada. [9]

4.1.4. Aspectos construtivos

As Figuras 39 e 40, mostram os aspectos construtivos das lâmpadas fluorescentes tubulares e fluorescentes compactas, respectivamente.

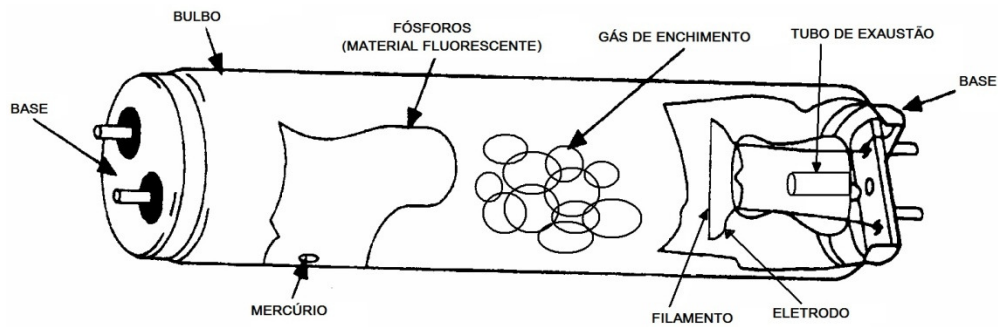


Figura 39 – Lâmpada fluorescente tubular ou linear [3]

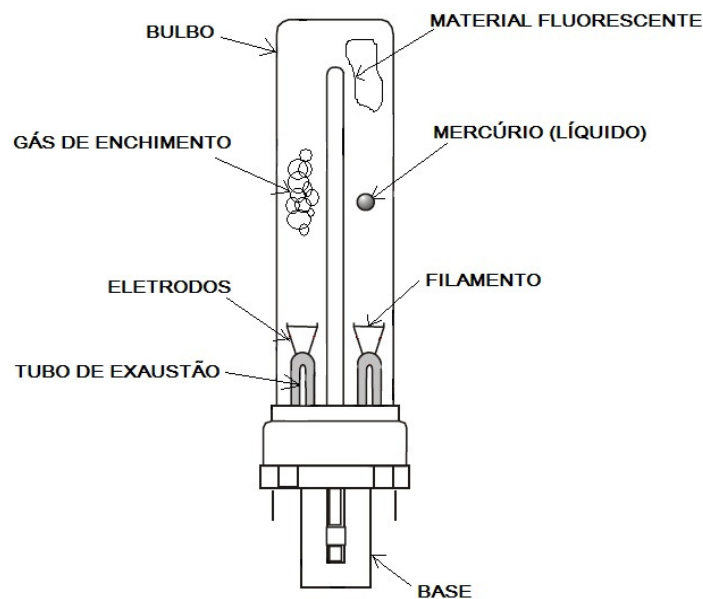


Figura 40 – Lâmpada fluorescente compacta não integrada ou com base de encaixe [5]

Obs. 10: A lâmpada fluorescente compacta integrada, possui aspectos de construção idênticos aos da lâmpada fluorescente compacta com base de encaixe, o que a diferencia desta, é o tipo de base (ver Item 4.1.4.6) e também, porque, a fluorescente

compacta integrada é construída com uma maior variedade de formatos de bulbos (ver Item 4.1.4.4).

4.1.4.1. Filamentos

São fabricados de tungstênio, e enrolados em hélice (triplamente espiralados), estão dispostos em cada uma das extremidades (cátodos) da lâmpada (vide Figuras 39 e 40), são recobertos com uma camada de material emissivo de elétrons (óxidos emissores de elétrons), que facilita a emissão de elétrons. [15]

4.1.4.2. Meio interno

Usualmente o bulbo é preenchido com uma pequena quantidade de gás inerte (usualmente argônio ou nitrogênio) ou uma mistura de gases inertes (argônio mais nitrogênio) em baixa pressão. Entretanto, existem algumas lâmpadas fluorescentes especiais, que são preenchidas com uma mistura de gás criptônio, argônio e neon. [15]

No interior do bulbo, também é colocada uma quantidade mínima de mercúrio (minúsculas gotas líquidas de mercúrio) em baixa pressão, que se transforma em vapor de mercúrio durante o processo de acendimento da lâmpada. [2]

4.1.4.3. Eletrodos ou terminais

Conectam os pinos da base ao filamento, conduzem corrente elétrica ao filamento e dão suporte mecânico ao mesmo (vide Figuras 39 e 40). Vários metais são utilizados na construção dos eletrodos: níquel, tungstênio, nióbio, que são recobertos com uma substância de elevado poder emissor de elétrons, geralmente óxidos de bário ou estrôncio para facilitar a emissão de elétrons. [15]

4.1.4.4. Bulbo

Os bulbos são fabricados de vidro comum, com os mais diferentes formatos, diâmetros e comprimentos. [2]

Os bulbos das lâmpadas fluorescentes tubulares e circulares, são fabricados nos formatos reto e circular respectivamente (ver Figuras 41 e 42).

Os bulbos das lâmpadas fluorescentes compactas integradas, são fabricados em vários formatos, os mais comuns são aqueles em que o bulbo é constituído por 4, 6 ou 8 tubos delgados (finos) compactos e geminados, formando um duplo (Figura 43), um triplo (Figura

44) ou um tetra “U”, eles são fabricados também em outros formatos como, o arbitrário (Figura 45), vela (Figura 46), circular (Figura 47), espiral (Figura 48), globular (Figura 49) e outros. [3]

Os bulbos das lâmpadas fluorescentes compactas não integradas, podem ser constituídos também, por 2, 4, 6, ou 8 tubos delgados (finos) compactos e geminados, formando um único (Figura 50), um duplo (Figura 51), um triplo (Figura 52) ou um tetra “U”. [3]

As Figuras a seguir mostram, alguns dos diferentes tipos de formatos de bulbo citados neste item.



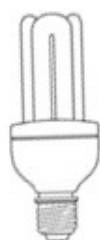
**Figura 41 – Bulbo do tipo
reto [1]**



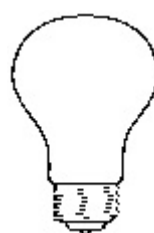
**Figura 42 – Bulbo do tipo
circular [1]**



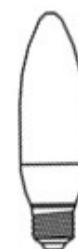
**Figura 43 – Bulbo do tipo
duplo “U” [4]**



**Figura 44 – Bulbo do tipo
triplo “U” [3]**



**Figura 45 – Bulbo do tipo
arbitrário [3]**



**Figura 46 – Bulbo do tipo
vela [3]**



Figura 47 – Bulbo do tipo circular [2]



Figura 48 – Bulbo do tipo espiral [3]



Figura 49 – Bulbo do tipo globular [3]



Figura 50 – Bulbo do tipo único “U” [3]



Figura 51 – Bulbo do tipo duplo “U” [3]



Figura 52 – Bulbo do tipo triplo “U” [3]

4.1.4.5. Acabamento do Bulbo

As paredes internas do bulbo, são pintadas com materiais fluorescentes, conhecidos por cristais de “fósforo”, que são substâncias cristalinas, contendo traços de impurezas (ativadores), tais como, tungstato, borato, silicato de cálcio, magnésio, zinco, berílio e cádmio, a composição do material fluorescente, varia de acordo com a aparência de luz que se deseja obter [15]. Os fabricantes podem variar a cor da luz, usando combinações de fósforos diferentes. [2]

É importante frisar, que a qualidade e a quantidade de luz visível, emitida por uma fonte luminosa desse tipo depende da composição química deste material, uma vez que ele é o responsável, pelas diferentes alternativas de aparência de cor, IRC e quantidade de luz. Sem ele as lâmpadas fluorescentes emitiram muito pouca luz, na região visível do espectro.

4.1.4.6. Base

Geralmente são fabricadas em alumínio ou latão. O tipo de base mais comum para as lâmpadas fluorescentes tubulares é a de formato arredondado do tipo bipino (Figura 53). As bases bipino podem se apresentar em 3 tamanhos: miniatura, médio e mogul. Todas as

fluorescentes tubulares de partida convencional e a maioria das fluorescentes tubulares de partida rápida apresentam bases com formato arredondado do tipo bipino médio em cada uma de suas extremidades. [3]

As fluorescentes tubulares, projetadas para operar com correntes elevadas (800 mA e 1500 mA), utilizam bases com formato arredondado do tipo Duplo Contato Embutido (Figura 54) como no caso da lâmpada HO – lâmpada fluorescente de elevada saída de luz. [3]

As fluorescentes circulares apresentam uma única base, situada é um dos lados do bulbo circular, com formato quadrado e 4 pinos soldados a ela.

As lâmpadas fluorescentes compactas integradas apresentam bases do tipo Edison (Figura 55). [3]

As lâmpadas fluorescentes compactas não integradas, apresentam base de formato quadrado ou retangular de uma única extremidade, que pode ter 2 ou 4 pinos soldados a ela (Figuras 56 e 57). Esses pinos podem ser alinhados ou não com o centro do eixo da lâmpada.

Os pinos da base, também são fabricados em alumínio ou latão, sua função é conectar a lâmpada ao circuito elétrico de alimentação e fixar mecanicamente a lâmpada em seu suporte.

A base é fixada ao bulbo com uma cola especial, popularmente conhecida como cimento.

A seguir, temos algumas Figuras dos tipos de base citados neste item.



Figura 53 – Base do tipo bipino [3]

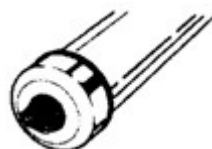


Figura 54 – Base do tipo duplo contato embutido [3]



Figura 55 – Base do tipo Edison [3]

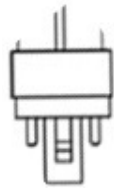


Figura 56 – Base quadrada com 2 pinos [3]

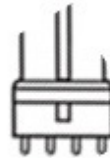


Figura 57 – Base quadrada com 4 pinos [3]

4.1.4.7. Tubo de exaustão ou esgotamento

Está localizado no interior da lâmpada entre os eletrodos (vide Figuras 39 e 40), fabricado de vidro comum, sua parte superior é aberta e sua parte inferior é selada na base. Durante a fabricação, o ar é retirado do interior da lâmpada através deste tubo. E o gás ou os gases de enchimento, também são introduzidos através deste tubo. [3]

4.1.4.8. Vedação da lâmpada

Toda a lâmpada é vedada com uma selagem de vidro feita com fogo. É esta selagem de vidro que garante a vedação completa da lâmpada. [3]

4.1.5. Lâmpadas fluorescentes tubulares e circulares

Estas lâmpadas são a clássica forma para uma iluminação econômica (Figura 58). A alta eficiência e a longa durabilidade garantem sua aplicação na mais diversas áreas residenciais, comerciais e industriais. As primeiras lâmpadas fluorescentes desenvolvidas apresentavam um bulbo de 38mm de diâmetro (T12) e utilizavam em seu revestimento interno um pó fluorescente de baixa qualidade. [3]

A grande revolução das fluorescentes ao longo dos anos tem ficado por conta da redução do diâmetro e melhoria da qualidade da luz. O passo mais recente, para a otimização global dos sistemas fluorescentes, é a miniaturização obtida com a linha de fluorescentes T5, de 16 mm de diâmetro, e T2, de 7mm de diâmetro. Com essa nova linha de produtos, conseguiu-se desenvolver luminárias mais compactas e eficientes. Além da redução do

diâmetro desenvolveu-se um novo pó a base de terras raras (tri-fósforo), que garante uma maior eficiência e melhor reprodução de cores. [3]

A performance desta família é otimizada, operando com modernos reatores eletrônicos. Por meio da operação em alta frequência, estes substituem os reatores eletromagnéticos convencionais e starters, possibilitando maior economia de energia, conforto e durabilidade.



Figura 58 – Lâmpadas fluorescentes tubular e circular, da Osram [1]

Obs. 11: Os dados que serão apresentados a seguir, referentes as características gerais das lâmpadas fluorescentes lineares, circulares, compactas integradas e compactas não integradas, que não estão presentes, nas tabelas dos catálogos dos Capítulo 7, também, foram pesquisados nos catálogos dos seus respectivos fabricantes, apenas não estão presentes nessas tabelas, porque durante a pesquisa, algumas lâmpadas que apresentam determinados valores de potência, não estavam a venda nas lojas dos seus respectivos revendedores e por este motivo não participaram da pesquisa, uma outra razão é o fato de algumas dessas lâmpadas não apresentarem, as características ideais para iluminação de residências, que é o objetivo principal do nosso trabalho.

4.1.5.1. Características gerais

4.1.5.1.1. Potência

As lâmpadas fluorescentes lineares e circulares, podem ser encontradas no mercado com os seguintes valores de potência: 8W, 11W, 13W, 14W, 16W, 18W, 20W, 21W, 22W, 24W, 28W, 32W, 35W, 36W, 40W, 54W, 55W, 58W, 60W, 80W, 85W, 110W [ver Capítulo 7].

4.1.5.1.2. Eficiência luminosa

As lâmpadas fluorescentes lineares e circulares têm outra maneira de funcionar, produzem mais luz e emitem pouco calor. Isto traz como consequência indireta sistemas de ar condicionado de potência menor. [3]

Dependendo da tecnologia empregada pelo fabricante da lâmpada, na composição do material fluorescente que é usado como revestimento interno do bulbo da lâmpada e do reator que opera com ela, a eficácia luminosa das lâmpadas fluorescentes tubulares e circulares, podem apresentar valores que vão de 33 a 88 lm / watt [ver Capítulo 7]. Lembrando que estes valores foram obtidos, utilizando os reatores da marca “intral”. Os reatores da marca intral foram os reatores pesquisados para a realização do nosso trabalho [ver Capítulo 5, Item 5.4.].

4.1.5.1.3. Vida mediana nominal

Dependendo do fabricante, as lâmpadas fluorescentes tubulares e circulares podem ser encontradas no mercado, com os seguintes valores de vida mediana nominal: 6000 h, 7500 h, 8000 h, 9000 h, 12.000 h, 18.000 h e 20.000 h [ver Capítulo 7].

4.1.5.1.4. Índice de reprodução de cores

Dependendo da tecnologia empregada pelo fabricante da lâmpada, na composição do material fluorescente que é usado como revestimento interno do bulbo da lâmpada, o IRC das lâmpadas fluorescentes lineares e circulares, pode apresentar valores que vão de 57 a 99 [ver Capítulo 7].

4.1.5.1.5. Temperatura de cor correlata

Dependendo da tecnologia empregada pelo fabricante da lâmpada, na composição do material fluorescente que é usado como revestimento interno do bulbo da lâmpada, as lâmpadas fluorescentes lineares e circulares, podem ser encontradas no mercado com as seguintes temperaturas de cor correlatas: 3000 K, 3500 K, 4000 K, 4100 K, 4300 K, 5000 K, 5200 K, 5250 K, 6000 K, 6250 K, 6100 K, 6300 K e 6500 [ver Capítulo 7].

4.1.5.1.6. Depreciação do fluxo luminoso

O fluxo luminoso deprecia de maneira diferente, para cada tipo de lâmpada fluorescente, durante a vida da mesma. E a medição a cada ponto determina a curva de depreciação do fluxo luminoso (luz emitida x tempo – ver Figura 59). [3]

Dependendo da tecnologia empregada pelo fabricante da lâmpada, na composição do material fluorescente que é usado como revestimento interno do bulbo da lâmpada, dependendo do reator que opera com ela e da temperatura do ambiente na qual ela está operando, algumas lâmpadas fluorescentes lineares e circulares, chegam a apresentar apenas, 8% de depreciação do fluxo luminoso inicial no final de sua vida mediana.

A Figura 59, mostra a curva de depreciação do fluxo luminoso da lâmpada fluorescente tubular T8, da General Electric (GE), de 18W de potência, para uso em circuitos de partida convencional, com aparência de cor, branca fria (4100 K) e com 12.000 horas de vida mediana nominal.

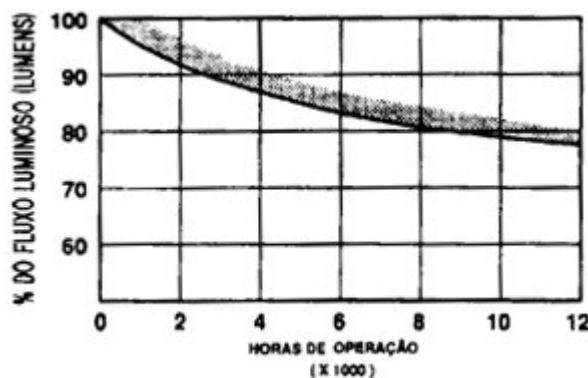


Figura 59 – Depreciação do fluxo luminoso [3]

4.1.5.1.7. Equipamento auxiliar

As lâmpadas fluorescentes tubulares e circulares operam com reatores eletromagnéticos de partida convencional, partida rápida ou reatores eletrônicos [ver Capítulos 5, 7 e Itens 5.1.1.1.1., 5.1.1.1.2., 5.1.1.2.1., 5.1.1.2.2., 5.1.1.2.3.]. [3]

Algumas quando operando com reatores eletrônicos dimerizáveis podem ser dimmerizadas. Lembrando, que o tipo de dimmer que opera com as lâmpadas fluorescentes, é completamente diferente daquele utilizado para as lâmpadas incandescentes comuns e halógenas [ver Capítulo 5, Item 5.3.]. [3]

4.1.5.1.8. Acendimento

O acendimento das lâmpadas fluorescentes tubulares e circulares, depende do tipo de reator que estiver operando com ela [ver Capítulo 5, Itens 5.1.1.1.1., 5.1.1.1.2., 5.1.1.2.1., 5.1.1.2.2., 5.1.1.2.3.]. [3]

4.1.5.1.9. Efeito estroboscópico e de cintilação

Para as lâmpadas fluorescentes tubulares e circulares que operam com reatores eletromagnéticos, esses fenômenos são perceptíveis. Mas para as que operam com reatores eletrônicos eles são imperceptíveis (ausência total deles) [ver Capítulo 5, Item 5.1.1.3.2.]. [4]

4.1.5.1.10. Fator de potência

Dependendo do tipo de reator que estiver operando com as lâmpadas fluorescentes lineares e circulares, o valor do fator de potência (F.P) apresentado por elas, pertence ao intervalo: $0,33 \leq F.P \leq 0,99$ [ver Capítulo 5, Item 5.4]. [9]

4.1.5.1.11. Posição de funcionamento

As lâmpadas fluorescentes lineares e circulares, funcionam em qualquer posição, podem ser utilizadas em luminárias de sobrepor, embutir ou sancas. [2]

4.1.5.1.12. Aplicações

As lâmpadas fluorescentes lineares e circulares, podem ser utilizadas em diversos tipos de ambientes como em residências, bancos, lojas, escolas, hospitais, hotéis, supermercados, indústrias, restaurantes, academias de ginástica, shopping centers etc. [2]

4.1.6. Lâmpadas fluorescentes compactas

As lâmpadas fluorescentes compactas, representam uma grande inovação na tecnologia das fluorescentes. Trabalham dentro do mesmo princípio das fluorescentes lineares, mas são diferentes dos modelos tradicionais, principalmente porque deixam de ter duas extremidades de conexão e usam uma única base. Devido ao percurso encurvado do bulbo, elas são muito

menores. E o fato de usarem como revestimento interno do bulbo pó a base de terra raras (tri-fósforo), são fluorescentes de eficiência elevada e muito boa qualidade de luz. Elas podem ser usadas no lugar das incandescentes, com as seguintes vantagens: [1]

- Consumo de energia 80% menor resultando daí uma drástica redução na conta de luz.
- Dependendo do fabricante e do modelo, apresentam durabilidade até 20 vezes maior, implicando uma enorme redução nos custos de manutenção e de reposição de lâmpadas.
- Design moderno e compacto.
- Aquecem menos o ambiente, representando uma forte redução na carga térmica das grandes instalações. Proporcionando conforto e sobrecarregando menos os sistemas de ar-condicionado.
- Excelente reprodução de cores, com índice maior ou igual a 80 (ver Capítulo 7), o que garante seu uso em locais onde a fidelidade e a valorização dos espaços e produtos são fundamentais.
- Tonalidade de cor adequada para cada ambiente, obtida graças a tecnologia do pó tri-fósforo.

4.1.6.1. Lâmpadas fluorescentes compactas integradas

São lâmpadas com reatores eletrônicos incorporados a base (E-27), ideais para substituição imediata de incandescente comuns (Figura 60). [1]



Figura 60 – Lâmpadas fluorescentes compactas integradas, da Osram [1]

4.1.6.1.1. Características gerais

4.1.6.1.1.1. Potência

As lâmpadas fluorescentes compactas integradas, podem ser encontradas no mercado com os seguintes valores de potência: 5W, 6W, 7W, 8W, 9W, 10W, 11W, 12W, 13W, 14W, 15W, 16W, 18W, 20W, 22W, 23W, 24W, 25W, 26W, 27W, 28W, 42W, 45W, 55W, 60W [ver Capítulo 7].

Obs. 12: Lembrando que, quando utilizadas em substituição as incandescentes comuns, recomenda-se verificar na embalagem do produto, o valor de potência equivalente ideal, informada pelo fabricante para manter o ambiente a ser iluminado com a mesma quantidade de luz artificial que era emitida pela lâmpada incandescente. [2]

4.1.6.1.1.2. Eficiência luminosa

As lâmpadas fluorescentes compactas integradas, têm o mesmo princípio de funcionamento das fluorescentes tubulares e circulares, ou seja, produzem mais luz e emitem pouco calor. Dependendo da tecnologia empregada pelo fabricante da lâmpada na composição do material fluorescente que é usado como revestimento interno do bulbo da lâmpada, e do reator embutido em sua base, as lâmpadas fluorescentes compactas integradas podem apresentar valores de eficácia luminosa que vão de 37 a 76 lm / watt [ver Capítulo 7].

4.1.6.1.1.3. Vida mediana nominal

Dependendo do fabricante, as lâmpadas fluorescentes compactas integradas podem ser encontradas no mercado, com os seguintes valores de vida mediana nominal de: 3000 h, 4000h, 6000 h, 8000 h, 10.000 h, 12.000 h [ver Capítulo 7].

4.1.6.1.1.4. Índice de reprodução de cores

Dependendo da tecnologia empregada pelo fabricante da lâmpada, na composição do material fluorescente que é usado como revestimento interno do bulbo da lâmpada, o IRC das lâmpadas fluorescentes compactas integradas pode apresentar valores que vão de 78 a 88 [ver Capítulo 7].

4.1.6.1.1.5. Temperatura de cor correlata

Dependendo da tecnologia empregada pelo fabricante da lâmpada, na composição do material fluorescente que é usado como revestimento interno do bulbo da lâmpada, as lâmpadas fluorescentes compactas integradas, podem ser encontradas no mercado com as seguintes temperaturas de cor correlata: 2700 K, 3000 K, 4000 K, 6000 K e 6500 K [ver Capítulo 7].

4.1.6.1.1.6. Depreciação do fluxo luminoso

Dependendo da tecnologia empregada pelo fabricante da lâmpada, na composição do material fluorescente que é usado como revestimento interno do bulbo da lâmpada, dependendo do reator embutido em sua base e da temperatura do ambiente na qual ela está operando, algumas lâmpadas fluorescentes compactas integradas, chegam a apresentar apenas 8% de depreciação no fluxo luminoso inicial no final de sua vida mediana. [3]

4.1.6.1.1.7. Equipamento auxiliar

As lâmpadas fluorescentes compactas integradas operam com reatores eletrônicos de partida instantânea, não dimerizáveis, embutidos em sua base. [2]

4.1.6.1.1.8. Acendimento

As lâmpadas fluorescentes compactas integradas, caracterizam-se por ter acendimento instantâneo. [2]

4.1.6.1.1.9. Efeito estroboscópico e de cintilação

Como as lâmpadas fluorescentes compactas integradas, operam com reatores eletrônicos, esses fenômenos são imperceptíveis. Portanto temos a ausência total deles [ver Capítulo 5, Item 5.1.1.3.2.]. [2]

4.1.6.1.1.10. Fator de potência

Em geral, as lâmpadas fluorescentes compactas integradas, caracterizam-se por ter fator de potência maior ou igual que 0,5. [2]

4.1.6.1.1.11. Posição de funcionamento

As lâmpadas fluorescentes compactas integradas, funcionam em qualquer posição, são leves e extremamente compactas, podendo ser utilizadas em abajures, plafonniers, spots pendentes, lustres e embutidos, realçando e aquecendo menos o ambiente. [2]

4.1.6.1.1.12. Aplicações

As lâmpadas fluorescentes compactas integradas, são ideais para todos os tipos de ambientes, principalmente onde uma iluminação contínua e econômica é necessária. Devido a sua grande praticidade de instalação e seu formato extremamente compacto, tornam-se idéias para iluminação geral e decorativa de residências, hotéis, restaurantes, lojas, vitrines...etc. [1]

4.1.6.2. Lâmpadas fluorescentes compactas não integradas

São lâmpadas fluorescentes compactas, que operam com reatores eletromagnéticos e eletrônicos separados da base, assim como as fluorescentes lineares e circulares (Figura 52).

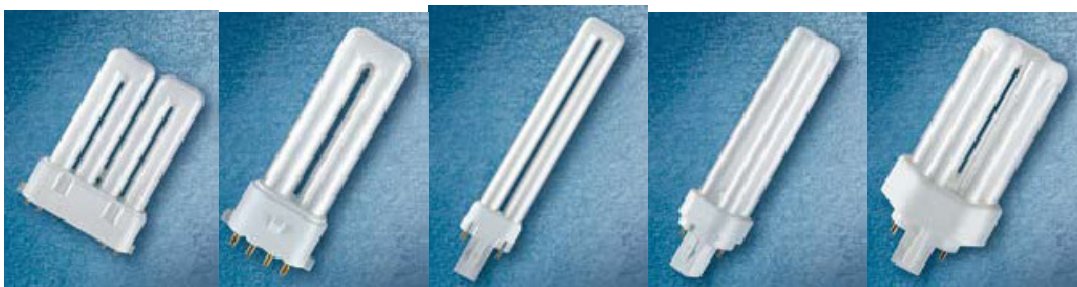


Figura 61 – Lâmpadas fluorescentes compactas não integradas, da Osram [1]

4.1.6.2.1. Características gerais

4.1.6.2.1.1. Potência

As lâmpadas fluorescentes compactas não integradas, podem ser encontradas no mercado com os seguintes valores de potência: 5W, 7W, 9W, 11W, 13W, 18W, 26W, 36W, 55W, 57W [ver Capítulo 7].

4.1.6.2.1.2. Eficiência Luminosa

As lâmpadas fluorescentes compactas não integradas, assim como as fluorescentes compactas integradas têm o mesmo princípio de funcionamento das fluorescentes tubulares e circulares, ou seja, produzem mais luz e emitem pouco calor [4]. Dependendo da tecnologia empregada pelo fabricante da lâmpada, na composição do material fluorescente, que é usado como revestimento interno do bulbo da lâmpada, e do reator que está operando com ela, a

eficácia luminosa das lâmpadas fluorescentes compactas não integradas, podem apresentar valores que vão de 25 a 89 lm / watt [ver Capítulo 7]. Lembrando que, estes valores foram obtidos, utilizando os reatores da marca “intra”. Os reatores da marca intra, foram os reatores pesquisados para a realização do nosso trabalho [ver Capítulo 5, Item 5.4.].

4.1.6.2.1.3. Vida mediana nominal

Dependendo do fabricante, as lâmpadas fluorescentes compactas não integradas, podem ser encontradas no mercado, com os seguintes valores de vida mediana nominal: 8000 h, 10.000 h, 12.000 h [ver capítulo 7].

4.1.6.2.1.4. Índice de reprodução de cores

Dependendo da tecnologia empregada pelo fabricante da lâmpada, na composição do material fluorescente que é usado como revestimento interno do bulbo da lâmpada, o IRC das lâmpadas fluorescentes compactas não integradas, pode apresentar valores que vão de 81 a 88 [ver Capítulo 7].

4.1.6.2.1.5. Temperatura de cor correlata

Dependendo da tecnologia empregada pelo fabricante da lâmpada, na composição do material fluorescente que é usado como revestimento interno do bulbo da lâmpada, as lâmpadas fluorescentes compactas não integradas, podem ser encontradas no mercado com as seguintes temperatura de cor correlata: 2700 K, 3000 K e 4000 K [ver Capítulo7].

4.1.6.2.1.6. Depreciação do fluxo luminoso

Dependendo da tecnologia empregada pelo fabricante da lâmpada, na composição do material fluorescente que é usado como revestimento interno do bulbo da lâmpada, dependendo do reator que opera com ela e da temperatura do ambiente na qual ela está operando, algumas lâmpadas fluorescentes compactas não integradas, chegam a apresentar apenas 8% de depreciação no fluxo luminoso inicial no final de sua vida mediana. [3]

4.1.6.2.1.7. Equipamento auxiliar

As lâmpadas fluorescentes compactas não integradas de 2 pinos, são fabricadas para operar com reatores eletromagnéticos de partida convencional, pois já possuem na sua base um starter embutido [ver Capítulo 5, Item 5.1.1.1.1.]. [3]

As de 4 pinos pelo fato de não possuírem starter embutido na base, podem tanto operar com reatores eletrônicos ou eletromagnéticos. Operando com reatores eletrônicos

dimerizáveis, as de 4 pinos podem ser dimerizadas, proporcionando sistemas de iluminação ainda mais modernos e econômicos [ver Capítulo 5, Item 5.1.1.2.5.]. [3]

4.1.6.2.1.8. Acendimento

O acendimento da lâmpada fluorescente compacta não integrada, depende do tipo de reator que estiver operando com ela [ver Capítulo 5, Itens 5.1.1.1.1., 5.1.1.1.2., 5.1.1.2.1., 5.1.1.2.2., 5.1.1.2.3.].

4.1.6.2.1.9. Efeito estroboscópico e de cintilação

Para as lâmpadas fluorescentes compactas não integradas, que operam com reatores eletromagnéticos, esses fenômenos são perceptíveis. Mas para as que operam com reatores eletrônicos, eles são imperceptíveis (ausência total deles) [ver Capítulo 5, Item 5.1.1.3.2.].

4.1.6.2.1.10 Fator de potência

Dependendo do tipo de reator, que estiver operando com a lâmpada fluorescente compacta não integrada, o valor do fator de potência (F.P) apresentado por ela, pertence ao intervalo: $0,40 \leq F.P \leq 0,97$ [ver Capítulo 5, Item 5.4]. [9]

4.1.6.2.1.11. Posição de Funcionamento

Funcionam em qualquer posição, são leves e extremamente compactas. Indicadas para uso em luminárias compactas, downlighters embutidos ou montadas em superfície, luminárias de parede, abajures. [2]

4.1.6.2.1.12. Aplicações

Estes modelos são recomendados principalmente para estabelecimentos comerciais, hotéis, teatros, shopping center, escritórios, escolas, restaurantes e também são utilizadas para iluminação geral ou suplementares de residências. São ideais para substituir as lâmpadas fluorescentes tubulares, com ganho em design. [2]

Indicadas para locais, onde a iluminação permaneça acesa por longos períodos. A vantagem em relação as integradas é que, assim que a lâmpada necessitar de reposição, apenas é substituída a lâmpada, uma vez que o reator pode permanecer por um longo tempo.

Obs. 13: Na instalação das lâmpadas fluorescentes tubulares que operam com reatores eletromagnéticos de partida rápida, são aconselhados alguns cuidados especiais, sem

eles, poderão existir problemas na partida das lâmpadas, com a segurança da instalação e dos usuários: [15]

- Utilizar sempre luminárias metálicas com os tubos distantes, no máximo 2,5 cm dos refletores;
- Montar os reatores sobre as luminárias (ou em contato elétrico com as mesmas), aterrando o conjunto (ver Capítulo 5, Item 5.1.1.3.3.);
- Verificar se na caixa ou na carcaça do reator existe alguma indicação sobre o esquema de ligação correto entre o reator, lâmpada e rede. Caso exista, seguir a risca este esquema, e verifique com atenção a indicação do fabricante sobre qual terminal do reator deve ser ligado ao neutro da rede elétrica.

Obs. 14: No caso de grandes instalações como por exemplo, em fábricas ou indústrias, se estiverem operando com sistemas que usam reatores eletromagnéticos, existe a necessidade da compra de capacitores para a correção do fator de potência do sistema, se necessário (ver Capítulo 5, Item 5.1.1.3.5.). [15]

4.1.7. Fatores que afetam o desempenho de uma lâmpada fluorescente

As lâmpadas fluorescentes devem ser usadas somente com equipamento auxiliar compatível com as mesmas, e vice-versa. Uma incompatibilidade pode causar na lâmpada, falha na partida, redução do fluxo luminoso nominal, redução de sua vida mediana nominal e até mesmo queimar de forma prematura, no reator pode causar, sobreaquecimento (com riscos de curto circuitos e incêndios), falha prematura, operação com ruído e outros problemas. [4]

4.1.7.1. Reatores

Algumas características de operação do reator, tais como, corrente de saída, tensão de circuito aberto, tempo de partida, tensão nos catodos, frequência de operação e fator de fluxo, têm efeito significativo sobre o fluxo luminoso emitido por uma lâmpada fluorescente e sua vida mediana nominal. [3]

4.1.7.1.1. Corrente de saída

Quando o reator não tem as características elétricas nominais adequadas para operar com um determinado modelo de lâmpada fluorescente, ele pode estabilizar a corrente da descarga acima ou abaixo da ideal para o perfeito funcionamento da lâmpada, causando queima prematura ou baixa emissão de luz, além do superaquecimento que aumenta o consumo, transformando a energia em calor e prejudicando a segurança da instalação (com riscos de curto circuitos e incêndios). [2]

Quando o reator estabiliza a corrente da descarga acima da ideal a lâmpada emite fluxo luminoso muito acima do nominal, isto acontece porque o reator permite a passagem de muita corrente elétrica através dos catodos para o interior do tubo. Por outro lado, essa passagem excessiva de corrente pelos cátodos, eleva a temperatura dos mesmos a números muito acima da temperatura ideal para o funcionamento normal da lâmpada e, como consequência disso, temos o aparecimento de manchas escuras nas extremidades da lâmpada e a redução da vida mediana nominal da mesma, devido ao desgaste excessivo do material emissivo que reveste os cátodos. [2]

Quando a corrente da descarga é estabilizada abaixo da ideal a lâmpada emite menos luz, ou seja, ela sofre uma redução do seu fluxo luminoso nominal, e para iluminar um ambiente serão necessárias mais lâmpadas, conseqüentemente, os gastos com o consumo de energia elétrica e compra de material para aumentar os pontos de luz serão maiores. [2]

4.1.7.1.2. Tensão de circuito aberto

Quando a tensão de circuito aberto fornecida pelo reator aos catodos está acima da ideal, isto significa que os catodos serão aquecidos em demasia, o que provoca um desgaste excessivo do material emissivo que os reveste, e como consequência, temos o aparecimento de manchas escuras nas extremidades da lâmpada e redução de sua vida mediana nominal. [2]

Quando a tensão de circuito aberto fornecida pelo reator aos catodos, está abaixo da ideal, isto significa que os catodos não serão aquecidos até a temperatura ideal para haver a correta emissão eletrônica, e quando a lâmpada tentar partir, apresentará falhas na partida (piscando várias vezes), causando um bombardeio dos catodos até que eles alcancem a temperatura ideal, esse bombardeio, provoca um desgaste excessivo do material emissivo que reveste os catodos, o que levará também a redução da vida mediana nominal da lâmpada. [2]

4.1.7.1.3. Fator de reator ou fator de fluxo luminoso

Este fator determina qual será a porcentagem de fluxo luminoso emitido por uma lâmpada, quando estiver operando com um determinado tipo de reator comercialmente disponível. Por exemplo, se uma lâmpada de 32W com fluxo luminoso nominal de 2700 lumens, for utilizada com um reator eletrônico cujo fator de fluxo seja 0,90, significa que a lâmpada irá emitir apenas 90% do seu fluxo luminoso nominal e o seu valor será de 2430 lumens. [3]

4.1.7.1.4. Frequência de operação do reator

Toda lâmpada fluorescente, opera com maior eficiência luminosa em altas frequências, ou seja, em frequências superiores a 15 kHz. Este aumento da eficiência luminosa é uma das razões da popularidade dos reatores eletrônicos, uma vez que eles operam em altas frequências. [3]

4.1.7.2. Temperatura

O fluxo luminoso e a potência de uma lâmpada fluorescente são afetados pela temperatura ambiente e por correntes de ar frio. [3]

4.1.7.3. Luminária

O projeto da luminária afeta a temperatura ambiente na qual a lâmpada fluorescente vai estar operando. Uma luminária que opera muito fria ou muito quente vai reduzir o fluxo luminoso da lâmpada e, conseqüentemente, os níveis de iluminação. [3]

4.1.7.4. Frequência de acendimento da lâmpada

A vida mediana de uma lâmpada fluorescente é afetada pelo número de horas de uso ou pela frequência de acendimento da mesma. [4]

Toda lâmpada fluorescente, exceto quando for indicado outro valor, tem sua vida mediana nominal baseada em um ciclo de acendimento de 2 horas e 45 minutos ligada por 15 minutos desligada, repetidos 8 vezes ao dia. Ciclos menores reduzem a vida da lâmpada, enquanto ciclos maiores aumentam a vida da lâmpada (ver Tabela 4.1). Assim sendo, é uma

boa diminuir o número de vezes que se acende e apaga, durante um dia, uma lâmpada fluorescente.

O motivo pelo qual se deve fazer isso, reside no fato de haver um maior desgaste do material emissivo de elétrons dos catodos no momento de ignição (partida) da lâmpada, e também porque nesses momentos, a lâmpada fica sujeita a maiores variações de tensão, temperatura e pressões internas. E como se sabe uma lâmpada fluorescente queima, quando o material emissivo de elétrons se esgota. [3]

A Tabela 4.1 apresenta, dados obtidos em teste de laboratório realizados pela Osram, sobre a relação que existe entre, os intervalos entre os ciclos de acendimentos, o número de acendimentos por dia e a vida mediana de suas lâmpadas fluorescentes.

Tabela 4.1 – Relação entre, os intervalos entre os ciclos de acendimento, o número de acendimentos por dia e a vida mediana de uma lâmpada fluorescente [1]

| Intervalo entre os ciclos de acendimento | Número de acendimentos por dia | Percentual residual da vida em relação ao nominal |
|--|--------------------------------|---|
| 05 minutos | 288 | 20% |
| 45 minutos | 32 | 50% |
| 01 hora | 24 | 70% |
| 03 horas | 08 | 100% |
| 08 horas | 03 | 130% |
| 24 horas | 01 | 150% |

Podemos observar na Tabela 4.1, que o período mínimo ideal de intervalo entre os ciclos de acendimentos para que as lâmpadas possam atingir a vida mediana nominal descrita em catálogo é de 3 horas. O que significa dizer, que temos um total de 8 acendimentos diários.

Na tabela acima podemos observar também que, quanto mais freqüentes forem os acendimentos, menor será a vida mediana das mesmas e vice-versa.

Baseando-se nos dados apresentados na Tabela 4.1, podemos calcular para cada caso, o tempo total que as lâmpadas fluorescentes permaneceram acesas e apagadas, durante um dia inteiro (24 horas) de testes. A seguir, mostraremos esses cálculos, que serão importantes para a realização da análise econômica no Capítulo 11 (ver Item 11.2):

- **Intervalo de 3 horas entre os ciclos de acendimento**

Para este caso, sabemos que a lâmpada permaneceu 2 horas e 45 minutos acesa e 15 minutos apagada, então, durante um dia inteiro de testes, temos:

$$\text{n}^\circ \text{ total de acendimentos durante um dia inteiro} = \frac{24h}{3h} = 8;$$

Tempo total, que a lâmpada permaneceu acesa durante 24 horas

$$\text{Sabe-se que, 2 h e 45 min} = 2h + \frac{3}{4}h = 2h + 0,75 = 2,75h,$$

$$\text{logo, Tempo total acesa} = 2,75h \times 8 = 22h;$$

Tempo total que a lâmpada permaneceu apagada durante 24 horas

$$\text{Sabe-se que, 15 minutos} = \frac{1}{4}h = 0,25h, \text{ logo, Tempo total apagada} = 8 \times 0,25 = 2h;$$

- **Intervalo de 1 hora entre os ciclos de acendimento**

$$\text{n}^\circ \text{ total de acendimentos durante um dia inteiro} = \frac{24h}{1h} = 24;$$

Tempo total que a lâmpada permaneceu acesa durante 24 horas

$$\text{Fazendo, } \frac{2,75h}{3h} = \frac{X}{1h} \rightarrow X = 0,9167h \rightarrow X = 55 \text{ min,}$$

$$\text{logo, Tempo total acesa} = 24 \times 0,9167h = 22h;$$

Tempo total que a lâmpada permaneceu apagada durante 24 horas

$$\text{Fazendo, } \frac{0,25h}{3h} = \frac{X}{1h} \rightarrow X = 0,0833h = 5 \text{ min,}$$

$$\text{logo, Tempo total apagada} = 24 \times 0,0833h = 2h;$$

- **Intervalo de 8 horas entre os ciclos de acendimento**

$$\text{n}^\circ \text{ total de acendimentos durante um dia inteiro} = \frac{24h}{8h} = 3;$$

Tempo total que a lâmpada permaneceu acesa durante 24 horas

$$\text{Fazendo, } \frac{2,75h}{3h} = \frac{X}{8h} \rightarrow X = 7,33h \rightarrow X = 440 \text{ min,}$$

logo, **Tempo total acesa** $3 \times 7,33h = 22h$;

Tempo total que a lâmpada permaneceu apagada durante 24 horas

$$\text{Fazendo, } \frac{0,25h}{3h} = \frac{X}{8h} \rightarrow X = 0,666h = 40 \text{ min,}$$

logo, **Tempo total apagada** $= 3 \times 0,666h = 2h$;

- **Intervalo de 24 horas entre os ciclos de acendimento**

$$\text{n}^\circ \text{ total de acendimentos durante um dia inteiro} = \frac{24h}{24h} = 1;$$

Tempo total que a lâmpada permaneceu acesa durante 24 horas

$$\text{Fazendo, } \frac{2,75h}{3h} = \frac{X}{24h} \rightarrow X = 22h,$$

logo, **Tempo total acesa** $1 \times 22h = 22h$;

Tempo total que a lâmpada permaneceu apagada durante 24 horas

$$\text{Fazendo, } \frac{0,25h}{3h} = \frac{X}{24h} \rightarrow X = 2h, \text{ logo, } \text{Tempo total apagada} = 1 \times 2h = 2h;$$

- **Intervalo de 45 minutos entre os ciclos de acendimento**

$$\text{n}^\circ \text{ total de acendimentos durante um dia inteiro} = \frac{24h}{45 \text{ min}} = \frac{24h}{0,75h} = 32;$$

Tempo total que a lâmpada permaneceu acesa durante 24 horas

$$\text{Fazendo, } \frac{2,75h}{3h} = \frac{X}{0,75h} \rightarrow X = 0,6875h = 41 \text{ min } 15,$$

logo, **Tempo total acesa** $32 \times 0,6875h = 22h$;

Tempo total que a lâmpada permaneceu apagada durante 24 horas

$$\text{Fazendo, } \frac{0,25h}{3h} = \frac{X}{0,75h} \rightarrow X = 0,0625h = 3 \text{ min } 45s,$$

$$\text{logo, } \text{Tempo total apagada} = 32 \times 0,0625h = 2h;$$

- **Intervalo de 5 minutos entre os ciclos de acendimento**

$$\text{n}^\circ \text{ total de acendimentos durante um dia inteiro} = \frac{24h}{5 \text{ min}} = \frac{24h}{0,0833h} = 288;$$

Tempo total que a lâmpada permaneceu acesa durante 24 horas

$$\text{Fazendo, } \frac{2,75h}{3h} = \frac{X}{0,0833h} \rightarrow X = 0,076389h \rightarrow X = 4 \text{ min } 35s;$$

$$\text{logo, } \text{Tempo total acesa} = 288 \times 0,076389h = 22h;$$

Tempo total que a lâmpada permaneceu apagada durante 24 horas

$$\text{Fazendo, } \frac{0,25h}{3h} = \frac{X}{0,0833h} \rightarrow X = 0,006943h = 25s,$$

$$\text{logo, } \text{Tempo total apagada} = 288 \times 0,006943h = 2h.$$

Em todos os casos podemos observar que as lâmpadas permaneceram 22 horas acesas e apenas 2 horas desligadas, durante um dia inteiro de testes.

Lembrando que o tempo total em que as lâmpadas permaneceram acesas, será utilizado, como tempo base para os cálculos do custo de energia no Capítulo 11 (ver Item 11.2), quando será realizada a análise econômica.

5. Equipamentos Auxiliares

As lâmpadas de descarga, necessitam de equipamentos auxiliares (reatores, starters, ignitores, capacitores, transformadores), seja para produzir os pulsos de tensão necessários para partida (acendimento) das mesmas, seja para limitar e estabilizar o valor da intensidade de corrente da descarga após a formação do arco elétrico para o funcionamento normal da lâmpada, ou ainda, para corrigir o fator de potência do conjunto (lâmpada mais reator) e também, para adaptar as características elétricas da lâmpada aos valores nominais da fonte de alimentação. [15]

Para iluminação residencial os mais utilizados são reatores, starters e dimmers (ver Itens 5.1, 5.2 e 5.3), este último, utilizado especialmente nos circuitos com lâmpadas incandescentes, mas existem também dimmers específicos, que são utilizados em circuitos de lâmpadas fluorescentes que operam com reatores eletrônicos dimerizáveis.

5.1. Reatores

Equipamento auxiliar, conectado entre a rede elétrica de alimentação e a lâmpada (Figuras 62 e 63), ou seja, ele é a interface entre uma lâmpada de descarga e a rede elétrica de alimentação. É um circuito eletromagnético ou eletrônico que tem por finalidade dar condições de partida a lâmpada provocando um aumento de tensão durante a partida (acendimento) da mesma, tendo como funções também, regular a intensidade da corrente da descarga, limitando e estabilizando a intensidade da corrente após a formação do arco elétrico, para o funcionamento da lâmpada no regime permanente. E, ainda controlar a potência dissipada ou consumida pela lâmpada devido as condições da rede de alimentação. [15]

A necessidade da utilização de reatores eletromagnéticos ou eletrônicos para operar em conjunto com as lâmpadas de descarga reside no fato, de que, elas apresentam característica de resistência negativa, ou seja, uma característica volt-ampère negativa durante a partida das mesmas (vide Figura 25). Isto ocorre, porque após a ionização do gás ou dos gases que formam a atmosfera interna da lâmpada, a resistência do (s) mesmo (s) à passagem de corrente elétrica vai praticamente a zero. E se as lâmpadas de descarga fossem ligadas diretamente a rede elétrica de alimentação, o fluxo de corrente no interior das mesmas aumentaria de maneira ininterrupta e descontrolada, resultando na queima e destruição dos catodos da lâmpada em poucos segundos. [20]

As boas características de um reator dependem da qualidade do projeto e da qualidade das matérias primas utilizadas na fabricação do mesmo. [2]

A temperatura máxima de funcionamento de um reator segundo as normas da **ABNT** (Associação Brasileira de Normas Técnicas), é de 90°C. Quando um reator está operando acima dessa temperatura deve ser substituído, pois é um produto com algum defeito ou foi produzido a partir de um projeto inadequado ou com matérias primas de baixa qualidade ou ainda por causa de fatores externos (variações de tensão muito alta na rede, projeto da luminária e outros fatores), colocando em risco toda instalação e a segurança das pessoas que transitam no local onde ele foi instalado. Num reator de baixa qualidade, além dele próprio estar sujeito a curto circuitos, o aumento da temperatura dentro da luminária pode causar a fusão do material isolante dos fios da bobina de seu núcleo, causando curto circuitos que podem provocar incêndios além de reduzir a vida mediana das lâmpadas. [2]

Quando um reator trabalha em uma temperatura total acima de 90°C, sua vida nominal é encurtada violentamente. A experiência mostra que um aumento de temperatura de 10°C acima de 90°C medido na carcaça do reator provoca a redução da sua vida nominal pela metade, assim como uma queda de 10°C dobra a vida do reator. [2]

Os fatores responsáveis pelo superaquecimento de reatores são: [2]

- Variação muito alta de tensão na rede (o aumento de 1% de tensão na rede provoca um aumento equivalente de 1 a 2°C na temperatura de funcionamento);
- A elevação de temperatura nos ambientes, fazendo aumentar a temperatura de operação;
- A não substituição de lâmpadas queimadas na luminária ocasionando o superaquecimento nos reatores.

Os fatores que podem afetar a temperatura da carcaça do reator são: [2]

- O contato dos diversos tipos de forro com diferentes características de transmissão de calor com o reator em luminárias de sobrepor;
- A temperatura ambiente da cavidade de instalação da luminária embutida;
- A montagem do reator na luminária, pois reatores em funcionamento são uma fonte de produção de calor e deve-se encontrar uma forma para a sua dissipação. A melhor forma é a condutividade, assim, os reatores devem ser fixados na parte metálica da luminária.

A importância de se utilizar um reator de qualidade, compatível eletricamente com o modelo da lâmpada com a qual ele vai operar, é assegurar uma partida estabilizada, firme, segura e adequada a lâmpada. E, ainda, assegurar também, o perfeito funcionamento da mesma no regime permanente, garantindo assim, a vida mediana nominal de ambos, a eficiência do sistema, uma melhor manutenção do fluxo luminoso emitido pelo o conjunto e a segurança da instalação. [2]

Todo reator de qualidade tem visível, na sua carcaça, o esquema de ligação correto, que deve ser seguido a risca.

Os reatores devem ser aterrados, seja para proporcionar proteção adicional a instalação e aos usuários ou para proporcionar o perfeito acendimento das lâmpadas que operam com reatores eletromagnéticos de partida rápida (ver Item 5.1.1.3.3.).

As Figuras 62 e 63, mostram um dos modelos de reatores eletromagnéticos e eletrônicos, da Philips, disponíveis no mercado.



**Figura 62 – Reator eletrônico,
da Philips [2]**



**Figura 63 – Reator eletromagnético,
da Philips [2]**

5.1.1. Características gerais

Quanto ao princípio de funcionamento podem ser: eletromagnéticos de partida convencional, eletromagnéticos de partida rápida, eletrônicos de partida rápida, eletrônicos de partida ultra rápida, eletrônicos de partida instantânea, e eletrônicos de partida programada.

5.1.1.1. Reatores eletromagnéticos

Os eletromagnéticos fazem parte da primeira geração de reatores. São constituídos por um núcleo laminado de aço silício (com baixas perdas) e bobinas de fio de cobre esmaltado, impregnados com resina de poliéster adicionado com carga mineral, tendo um grande poder de isolamento e dissipação térmica. São constituídos também, por capacitores. Normalmente são utilizados em lâmpadas de descarga em alta pressão, como as de vapor de mercúrio, vapor de sódio ou multivapores metálicos, sendo que algumas necessitam de um ignitor (as de vapor de sódio e algumas de vapor metálico), que tem função semelhante ao starter nas lâmpadas fluorescentes. [1, 2]

Estes reatores atendem a todas potências (até 3500 W). Essa é uma das vantagens em relação aos eletrônicos, uma vez que estes estão limitados industrialmente à potência de 150W e restringem-se na maioria dos casos, a iluminação interna. Assim sendo, o “serviço pesado” fica por conta dos eletromagnéticos que além de atenderem a todas as potências, são extremamente resistentes tanto à intempéries atmosféricas quanto às oscilações da rede elétrica. [2]

Os que operam com as lâmpadas fluorescentes podem ser simples, para operarem com uma lâmpada fluorescente ou duplos, para operarem com duas lâmpadas fluorescentes. Podem ser também de alto e baixo fator de potência, geralmente os de alto fator de potência são os duplos, mas existem também alguns simples de alto fator, particularmente os que operam com as lâmpadas de 85 e 110 watts respectivamente [13]. A grande diferença entre os de alto e baixo fator está na forma de consumo do energia, os de baixo fator solicitam mais corrente da rede elétrica da concessionária de energia em relação aos de alto fator, o que eleva os custos de instalação referentes a compra de material elétrico como, condutores, disjuntores e fusíveis (ver Item 5.1.1.3.5.).

De uma forma geral, tanto os que operam com as lâmpadas de descarga em baixa pressão quanto os que operam com as lâmpadas de descarga em alta pressão, não são vistos com bons olhos por aqueles que pretendem fazer uso eficiente da energia elétrica. Isto porque eles são equipamentos de elevadas perdas elétricas (perdas no cobre, perdas por histerese e correntes de parasitas) em relação aos reatores eletrônicos. São equipamentos que emitem ruído, devido a vibração do núcleo. São equipamentos que operam em baixas frequências, e por isso, não eliminam os efeitos estroboscópico e de cintilação, e também, porque são

equipamentos de peso considerável, o que dificulta a sua instalação em locais onde o material de apoio é menos resistente. [1, 2]

Como sabemos, o fato do reator ser magnético faz com que ele vibre e emita ruído, porém o preenchimento correto do reator com resina poliéster atenua a vibração a níveis quase imperceptíveis, além de permitir a dissipação térmica. A fixação correta do reator na luminária também é importante para a eliminação dos ruídos. A fixação do reator na luminária ou em outra superfície, de preferência metálica para colaborar na dissipação térmica, deve ser feita pelos quatro furos na carcaça do reator. Quanto mais firme, menor será a chance de ruídos e melhor será a condição de aterramento do equipamento. [1,2]

Dependendo do fabricante e do modelo, podem apresentar vida mediana nominal superior a 20.000 horas. [1, 2, 3, 5, 9]

Apresentam menor preço de aquisição e maior durabilidade em relação aos eletrônicos.

A norma NBR 5114 está em vigor desde 1998 e estabelece requisitos de desempenho para reatores eletromagnéticos que operam com lâmpadas fluorescentes. O desempenho das lâmpadas fluorescentes deve ser seguido de acordo com a IEC60081. [17]

5.1.1.1.1. Reator eletromagnético de partida convencional

Usualmente, esse tipo de reator apresenta em sua configuração, um indutor que fornece por alguns segundos, aos catodos da lâmpada uma pequena tensão para pré-aquecer os mesmos e, em seguida, com o auxílio do starter (Figuras 27, 70 e 71) proporciona o acendimento da lâmpada fluorescente. Após a partida da lâmpada, o indutor, também, é responsável por limitar e estabilizar a corrente drenada para dentro da mesma. [17]

Para melhorar o fator de potência e eliminar o efeito de interferência em rádio e TV, fenômenos transitórios que ocorrem por ocasião da ligação e desligamento dos eletrodos, o starter é provido de um capacitor ligado em paralelo com a lâmina bimetálica e o eletrodo fixo que compõe a estrutura física do mesmo (ver Figura 71). [13]

Segundo a Intral (nome do fabricante dos reatores que foram pesquisados para a realização deste trabalho – ver item 5.4.), o tempo (t) de ignição de uma lâmpada fluorescente que opera com reator “Intral” desse tipo mais o starter deve pertencer ao intervalo: $0,4s < t < 7s$.

São indicados para operarem em locais úmidos, de baixa temperatura ou sem condições de aterramento. [15]

5.1.1.1.2. Reator eletromagnético de partida rápida

Neste tipo de partida, os catodos são aquecidos constantemente pelo reator, o que facilita o acendimento da lâmpada em um curto espaço de tempo. Para este tipo de partida não é utilizado o starter, o reator possui um circuito primário e um secundário semelhante ao de um autotransformador e pequenos enrolamentos ligados aos catodos das lâmpadas (vide Figura 28). O circuito principal tem por finalidade fornecer uma tensão adequada aos extremos de lâmpada para sua partida. Os enrolamentos auxiliares fornecem aos catodos da lâmpada uma tensão em torno de 3,5V com o objetivo de pré-aquecer os mesmos, obtendo-se assim, uma maior facilidade para ionização do gás contido no interior da lâmpada. E, conseqüentemente uma menor tensão será necessária nos seus extremos da mesma, para acendê-la. Após a partida da lâmpada, o enrolamento secundário, em virtude da forma do circuito magnético limita a corrente, tensão e potência na lâmpada a seu valor nominal. [17]

Recomenda-se, o aterramento da luminária (chapa metálica) juntamente com o reator para o perfeito acendimento da lâmpada. [3]

Segundo a Intral, o tempo (t) de ignição de uma lâmpada fluorescente que opera com reator “Intral” desse tipo deve ser maior que 0,4s.

São indicados para ambientes agressivos, como por exemplo, em locais onde se faz galvanoplastia. [15]

5.1.1.2. Reatores eletrônicos

Eles podem ser também do tipo simples, para operar com uma lâmpada fluorescente ou duplos, para operar com duas lâmpadas fluorescentes. [13]

São constituídos, por alguns núcleos feitos de uma liga metálica especial de nome “**Ferrite**” [9], onde são enroladas as bobinas dos indutores que aparecem em alguns dos estágios que formam a configuração desse tipo de reator (vide Figura 29). Além de serem formados por resistores, indutores e capacitores, são constituídos também, por circuitos integrados e vários componentes eletrônicos semicondutores como, transistores (MOSFET, IGBT, TBJ) e diodos. [2]

Operam em alta frequência, na faixa de 20 kHz a 50 kHz, essa faixa de operação quando bem projetada, proporciona maior fluxo luminoso com menor potência de consumo,

transformando assim os reatores eletrônicos em produtos economizadores de energia e com maior eficiência que os reatores eletromagnéticos. [2]

Eles são classificados como de alta e baixa performance, geralmente os de alta performance são de alto fator de potência e os de baixa performance são de baixo fator de potência, mas existem alguns de baixa performance que são de alto fator (ver Item 5.1.1.2.4).

Os reatores eletrônicos de baixo fator de potência, normalmente, não apresentam em sua configuração o circuito do filtro de interferência eletromagnética (EMI) e o circuito pré-regulador do fator de potência (PFP), ver Figura 29.

Dependendo do fabricante e do modelo, podem apresentar vida mediana nominal superior a 13.000 horas. [1, 2, 3, 5, 9]

Conhecidos como reatores “leves”, apresentam inúmeras vantagens em relação aos eletromagnéticos, entre as quais:

- Por operarem em altas frequências, as dimensões e peso dos elementos (como por exemplo, capacitores e indutores) utilizados em reatores eletrônicos são menores em relação aquelas apresentadas pelos elementos utilizados nos reatores eletromagnéticos. Desta forma, os reatores eletrônicos, são mais leves e compactos, o que os torna mais práticos e fáceis de serem instalados sobre qualquer tipo de material (menos resistentes ou não) [2, 21];
- Por operarem em altas frequências, consomem até aproximadamente 50% menos de energia elétrica em relação aos eletromagnéticos, porque o gás no tubo não tem tempo de desionizar, ou seja, de perder carga elétrica entre os ciclos de corrente, contribuindo assim para o aumento do rendimento da lâmpada e, conseqüentemente, uma diminuição no consumo de energia [2, 20];
- Por operarem em altas frequências, apresentam baixas perdas elétricas, porque os indutores presentes na sua configuração são pequenos em comparação com aqueles que estão presentes nos modelos eletromagnéticos, gerando dessa forma, menores perdas resistivas o que resulta em economia de energia e redução do tamanho do sistema [2, 21];
- Eliminam o efeito de cintilação (flicker), porque o gás no tubo não tem tempo de desionizar entre os ciclos de corrente, pelo fato de operarem em altas frequências [20];
- Eliminam o efeito estroboscópico, por operarem em altas frequências[2];

- São silenciosos, ou seja, sem ruído audível [9];
- Aumentam a vida útil das lâmpadas em até 50% (os de alta performance – ver Item 5.1.1.2.4) [1, 2];
- São mais eficazes na conversão de potência elétrica em potência luminosa, porque operam em altas frequências [2];
- Proporcionam uma luz de cor mais estável [2];
- Apresentam versões diferenciadas de acendimento [1, 2];
- Apresentam melhor manutenção de lumens, ou seja, a depreciação do fluxo luminoso das lâmpadas que operam em conjunto com eles, é bem menor no final de sua vida mediana em comparação com aquelas que operam com reatores eletromagnéticos [3];
- Alguns são dimerizáveis, possibilitando com isso, uma redução no consumo de energia de até 70% em relação aos eletromagnéticos [1, 2].

Embora a solução utilizando reatores eletrônicos seja mais complexa, menos robusta e tenha um custo inicial maior, esta se torna atrativa pelo fato do sistema apresentar maior eficiência, proporcionando assim, uma economia de energia elétrica a médio e a longo prazo em relação aos sistemas com reatores eletromagnéticos. [2]

É importante frisar, que o fato de o reator ser eletrônico, não significa necessariamente, que corresponderá a todas as vantagens que se espera de um modelo desta tecnologia. Por serem equipamentos eletrônicos de alta frequência, podem causar interferências que vão desde ruídos no rádio ou estremeamento de imagem da TV, até o colapso de sistemas de computadores, de comunicação, segurança, monitores hospitalares, entre inúmeros outros, caso não possuam filtros contra estas interferências. Quando se deseja um sistema elétrico de qualidade, em instalações como por exemplo, salas de cirurgia de hospitais, bancos, lojas, indústrias, escritórios e grandes obras, convém optar por reatores de alta performance (ver Item 5.1.1.2.4.). [2]

As normas vigentes no Brasil para os reatores eletrônicos são a NBR 14417 – Prescrições de segurança e NBR 14418 – Prescrições de desempenho [17]. No Brasil, a Portaria nº188 do INMETRO, no seu artigo 6º, proibiu desde janeiro de 2005 o uso de reatores eletrônicos com baixo fator de potência em lâmpadas fluorescentes tubulares cuja potência total consumida (lâmpada mais reator) seja igual ou superior a 56W. Ou seja, reatores duplos para lâmpadas fluorescentes de 32W, 40W e 110W e reatores simples para

lâmpada fluorescentes de 110W devem ser alto fator de potência e possuírem proteção contra falha de lâmpada (lâmpada sem gás). [17, 20]

Obs. 15: A Ferrite é uma liga metálica, feita por aquecimento ou pressão de pós de óxidos de ferro e outros metais divalentes.

5.1.1.2.1. Reator eletrônico de partida rápida

Nos reatores eletrônicos de partida rápida, a ignição é controlada eletronicamente pelo sistema de pré-aquecimento dos catodos da lâmpada. O reator gera uma pequena tensão ou corrente em cada catodo, possibilitando o aquecimento dos mesmos. E, em seguida, gera uma diferença de potencial (tensão de circuito aberto), adequada, entre os extremos da lâmpada, levando ao estabelecimento do arco elétrico. Esta partida possibilita a emissão de elétrons por efeito termo-iônico. [2]

Segundo a Intral, o tempo (t) de ignição de uma lâmpada fluorescente que opera com reator eletrônico de partida rápida “Intral”, deve ser maior que 0,4s, e para a lâmpada fluorescente que opera com reator eletrônico de partida ultra rápida “Intral”, esse tempo (t) deve pertencer ao intervalo: $0,1s < t < 0,4s$.

5.1.1.2.2. Reator eletrônico de partida instantânea

Neste sistema não há o pré-aquecimento dos catodos. O reator gera diretamente nos catodos da lâmpada, uma elevadíssima diferença de potencial (tensão de circuito aberto) para o acendimento da mesma. [2]

Segundo a Intral, o tempo (t) de ignição de uma lâmpada fluorescente que opera com reator “Intral” desse tipo deve ser menor que 0,1s.

5.1.1.2.3. Reator eletrônico de partida programada

Os reatores de partida programada consistem numa partida rápida controlada. Assim, o reator controla os valores de tensão e/ou corrente nos cátodos da lâmpada e o tempo de pré-aquecimento adequado para uma ignição com reduzido desgaste dos cátodos. Após este tempo, o reator gera entre os cátodos da lâmpada uma diferença de potencial (tensão de circuito aberto) adequada para o acendimento da mesma. [2]

Segundo a Intral, o tempo (t) de ignição de uma lâmpada fluorescente que opera com reator “Intral” desse tipo deve pertencer ao intervalo: $0,4s < t < 2s$.

5.1.1.2.4. Reatores eletrônicos de alta e baixa performance

Esta classificação, diz respeito apenas aos reatores eletrônicos.

Os reatores eletrônicos de baixa performance são conhecidos como “acendedores eletrônicos”, porque acendem a lâmpada única e exclusivamente, espalhando sujeira (tecnicamente chamada de harmônicos – ver Item 5.1.1.3.4.) na corrente elétrica. Normalmente são mais baratos e de baixo fator de potência. Nesta linha mais barata de reatores existem alguns que até são de alto fator de potência – o que não deve ser confundido com alta performance. [1, 2]

Os reatores eletrônicos de alta performance, aumentam a vida da lâmpada em até 50%, possuem alto fator de potência, filtros harmônicos e proteções contra sobre-tensão, sobre-corrente e condições anormais. Um dos seus indicadores de qualidade é a THD (Taxa de Distorção Harmônica Total), cujo valor deve ser menor que 30% (mínimo exigido pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas). Quanto menor a taxa, melhor. [1, 2]

5.1.1.2.5. Reatores dimerizáveis

Uma enorme vantagem dos reatores eletrônicos é poderem ser dimerizáveis, em uma ampla faixa. Este avanço tecnológico permite o controle do nível da iluminação fluorescente o que era impossível até então. Pode-se conseguir uma economia de energia de até 70% em relação a um sistema com os reatores eletromagnéticos. [1, 2]

Os reatores eletrônicos que oferecem a opção de dimerização devem apresentar as mesmas características que um reator eletrônico convencional. Hoje em dia, intensas pesquisas na área de uso racional de energia e do desenvolvimento de circuitos integrados, vem tornando cada vez mais viável este tipo de aplicação. [18]

Os modelos dimerizáveis podem ser usados em conjunto com sensores de presença e de movimento, possibilitando a integração a sistemas de controle e gerenciamento inteligentes [2].

A Figura 64, mostra uma configuração simplificada de um reator eletrônico dimerizável com capacitor comutado, podemos observar que, apenas os estágios inversor, filtro ressonante e a lâmpada estão representados nessa estrutura simplificada.

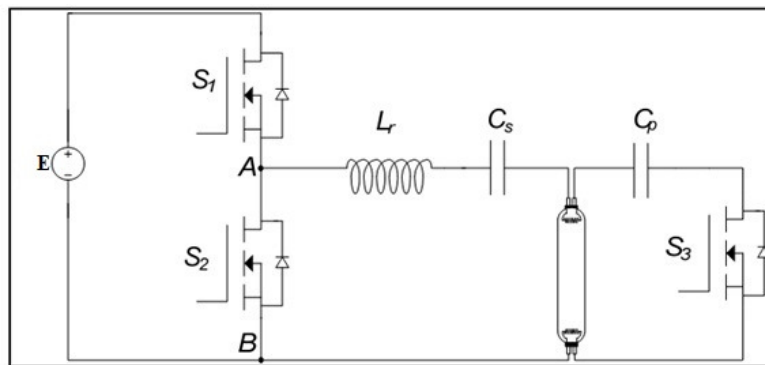


Figura 64 – Configuração simplificada de um reator eletrônico dimerizável, com capacitor comutado [18]

onde:

E – Tensão cc (corrente contínua) de entrada do estágio inversor

S_1, S_2 e S_3 – Chaves ou interruptores (transistores)

C_s – Capacitor série; C_p – Capacitor paralelo; L_r – Indutor ressonante

No projeto de reatores eletrônicos com capacidade de dimerização deve ser considerado que a variação do fluxo luminoso é praticamente proporcional a potência processada pela lâmpada. Outro aspecto importante em relação ao projeto é que a variação da luminosidade de uma lâmpada fluorescente em uma ampla faixa de potência é uma tarefa difícil, visto que abaixo de 30% de sua potência nominal podem ocorrer problemas de estabilidade. [18]

Na literatura os principais métodos de controle da luminosidade são obtidos empregando as seguintes técnicas: [18]

- Variação da frequência de comutação do estágio inversor;
- Variação da tensão do barramento CC;
- Variação da razão cíclica (D) do estágio inversor;
- Variação da frequência natural do filtro ressonante.

Para a comparação dos métodos devem ser analisadas algumas características, considerando a operação em toda a faixa de variação de potência processada pela lâmpada:

- requisitos estipulados pela norma que regulamenta o setor (EMI – Interferência Eletromagnética, FP – Fator de Potência e FC – Fator de Crista);
- rendimento global da estrutura;

- complexidade e custos da implementação da estrutura em escala industrial.

O método de dimerização mais adotado pela indústria do setor de iluminação é através do controle da frequência de comutação do estágio inversor. Esse método consiste em variar a frequência do estágio inversor, com a tensão do barramento CC e razão cíclica (D) fixas, com a finalidade de obter diferentes níveis de luminosidade na lâmpada. A frequência de comutação dos interruptores sofrerá variação na proporção direta da variação da quantidade de energia que será entregue à lâmpada. Com base nesse princípio, o projeto apresenta maior flexibilidade, uma vez que o estágio PFP é projetado de forma independente ao estágio inversor. [18]

Para variar a potência processada na lâmpada, deve-se variar a impedância equivalente do filtro série ressonante e isso é possível variando a frequência de comutação do estágio inversor. Deste modo, o controle de luminosidade baseia-se na alteração da característica da impedância do circuito do tanque ressonante, a partir da variação da frequência de comutação do estágio inversor, promovendo uma reconfiguração dos níveis de energia ativa e reativa processados no circuito. [18]

Para variação da tensão do barramento CC, existem algumas propostas, dentre as quais podemos destacar, a que consiste na concepção de conversores de estágio único e, onde um interruptor é compartilhado entre o estágio PFP e o estágio inversor. Em aplicações onde o reator necessita operar em toda a faixa universal de tensão de alimentação (90V_{ef} a 240V_{ef}) ou em grande faixa de variação de luminosidade, o método torna-se mais complexo e com custo elevado. [18]

Outra proposta para a dimerização de reatores eletrônicos através do controle da tensão do barramento CC consiste em fazer, com que o estágio pré-regulador, além de corrigir o fator de potência da estrutura, pode através de uma malha de controle adequada, propiciar uma tensão de barramento CC regulável. Assim, o reator eletrônico pode executar a operação de dimerização, sem a necessidade de um circuito de controle extra no estágio inversor, pois este passa a operar com frequência fixa. [18]

A dimerização utilizando o controle pela variação da razão cíclica (D) não é empregada em escala industrial por apresentar problemas relacionados com o fator de crista e com as perdas de comutação na operação em potência reduzida. Nas condições de baixa luminosidade, o valor da razão cíclica (D) é pequeno e a comutação dos interruptores passa a

ser dissipativa, ocasionando a redução no rendimento da estrutura e acentuando a emissão de interferência eletromagnética (EMI). [18]

Outro método de dimerização, consiste na variação da frequência natural do filtro ressonante através da alteração do parâmetro capacitivo do circuito. [18]

Nesta estrutura, representada na Fig. 64, a frequência de comutação do inversor é mantida constante e o ângulo de condução de S3 ($\varnothing S3$) determina o valor da capacitância equivalente do circuito. Desta forma as características do filtro ressonante são alteradas e a corrente e a tensão processadas pela lâmpada são modificadas atuando, conseqüentemente, no nível de potência transferida à lâmpada. [18]

A operação do inversor com frequência fixa pode ser considerada como uma vantagem dessa técnica, já que o projeto dos elementos magnéticos será otimizado juntamente com o projeto de supressão de interferência eletromagnética. Entretanto, a modulação de $\varnothing S3$ em função da potência da lâmpada exige uma malha de controle complexa, resultando num projeto com custo elevado. [18]

Algumas variações topológicas e de estratégia de controle são propostas para melhorar o desempenho do circuito ou simplesmente para incorporar ao reator outras funções, como por exemplo, estágio de pré-aquecimento e circuitos de proteção. Destaca-se ainda a disponibilidade no mercado de circuitos integrados dedicados que operam em malha fechada.

Estes componentes, além da função de comandar os interruptores do inversor, apresentam recursos de controle sofisticados como pré-aquecimento programável, controle de luminosidade através do sensoriamento da defasagem de corrente e proteção de sobre-corrente e falha de ignição.

Obs. 16: A razão cíclica (D) é a razão entre o tempo em que as chaves permanecem conduzindo ou em operação e o período de tempo que corresponde a um ciclo de chaveamento. [21]

$$D = \frac{t_{on}}{T_S}$$

Onde: t_{on} – Tempo em que as chaves estão em operação ou conduzindo

T_s – Período de tempo que corresponde a um ciclo de chaveamento

Exemplo: Suponhamos que uma chave permanece em condução durante 1 segundo (tempo de condução) e fica desligada por 99 segundos e, volta a conduzir por mais 1 segundo e assim por diante. Assim, dentro de cada período de 100 segundos (período de um ciclo de chaveamento), a chave permanece conduzindo durante 1 segundo. Neste caso, a razão cíclica (D) é $\frac{1}{100}$ ou 1%.

5.1.1.3. Outros conceitos básicos relacionados com equipamentos auxiliares

5.1.1.3.1. Perdas do Reator (watts)

As perdas existentes nos reatores eletromagnéticos ocorrem devido ao efeito joule, Histerese e correntes de foucalt que devem ser consideradas no cálculo de carga (10 a 15%). Essas perdas são fornecidas pelo fabricante na embalagem do produto, e devem ser somadas a potência consumida pelas lâmpadas, para calcular o consumo em Watts do conjunto (lâmpada + reator). No caso de reatores eletrônicos, o valor informado pelo fabricante, já está relacionado ao máximo consumo que o conjunto (lâmpada + reator) pode gerar, sendo incorreto a somatória da potência da lâmpadas com a do reator. [2, 9]

Exemplo₁: Para 1 lâmpada fluorescente de 32 Watts, operando com reator eletromagnético de partida rápida, o máximo consumo do conjunto (lâmpada + reator) será = 32 W + 15% das perdas no reator [ver valor no Item 5.4, Tabela 5.5].

$$\text{m\u00e1ximo consumo do conjunto (W)} = 32 \text{ W} + 11,5 \text{ W} = 43,5 \text{ W}$$

Exemplo₂: Para 1 lâmpada fluorescente de 32 W, operando com reator fluorescente eletrônico de alto fator de potência (A. F. P) – ver valor no Item 5.4, Tabela 5.3, o máximo consumo do conjunto (lâmpada + reator) será:

$$\text{m\u00e1ximo consumo do conjunto (W)} = 35 \text{ W}$$

5.1.1.3.2. Efeito estrobosc\u00f3pico e de cintila\u00e7\u00e3o (Flicker)

At\u00e9 um tempo atr\u00e1s, as lâmpadas fluorescentes utilizavam apenas reatores eletromagn\u00e9ticos que operam apenas em 50 ou 60 Hz, provocando o efeito estrobosc\u00f3pico⁽¹⁾ e de cintila\u00e7\u00e3o⁽²⁾ da luz. Esses efeitos s\u00e3o realmente prejudiciais a vis\u00e3o, pois causam cansa\u00e7o

visual pela intermitência da luz, ou até mesmo podem causar ilusão de ótica em pessoas que operam máquinas rotativas que funcionam na mesma frequência da rede elétrica (50 ou 60 Hz) ou em múltiplos inteiros deste valor. Ambos fenômenos podem não ser visíveis aos nossos olhos, mas são captados pelo nosso cérebro, o que vem a causar esses desconfortos. [2]

Modernamente, funcionando com reatores eletrônicos de alta frequência (20 kHz a 50 kHz), esse efeito é eliminado. Desta forma, afirma-se que lâmpadas fluorescentes, quando operam com reator eletrônico, não fazem mal a visão. [2]

(1) – Não se percebe alguns movimentos pelo fato da lâmpada piscar na mesma frequência do movimento de determinado objeto.

(2) – A cintilação ou o efeito flicker pode ser notada pela sensação visual de que a luminosidade está variando no tempo. Em lâmpadas fluorescentes, o fósforo leva um pequeno tempo para perder luminosidade.

Reatores eletromagnéticos, que operam em 50 ou 60 Hz, regeneram o arco elétrico da lâmpada entre 100 e 120 vezes por segundo, o que é tempo suficiente para o olho humano perceber a variação de luminosidade do fósforo. [2]

Reatores eletrônicos, que operam em alta frequência (20 kHz a 50 kHz), regeneram o arco mais de 40.000 vezes por segundo, tempo curto demais para percebermos essa variação.

5.1.1.3.3. Aterramento

Para a instalação de reatores, devemos considerar dois tipos de aterramento: de proteção e de funcionamento. O aterramento para proteção tem como objetivo principal garantir a segurança da instalação e do usuário, em caso de fuga de corrente provocada por curto circuito-circuito ou qualquer outro defeito no equipamento. [2]

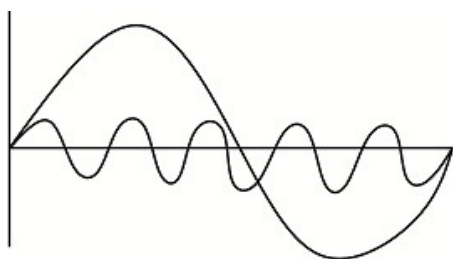
No caso do aterramento para funcionamento tem como principal objetivo proporcionar o correto acendimento das lâmpadas. Este último só é necessário em reatores eletromagnéticos tipo partida rápida.

5.1.1.3.4. Distorção harmônica total (T. H. D)

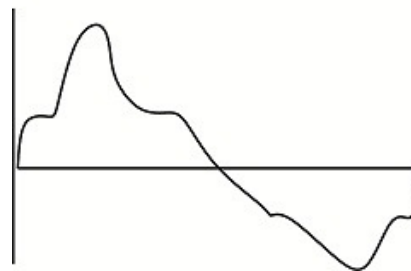
Trata-se de correntes alternadas que causam poluição ou interferência na rede, geradas por equipamentos eletrônicos de alta frequência. Essa poluição ou interferência é gerada por harmônicas de corrente e vários equipamentos contribuem para isso, como por exemplo: inversores de frequência, máquinas de soldar, reatores eletrônicos de baixa performance, entre outros. [2]

Na Figura 65, temos duas curvas, uma onda senoidal normal (curva maior), representando uma corrente de energia limpa, e outra onda menor (curva menor), representando a harmônica. Esta segunda onda representa a harmônica de uma quinta ordem, ou seja, sua frequência é de 5 vezes 60 Hz, ou de 300 Hz. [2]

Na Figura 66, podemos ver como ficaria a soma das duas curvas, onde a forma de onda deixa de ser perfeitamente senoidal na presença das harmônicas. [2]



**Figura 65 – Uma onda senoidal pura (onda maior),
e uma harmônica (onda menor) [2]**



**Figura 66 – Soma das duas curvas
(senoidal pura+harmônica) [2]**

Com o surgimento das harmônicas, temos a necessidade cada vez maior de dimensionar condutores e dispositivos de proteção, levando-se em conta os componentes harmônicos dos diversos circuitos em uma instalação elétrica.

Os principais efeitos observados em instalações e componentes submetidos a presença de harmônicas são: aquecimento excessivo em equipamentos elétricos, disparos de dispositivos de proteção (disjuntores residuais), ressonância (queima de banco de capacitores), redução no rendimento de motores elétricos, queda de tensão e redução do fator de potência da instalação, tensão elevada entre o neutro e a terra, entre outros. [2]

As normas técnicas internacionais exigem que os reatores eletrônicos com filtro, possuam THD < que 30%. [2]

5.1.1.3.5. Fator de potência

Num circuito de corrente alternada, onde existem apenas resistências ôhmicas, que se encontram em produtos como, lâmpadas incandescentes, ferros elétricos, chuveiros, etc., a potência lida no wattímetro é igual ao produto da intensidade da corrente **I** (lida no

amperímetro) pela diferença de potencial V (lida no voltímetro). Isto deve-se ao fato, da corrente e a tensão terem o mesmo ângulo de fase ($\varphi = 0$) [Figura 67]. [13]

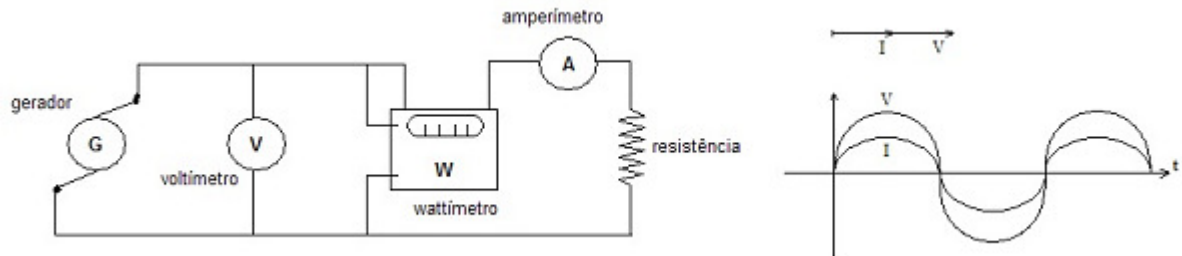


Figura 67 – Circuito apenas resistivo, em que a corrente está “em fase” com a tensão [13]

Quando neste circuito inserirmos uma bobina, que existe em equipamentos como, reatores, motores, transformadores, etc., notaremos que a potência lida no wattímetro passará a ser menor que o produto ($V \times A$), isto se explica pelos efeitos da auto-indução, que é a capacidade da bobina de induzir tensão em si mesma quando temos a passagem de corrente alternada por ela, ou seja, quando temos a passagem de corrente que varia no tempo por uma bobina. Esse efeito faz a corrente se atrasar em relação a tensão (Figura 68). [13]

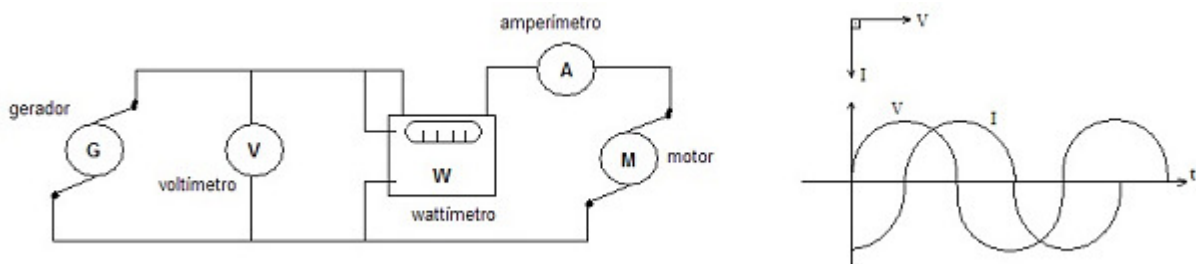


Figura 68 – Circuito com indutância, em que a corrente está “em atraso” com a tensão [13]

A potência (P) lida no wattímetro, denomina-se potência ativa, efetiva ou útil e, é expressa em watts (W). A potência total dada, pelo produto da tensão (V) pela corrente (I), denomina-se potência aparente (P_a) e, é expressa em volt-ampères (VA). [13]

Devido ao efeito da auto-indução na formação do campo magnético pela passagem de corrente alternada na bobina, existe um consumo de energia não medido no wattímetro, a este consumo de potência não medido no wattímetro, atribui-se o nome de potência reativa, e, é

expressa em volt-ampères reativos (**VA_r**). A energia reativa não é medida pelos medidores de energia usuais, embora seja consumida, pois corresponde a uma troca de energia entre o gerador e o equipamento receptor, que pode ser, um motor, um reator, um transformador ou qualquer outro dispositivo que sofra os efeitos da indução eletromagnética da corrente. [13]

Pode-se demonstrar que, somando vetorialmente a potência ativa (**W**) e a potência reativa (**VA_r**), obtemos a potência total ou aparente (**VA**), e que a potência ativa e a aparente estão defasadas entre si do ângulo φ (Figura 69).

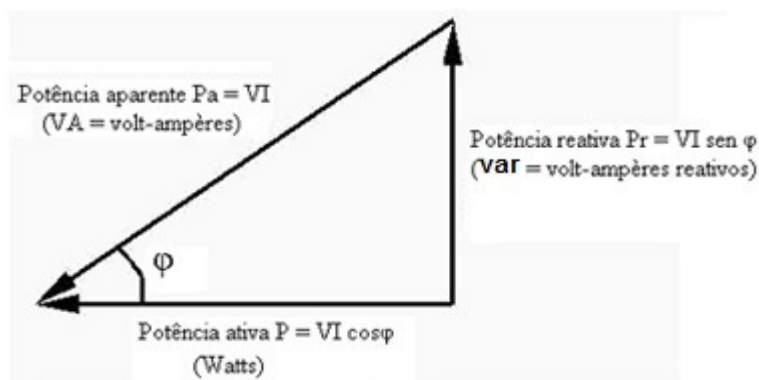


Figura 69 – Triângulo de potência (esquema vetorial mostrando a composição para obter-se a potência aparente) [13]

Chama-se fator de potência o cosseno desse ângulo φ , pela Figura 69 pode-se ver que:

$$\cos \varphi = \frac{\text{potência ativa}[W]}{\text{potência aparente ou total}[VA]} \quad (5.1) \quad [13]$$

O nome fator de potência decorre de que, multiplicando-se a potência aparente (**Pa**) pelo $\cos\varphi$, obtêm-se a potência ativa, isto é:

$$\text{potência ativa}[W] = \cos \varphi \times \text{potência total} \quad (5.2) \quad [13]$$

e, também,

$$I_{ativo}[A] = \cos \varphi \times I_{total}[A] \quad (5.3) \quad [13]$$

O fator de potência pode se apresentar sob duas formas: [13]

1. Em circuitos puramente resistivos: $\cos \varphi = 1$ (5.4)

2. Em circuitos com indutâncias: $\cos \varphi < 1$ (5.5)

Os condutores e os equipamentos elétricos são dimensionados com base no I_{total} , de modo que para uma mesma potência útil (\mathbf{W}), deve-se procurar ter o menor valor possível da potência total (\mathbf{VA}), e isto ocorre evidentemente quando $I_{ativo}[A] = I_{total}[A]$, o que corresponde a $\cos \varphi = 1$. [13]

Podemos dizer, que o fator de potência revela com que eficiência está sendo utilizada a potência aparente (\mathbf{Pa}) requerida por uma instalação á rede elétrica de uma concessionária de energia para produzir uma potência útil (\mathbf{P}).

A elevada carga indutiva de uma instalação representa uma sobrecarga para a própria instalação e também para a rede elétrica da empresa concessionária de energia. Isto acontece porque se a carga indutiva predomina na instalação, o fator de potência dessa instalação será baixo, isso significa que para produzir uma potência útil (\mathbf{P}), esta instalação vai solicitar á rede elétrica da concessionária de energia uma intensidade de corrente (\mathbf{I}) e conseqüentemente uma potência aparente (\mathbf{Pa}) maior do que a necessária, como resultado disso temos, maior perda de potência por efeito joule, maior queda de tensão nos condutores e, portanto, menor tensão nos equipamentos, desta forma, maiores deverão ser as seções dos condutores, as capacidades dos disjuntores, fusíveis, transformadores e outros equipamentos, o que onera essa instalação. [13]

Por exemplo, um gerador de 1000 KVA, pode fornecer 1000 KW a um circuito apenas com resistência, pois nesse caso $\cos \varphi = 1$. Se neste circuito existirem motores e o fator de potência for 0,85, isto é, $\cos \varphi = 0,85$, o gerador fornecerá apenas 850 KW de potência útil ao circuito, e o restante da potência solicitada é consumida pelos efeitos da indução eletromagnética da corrente. [13]

Como podemos ver, o problema de ter um baixo fator de potência e conseqüentemente, um alto valor de potência reativa é que se torna necessário que a fonte geradora forneça mais potência aparente (\mathbf{Pa}) do que seria necessário com um alto valor de fator de potência. Por isso, as concessionárias de energia não permitem instalações elétricas industriais com fator de potência inferior a 0,92 (essa obrigatoriedade segue determinações do Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica – DNAEE em portaria nº 1569 – 1993). O não cumprimento desse limite sujeita o consumidor ao pagamento de um ajuste (multa) pelo baixo fator de potência.

Todas as instalações de lâmpadas ou tubos de iluminação a vapor de mercúrio, neônio, fluorescente, ultravioleta, cujo fator de potência seja inferior a 0,90, deverão ser providas dos dispositivos de correção necessários para que seja atingido o fator de potência de 0,90, no mínimo, valor esse obtido junto ao medidor da instalação. [13]

Nos casos de instalações elétricas com baixo fator de potência, consegue-se corrigi-las (elevá-lo), intercalando-se um capacitor em um circuito com indutância, pois o capacitor faz com que a corrente avance em relação a tensão, e este efeito “anula” o efeito da indutância. Um outro recurso também muito usado para a melhoria do fator de potência em instalações industriais é o uso de motores síncronos super-excitados. [13]

5.2. Starter

Elemento bimetálico, cuja função é auxiliar na partida de uma lâmpada fluorescente de partida convencional, fornecendo ao reator um pulso de tensão necessário para o acendimento da mesma (Figuras 70 e 71). Os reatores eletrônicos e eletromagnéticos de partida rápida não operam com o starter. [2]



Figura 70 – Starter, da sylvania [5]

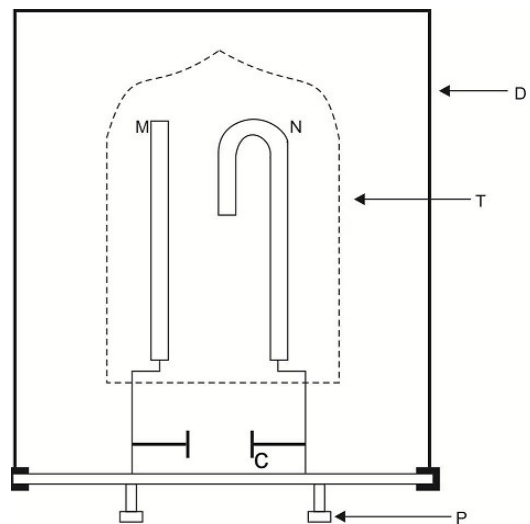


Figura 71 – Aspectos construtivos de um Starter [15]

onde:

D – Capa cilíndrica de proteção ; **T** – Bulbo de vidro; **M** – Eletrodo fixo;
N – Lâmina bimetálica recurvada; **C** – Capacitor; **P** – Terminais

5.3. Dimmers

Controlam, através de um circuito eletrônico, a potência fornecida a lâmpada, ou seja, tem como função variar a intensidade de luz de acordo com a necessidade. Este aparelho é normalmente encontrado para lâmpadas incandescentes. Alguns modelos de reatores eletrônicos incorporam a função de dimmer, permitindo o controle contínuo da luminosidade em lâmpadas fluorescentes (vide item 5.1.1.2.5.). [2]

Existem dimmers específicos para operar com lâmpadas incandescentes e fluorescentes, isto significa dizer que o dimmer fabricado para operar com uma lâmpada incandescente não opera com uma lâmpada fluorescente e vice-versa.

5.4. Tabelas de reatores

Neste item apresentamos as tabelas dos reatores que foram pesquisados para a realização do trabalho e suas respectivas especificações. Lembrando que todos são fabricados pela INTRAL.

Tabela 5.1 – REATOR FLUORESCENTE ELETRÔNICO RHE - T5 [9]

| Potência da lâmpada (w) | Tensão nominal (v) | Consumo (w) | Fator de potência | Fator de fluxo | Fator de eficácia | Corrente de entrada (A) | Custo (R\$) | Tipo de lâmpada |
|-------------------------|--------------------|-------------|-------------------|----------------|-------------------|-------------------------|-------------|-----------------|
| 2 x 28 | 127 - 220 | 66,0 | 0,99 | 1 | 1,52 | 0,52 - 0,30 | 75,10 | tubular |
| 2 x 14 | 127 - 220 | 34,0 | 0,99 | 1 | 2,94 | 0,27 - 0,15 | 75,10 | tubular |
| 1 x 28 | 127 - 220 | 33,0 | 0,99 | 1 | 3,00 | 0,26 - 0,15 | 69,20 | tubular |
| 1 x 14 | 127 - 220 | 18,0 | 0,99 | 1 | 5,50 | 0,14 - 0,08 | 69,20 | tubular |

Tabela 5.2 – REATOR FLUORESCENTE ELETRÔNICO POUP – BFP [9]

| Potência da lâmpada (w) | Tensão nominal (v) | Consumo (w) | Fator de potência | Fator de fluxo | Fator de eficácia | Corrente de entrada (A) | Custo (R\$) | Tipo de lâmpada |
|-------------------------|--------------------|-------------|-------------------|----------------|-------------------|-------------------------|-------------|-----------------|
| 1x22 | 127 | 17,0 | 0,55 | – | – | 0,27 | 18,00 | circular |
| 1x32 | 127 | 29,0 | 0,58 | – | – | 0,34 | 18,00 | circular |
| 1x18 | 127 | 18,0 | 0,54 | – | – | 0,26 | 26,80 | compacta |
| 1x26 | 127 | 25,5 | 0,57 | – | – | 0,35 | 26,80 | compacta |
| 2x18 | 127 | 32,2 | 0,58 | 2,79 | 0,17 | 0,43 | 28,80 | compacta |
| 22+32 | 127 | 47,0 | 0,57 | 1,91 | 0,17 | 0,64 | 26,00 | circular |
| 1x9 | 127 | 9,0 | 0,50 | 0,95 | 10,56 | 0,11 | 12,50 | compacta |

Tabela 5.3 – REATOR FLUORESCENTE ELETRÔNICO POUP – AFP [9]

| Potência da lâmpada (w) | Tensão nominal (v) | Consumo (w) | Fator de potência | Fator de fluxo | Fator de eficácia | Corrente de entrada (A) | Custo (R\$) | Tipo de lâmpada |
|-------------------------|--------------------|-------------|-------------------|----------------|-------------------|-------------------------|-------------|-----------------|
| 2x40 | 127 | 73,0 | 0,97 | 0,90 | 1,23 | 0,60 | 28,80 | tubular |
| 2x36 | 127 | 68,5 | 0,97 | 0,90 | 1,31 | 0,56 | 28,80 | tubular |
| 2x32 | 127 | 65,0 | 0,97 | 1,00 | 1,54 | 0,54 | 28,80 | tubular |
| 2x26 | 127 | 52,0 | 0,97 | 1,00 | 1,92 | 0,40 | 28,80 | compacta |
| 2x20 | 127 | 36,5 | 0,97 | 0,90 | 2,47 | 0,30 | 28,80 | tubular |
| 2x18 | 127 | 35,0 | 0,97 | 0,90 | 2,57 | 0,30 | 28,80 | tubular |
| 2x16 | 127 | 35,0 | 0,97 | 1,00 | 2,85 | 0,27 | 28,80 | tubular |
| 1x40 | 127 | 38,0 | 0,97 | 0,90 | 2,37 | 0,31 | 26,80 | tubular |
| 1x36 | 127 | 36,0 | 0,97 | 0,90 | 2,50 | 0,29 | 26,80 | tubular |
| 1x32 | 127 | 35,0 | 0,97 | 1,00 | 2,86 | 0,28 | 26,80 | tubular |
| 1x20 | 127 | 20,0 | 0,97 | 0,90 | 4,50 | 0,16 | 26,80 | tubular |
| 1x18 | 127 | 18,0 | 0,97 | 0,90 | 5,00 | 0,16 | 26,80 | tubular |
| 1x16 | 127 | 18,5 | 0,97 | 1,00 | 5,40 | 0,15 | 26,80 | tubular |

Tabela 5.4 – REATOR ELETROMAGNÉTICO DE PARTIDA CONVENCIONAL [9]

| Potência da lâmpada (w) | Tensão nominal (v) | Perdas (w) | Fator de potência | Fator de fluxo | Corrente de entrada (A) | Capacitor p/ FP > 0,92 | Custo (R\$) | Tipo de lâmpada |
|-------------------------|--------------------|------------|-------------------|----------------|-------------------------|------------------------|-------------|-----------------|
| 1X5 | 127 | 4,00 | 0,44 | 0,9 | 0,190 | 3,50 | 10,30 | compacta |
| 1X7 | 127 | 3,80 | 0,45 | 0,9 | 0,185 | 3,50 | 10,30 | compacta |
| 1X9 | 127 | 3,80 | 0,45 | 0,9 | 0,165 | 3,00 | 10,30 | compacta |
| 1X13 | 127 | 4,50 | 0,50 | 0,9 | 0,300 | 5,00 | 11,20 | compacta |
| 1X18 | 127 | 10,0 | 0,40 | 0,9 | 0,550 | 10,0 | 20,00 | compacta |
| 1X26 | 127 | 11,5 | 0,40 | 0,9 | 0,730 | 14,0 | 22,00 | compacta |
| 1x18 | 127 | 7,50 | 0,54 | 0,9 | 0,375 | 6,00 | 8,800 | tubular |
| 1x20 | 127 | 7,50 | 0,54 | 0,9 | 0,375 | 6,00 | 8,800 | tubular |
| 1x36 | 127 | 12,0 | 0,48 | 0,9 | 0,850 | 16,0 | 12,20 | tubular |
| 1x40 | 127 | 12,0 | 0,48 | 0,9 | 0,850 | 16,0 | 12,20 | tubular |

Tabela 5.5 – REATOR ELETROMAGNÉTICO DE PARTIDA RÁPIDA [9]

| Potência da lâmpada (w) | Tensão nominal (v) | Perdas (w) | Fator de potência | Fator de fluxo | Corrente de entrada (A) | Capacitor p/ FP > 0,92 | Custo (R\$) | Tipo de lâmpada |
|-------------------------|--------------------|------------|-------------------|----------------|-------------------------|------------------------|-------------|-----------------|
| 1X16 | 127 | 13,0 | 0,33 | 0,9 | 0,71 | 14 | 23,00 | tubular |
| 1x20 | 127 | 12,5 | 0,35 | 0,9 | 0,75 | 14 | 23,00 | tubular |
| 1x32 | 127 | 11,5 | 0,50 | 0,9 | 0,72 | 14 | 23,00 | tubular |
| 1x40 | 127 | 12,0 | 0,40 | 0,9 | 0,91 | 16 | 23,00 | tubular |
| 1x110 | 127 | 17,0 | 0,95 | 0,9 | 1,00 | – | 74,00 | tubular |

Outras informações adicionais sobre as características de operação dos reatores eletrônicos e eletromagnéticos, descritos nas tabelas apresentadas acima:

- Reatores fluorescentes eletrônicos de alto e baixo fator de potência: [9]
 - Todos são para frequência de rede de 50 / 60Hz;
 - Os poup – B.F.P. (baixo fator de potência) e os poup – A.F.P. (alto fator de potência) operam na frequência de 30 kHz;
 - Os poup – B.F.P. (baixo fator de potência) e os poup – A.F.P. (alto fator de potência) são de partida ultra rápida;
 - Todos têm 2 anos de garantia;
 - Todos são leves e compactos;
 - Os de alto fator de potência têm circuito de proteção e baixa distorção harmônica (inferior a 10%);
 - Os de baixo fator de potência têm perdas reduzidas e são indicados para uso residencial ou aplicações de pequeno porte;
 - Todos têm expectativa de vida mediana nominal de 30.000 horas;
 - Os REH-T5, operam na frequência de 35 kHz, e são de partida rápida;
 - Os REH-T5, são de baixa distorção harmônica (inferior a 10%).
- Reatores eletromagnéticos de partida convencional e partida rápida: [9]
 - Todos têm expectativa de vida mediana nominal de 80.000 horas;
 - Todos estão em conformidade com a NBR 5114;
 - São de fácil instalação.

Obs. 17: Os termos POUP e REH, são os nomes comerciais atribuídos pelo fabricante para identificação do produto. O termo T5, é o tipo de bulbo da lâmpada. [9]

As abreviações (A.F.P) e (B.F.P), significam, alto e baixo fator de potência respectivamente.

Nas Tabelas 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 e 5.5 as palavras: circular, compacta e tubular, significam respectivamente, lâmpada fluorescente circular, lâmpada fluorescente compacta não integrada e lâmpada fluorescente tubular.

6. Luminárias

São equipamentos que servem para abrigar a lâmpada e modificar a distribuição espacial do fluxo luminoso produzido pela mesma (Figuras 72 e 73). [16]



**Figura 72 – Luminária de embutir,
da Itaim [6]**



**Figura 73 – Luminária de sobrepor,
da Itaim [6]**

Suas partes principais são: [16]

- Receptáculo para a fonte luminosa (soquete) – serve para fixar mecanicamente a lâmpada e fazer o contacto elétrico entre o circuito de alimentação externo e a lâmpada;
- Dispositivos para modificar a distribuição espacial do fluxo luminoso emitido – refletores, refratores, difusores, colméias, prismas e lentes;
- Dispositivos para diminuir a luminosidade da fonte de luz, reduzindo as possibilidades de ofuscamento (difusores e colméias) – elementos translúcidos, foscos ou leitosos colocados em frente a fonte de luz;
- Carcaça, órgãos de fixação e de complementação – nas luminárias para lâmpadas fluorescentes, a carcaça é o próprio refletor, geralmente de chapa de aço, com acabamento em tinta esmaltada branca, a carcaça também pode ser feita em alumínio ou plástico devidamente estabilizados contra radiações para luminárias utilizadas ao ar livre ou em ambientes úmidos.

Uma luminária eficiente otimiza o desempenho do sistema de iluminação artificial. Ao avaliar uma luminária, sua eficiência e suas características de emissão são de considerável importância. A eficiência de uma luminária pode ser obtida pela relação entre a luz emitida pela mesma e a luz emitida pela lâmpada. Isto se explica pelo fato de uma parte da luz emitida pela lâmpada ser absorvida pela luminária, enquanto a restante é emitida ao espaço. [16]

O valor da fração de emissão da luz da luminária, depende dos materiais empregados na sua construção, da refletância das suas superfícies, de sua forma, dos dispositivos usados para proteger as lâmpadas e do seu estado de conservação. Quando se avalia a distribuição da luz a partir da luminária, deve-se considerar como ela controla o brilho, assim como a proporção dos lúmens da lâmpada que chegam ao plano de trabalho. A luminária pode modificar, controlar, distribuir e filtrar o fluxo luminoso emitido pelas lâmpadas, desviá-lo para certas direções (defletores), e também reduzir a quantidade de luz em certas direções para diminuir o ofuscamento (difusores). [16]

Voltando ao nosso trabalho, é importante lembrar que os preços de luminárias e plafon pesquisados são apenas para servir de referência, por esse fato foram escolhidos os preços mais baratos disponíveis no mercado para cada situação.

A Tabela 6.1, mostra os preços do plafon e das luminárias pesquisadas para a realização do trabalho.

Tabela 6.1 – Custo de luminárias e plafon pesquisados, da itaim [6]

| Tipo de lâmpada | Potência da lâmpada (w) | Tipo de luminária | Custo (R\$) |
|---|--------------------------------|--------------------------|--------------------|
| Incandescentes | Todas as potências | Plafon fixo | 3,00 |
| Fluorescentes compactas | Todas as potências | Plafon fixo | 3,00 |
| Fluorescentes tubular | 1 x 16, 1 x 18, 1 x 20 | Sobrepor | 8,60 |
| Fluorescente tubular | 1 x 14 | Embutir | 45,00 |
| Fluorescente tubular | 1 x 32, 1 x 36, 1 x 40 | Sobrepor | 13,00 |
| Fluorescente compacta não integrada | 1 x 13, 1 x 18, 1 x 26 | Embutir | 27,70 |
| Fluorescente compacta não integrada | 1 x 5, 1 x 7, 1 x 9 | Embutir | 21,00 |
| Fluorescente compacta não integrada (longa) | 1 x 36 | Embutir | 89,00 |
| Fluorescente compacta não integrada (flat) | 1 x 36 | Embutir | 36,00 |

Obs. 18: Durante a pesquisa não encontramos luminária para a lâmpada fluorescente tubular de 28W e para lâmpada fluorescente circular, em relação a primeira os revendedores pesquisados disseram-nos que só seria possível adquiri-la por encomenda ao fabricante e em relação a segunda eles disseram que como atualmente este tipo de lâmpada está perdendo espaço para a fluorescente compacta circular com base do tipo Edison, quase não existe mais luminária para ela disponível no mercado.

7. Catálogos de Lâmpadas

Neste capítulo apresentamos os catálogos das lâmpadas incandescentes e fluorescentes dos 4 fabricantes que foram pesquisados para a realização do trabalho (ver catálogos a partir da próxima página). E que apenas fazem parte desses catálogos as alternativas em que foi possível pesquisar todos os dados necessários para a confecção das tabelas e anexos.

Lembrando que todas as figuras referentes aos diferentes tipos de lâmpadas apresentadas nos catálogos, encontram-se disponíveis em anexos que estão expostos no Capítulo 14.

Lembrando também que, nos catálogos para lâmpadas fluorescentes tubulares e compactas não integradas, a letra “**L**” significa – lâmpada, a letra “**R**” significa – reator e a abreviação “**ST**” significa – starter.

É importante frisar também, que nos catálogos a abreviação “**Temp. de cor**” significa – temperatura de cor correlata.

Outro dado importante a mencionar é que, para a confecção das tabelas relativas as fluorescentes compactas não integradas do tipo “**Longa e Flat**” de 36W foi pesquisado o starter de nome comercial “**Starlux**” com faixa de potência de 30 a 40W e este starter custou cerca de R\$ 0,60 (sessenta centavos).

7.1. OSRAM [1, 8]

7.1.1. Lâmpadas Incandescentes

<Osram>

Classic (Figura 1, Anexo 1)

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Bulbo | Vida mediana | Custo |
|----------|--------|----------------|---------------------|-----|--------------|--------------|--------------|-------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (acabamento) | (hora) | (R\$) |
| 25 | 127 | 230 | 9,20 | 100 | 2700 | claro | 750 | 0,75 |
| 40 | 127 | 516 | 12,90 | 100 | 2700 | claro | 750 | 0,75 |
| 60 | 127 | 864 | 14,40 | 100 | 2700 | claro | 750 | 0,75 |
| 100 | 127 | 1620 | 16,20 | 100 | 2700 | claro | 750 | 1,00 |
| 150 | 127 | 2505 | 16,70 | 100 | 2700 | claro | 750 | 1,70 |
| 200 | 127 | 3520 | 17,60 | 100 | 2700 | claro | 750 | 2,00 |
| 25 | 220 | 220 | 8,80 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 0,75 |
| 40 | 220 | 415 | 10,40 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 0,75 |
| 60 | 220 | 715 | 11,90 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 0,75 |
| 100 | 220 | 1350 | 13,50 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 1,00 |
| 150 | 220 | 2180 | 14,50 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 1,70 |
| 200 | 220 | 3090 | 15,50 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 2,00 |

Bellalux Soft White (Figura 2, Anexo 1)

| | | | | | | | | |
|-----|-----|------|-------|-----|------|--------|-----|------|
| 40 | 127 | 464 | 11,60 | 100 | 2700 | silico | 750 | 1,30 |
| 60 | 127 | 778 | 13,00 | 100 | 2700 | silico | 750 | 1,30 |
| 100 | 127 | 1458 | 14,60 | 100 | 2700 | silico | 750 | 1,80 |

Vela Lisa, clara e silica (Figura 3, Anexo 1)

| | | | | | | | | |
|----|-----|-----|-------|-----|------|----------------|------|------|
| 25 | 127 | 220 | 8,80 | 100 | 2700 | claro e silico | 1000 | 1,30 |
| 40 | 127 | 440 | 11,00 | 100 | 2700 | claro e silico | 1000 | 1,30 |
| 25 | 220 | 215 | 8,60 | 100 | 2700 | claro e silico | 1000 | 1,30 |
| 40 | 220 | 390 | 9,80 | 100 | 2700 | claro e silico | 1000 | 1,30 |

Vela Balão, clara e silica (Figura 4, Anexo 1)

| | | | | | | | | |
|----|-----|-----|-------|-----|------|----------------|------|------|
| 60 | 127 | 820 | 13,70 | 100 | 2700 | claro e silico | 1000 | 1,70 |
| 60 | 220 | 690 | 11,50 | 100 | 2700 | claro e silico | 1000 | 1,70 |

Bolinha (Figura 5, Anexo 1)

| | | | | | | | | |
|----|-----|-----|-------|-----|------|----------------|------|------|
| 40 | 127 | 465 | 11,63 | 100 | 2700 | claro e silico | 1000 | 2,90 |
| 40 | 220 | 416 | 10,40 | 100 | 2700 | claro e silico | 1000 | 2,90 |

7.1.2. Lâmpadas Fluorescentes Compactas Integradas

<Osram>

Duluxtar (Figura 6, Anexo 1)

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Custo |
|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------|---------------------|---------------------|--------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | (R\$) |
| 15 | 110-130 | 970 | 65 | 80-89 | 6000 | 6000 | 9,90 |
| 15 | 110-130 | 1000 | 66,7 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 |
| 15 | 110-130 | 1000 | 66,7 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 |
| 16 | 220-240 | 1000 | 63 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 |
| 16 | 220-240 | 1000 | 63 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 |
| 20 | 110-130 | 1300 | 65 | 80-89 | 6000 | 6000 | 10,90 |
| 20 | 110-130 | 1350 | 68 | 80-89 | 4000 | 6000 | 10,90 |
| 20 | 110-130 | 1350 | 68 | 80-89 | 2700 | 6000 | 10,90 |
| 20 | 220-240 | 1300 | 65 | 80-89 | 4000 | 6000 | 10,90 |
| 20 | 220-240 | 1300 | 65 | 80-89 | 2700 | 6000 | 10,90 |
| 23 | 110-130 | 1500 | 65 | 80-89 | 4000 | 6000 | 11,90 |
| 23 | 110-130 | 1500 | 65 | 80-89 | 2700 | 6000 | 11,90 |
| 23 | 220-240 | 1500 | 65 | 80-89 | 4000 | 6000 | 11,90 |
| 23 | 220-240 | 1500 | 65 | 80-89 | 2700 | 6000 | 11,90 |

Duluxtar Compact <mini compactas eletrônicas> (Figura 7, Anexo 1)

| | | | | | | | |
|----|---------|-----|----|-------|------|------|------|
| 5 | 110-130 | 250 | 50 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 |
| 5 | 110-130 | 250 | 50 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 |
| 5 | 220-240 | 250 | 50 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 |
| 5 | 220-240 | 250 | 50 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 |
| 8 | 110-130 | 470 | 59 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 |
| 8 | 110-130 | 490 | 61 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 |
| 8 | 220-240 | 470 | 59 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 |
| 8 | 220-240 | 490 | 61 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 |
| 11 | 110-130 | 600 | 55 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 |
| 11 | 110-130 | 600 | 55 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 |
| 11 | 220-240 | 610 | 55 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 |
| 11 | 220-240 | 610 | 55 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 |
| 14 | 110-130 | 750 | 54 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 |
| 14 | 110-130 | 750 | 54 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 |
| 14 | 220-240 | 780 | 56 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 |
| 14 | 220-240 | 750 | 54 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 |

Duluxtar Mini Twist (Figura 8, Anexo 1)

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Custo |
|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------|---------------------|---------------------|--------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | (R\$) |
| 13 | 110-130 | 850 | 65 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 |
| 13 | 110-130 | 850 | 65 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 |
| 13 | 220-240 | 850 | 65 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 |
| 13 | 220-240 | 850 | 65 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 |
| 18 | 110-130 | 1200 | 67 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 |
| 18 | 110-130 | 1200 | 67 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 |
| 18 | 220-240 | 1150 | 64 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 |
| 18 | 220-240 | 1100 | 61 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 |
| 23 | 110-130 | 1400 | 61 | 80-89 | 4000 | 6000 | 11,90 |
| 23 | 110-130 | 1500 | 65 | 80-89 | 2700 | 6000 | 11,90 |
| 23 | 220-240 | 1400 | 61 | 80-89 | 4000 | 6000 | 11,90 |
| 23 | 110-130 | 1500 | 65 | 80-89 | 2700 | 6000 | 11,90 |

Duluxtar Mini Twist T2 (Figura 9, Anexo 1)

| | | | | | | | |
|----|---------|-----|----|-------|------|------|------|
| 6 | 110-130 | 285 | 48 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 |
| 6 | 110-130 | 290 | 48 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 |
| 6 | 220-240 | 270 | 45 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 |
| 6 | 220-240 | 260 | 43 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 |
| 9 | 110-130 | 490 | 54 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 |
| 9 | 110-130 | 500 | 56 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 |
| 9 | 220-240 | 510 | 57 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 |
| 9 | 220-240 | 490 | 54 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 |
| 12 | 110-130 | 640 | 53 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 |
| 12 | 110-130 | 680 | 57 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 |
| 12 | 220-240 | 660 | 55 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 |
| 12 | 110-130 | 640 | 53 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 |

Duluxtar Classic A (Figura 10 Anexo 1)

| | | | | | | | |
|----|---------|-----|----|-------|------|------|------|
| 11 | 110-130 | 660 | 60 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 |
| 11 | 220-240 | 650 | 59 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 |
| 15 | 110-130 | 800 | 53 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 |
| 15 | 220-240 | 780 | 52 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 |

Duluxtar Classic B (Figura 11, Anexo 1)

| | | | | | | | |
|---|---------|-----|----|-------|------|------|------|
| 7 | 110-130 | 260 | 37 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 |
| 7 | 220-230 | 270 | 39 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 |

Circolux EL T5 <lâmpada fluorescente compacta circular> (Figura 12, Anexo 1)

| | | | | | | | |
|----|---------|------|----|-------|------|------|-------|
| 22 | 110-130 | 1200 | 55 | 80-89 | 6500 | 8000 | 14,90 |
| 22 | 220-240 | 1200 | 55 | 80-89 | 6500 | 8000 | 14,90 |

7.1.3. Lâmpadas Fluorescentes Compactas não Integradas

<Osram>

Dulux S (simples) <2 pinos> (Figura 13, Anexo 1)

Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v)

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | |
|----------|------|----------------|-----|---------------------|-------|--------------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R |
| 5 | 9 | 250 | 225 | 25 | 80-89 | 4000 | 8000 | 80000 | 9,90 | 10,30 | 20,20 |
| 5 | 9 | 250 | 225 | 25 | 80-89 | 2700 | 8000 | 80000 | 9,90 | 10,30 | 20,20 |
| 7 | 10,8 | 400 | 360 | 33 | 80-89 | 4000 | 8000 | 80000 | 9,90 | 10,30 | 20,20 |
| 7 | 10,8 | 400 | 360 | 33 | 80-89 | 2700 | 8000 | 80000 | 9,90 | 10,30 | 20,20 |
| 9 | 12,8 | 600 | 540 | 42 | 80-89 | 4000 | 8000 | 80000 | 9,90 | 10,30 | 20,20 |
| 9 | 12,8 | 600 | 540 | 42 | 80-89 | 2700 | 8000 | 80000 | 9,90 | 10,30 | 20,20 |

Dulux S / E (simples para reator eletrônico) <4pinos> (Figura 14, Anexo 1)

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----|-----|----|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|
| 9 | 9 | 600 | 570 | 63 | 80-89 | 4000 | 10000 | 30000 | 9,90 | 12,50 | 22,40 |
|---|---|-----|-----|----|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|

Dulux D (dupla) <2 pinos> (Figura 15, Anexo 1)

Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 9 | 12,8 | 600 | 540 | 42 | 80-89 | 4000 | 8000 | 80000 | 15,90 | 10,30 | 26,20 |
| 9 | 12,8 | 600 | 540 | 42 | 80-89 | 2700 | 8000 | 80000 | 15,90 | 10,30 | 26,20 |
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 80-89 | 4000 | 8000 | 80000 | 15,90 | 20,00 | 35,90 |
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 80-89 | 2700 | 8000 | 80000 | 15,90 | 20,00 | 35,90 |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 80-89 | 4000 | 8000 | 80000 | 15,90 | 22,10 | 38,00 |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 80-89 | 2700 | 8000 | 80000 | 15,90 | 22,10 | 38,00 |

Dulux D / E (dupla para reator eletrônico) <4 pinos> (Figura 16, Anexo 1)

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 80-89 | 4000 | 10000 | 30000 | 15,90 | 26,80 | 42,70 |
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 80-89 | 2700 | 10000 | 30000 | 15,90 | 26,80 | 42,70 |
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 80-89 | 4000 | 10000 | 30000 | 15,90 | 26,80 | 42,70 |
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 80-89 | 2700 | 10000 | 30000 | 15,90 | 26,80 | 42,70 |

Dulux (tripla) <2 pinos> (Figura 17, Anexo 1)

Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 80-89 | 4000 | 8000 | 80000 | 19,90 | 20,00 | 39,90 |
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 80-89 | 2700 | 8000 | 80000 | 19,90 | 20,00 | 39,90 |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 80-89 | 4000 | 8000 | 80000 | 19,90 | 22,10 | 42,00 |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 80-89 | 2700 | 8000 | 80000 | 19,90 | 22,10 | 42,00 |

Dulux L (Longa) <4 pinos> (Figura 18, Anexo 1)**Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional + starter da Fluorescente Tubular de 40w (tensão: 127v)**

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | |
|----------|-----|----------------|------|---------------------|-------|--------------|--------------|-------|-------|-------|--------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R+ST | L+R+ST |
| 36 | 48 | 2900 | 2610 | 54 | 80-89 | 4000 | 10000 | 80000 | 34,90 | 12,80 | 47,70 |
| 36 | 48 | 2900 | 2610 | 54 | 80-89 | 3000 | 10000 | 80000 | 34,90 | 12,80 | 47,70 |

Dulux F (Flat) <4 pinos> (Figura 19, Anexo 1)**Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional + starter da Fluorescente Tubular de 40w (tensão:127)**

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 36 | 48 | 2800 | 2520 | 53 | 80-89 | 4000 | 10000 | 80000 | 54,90 | 12,80 | 67,70 |
| 36 | 48 | 2800 | 2520 | 53 | 80-89 | 3000 | 10000 | 80000 | 54,90 | 12,80 | 67,70 |

7.1.4. Lâmpadas Fluorescentes Tubulares**<Osram>****Fluorescente Tubular T10 20W/40W (Figura 20, Anexo 1)****Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)**

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | |
|----------|-----|----------------|------|---------------------|-------|--------------|--------------|-------|-------|------|------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R |
| 20 | 20 | 1060 | 954 | 48 | 70-79 | 5250 | 7500 | 30000 | 4,5 | 26,8 | 31,3 |
| 20 | 20 | 1000 | 900 | 45 | 70-79 | 6100 | 7500 | 30000 | 4,5 | 26,8 | 31,3 |
| 40 | 38 | 2700 | 2430 | 64 | 70-79 | 5250 | 7500 | 30000 | 4,5 | 26,8 | 31,3 |
| 40 | 38 | 2500 | 2250 | 59 | 70-79 | 6100 | 7500 | 30000 | 4,5 | 26,8 | 31,3 |

Fluorescente Tubular T8 16W / 32W (Figura 21, Anexo 1)**Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)**

| | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 16 | 18,5 | 1050 | 1050 | 57 | 60-69 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 |
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 80-89 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 |
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 80-89 | 3000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 |
| 32 | 35 | 2350 | 2350 | 67 | 60-69 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 |
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 80-89 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 |
| 32 | 35 | 2800 | 2800 | 80 | 80-89 | 3000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 |

Fluorescente Tubular T8 18W / 36W (Figura 22, Anexo 1)**Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)**

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | |
|----------|-----|----------------|------|---------------------|--------|--------------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R |
| 18 | 18 | 1050 | 945 | 53 | 70-79 | 6500 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 |
| 18 | 18 | 1350 | 1215 | 68 | 80-89 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 |
| 18 | 18 | 950 | 855 | 48 | 90-100 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 |
| 36 | 36 | 2500 | 2250 | 63 | 70-79 | 6500 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 |
| 36 | 36 | 3350 | 3015 | 84 | 80-89 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 |
| 36 | 36 | 2250 | 2025 | 56 | 90-100 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 |

Fluorescente Tubular T5 de Alta Eficiência (HE) (Figura 23, Anexo 1)**Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)**

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 14 | 18 | 1100 | 1100 | 61 | 80-89 | 6500 | 20000 | 30000 | 24,90 | 69,20 | 94,10 |
| 14 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 80-89 | 4000 | 20000 | 30000 | 24,90 | 69,20 | 94,10 |
| 14 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 80-89 | 3000 | 20000 | 30000 | 24,90 | 69,20 | 94,10 |
| 28 | 33 | 2400 | 2400 | 73 | 80-89 | 6500 | 20000 | 30000 | 24,90 | 69,20 | 94,10 |
| 28 | 33 | 2600 | 2600 | 79 | 80-89 | 4000 | 20000 | 30000 | 24,90 | 69,20 | 94,10 |
| 28 | 33 | 2600 | 2600 | 79 | 80-89 | 3000 | 20000 | 30000 | 24,90 | 69,20 | 94,10 |

Circline – Fluorescente Circular T9 (Figura 24, Anexo 1)**Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)**

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 22 | 17 | 900 | 900 | 53 | 70-79 | 6300 | 7500 | 30000 | 13,90 | 18,00 | 31,90 |
| 32 | 29 | 1650 | 1650 | 57 | 70-79 | 6300 | 7500 | 30000 | 16,90 | 18,00 | 35,90 |

7.2. SYLVANIA [5, 8, 10]

7.2.1. Lâmpadas Incandescentes

<Sylvania>

Standard (Figura 1, Anexo 2)

| Potência (w) | Tensão (v) | Fluxo luminoso (lm) | Eficiência luminosa (lm/w) | Irc | Temp. de cor (k) | Bulbo (acabamento) | Vida mediana (hora) | Custo (R\$) |
|-----------------|---------------|------------------------|-------------------------------|-----|---------------------|-----------------------|------------------------|----------------|
| 25 | 127 | 230 | 9,2 | 100 | 2700 | claro | 750 | 0,68 |
| 25 | 220 | 220 | 8,8 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 0,68 |
| 40 | 127 | 516 | 12,9 | 100 | 2700 | claro | 750 | 0,68 |
| 40 | 220 | 415 | 10,4 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 0,68 |
| 60 | 127 | 864 | 14,4 | 100 | 2700 | claro | 750 | 0,68 |
| 60 | 220 | 715 | 11,9 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 0,68 |
| 100 | 127 | 1620 | 16,2 | 100 | 2700 | claro | 750 | 0,85 |
| 100 | 220 | 1350 | 13,5 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 0,85 |
| 150 | 127 | 2505 | 16,7 | 100 | 2700 | claro | 750 | 1,36 |
| 150 | 220 | 2180 | 14,5 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 1,36 |
| 200 | 127 | 3520 | 17,6 | 100 | 2700 | claro | 750 | 1,60 |
| 200 | 220 | 3090 | 15,5 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 1,60 |

Alvalux (Figura 2, Anexo 2)

| | | | | | | | | |
|-----|-----|------|------|-----|------|-----------|------|------|
| 40 | 127 | 464 | 11,6 | 100 | 2700 | revestido | 750 | 0,94 |
| 40 | 220 | 374 | 9,4 | 100 | 2700 | revestido | 1000 | 0,94 |
| 60 | 127 | 778 | 13,0 | 100 | 2700 | revestido | 750 | 0,94 |
| 60 | 220 | 644 | 10,7 | 100 | 2700 | revestido | 1000 | 0,94 |
| 100 | 127 | 1458 | 14,6 | 100 | 2700 | revestido | 750 | 1,14 |
| 100 | 220 | 1215 | 12,2 | 100 | 2700 | revestido | 1000 | 1,14 |

Vela Lisa (Figura 3, Anexo 2)

| | | | | | | | | |
|----|-----|-----|------|-----|------|-----------|------|------|
| 25 | 127 | 210 | 8,4 | 100 | 2700 | claro | 750 | 1,60 |
| 25 | 220 | 170 | 6,8 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 1,60 |
| 25 | 127 | 182 | 7,3 | 100 | 2700 | revestido | 750 | 1,60 |
| 25 | 220 | 145 | 5,8 | 100 | 2700 | revestido | 1000 | 1,60 |
| 40 | 127 | 410 | 10,3 | 100 | 2700 | claro | 750 | 1,60 |
| 40 | 220 | 340 | 8,5 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 1,60 |
| 40 | 127 | 340 | 8,5 | 100 | 2700 | revestido | 750 | 1,60 |
| 40 | 220 | 280 | 7,0 | 100 | 2700 | revestido | 1000 | 1,60 |

Vela Balão (Figura 4, Anexo 2)

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Bulbo | Vida mediana | Custo |
|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (acabamento) | (hora) | (R\$) |
| 40 | 127 | 410 | 10,3 | 100 | 2700 | claro | 750 | 1,84 |
| 40 | 220 | 340 | 8,5 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 1,84 |
| 40 | 127 | 340 | 8,5 | 100 | 2700 | revestido | 750 | 1,84 |
| 40 | 220 | 280 | 7,0 | 100 | 2700 | revestido | 1000 | 1,84 |
| 60 | 127 | 750 | 12,5 | 100 | 2700 | claro | 750 | 1,84 |
| 60 | 220 | 620 | 10,3 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 1,84 |
| 60 | 127 | 650 | 10,8 | 100 | 2700 | revestido | 750 | 1,84 |
| 60 | 220 | 495 | 8,3 | 100 | 2700 | revestido | 1000 | 1,84 |

Bolinha Lustre (Figura 5, Anexo 2)

| | | | | | | | | |
|----|-----|-----|------|-----|------|-----------|------|------|
| 25 | 127 | 210 | 8,4 | 100 | 2700 | claro | 750 | 4,07 |
| 25 | 220 | 170 | 6,8 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 4,07 |
| 25 | 127 | 182 | 7,3 | 100 | 2700 | revestido | 750 | 4,07 |
| 25 | 220 | 165 | 6,6 | 100 | 2700 | revestido | 1000 | 4,07 |
| 40 | 127 | 410 | 10,3 | 100 | 2700 | claro | 750 | 4,06 |
| 40 | 220 | 340 | 8,5 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 4,06 |
| 40 | 127 | 340 | 8,5 | 100 | 2700 | revestido | 750 | 4,06 |
| 40 | 220 | 280 | 7,0 | 100 | 2700 | revestido | 1000 | 4,06 |

7.2.2. Lâmpadas Fluorescentes Compactas Integradas**<Sylvânia>****Compacta Mini-Lynx Globo (Figura 6, Anexo 2)**

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Custo |
|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------|---------------------|---------------------|--------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | (R\$) |
| 11 | 127 | 500 | 46 | 85 | 4000 | 8000 | 16,90 |
| 11 | 220 | 500 | 46 | 85 | 4000 | 8000 | 16,90 |

Compacta Mini-Lynx Quadrúpla (Figura 7, Anexo 2)

| | | | | | | | |
|----|-----|-----|----|----|------|-------|-------|
| 15 | 127 | 800 | 53 | 85 | 4000 | 10000 | 15,90 |
| 15 | 220 | 800 | 53 | 85 | 4000 | 10000 | 15,90 |

Compacta Mini-Lynx Dupla (Figura 8, Anexo 2)

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Custo |
|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------|---------------------|---------------------|--------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | (R\$) |
| 7 | 127 | 420 | 60 | 85 | 2700 | 8000 | 13,50 |
| 7 | 127 | 400 | 57 | 85 | 4000 | 8000 | 13,50 |
| 7 | 220 | 420 | 60 | 85 | 2700 | 8000 | 13,50 |
| 7 | 220 | 400 | 57 | 85 | 4000 | 8000 | 13,50 |
| 9 | 127 | 520 | 58 | 85 | 2700 | 8000 | 15,90 |
| 9 | 127 | 500 | 56 | 85 | 4000 | 8000 | 15,90 |
| 9 | 220 | 520 | 58 | 85 | 2700 | 8000 | 15,90 |
| 9 | 220 | 500 | 56 | 85 | 4000 | 8000 | 15,90 |

Compacta Mini-Lynx Tripla (Figura 9, Anexo 2)

| | | | | | | | |
|----|-----|------|------|----|------|------|-------|
| 15 | 127 | 1010 | 67 | 85 | 2700 | 8000 | 15,90 |
| 15 | 127 | 1010 | 67 | 85 | 4000 | 8000 | 15,90 |
| 15 | 220 | 1020 | 68 | 85 | 2700 | 8000 | 15,90 |
| 15 | 220 | 990 | 66 | 85 | 4000 | 8000 | 15,90 |
| 20 | 127 | 1500 | 75 | 85 | 2700 | 8000 | 15,90 |
| 20 | 127 | 1490 | 74,5 | 85 | 4000 | 8000 | 15,90 |
| 20 | 220 | 1460 | 73 | 85 | 2700 | 8000 | 15,90 |
| 20 | 220 | 1450 | 73 | 85 | 4000 | 8000 | 15,90 |
| 25 | 127 | 1900 | 76 | 85 | 2700 | 8000 | 17,90 |
| 25 | 127 | 1810 | 72 | 85 | 4000 | 8000 | 17,90 |
| 25 | 220 | 1880 | 75 | 85 | 2700 | 8000 | 17,90 |
| 25 | 220 | 1820 | 73 | 85 | 4000 | 8000 | 17,90 |

Compacta Mini-Lynx Economy (Figura 10, Anexo 2)

| | | | | | | | |
|----|-----|-----|----|----|------|------|-------|
| 15 | 127 | 650 | 43 | 85 | 4000 | 4000 | 11,00 |
| 15 | 220 | 650 | 43 | 85 | 4000 | 4000 | 11,00 |

Compacta Mini-Lynx T-Plus (Figura 11, Anexo 2)

| | | | | | | | |
|----|-----|-----|----|----|------|------|-------|
| 8 | 127 | 500 | 63 | 85 | 2700 | 8000 | 16,90 |
| 8 | 127 | 480 | 60 | 85 | 4000 | 8000 | 16,90 |
| 8 | 220 | 500 | 63 | 85 | 2700 | 8000 | 16,90 |
| 8 | 220 | 480 | 60 | 85 | 4000 | 8000 | 16,90 |
| 11 | 127 | 700 | 64 | 85 | 2700 | 8000 | 17,90 |
| 11 | 127 | 670 | 61 | 85 | 4000 | 8000 | 17,90 |
| 11 | 220 | 700 | 64 | 85 | 2700 | 8000 | 17,90 |
| 11 | 220 | 670 | 61 | 85 | 4000 | 8000 | 17,90 |

Compacta Mini-Lynx Espiral (Figura 12, Anexo 2)

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Custo |
|----------|--------|----------------|---------------------|-----|--------------|--------------|-------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | (R\$) |
| 7 | 127 | 420 | 60 | 85 | 2700 | 8000 | 15,90 |
| 7 | 127 | 400 | 57 | 85 | 4000 | 8000 | 15,90 |
| 7 | 220 | 420 | 60 | 85 | 2700 | 8000 | 15,90 |
| 7 | 220 | 400 | 57 | 85 | 4000 | 8000 | 15,90 |
| 11 | 127 | 700 | 64 | 85 | 2700 | 8000 | 17,90 |
| 11 | 127 | 660 | 60 | 85 | 4000 | 8000 | 17,90 |
| 11 | 220 | 700 | 64 | 85 | 2700 | 8000 | 17,90 |
| 11 | 220 | 660 | 60 | 85 | 4000 | 8000 | 17,90 |
| 15 | 127 | 920 | 61 | 85 | 2700 | 8000 | 18,90 |
| 15 | 127 | 900 | 60 | 85 | 4000 | 8000 | 18,90 |
| 15 | 220 | 920 | 61 | 85 | 2700 | 8000 | 18,90 |
| 15 | 220 | 900 | 60 | 85 | 4000 | 8000 | 18,90 |

**7.2.3. Lâmpadas Fluorescentes Compactas não Integradas
<Sylvânia>**

Compacta Lynx-S <2 pinos> (Figura 13, Anexo 2)

Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v)

| Potência | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | | |
|----------|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|------|-------|-------|-------|-------|
| (w) | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | L | R | L | R | L+R | |
| 7 | 10,8 | 380 | 342 | 32 | 85 | 2700 | 8000 | 80000 | 15,90 | 10,30 | 26,20 |
| 7 | 10,8 | 360 | 324 | 30 | 85 | 4000 | 8000 | 80000 | 15,90 | 10,30 | 26,20 |
| 9 | 12,8 | 500 | 450 | 35 | 85 | 2700 | 8000 | 80000 | 14,90 | 10,30 | 25,20 |
| 9 | 12,8 | 480 | 432 | 34 | 85 | 4000 | 8000 | 80000 | 14,90 | 10,30 | 25,20 |

Compacta Lynx-SE <4 pinos> (Figura 14, Anexo 2)

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----|-----|----|----|------|------|-------|-------|-------|------|
| 9 | 9 | 840 | 798 | 89 | 85 | 4000 | 8000 | 30000 | 14,00 | 12,50 | 26,5 |
|---|---|-----|-----|----|----|------|------|-------|-------|-------|------|

Compacta Lynx-D <2 pinos> (Figura 15, Anexo 2)**Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v)**

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | |
|----------|------|----------------|-------|---------------------|-----|--------------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R |
| 13 | 17,5 | 845 | 760,5 | 43,5 | 85 | 2700 | 8000 | 80000 | 18,0 | 11,20 | 29,20 |
| 13 | 17,5 | 820 | 738 | 42 | 85 | 4000 | 8000 | 80000 | 18,0 | 11,20 | 29,20 |
| 18 | 28 | 1150 | 1035 | 37 | 85 | 2700 | 8000 | 80000 | 12,0 | 20,0 | 32,0 |
| 18 | 28 | 1120 | 1008 | 36 | 85 | 4000 | 8000 | 80000 | 12,0 | 20,0 | 32,0 |
| 26 | 37,5 | 1630 | 1467 | 39 | 85 | 2700 | 8000 | 80000 | 12,0 | 22,10 | 34,10 |
| 26 | 37,5 | 1600 | 1440 | 38 | 85 | 4000 | 8000 | 80000 | 12,0 | 22,10 | 34,10 |

Compacta Lynx-DE <4 pinos> (Figura 16, Anexo 2)**Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)**

| | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|------|-------|------|-------|------|
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 85 | 2700 | 8000 | 30000 | 14,0 | 26,80 | 40,8 |
| 18 | 18 | 1120 | 1120 | 62 | 85 | 4000 | 8000 | 30000 | 14,0 | 26,80 | 40,8 |
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 85 | 2700 | 8000 | 30000 | 14,0 | 26,80 | 40,8 |
| 26 | 25,5 | 1600 | 1600 | 63 | 85 | 4000 | 8000 | 30000 | 14,0 | 26,80 | 40,8 |

Compacta Lynx-TE <4 pinos> (Figura 17, Anexo 2)**Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)**

| | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|------|-------|------|-------|------|
| 26 | 25,5 | 1700 | 1700 | 67 | 85 | 2700 | 8000 | 30000 | 40,0 | 26,80 | 66,8 |
| 26 | 25,5 | 1640 | 1640 | 64 | 85 | 4000 | 8000 | 30000 | 40,0 | 26,80 | 66,8 |

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|-------|------|--------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R+ST | L+R+ST |

Compacta Lynx-F <4 pinos> (Figura 18, Anexo 2)**Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Conv + Starter da Fluorescente tubular de 40w**

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|------|-------|-------|------|-------|
| 36 | 48 | 2100 | 1890 | 39 | 85 | 2700 | 8000 | 80000 | 15,25 | 12,8 | 28,05 |
| 36 | 48 | 2100 | 1890 | 39 | 85 | 4000 | 8000 | 80000 | 15,25 | 12,8 | 28,05 |

7.2.4. Lâmpadas Fluorescentes Tubulares <Sylvânia>

Branca Confort (Figura 19, Anexo 2)

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | |
|----------|------|----------------|------|---------------------|-----|--------------|--------------|-------|-------|------|------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R |
| 16 | 18,5 | 1070 | 1070 | 58 | 65 | 4000 | 7500 | 30000 | 8 | 26,8 | 34,8 |
| 32 | 35 | 2350 | 2350 | 67 | 65 | 4000 | 7500 | 30000 | 8 | 26,8 | 34,8 |

Luz do dia Plus (Figura 20, Anexo 2)

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|------|------|-------|
| 20 | 20 | 1060 | 954 | 64 | 72 | 5200 | 7500 | 30000 | 2,45 | 26,8 | 29,25 |
| 40 | 38 | 2700 | 2430 | 48 | 72 | 5200 | 12000 | 30000 | 2,45 | 26,8 | 29,25 |

Daylight (Figura 21, Anexo 2)

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 18 | 18 | 1050 | 945 | 53 | 65 | 6500 | 7500 | 30000 | 12,83 | 26,80 | 39,63 |
| 36 | 36 | 2500 | 2250 | 63 | 65 | 6500 | 7500 | 30000 | 12,83 | 26,80 | 39,63 |

Branco Luminoso (Figura 22, Anexo 2)

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|-------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|
| 20 | 20 | 1075 | 967,5 | 48 | 65 | 6500 | 7500 | 30000 | 3,90 | 26,80 | 30,70 |
| 40 | 38 | 2600 | 2340 | 62 | 65 | 6500 | 12000 | 30000 | 3,90 | 26,80 | 30,70 |

Alvorada Plus (Figura 23, Anexo 2)

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|
| 40 | 38 | 3200 | 2880 | 76 | 57 | 3500 | 12000 | 30000 | 5,90 | 26,80 | 32,70 |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|

Designer 3000 (Figura 24, Anexo 2)

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 3000 | 20000 | 30000 | 35,00 | 69,20 | 104,20 |
| 20 | 20 | 1450 | 1305 | 65 | 85 | 3000 | 7500 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 |
| 28 | 33 | 2900 | 2900 | 88 | 85 | 3000 | 20000 | 30000 | 35,00 | 69,20 | 104,20 |
| 40 | 38 | 3700 | 3330 | 88 | 85 | 3000 | 12000 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 |

Designer 4000 (Figura 25, Anexo 2)**Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)**

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | |
|----------|------|----------------|------|---------------------|-----|--------------|--------------|-------|-------|-------|--------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 4000 | 20000 | 30000 | 35,00 | 69,20 | 104,20 |
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 85 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 |
| 20 | 20 | 1320 | 1188 | 59 | 85 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 |
| 28 | 33 | 2900 | 2900 | 88 | 85 | 4000 | 20000 | 30000 | 35,00 | 69,20 | 104,20 |
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 85 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 |
| 40 | 38 | 3400 | 3060 | 81 | 85 | 4000 | 12000 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 |

Circline – Fluorescente Circular T9 (Figura 26, Anexo 2)**Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)**

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|------|-------|------|-------|-------|
| 32 | 29 | 2000 | 2000 | 69 | 64 | 4300 | 7500 | 30000 | 8,90 | 18,00 | 26,90 |
| 32 | 29 | 1560 | 1560 | 54 | 65 | 6000 | 6000 | 30000 | 8,90 | 18,00 | 26,90 |

7.3. PHILIPS [2, 8]**7.3.1. Lâmpadas Incandescentes****<Philips>****Standard (Figura 1, Anexo 3)**

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Bulbo | Vida mediana | Custo |
|----------|--------|----------------|---------------------|-----|--------------|--------------|--------------|-------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (acabamento) | (hora) | (R\$) |
| 25 | 127 | 230 | 9,2 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 0,90 |
| 25 | 220 | 220 | 8,8 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 0,90 |
| 40 | 127 | 516 | 12,9 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 0,90 |
| 40 | 220 | 415 | 10,4 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 0,90 |
| 60 | 127 | 864 | 14,4 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 1,00 |
| 60 | 220 | 715 | 11,9 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 1,00 |
| 100 | 127 | 1620 | 16,2 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 1,10 |
| 100 | 220 | 1350 | 13,5 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 1,10 |
| 150 | 127 | 2505 | 16,7 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 2,70 |
| 150 | 220 | 2180 | 14,5 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 2,70 |
| 200 | 127 | 3520 | 17,6 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 2,90 |
| 200 | 220 | 3090 | 15,5 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 2,90 |

Soft (Figura 2, Anexo 3)

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Bulbo | Vida mediana | Custo |
|----------|--------|----------------|---------------------|-----|--------------|--------------|--------------|-------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (acabamento) | (hora) | (R\$) |
| 40 | 127 | 516 | 12,9 | 100 | 2700 | suave | 1000 | 1,80 |
| 40 | 220 | 415 | 10,4 | 100 | 2700 | suave | 1000 | 1,80 |
| 60 | 127 | 864 | 14,4 | 100 | 2700 | suave | 1000 | 1,50 |
| 60 | 220 | 715 | 11,9 | 100 | 2700 | suave | 1000 | 1,50 |
| 100 | 127 | 1620 | 16,2 | 100 | 2700 | suave | 1000 | 2,00 |
| 100 | 220 | 1350 | 13,5 | 100 | 2700 | suave | 1000 | 2,00 |

Vela Lisa (Figura 3, Anexo 3)

| | | | | | | | | |
|----|-----|-----|------|-----|------|-------|------|------|
| 25 | 127 | 255 | 10,2 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 2,60 |
| 25 | 220 | 205 | 8,2 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 2,60 |
| 40 | 127 | 480 | 12,0 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 2,60 |
| 40 | 220 | 395 | 9,9 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 2,60 |
| 25 | 127 | 255 | 6,4 | 100 | 2700 | suave | 1000 | 2,70 |
| 25 | 220 | 205 | 8,2 | 100 | 2700 | suave | 1000 | 2,70 |
| 40 | 127 | 480 | 12,0 | 100 | 2700 | suave | 1000 | 2,70 |
| 40 | 220 | 395 | 9,9 | 100 | 2700 | suave | 1000 | 2,70 |

Vela Balão (Figura 4, Anexo 3)

| | | | | | | | | |
|----|-----|-----|------|-----|------|-------|------|------|
| 60 | 127 | 750 | 12,5 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 3,10 |
| 60 | 220 | 730 | 12,2 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 3,10 |
| 60 | 127 | 740 | 12,3 | 100 | 2700 | suave | 1000 | 3,40 |
| 60 | 220 | 680 | 11,3 | 100 | 2700 | suave | 1000 | 3,40 |

Lustre (Figura 5, Anexo 3)

| | | | | | | | | |
|----|-----|-----|------|-----|------|-------|------|------|
| 25 | 127 | 205 | 8,2 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 2,50 |
| 25 | 220 | 205 | 8,2 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 2,50 |
| 40 | 127 | 460 | 11,5 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 2,50 |
| 40 | 220 | 395 | 9,8 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 2,50 |
| 25 | 127 | 200 | 8,0 | 100 | 2700 | suave | 1000 | 2,70 |
| 25 | 220 | 185 | 7,4 | 100 | 2700 | suave | 1000 | 2,70 |
| 40 | 127 | 380 | 9,5 | 100 | 2700 | suave | 1000 | 2,70 |
| 40 | 220 | 355 | 8,9 | 100 | 2700 | suave | 1000 | 2,70 |

7.3.2. Lâmpadas Fluorescentes Compactas Integradas

<Philips>

Essential (Figura 6, Anexo 3)

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | temp. de cor | Vida mediana | custo |
|----------|---------|----------------|---------------------|-----|--------------|--------------|-------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | (R\$) |
| 15 | 110-127 | 825 | 55 | 82 | 6500 | 6000 | 8,80 |
| 20 | 220-240 | 1100 | 55 | 82 | 2700 | 6000 | 12,90 |
| 20 | 110-127 | 1100 | 55 | 82 | 2700 | 6000 | 12,90 |

Twister (Figura 7, Anexo 3)

| | | | | | | | |
|----|---------|------|------|----|------|------|-------|
| 15 | 110-127 | 1000 | 66,7 | 82 | 2700 | 6000 | 14,00 |
| 15 | 220-240 | 1000 | 66,7 | 82 | 2700 | 6000 | 14,00 |
| 20 | 110-127 | 1350 | 68 | 82 | 2700 | 6000 | 15,50 |
| 20 | 220-240 | 1350 | 68 | 82 | 2700 | 6000 | 15,50 |
| 23 | 110-127 | 1550 | 67 | 82 | 2700 | 6000 | 15,90 |
| 23 | 220-240 | 1550 | 67 | 82 | 2700 | 6000 | 15,90 |
| 15 | 110-127 | 950 | 63 | 82 | 6500 | 6000 | 15,90 |
| 15 | 220-240 | 950 | 63 | 82 | 6500 | 6000 | 15,90 |
| 20 | 110-127 | 1250 | 63 | 82 | 6500 | 6000 | 15,50 |
| 20 | 220-240 | 1250 | 63 | 82 | 6500 | 6000 | 15,50 |
| 23 | 110-127 | 1450 | 63 | 82 | 6500 | 6000 | 15,90 |
| 23 | 220-240 | 1450 | 63 | 82 | 6500 | 6000 | 15,90 |
| 27 | 110-127 | 1660 | 62 | 82 | 6500 | 6000 | 18,70 |
| 42 | 110-127 | 2800 | 67 | 82 | 2700 | 6000 | 38,00 |
| 42 | 110-127 | 2650 | 63 | 82 | 6500 | 6000 | 38,00 |

Deco-Globo (Figura 8, Anexo 3)

| | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|-------|-------|
| 20 | 110-127 | 1100 | 55 | 82 | 2700 | 10000 | 29,90 |
| 20 | 220-240 | 1100 | 55 | 82 | 2700 | 10000 | 29,90 |

Mini Essential Genie (Figura 9, Anexo 3)

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | temp. de cor | Vida mediana | custo |
|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------|---------------------|---------------------|--------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | (R\$) |
| 8 | 110-127 | 420 | 53 | 82 | 2700 | 6000 | 11,20 |
| 8 | 220-240 | 420 | 53 | 82 | 2700 | 6000 | 11,20 |
| 11 | 110-127 | 600 | 55 | 82 | 2700 | 6000 | 11,20 |
| 11 | 220-240 | 600 | 55 | 82 | 2700 | 6000 | 11,20 |
| 14 | 110-127 | 800 | 57 | 82 | 2700 | 6000 | 12,30 |
| 14 | 220-240 | 800 | 57 | 82 | 2700 | 6000 | 12,30 |
| 8 | 110-127 | 400 | 50 | 82 | 6500 | 6000 | 11,20 |
| 8 | 220-240 | 400 | 50 | 82 | 6500 | 6000 | 11,20 |
| 11 | 110-127 | 570 | 52 | 82 | 6500 | 6000 | 11,90 |
| 11 | 220-240 | 570 | 52 | 82 | 6500 | 6000 | 11,90 |
| 14 | 110-127 | 760 | 54 | 82 | 6500 | 6000 | 12,30 |
| 14 | 220-240 | 760 | 54 | 82 | 6500 | 6000 | 12,30 |
| 18 | 110-127 | 1080 | 60 | 78 | 6500 | 6000 | 13,10 |
| 18 | 110-127 | 1100 | 61 | 82 | 2700 | 6000 | 13,10 |
| 20 | 110-127 | 1100 | 55 | 78 | 6500 | 6000 | 12,90 |

Mini Essential Ambiance Formato A (Figura 10, Anexo 3)

| | | | | | | | |
|---|---------|-----|----|----|------|------|-------|
| 8 | 110-127 | 400 | 50 | 82 | 2700 | 6000 | 12,30 |
| 8 | 220-240 | 375 | 47 | 82 | 2700 | 6000 | 12,30 |

Master PL-U (Figura 11, Anexo 3)

| | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|-------|-------|
| 23 | 110-127 | 1500 | 65 | 78 | 2700 | 10000 | 22,40 |
| 20 | 220-240 | 1200 | 60 | 78 | 2700 | 10000 | 20,50 |

Mini Essential Ambiance Vela (Figura 12, Anexo 3)

| | | | | | | | |
|---|---------|-----|----|----|------|------|-------|
| 8 | 110-127 | 400 | 50 | 82 | 2700 | 6000 | 13,10 |
|---|---------|-----|----|----|------|------|-------|

Deco Twist (Figura 13, Anexo 3)

| | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|
| 22 | 110-127 | 1450 | 66 | 82 | 2700 | 6000 | 27,60 |
| 28 | 110-127 | 1850 | 66 | 82 | 6500 | 6000 | 29,30 |
| 22 | 110-127 | 1360 | 62 | 82 | 6500 | 6000 | 27,60 |
| 28 | 110-127 | 1950 | 70 | 82 | 2700 | 6000 | 29,30 |

7.3.3. Lâmpadas Fluorescentes Compactas não Integradas

<Philips>

Master PL - C / 2P <2pinos> (Figura14, Anexo 3)

Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional

(tensão: 127v)

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | custo | | |
|----------|------|----------------|------|---------------------|-----|--------------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R |
| 13 | 17,5 | 860 | 774 | 44 | 82 | 2700 | 10000 | 80000 | 9,3 | 11,20 | 20,50 |
| 13 | 17,5 | 860 | 774 | 44 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | 9,3 | 11,20 | 20,50 |
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 82 | 2700 | 10000 | 80000 | 12,1 | 20,00 | 32,10 |
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | 12,1 | 20,00 | 32,10 |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 82 | 2700 | 10000 | 80000 | 12,7 | 22,10 | 34,80 |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | 12,7 | 22,10 | 34,80 |

Master PL - S / 2P <2pinos> (Figura 15, Anexo 3)

Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional

(tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | |
|----|------|-----|-----|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|
| 9 | 12,8 | 600 | 540 | 42 | 82 | 2700 | 10000 | 80000 | 7,80 | 10,30 | 18,10 |
| 9 | 12,8 | 600 | 540 | 42 | 82 | 2700 | 10000 | 80000 | 7,80 | 10,30 | 18,10 |
| 9 | 12,8 | 600 | 540 | 42 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | 7,80 | 10,30 | 18,10 |
| 9 | 12,8 | 600 | 540 | 42 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | 7,80 | 10,30 | 18,10 |
| 13 | 17,5 | 810 | 729 | 42 | 82 | 2700 | 10000 | 80000 | 7,80 | 11,20 | 19,00 |
| 13 | 17,5 | 810 | 729 | 42 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | 7,80 | 11,20 | 19,00 |

Master PL - T / 4P <4pinos> (Figura 16, Anexo 3)

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico(tensão: 127)

| | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|------|-------|
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 2700 | 10000 | 30000 | 34,70 | 26,8 | 61,50 |
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 4000 | 10000 | 30000 | 34,70 | 26,8 | 61,50 |
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 82 | 2700 | 10000 | 30000 | 35,50 | 26,8 | 62,30 |
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 82 | 4000 | 10000 | 30000 | 35,50 | 26,8 | 62,30 |

Master PL - L /4P <4pinos> (Figura 17, Anexo 3)

Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional + starter da Fluorescente Tubular de 40w (tensão: 127)

| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R+ST | L+R+ST |
|----|-----|------|------|-----|----|------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 36 | 48 | 2900 | 2610 | 54 | 82 | 2700 | 10000 | 80000 | 20,50 | 12,80 | 33,30 |
| 36 | 48 | 2900 | 2610 | 54 | 82 | 2700 | 10000 | 80000 | 20,50 | 12,80 | 33,30 |

7.3.4. Lâmpadas Fluorescentes Tubulares

<Philips>

Eco Master TLD <Branca Confort> (Figura 18, Anexo 3)

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | |
|----------|------|----------------|------|---------------------|-----|--------------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R |
| 16 | 18,5 | 1070 | 1070 | 58 | 66 | 4000 | 8000 | 30000 | 5,80 | 26,80 | 32,60 |
| 32 | 35 | 2350 | 2350 | 67 | 66 | 4000 | 8000 | 30000 | 5,80 | 26,80 | 32,60 |

Fluorescente TLT <Extra luz do dia> (Figura 19, Anexo 3)

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|------|-------|------|-------|-------|
| 20 | 20 | 1100 | 990 | 50 | 70 | 5000 | 8000 | 30000 | 4,50 | 26,80 | 31,30 |
| 40 | 38 | 2600 | 2340 | 62 | 70 | 5000 | 8000 | 30000 | 4,50 | 26,80 | 31,30 |

Fluorescente TLTRS série 80 (Figura 20, Anexo 3)

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|------|-------|------|-------|-------|
| 20 | 20 | 1350 | 1215 | 61 | 85 | 4000 | 8000 | 30000 | 9,50 | 26,80 | 36,30 |
| 20 | 20 | 1300 | 1170 | 59 | 85 | 5000 | 8000 | 30000 | 9,50 | 26,80 | 36,30 |
| 40 | 38 | 3250 | 2925 | 77 | 85 | 4000 | 8000 | 30000 | 9,50 | 26,80 | 36,30 |
| 40 | 38 | 3150 | 2835 | 75 | 85 | 5000 | 8000 | 30000 | 9,50 | 26,80 | 36,30 |

Eco Master TLD / TLDRS (Figura 21, Anexo 3)

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 85 | 3000 | 12000 | 30000 | 8,60 | 26,80 | 35,40 |
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 85 | 4000 | 12000 | 30000 | 8,60 | 26,80 | 35,40 |
| 16 | 18,5 | 1150 | 1150 | 62 | 85 | 5000 | 12000 | 30000 | 8,60 | 26,80 | 35,40 |
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 85 | 3000 | 12000 | 30000 | 8,60 | 26,80 | 35,40 |
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 85 | 4000 | 12000 | 30000 | 8,60 | 26,80 | 35,40 |
| 32 | 35 | 2600 | 2600 | 74 | 85 | 5000 | 12000 | 30000 | 8,60 | 26,80 | 35,40 |

Fluorescente Master TL5 (Figura 22, Anexo 3)

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 3000 | 20000 | 30000 | 21,50 | 69,20 | 90,70 |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 4000 | 20000 | 30000 | 21,50 | 69,20 | 90,70 |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 5000 | 20000 | 30000 | 21,50 | 69,20 | 90,70 |
| 28 | 33 | 2900 | 2900 | 88 | 85 | 3000 | 20000 | 30000 | 21,50 | 69,20 | 90,70 |
| 28 | 33 | 2900 | 2900 | 88 | 85 | 4000 | 20000 | 30000 | 21,50 | 69,20 | 90,70 |
| 28 | 33 | 2900 | 2900 | 88 | 85 | 5000 | 20000 | 30000 | 21,50 | 69,20 | 90,70 |

7.4. GENERAL ELECTRIC [3, 8]

7.4.1. Lâmpadas Incandescentes

<General Electric>

Cristal (Figura 1, Anexo 4)

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Bulbo | Vida mediana | Custo |
|----------|--------|----------------|---------------------|-----|--------------|--------------|--------------|-------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (acabamento) | (hora) | (R\$) |
| 15 | 127 | 112 | 7,5 | 100 | 2700 | claro | 750 | 2,90 |
| 25 | 127 | 230 | 9,2 | 100 | 2700 | claro | 750 | 2,90 |
| 40 | 127 | 516 | 12,9 | 100 | 2700 | claro | 750 | 1,20 |
| 60 | 127 | 864 | 14,4 | 100 | 2700 | claro | 750 | 1,20 |
| 100 | 127 | 1620 | 16,2 | 100 | 2700 | claro | 750 | 1,80 |
| 150 | 127 | 2505 | 16,7 | 100 | 2700 | claro | 750 | 2,40 |
| 200 | 127 | 3520 | 17,6 | 100 | 2700 | claro | 750 | 2,60 |
| 15 | 220 | 110 | 7,3 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 2,90 |
| 25 | 220 | 220 | 8,8 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 2,90 |
| 40 | 220 | 415 | 10,4 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 1,20 |
| 60 | 220 | 715 | 11,9 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 1,20 |
| 100 | 220 | 1350 | 13,5 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 1,80 |
| 150 | 220 | 2180 | 14,5 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 2,40 |
| 200 | 220 | 3090 | 15,5 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 2,60 |

Max Luz (Figura 2, Anexo 4)

| | | | | | | | | |
|-----|-----|------|------|-----|------|----------------|------|------|
| 40 | 127 | 464 | 11,6 | 100 | 2700 | branco interno | 750 | 1,90 |
| 60 | 127 | 778 | 13,0 | 100 | 2700 | branco interno | 750 | 1,00 |
| 100 | 127 | 1458 | 14,6 | 100 | 2700 | branco interno | 750 | 2,10 |
| 40 | 220 | 374 | 9,4 | 100 | 2700 | branco interno | 1000 | 1,90 |
| 60 | 220 | 664 | 11,1 | 100 | 2700 | branco interno | 1000 | 2,00 |
| 100 | 220 | 1215 | 12,2 | 100 | 2700 | branco interno | 1000 | 2,10 |

Vela Lisa (Figura 3, Anexo 4)

| | | | | | | | | |
|----|-----|-----|------|-----|------|----------------|------|------|
| 25 | 127 | 210 | 8,4 | 100 | 2700 | claro | 750 | 2,90 |
| 25 | 127 | 182 | 7,3 | 100 | 2700 | branco interno | 750 | 2,90 |
| 40 | 127 | 410 | 10,3 | 100 | 2700 | claro | 750 | 2,90 |
| 40 | 127 | 340 | 8,5 | 100 | 2700 | branco interno | 750 | 2,90 |
| 60 | 127 | 630 | 10,5 | 100 | 2700 | claro | 750 | 2,90 |
| 60 | 127 | 505 | 8,4 | 100 | 2700 | branco interno | 750 | 2,90 |
| 25 | 220 | 170 | 6,8 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 2,90 |
| 25 | 220 | 145 | 5,8 | 100 | 2700 | branco interno | 1000 | 2,90 |
| 40 | 220 | 340 | 8,5 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 2,90 |
| 40 | 220 | 280 | 7,0 | 100 | 2700 | branco interno | 1000 | 2,90 |
| 60 | 220 | 620 | 10,3 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 2,90 |

Vela Balão (Figura 4, Anexo 4)

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Bulbo | Vida mediana | custo |
|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (acabamento) | (hora) | (R\$) |
| 40 | 127 | 410 | 10,30 | 100 | 2700 | claro | 750 | 3,40 |
| 40 | 127 | 340 | 8,50 | 100 | 2700 | branco interno | 750 | 3,40 |
| 60 | 127 | 750 | 12,50 | 100 | 2700 | claro | 750 | 3,40 |
| 60 | 127 | 650 | 10,80 | 100 | 2700 | branco interno | 750 | 3,40 |
| 40 | 220 | 340 | 8,50 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 3,40 |
| 40 | 220 | 280 | 7,00 | 100 | 2700 | branco interno | 1000 | 3,40 |
| 60 | 220 | 620 | 10,30 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 3,40 |
| 60 | 220 | 495 | 8,30 | 100 | 2700 | branco interno | 1000 | 3,40 |

Bolinha (Figura 5, Anexo 4)

| | | | | | | | | |
|----|-----|-----|-------|-----|------|----------------|------|------|
| 25 | 127 | 210 | 8,40 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 2,90 |
| 25 | 220 | 170 | 6,80 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 2,90 |
| 25 | 127 | 182 | 7,30 | 100 | 2700 | branco interno | 1000 | 3,20 |
| 25 | 220 | 165 | 6,60 | 100 | 2700 | branco interno | 1000 | 3,20 |
| 40 | 127 | 410 | 10,30 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 2,90 |
| 40 | 220 | 340 | 8,50 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 2,90 |
| 40 | 127 | 340 | 8,50 | 100 | 2700 | branco interno | 1000 | 3,20 |
| 40 | 220 | 280 | 7,00 | 100 | 2700 | branco interno | 1000 | 3,20 |

7.4.2. Lâmpadas Fluorescentes Compactas Integradas**<General Electric>****Eletrônica Dupla (Figura 6, Anexo 4)**

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. cor | Vida mediana | custo |
|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------|------------------|---------------------|--------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | (R\$) |
| 7 | 120-127 | 310 | 44 | 78 | 2700 | 3000 | 7,92 |
| 6 | 120-127 | 360 | 60 | 78 | 6500 | 3000 | 4,70 |
| 15 | 120-127 | 860 | 57 | 78 | 2700 | 3000 | 4,70 |
| 6 | 220-240 | 370 | 62 | 78 | 4000 | 3000 | 4,70 |
| 7 | 220-240 | 310 | 44 | 78 | 4000 | 3000 | 4,70 |
| 9 | 220-240 | 400 | 44 | 78 | 2700 | 3000 | 4,70 |
| 9 | 220-240 | 620 | 69 | 78 | 2700 | 3000 | 4,70 |

Eletrônica Tripla (ver Figura 7, Anexo 4)

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Custo |
|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------|---------------------|---------------------|--------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | (R\$) |
| 15 | 220-240 | 900 | 60 | 82 | 2700 | 12000 | 6,40 |
| 15 | 220-240 | 900 | 60 | 82 | 4000 | 12000 | 6,40 |
| 12 | 120-127 | 720 | 60 | 78 | 4000 | 3000 | 8,47 |
| 12 | 120-127 | 700 | 58 | 78 | 6500 | 3000 | 8,47 |
| 12 | 220-240 | 730 | 64 | 78 | 2700 | 3000 | 8,47 |
| 12 | 220-240 | 730 | 64 | 78 | 4000 | 3000 | 8,47 |
| 14 | 120-127 | 940 | 67 | 78 | 2700 | 3000 | 8,47 |
| 14 | 120-127 | 940 | 67 | 78 | 4000 | 3000 | 8,47 |
| 14 | 120-127 | 880 | 63 | 78 | 6500 | 3000 | 8,47 |
| 18 | 120-127 | 1190 | 66 | 78 | 4000 | 3000 | 8,87 |
| 18 | 120-127 | 1120 | 62 | 78 | 6500 | 3000 | 8,87 |
| 23 | 220-240 | 1020 | 44 | 78 | 2700 | 3000 | 6,40 |
| 9 | 120-127 | 480 | 53 | 80 | 2700 | 8000 | 6,40 |
| 9 | 220-240 | 480 | 53 | 80 | 2700 | 8000 | 6,40 |

Eletrônica Vela (Figura 8, Anexo 4)

| | | | | | | | |
|---|---------|-----|----|----|------|------|-------|
| 7 | 110-130 | 370 | 53 | 80 | 2700 | 6000 | 10,35 |
| 7 | 220-240 | 264 | 38 | 80 | 2700 | 6000 | 10,35 |

Eletrônica Decor (Figura 9, Anexo 4)

| | | | | | | | |
|----|---------|-----|----|----|------|------|-------|
| 14 | 110-130 | 720 | 51 | 80 | 2700 | 6000 | 13,17 |
| 14 | 220-240 | 540 | 39 | 80 | 2700 | 6000 | 13,17 |

Eletrônica Globe (Figura 10, Anexo 4)

| | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|
| 15 | 110-130 | 830 | 55 | 80 | 2700 | 6000 | 13,17 |
| 15 | 220-240 | 850 | 57 | 80 | 2700 | 6000 | 13,17 |
| 20 | 220-240 | 1150 | 58 | 80 | 2700 | 6000 | 13,17 |

Eletrônica Spiral (Figura 11, Anexo 4)

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | custo |
|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------|---------------------|---------------------|--------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | (R\$) |
| 10 | 110-130 | 550 | 55 | 80 | 2700 | 6000 | 10,35 |
| 10 | 110-130 | 570 | 57 | 80 | 6500 | 6000 | 10,35 |
| 11 | 220-240 | 660 | 60 | 80 | 2700 | 6000 | 10,35 |
| 11 | 220-240 | 660 | 60 | 80 | 4000 | 6000 | 10,35 |
| 11 | 220-240 | 660 | 60 | 80 | 6500 | 6000 | 10,35 |
| 13 | 110-130 | 800 | 62 | 80 | 2700 | 8000 | 10,35 |
| 13 | 110-130 | 760 | 59 | 80 | 6500 | 8000 | 10,35 |
| 14 | 220-240 | 950 | 68 | 80 | 2700 | 8000 | 10,35 |
| 14 | 220-240 | 900 | 64 | 80 | 6500 | 8000 | 10,35 |
| 20 | 110-130 | 1300 | 65 | 80 | 2700 | 8000 | 11,29 |
| 20 | 220-240 | 1350 | 68 | 80 | 2700 | 8000 | 11,29 |
| 20 | 110-130 | 1200 | 60 | 80 | 6500 | 8000 | 11,29 |
| 20 | 220-240 | 1260 | 63 | 80 | 6500 | 8000 | 11,29 |
| 24 | 220-240 | 1650 | 69 | 80 | 2700 | 8000 | 11,29 |
| 24 | 220-240 | 1650 | 69 | 80 | 6500 | 8000 | 11,29 |
| 26 | 110-130 | 1800 | 69 | 80 | 2700 | 8000 | 11,29 |
| 26 | 110-130 | 1800 | 69 | 80 | 6500 | 8000 | 11,29 |
| 45 | 220-240 | 2900 | 64 | 80 | 4000 | 6000 | 22,58 |
| 60 | 220-240 | 3600 | 60 | 80 | 4000 | 6000 | 22,58 |
| 45 | 110-130 | 2900 | 64 | 80 | 6500 | 6000 | 22,58 |
| 55 | 110-130 | 3450 | 63 | 80 | 6500 | 6000 | 22,58 |
| 60 | 220-240 | 3600 | 60 | 80 | 4000 | 6000 | 22,58 |

Eletrônica Mini Spiral T2 (Figura 12, Anexo 4)

| | | | | | | | |
|----|---------|-----|------|----|------|------|-------|
| 11 | 120-127 | 580 | 53 | 82 | 2700 | 6000 | 11,29 |
| 11 | 120-127 | 580 | 53 | 82 | 4000 | 6000 | 11,29 |
| 11 | 120-127 | 580 | 53 | 82 | 6500 | 6000 | 11,29 |
| 12 | 220-240 | 700 | 58 | 80 | 2700 | 6000 | 11,29 |
| 12 | 220-240 | 700 | 58 | 80 | 4000 | 6000 | 11,29 |
| 15 | 120-127 | 950 | 63 | 82 | 2700 | 6000 | 11,29 |
| 15 | 120-127 | 950 | 63 | 82 | 4000 | 6000 | 11,29 |
| 15 | 120-127 | 940 | 62,7 | 82 | 6500 | 6000 | 11,29 |
| 8 | 220-240 | 460 | 58 | 80 | 2700 | 6000 | 11,29 |
| 8 | 220-240 | 460 | 58 | 80 | 4000 | 6000 | 11,29 |
| 8 | 220-240 | 430 | 54 | 80 | 6500 | 6000 | 11,29 |

7.4.3. Lâmpada Fluorescente Compacta não Integrada

<General Electric>

Biax S <2 pinos> (Figura 13, Anexo 4)

Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional

(tensão: 127v)

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | |
|----------|------|----------------|-------|---------------------|-----|--------------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R |
| 7 | 10,8 | 400 | 360 | 33 | 82 | 2700 | 10000 | 80000 | 6,16 | 10,30 | 16,46 |
| 7 | 10,8 | 400 | 360 | 33 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | 6,16 | 10,30 | 16,46 |
| 9 | 12,8 | 600 | 540 | 42 | 82 | 2700 | 10000 | 80000 | 13,00 | 10,30 | 23,3 |
| 9 | 12,8 | 600 | 540 | 42 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | 13,00 | 10,30 | 23,3 |
| 13 | 17,5 | 825 | 742,5 | 42 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | 14,00 | 11,20 | 25,2 |

Biax D <2 pinos> (Figura 14, Anexo 4)

Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional

(tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 9 | 12,8 | 550 | 495 | 39 | 82 | 2700 | 10000 | 80000 | 8,81 | 10,30 | 19,11 |
| 9 | 12,8 | 550 | 495 | 39 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | 8,81 | 10,30 | 19,11 |
| 13 | 17,5 | 900 | 810 | 46 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | 26,00 | 11,2 | 37,20 |
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 82 | 2700 | 10000 | 80000 | 14,0 | 20,00 | 34,00 |
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | 14,0 | 20,00 | 34,00 |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 82 | 2700 | 10000 | 80000 | 14,0 | 22,10 | 36,10 |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | 14,0 | 22,10 | 36,10 |

Biax D / E <4 pinos> (Figura 15, Anexo 4)

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 2700 | 12000 | 30000 | 7,81 | 26,80 | 34,61 |
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 4000 | 12000 | 30000 | 7,81 | 26,80 | 34,61 |
| 26 | 25,5 | 1710 | 1710 | 67 | 82 | 2700 | 12000 | 30000 | 7,81 | 26,80 | 34,61 |
| 26 | 25,5 | 1710 | 1710 | 67 | 82 | 4000 | 12000 | 30000 | 7,81 | 26,80 | 34,61 |

Biax T <2 pinos> (Figura 16, Anexo 4)

Equipamento auxiliar: Reator eletromagnético de Partida Convencional

(tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 82 | 2700 | 10000 | 80000 | 32,00 | 20,00 | 52,00 |
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | 32,00 | 20,00 | 52,00 |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 82 | 2700 | 10000 | 80000 | 41,0 | 22,10 | 63,10 |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | 41,0 | 22,10 | 63,10 |

Biax L (Longa) <4 pinos> (Figura 17, Anexo 4)**Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional + Starter da Fluorescente tubular de 40w**

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | custo | | |
|----------|-----|----------------|------|---------------------|-----|--------------|--------------|-------|-------|------|--------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R+ST | L+R+ST |
| 36 | 48 | 2900 | 2610 | 54 | 82 | 3000 | 12000 | 80000 | 16,60 | 12,8 | 29,40 |
| 36 | 48 | 2900 | 2610 | 54 | 82 | 4000 | 12000 | 80000 | 16,60 | 12,8 | 29,40 |

7.4.4. Lâmpadas Fluorescentes Tubulares <General Electric>

Fluorescente Universal (Figura 18, Anexo 4)**Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)**

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | |
|----------|-----|----------------|------|---------------------|-----|--------------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R |
| 20 | 20 | 1060 | 954 | 48 | 70 | 5250 | 12000 | 30000 | 3,90 | 26,80 | 30,70 |
| 20 | 20 | 1000 | 900 | 45 | 79 | 6500 | 12000 | 30000 | 3,90 | 26,80 | 30,70 |
| 20 | 20 | 1350 | 1215 | 61 | 85 | 4000 | 12000 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 |
| 20 | 20 | 1300 | 1170 | 59 | 85 | 5000 | 12000 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 |
| 40 | 38 | 2700 | 2430 | 64 | 70 | 5250 | 12000 | 30000 | 3,90 | 26,80 | 30,70 |
| 40 | 38 | 2550 | 2295 | 60 | 79 | 6500 | 12000 | 30000 | 3,90 | 26,80 | 30,70 |
| 40 | 38 | 3250 | 2925 | 77 | 85 | 4000 | 12000 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 |
| 40 | 38 | 3150 | 2835 | 75 | 85 | 5000 | 12000 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 |

Lâmpada Fluorescente T8 (Figura19, Anexo 4)**Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)**

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 18 | 18 | 1150 | 1035 | 58 | 60 | 4000 | 8000 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 |
| 18 | 18 | 950 | 855 | 48 | 60 | 3500 | 8000 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 |
| 18 | 18 | 950 | 855 | 48 | 76 | 6500 | 8000 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 |
| 36 | 36 | 2850 | 2565 | 71 | 60 | 4000 | 8000 | 30000 | 9,50 | 26,80 | 36,30 |
| 36 | 36 | 2350 | 2115 | 59 | 60 | 3500 | 8000 | 30000 | 9,50 | 26,80 | 36,30 |
| 36 | 36 | 2350 | 2115 | 59 | 76 | 6500 | 8000 | 30000 | 9,50 | 26,80 | 36,30 |

Lâmpada Fluorescente T8 (Figura 20, Anexo 4)**Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Rápida (tensão: 127v)**

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | |
|----------|------|----------------|------|---------------------|-----|--------------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R |
| 16 | 29 | 1070 | 963 | 33 | 66 | 3000 | 12000 | 80000 | 11,00 | 23,00 | 34,00 |
| 16 | 29 | 1070 | 963 | 33 | 66 | 4000 | 12000 | 80000 | 11,00 | 23,00 | 34,00 |
| 16 | 29 | 1070 | 963 | 33 | 66 | 5000 | 12000 | 80000 | 11,00 | 23,00 | 34,00 |
| 16 | 29 | 1200 | 1080 | 37 | 85 | 3000 | 20000 | 80000 | 11,00 | 23,00 | 34,00 |
| 16 | 29 | 1350 | 1215 | 42 | 85 | 4000 | 20000 | 80000 | 11,00 | 23,00 | 34,00 |
| 16 | 29 | 1150 | 1035 | 36 | 85 | 5000 | 20000 | 80000 | 11,00 | 23,00 | 34,00 |
| 32 | 43,5 | 2350 | 2115 | 49 | 66 | 3000 | 12000 | 80000 | 11,00 | 23,00 | 34,00 |
| 32 | 43,5 | 2350 | 2115 | 49 | 66 | 4000 | 12000 | 80000 | 11,00 | 23,00 | 34,00 |
| 32 | 43,5 | 2350 | 2115 | 49 | 66 | 5000 | 12000 | 80000 | 11,00 | 23,00 | 34,00 |
| 32 | 43,5 | 2700 | 2430 | 62 | 85 | 3000 | 20000 | 80000 | 11,00 | 23,00 | 34,00 |
| 32 | 43,5 | 2950 | 2950 | 56 | 85 | 4000 | 20000 | 80000 | 11,00 | 23,00 | 34,00 |
| 32 | 43,5 | 2600 | 2340 | 54 | 85 | 5000 | 20000 | 80000 | 11,00 | 23,00 | 34,00 |

Lâmpada Fluorescente T5 (Figura 21, Anexo 4)**Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)**

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 3000 | 20000 | 30000 | 23,00 | 69,20 | 92,20 |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 4000 | 20000 | 30000 | 27,00 | 69,20 | 96,20 |
| 28 | 33 | 2900 | 2900 | 88 | 85 | 3000 | 20000 | 30000 | 27,00 | 69,20 | 96,20 |
| 28 | 33 | 2900 | 2900 | 88 | 85 | 4000 | 20000 | 30000 | 27,00 | 69,20 | 96,20 |

Circline - Fluorescente Circular T9 (Figura 22, Anexo 4)**Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)**

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 22 | 17 | 950 | 950 | 56 | 75 | 6450 | 9000 | 30000 | 12,00 | 18,00 | 30,00 |
| 32 | 29 | 1550 | 1550 | 53 | 75 | 6450 | 9000 | 30000 | 13,00 | 18,00 | 31,00 |

8. Principais lâmpadas e suas aplicações

Neste capítulo, vamos apresentar as sugestões de aplicações das lâmpadas por compartimento residencial baseando-se nas sugestões dos guias de aplicação dos fabricantes e também, considerando os valores adequados do índice de reprodução de cores para iluminação residencial (vide Item 2.10) e a temperatura de cor correlata adequada que cada lâmpada deve apresentar para a iluminação dos diferentes compartimentos de uma residência (vide Item 2.9.).

Dentre os vários valores de potências das lâmpadas incandescentes e fluorescentes pesquisadas, os revendedores nos informaram que existem alguns valores de potência que são mais comercializados para iluminação residencial em relação a outros. Assim sendo, a partir deste capítulo em diante, utilizaremos as lâmpadas com estes valores de potência como base de referência para a realização do nosso trabalho. Esses valores de potência serão aplicados considerando que os compartimentos a iluminar são de tamanho grande, médio ou pequeno, ou seja, considerando que eles sejam de qualquer tamanho. Tais valores de potência são:

- Lâmpadas incandescentes: 60W e 100W;
- Lâmpadas fluorescentes compactas integradas: 15W, 18W, 20W, 22W, 23W, 25W, 26W, 27W, 28W;
- Lâmpadas fluorescentes compactas não integradas: 18W e 26W;
- Lâmpadas fluorescentes tubulares: 14W, 16W, 18W, 20W, 32W.

Obs. 19: A partir deste capítulo em diante, iremos trabalhar somente com as lâmpadas e os equipamentos auxiliares que operam com tensão monofásica de rede que pertence ao intervalo: 110V – 130V. A justificativa para essa escolha reside no fato de estarmos na cidade do Rio de Janeiro.

Obs. 20: Em relação às lâmpadas incandescentes, é necessário esclarecer que a escolha do tipo de acabamento do bulbo de uma lâmpada incandescente para iluminar um determinado ambiente, é uma solução baseada nos guias de aplicações dos fabricantes.

Obs. 21: Nas tabelas a seguir, a abreviação “**acab.**” significa – acabamento do bulbo e a abreviação “**Fabric.**” significa – nome do fabricante da lâmpada.

8.1. Quartos, Salas de estar, Salas de Jantar e Corredores

“Lâmpadas incandescentes”

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Bulbo | Vida mediana | Custo | Fabric. |
|----------|--------|----------------|---------------------|-----|--------------|---------|--------------|-------|---------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (acab.) | (hora) | (R\$) | |

Bellalux Soft White

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|------|-------|-----|------|--------|-----|------|-------|
| 60 | 127 | 778 | 13,00 | 100 | 2700 | silico | 750 | 1,30 | Osram |
| 100 | 127 | 1458 | 14,60 | 100 | 2700 | silico | 750 | 1,80 | Osram |

Vela Balão

| | | | | | | | | | |
|----|-----|-----|-------|-----|------|--------|------|------|-------|
| 60 | 127 | 820 | 13,70 | 100 | 2700 | silico | 1000 | 1,70 | Osram |
|----|-----|-----|-------|-----|------|--------|------|------|-------|

Alvalux

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|------|------|-----|------|-----------|-----|------|----------|
| 60 | 127 | 778 | 13,0 | 100 | 2700 | revestido | 750 | 0,94 | Sylvania |
| 100 | 127 | 1458 | 14,6 | 100 | 2700 | revestido | 750 | 1,14 | Sylvania |

Vela Balão

| | | | | | | | | | |
|----|-----|-----|------|-----|------|-----------|-----|------|----------|
| 60 | 127 | 650 | 10,8 | 100 | 2700 | revestido | 750 | 1,84 | Sylvania |
|----|-----|-----|------|-----|------|-----------|-----|------|----------|

Soft

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|------|------|-----|------|-------|------|------|---------|
| 60 | 127 | 864 | 14,4 | 100 | 2700 | suave | 1000 | 1,50 | Philips |
| 100 | 127 | 1620 | 16,2 | 100 | 2700 | suave | 1000 | 2,00 | Philips |

Vela Balão

| | | | | | | | | | |
|----|-----|-----|------|-----|------|-------|------|------|---------|
| 60 | 127 | 740 | 12,3 | 100 | 2700 | suave | 1000 | 3,40 | Philips |
|----|-----|-----|------|-----|------|-------|------|------|---------|

Max Lux

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|------|------|-----|------|----------------|-----|------|------------------|
| 60 | 127 | 778 | 13,0 | 100 | 2700 | branco interno | 750 | 1,00 | General Electric |
| 100 | 127 | 1458 | 14,6 | 100 | 2700 | branco interno | 750 | 2,10 | General Electric |

Vela Lisa

| | | | | | | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|------|----------------|-----|------|------------------|
| 60 | 127 | 505 | 8,4 | 100 | 2700 | branco interno | 750 | 2,90 | General Electric |
|----|-----|-----|-----|-----|------|----------------|-----|------|------------------|

Vela Balão

| | | | | | | | | | |
|----|-----|-----|-------|-----|------|----------------|-----|------|------------------|
| 60 | 127 | 650 | 10,80 | 100 | 2700 | branco interno | 750 | 3,40 | General Electric |
|----|-----|-----|-------|-----|------|----------------|-----|------|------------------|

8.2. Cozinhas, Banheiros e Áreas de Serviço

“Lâmpadas Incandescentes”

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Bulbo | Vida mediana | Custo | Fabric. |
|----------|--------|----------------|---------------------|-----|--------------|---------|--------------|-------|---------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (acab.) | (hora) | (R\$) | |

Classic

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|------|-------|-----|------|-------|-----|------|-------|
| 60 | 127 | 864 | 14,40 | 100 | 2700 | claro | 750 | 0,75 | Osram |
| 100 | 127 | 1620 | 16,20 | 100 | 2700 | claro | 750 | 1,00 | Osram |

Vela Balão

| | | | | | | | | | |
|----|-----|-----|-------|-----|------|-------|------|------|-------|
| 60 | 127 | 820 | 13,70 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 1,70 | Osram |
|----|-----|-----|-------|-----|------|-------|------|------|-------|

Standard

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|------|------|-----|------|-------|-----|------|----------|
| 60 | 127 | 864 | 14,4 | 100 | 2700 | claro | 750 | 0,68 | Sylvania |
| 100 | 127 | 1620 | 16,2 | 100 | 2700 | claro | 750 | 0,85 | Sylvania |

Vela Balão

| | | | | | | | | | |
|----|-----|-----|------|-----|------|-------|-----|------|----------|
| 60 | 127 | 750 | 12,5 | 100 | 2700 | claro | 750 | 1,84 | Sylvania |
|----|-----|-----|------|-----|------|-------|-----|------|----------|

Standard

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|------|------|-----|------|-------|------|------|---------|
| 60 | 127 | 864 | 14,4 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 1,00 | Philips |
| 100 | 127 | 1620 | 16,2 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 1,10 | Philips |

Vela Balão

| | | | | | | | | | |
|----|-----|-----|------|-----|------|-------|------|------|---------|
| 60 | 127 | 750 | 12,5 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 3,10 | Philips |
|----|-----|-----|------|-----|------|-------|------|------|---------|

Cristal

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|------|------|-----|------|-------|-----|------|------------------|
| 60 | 127 | 864 | 14,4 | 100 | 2700 | claro | 750 | 1,20 | General Electric |
| 100 | 127 | 1620 | 16,2 | 100 | 2700 | claro | 750 | 1,80 | General Electric |

Vela Lisa

| | | | | | | | | | |
|----|-----|-----|------|-----|------|-------|-----|------|------------------|
| 60 | 127 | 630 | 10,5 | 100 | 2700 | claro | 750 | 2,90 | General Electric |
|----|-----|-----|------|-----|------|-------|-----|------|------------------|

Vela Balão

| | | | | | | | | | |
|----|-----|-----|-------|-----|------|-------|-----|------|------------------|
| 60 | 127 | 750 | 12,50 | 100 | 2700 | claro | 750 | 3,40 | General Electric |
|----|-----|-----|-------|-----|------|-------|-----|------|------------------|

8.3. Quartos, Salas de Estar, Salas de Jantar e Corredores

“Lâmpadas Fluorescentes Compactas Integradas”

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Custo | Fabric. |
|----------|--------|----------------|---------------------|-----|--------------|--------------|-------|---------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | (R\$) | |

Duluxtar

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|------|-------|------|------|-------|-------|
| 15 | 110-130 | 1000 | 66,7 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 | Osram |
| 15 | 110-130 | 1000 | 66,7 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 | Osram |
| 20 | 110-130 | 1350 | 68 | 80-89 | 4000 | 6000 | 10,90 | Osram |
| 20 | 110-130 | 1350 | 68 | 80-89 | 2700 | 6000 | 10,90 | Osram |
| 23 | 110-130 | 1500 | 65 | 80-89 | 4000 | 6000 | 11,90 | Osram |
| 23 | 110-130 | 1500 | 65 | 80-89 | 2700 | 6000 | 11,90 | Osram |

Duluxtar Mini Twist

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|-------|------|------|-------|-------|
| 18 | 110-130 | 1200 | 67 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 | Osram |
| 18 | 110-130 | 1200 | 67 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 | Osram |
| 23 | 110-130 | 1400 | 61 | 80-89 | 4000 | 6000 | 11,90 | Osram |
| 23 | 110-130 | 1500 | 65 | 80-89 | 2700 | 6000 | 11,90 | Osram |

Duluxtar Classic A

| | | | | | | | | |
|----|---------|-----|----|-------|------|------|------|-------|
| 15 | 110-130 | 800 | 53 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 | Osram |
|----|---------|-----|----|-------|------|------|------|-------|

Essential

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|
| 20 | 110-127 | 1100 | 55 | 82 | 2700 | 6000 | 12,90 | Philips |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|

Twister

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|------|----|------|------|-------|---------|
| 15 | 110-127 | 1000 | 66,7 | 82 | 2700 | 6000 | 14,00 | Philips |
| 20 | 110-127 | 1350 | 68 | 82 | 2700 | 6000 | 15,50 | Philips |
| 23 | 110-127 | 1550 | 67 | 82 | 2700 | 6000 | 15,90 | Philips |

Deco-Globo

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|-------|-------|---------|
| 20 | 110-127 | 1100 | 55 | 82 | 2700 | 10000 | 29,90 | Philips |
|----|---------|------|----|----|------|-------|-------|---------|

Mini Essential Genie

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|
| 18 | 110-127 | 1100 | 61 | 82 | 2700 | 6000 | 13,10 | Philips |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|

Deco Twist

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|
| 22 | 110-127 | 1450 | 66 | 82 | 2700 | 6000 | 27,60 | Philips |
| 28 | 110-127 | 1950 | 70 | 82 | 2700 | 6000 | 29,30 | Philips |

Compacta Mini-Lynx Quadrúpla

| | | | | | | | | |
|----|-----|-----|----|----|------|-------|-------|----------|
| 15 | 127 | 800 | 53 | 85 | 4000 | 10000 | 15,90 | Sylvania |
|----|-----|-----|----|----|------|-------|-------|----------|

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Custo | Fabric. |
|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------|---------------------|---------------------|--------------|----------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | (R\$) | |

Compacta Mini-Lynx Tripla

| | | | | | | | | |
|----|-----|------|------|----|------|------|-------|----------|
| 15 | 127 | 1010 | 67 | 85 | 2700 | 8000 | 15,90 | Sylvania |
| 15 | 127 | 1010 | 67 | 85 | 4000 | 8000 | 15,90 | Sylvania |
| 20 | 127 | 1500 | 75 | 85 | 2700 | 8000 | 15,90 | Sylvania |
| 20 | 127 | 1490 | 74,5 | 85 | 4000 | 8000 | 15,90 | Sylvania |
| 25 | 127 | 1900 | 76 | 85 | 2700 | 8000 | 17,90 | Sylvania |
| 25 | 127 | 1810 | 72 | 85 | 4000 | 8000 | 17,90 | Sylvania |

Compacta Mini-Lynx Economy

| | | | | | | | | |
|----|-----|-----|----|----|------|------|-------|----------|
| 15 | 127 | 650 | 43 | 85 | 4000 | 4000 | 11,00 | Sylvania |
|----|-----|-----|----|----|------|------|-------|----------|

Compacta Mini-Lynx Espiral

| | | | | | | | | |
|----|-----|-----|----|----|------|------|-------|----------|
| 15 | 127 | 920 | 61 | 85 | 2700 | 8000 | 18,90 | Sylvania |
| 15 | 127 | 900 | 60 | 85 | 4000 | 8000 | 18,90 | Sylvania |

Eletrônica Globe

| | | | | | | | | |
|----|---------|-----|----|----|------|------|-------|------------------|
| 15 | 110-130 | 830 | 55 | 80 | 2700 | 6000 | 13,17 | General Electric |
|----|---------|-----|----|----|------|------|-------|------------------|

Eletrônica Spiral

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|------------------|
| 20 | 110-130 | 1300 | 65 | 80 | 2700 | 8000 | 11,29 | General Electric |
| 26 | 110-130 | 1800 | 69 | 80 | 2700 | 8000 | 11,29 | General Electric |

Eletrônica Mini Spiral T2

| | | | | | | | | |
|----|---------|-----|----|----|------|------|-------|------------------|
| 15 | 120-127 | 950 | 63 | 82 | 2700 | 6000 | 11,29 | General Electric |
| 15 | 120-127 | 950 | 63 | 82 | 4000 | 6000 | 11,29 | General Electric |

8.4. Cozinhas, Banheiros e Áreas de Serviço

“Lâmpadas Fluorescentes Compactas Integradas”

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Custo | Fabric. |
|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------|---------------------|---------------------|--------------|----------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | (R\$) | |

Duluxstar

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|-------|------|------|-------|-------|
| 15 | 110-130 | 1000 | 67 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 | Osram |
| 20 | 110-130 | 1350 | 68 | 80-89 | 4000 | 6000 | 10,90 | Osram |
| 23 | 110-130 | 1500 | 65 | 80-89 | 4000 | 6000 | 11,90 | Osram |
| 15 | 110-130 | 970 | 65 | 80-89 | 6000 | 6000 | 9,90 | Osram |
| 20 | 110-130 | 1300 | 65 | 80-89 | 6000 | 6000 | 10,90 | Osram |

Duluxtar Mini Twist

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|-------|------|------|-------|-------|
| 18 | 110-130 | 1200 | 67 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 | Osram |
| 23 | 110-130 | 1400 | 61 | 80-89 | 4000 | 6000 | 11,90 | Osram |

Circolux EL T5 <lâmpada fluorescente compacta circular>

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|-------|------|------|-------|-------|
| 22 | 110-130 | 1200 | 55 | 80-89 | 6500 | 8000 | 14,90 | Osram |
|----|---------|------|----|-------|------|------|-------|-------|

Essential

| | | | | | | | | |
|----|---------|-----|----|----|------|------|------|---------|
| 15 | 110-127 | 825 | 55 | 82 | 6500 | 6000 | 8,80 | Philips |
|----|---------|-----|----|----|------|------|------|---------|

Twister

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|
| 15 | 110-127 | 950 | 63 | 82 | 6500 | 6000 | 15,90 | Philips |
| 20 | 110-127 | 1250 | 63 | 82 | 6500 | 6000 | 15,50 | Philips |
| 23 | 110-127 | 1450 | 63 | 82 | 6500 | 6000 | 15,90 | Philips |
| 27 | 110-127 | 1660 | 62 | 82 | 6500 | 6000 | 18,70 | Philips |

Deco Twist

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|
| 28 | 110-127 | 1850 | 66 | 82 | 6500 | 6000 | 29,30 | Philips |
| 22 | 110-127 | 1360 | 62 | 82 | 6500 | 6000 | 27,60 | Philips |

Compacta Mini-Lynx Quadrúpla

| | | | | | | | | |
|----|-----|-----|----|----|------|-------|-------|----------|
| 15 | 127 | 800 | 53 | 85 | 4000 | 10000 | 15,90 | Sylvania |
|----|-----|-----|----|----|------|-------|-------|----------|

Compacta Mini-Lynx Tripla

| | | | | | | | | |
|----|-----|------|------|----|------|------|-------|----------|
| 15 | 127 | 1010 | 67 | 85 | 4000 | 8000 | 15,90 | Sylvania |
| 20 | 127 | 1490 | 74,5 | 85 | 4000 | 8000 | 15,90 | Sylvania |
| 25 | 127 | 1810 | 72 | 85 | 4000 | 8000 | 17,90 | Sylvania |

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Custo | Fabric. |
|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------|---------------------|---------------------|--------------|----------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | (R\$) | |

Compacta Mini-lynx Economy

| | | | | | | | | |
|----|-----|-----|----|----|------|------|-------|----------|
| 15 | 127 | 650 | 43 | 85 | 4000 | 4000 | 11,00 | Sylvania |
|----|-----|-----|----|----|------|------|-------|----------|

Compacta Mini-Lynx Espiral

| | | | | | | | | |
|----|-----|-----|----|----|------|------|-------|----------|
| 15 | 127 | 900 | 60 | 85 | 4000 | 8000 | 18,90 | Sylvania |
|----|-----|-----|----|----|------|------|-------|----------|

Eletrônica Espiral

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|------------------|
| 20 | 110-130 | 1200 | 60 | 80 | 6500 | 8000 | 11,29 | General Electric |
| 26 | 110-130 | 1800 | 69 | 80 | 6500 | 8000 | 11,29 | General Electric |

Eletrônica Mini Spiral T2

| | | | | | | | | |
|----|---------|-----|------|----|------|------|-------|------------------|
| 15 | 120-127 | 950 | 63 | 82 | 4000 | 6000 | 11,29 | General Electric |
| 15 | 120-127 | 940 | 62,7 | 82 | 6500 | 6000 | 11,29 | General Electric |

8.4. Salas de Jantar e Corredores

“Lâmpadas Fluorescentes Compactas não Integradas”

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | | Fabric. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|-------|---|-----|---------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R | |

Dulux D (dupla) <2 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 80-89 | 4000 | 8000 | 80000 | 15,90 | 20,00 | 35,90 | Osram |
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 80-89 | 2700 | 8000 | 80000 | 15,90 | 20,00 | 35,90 | Osram |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 80-89 | 4000 | 8000 | 80000 | 15,90 | 22,10 | 38,00 | Osram |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 80-89 | 2700 | 8000 | 80000 | 15,90 | 22,10 | 38,00 | Osram |

Dulux D/E (dupla para reator eletrônico) <4 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 80-89 | 4000 | 10000 | 30000 | 15,90 | 26,80 | 42,70 | Osram |
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 80-89 | 2700 | 10000 | 30000 | 15,90 | 26,80 | 42,70 | Osram |
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 80-89 | 4000 | 10000 | 30000 | 15,90 | 26,80 | 42,70 | Osram |
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 80-89 | 2700 | 10000 | 30000 | 15,90 | 26,80 | 42,70 | Osram |

Dulux (Tripla) <2 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 80-89 | 4000 | 8000 | 80000 | 19,90 | 20,00 | 39,90 | Osram |
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 80-89 | 2700 | 8000 | 80000 | 19,90 | 20,00 | 39,90 | Osram |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 80-89 | 4000 | 8000 | 80000 | 19,90 | 22,10 | 42,00 | Osram |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 80-89 | 2700 | 8000 | 80000 | 19,90 | 22,10 | 42,00 | Osram |

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | custo | | | Fabric. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|-------|---|-----|---------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R | |

Compacta Lynx-D <2 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|------|-------|------|-------|-------|----------|
| 18 | 28 | 1150 | 1035 | 37 | 85 | 2700 | 8000 | 80000 | 12,0 | 20,0 | 32,0 | Sylvania |
| 18 | 28 | 1120 | 1008 | 36 | 85 | 4000 | 8000 | 80000 | 12,0 | 20,0 | 32,0 | Sylvania |
| 26 | 37,5 | 1630 | 1467 | 39 | 85 | 2700 | 8000 | 80000 | 12,0 | 22,10 | 34,10 | Sylvania |
| 26 | 37,5 | 1600 | 1440 | 38 | 85 | 4000 | 8000 | 80000 | 12,0 | 22,10 | 34,10 | Sylvania |

Compacta Lynx-DE <4 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|------|-------|------|-------|------|----------|
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 85 | 2700 | 8000 | 30000 | 14,0 | 26,80 | 40,8 | Sylvania |
| 18 | 18 | 1120 | 1120 | 62 | 85 | 4000 | 8000 | 30000 | 14,0 | 26,80 | 40,8 | Sylvania |
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 85 | 2700 | 8000 | 30000 | 14,0 | 26,80 | 40,8 | Sylvania |
| 26 | 25,5 | 1600 | 1600 | 63 | 85 | 4000 | 8000 | 30000 | 14,0 | 26,80 | 40,8 | Sylvania |

Compacta Lynx-TE <4 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|------|-------|------|-------|------|----------|
| 26 | 25,5 | 1700 | 1700 | 67 | 85 | 2700 | 8000 | 30000 | 40,0 | 26,80 | 66,8 | Sylvania |
| 26 | 25,5 | 1640 | 1640 | 64 | 85 | 4000 | 8000 | 30000 | 40,0 | 26,80 | 66,8 | Sylvania |

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | | Fabric. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|-------|---|-----|---------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R | |

Biax D <2 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|------------------|
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 82 | 2700 | 10000 | 80000 | 14,0 | 20,00 | 34,00 | General Electric |
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | 14,0 | 20,00 | 34,00 | General Electric |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 82 | 2700 | 10000 | 80000 | 14,0 | 22,10 | 36,10 | General Electric |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | 14,0 | 22,10 | 36,10 | General Electric |

Biax D/E <4pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|------------------|
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 2700 | 12000 | 30000 | 7,81 | 26,80 | 34,61 | General Electric |
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 4000 | 12000 | 30000 | 7,81 | 26,80 | 34,61 | General Electric |
| 26 | 25,5 | 1710 | 1710 | 67 | 82 | 2700 | 12000 | 30000 | 7,81 | 26,80 | 34,61 | General Electric |
| 26 | 25,5 | 1710 | 1710 | 67 | 82 | 4000 | 12000 | 30000 | 7,81 | 26,80 | 34,61 | General Electric |

Biax T <2pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 82 | 2700 | 10000 | 80000 | 32,00 | 20,00 | 52,00 | General Electric |
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | 32,00 | 20,00 | 52,00 | General Electric |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 82 | 2700 | 10000 | 80000 | 41,0 | 22,10 | 63,10 | General Electric |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | 41,0 | 22,10 | 63,10 | General Electric |

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | | Fabric. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|-------|---|-----|---------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R | |

PL-C/2p <2 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|---------|
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 82 | 2700 | 10000 | 80000 | 12,1 | 20,00 | 32,10 | Philips |
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | 12,1 | 20,00 | 32,10 | Philips |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 82 | 2700 | 10000 | 80000 | 12,7 | 22,10 | 34,80 | Philips |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | 12,7 | 22,10 | 34,80 | Philips |

PL-T/4p <4 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|------|-------|---------|
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 2700 | 10000 | 30000 | 34,70 | 26,8 | 61,50 | Philips |
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 4000 | 10000 | 30000 | 34,70 | 26,8 | 61,50 | Philips |
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 82 | 2700 | 10000 | 30000 | 35,50 | 26,8 | 62,30 | Philips |
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 82 | 4000 | 10000 | 30000 | 35,50 | 26,8 | 62,30 | Philips |

8.6. Cozinhas, Banheiros e Áreas de Serviço

“Lâmpadas Fluorescentes Compactas não Integradas”

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | | Fabric. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|-------|---|-----|---------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R | |

Dulux D (dupla) <2 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 80-89 | 4000 | 8000 | 80000 | 15,90 | 20,00 | 35,90 | Osram |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 80-89 | 4000 | 8000 | 80000 | 15,90 | 22,10 | 38,00 | Osram |

Dulux D / E (dupla para reator eletrônico) <4 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 80-89 | 4000 | 10000 | 30000 | 15,90 | 26,80 | 42,70 | Osram |
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 80-89 | 4000 | 10000 | 30000 | 15,90 | 26,80 | 42,70 | Osram |

Dulux (Tripla) <2 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 80-89 | 4000 | 8000 | 80000 | 19,90 | 20,00 | 39,90 | Osram |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 80-89 | 4000 | 8000 | 80000 | 19,90 | 22,10 | 42,00 | Osram |

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | custo | | | Fabric. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|-------|---|-----|---------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R | |

Compacta Lynx-D <2 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|------|-------|------|-------|-------|----------|
| 18 | 28 | 1120 | 1008 | 36 | 85 | 4000 | 8000 | 80000 | 12,0 | 20,0 | 32,0 | Sylvania |
| 26 | 37,5 | 1600 | 1440 | 38 | 85 | 4000 | 8000 | 80000 | 12,0 | 22,10 | 34,10 | Sylvania |

Compacta Lynx-DE <4 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|------|-------|------|-------|------|----------|
| 18 | 18 | 1120 | 1120 | 62 | 85 | 4000 | 8000 | 30000 | 14,0 | 26,80 | 40,8 | Sylvania |
| 26 | 25,5 | 1600 | 1600 | 63 | 85 | 4000 | 8000 | 30000 | 14,0 | 26,80 | 40,8 | Sylvania |

Compacta Lynx-TE <4 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|------|-------|------|-------|------|----------|
| 26 | 25,5 | 1640 | 1640 | 64 | 85 | 4000 | 8000 | 30000 | 40,0 | 26,80 | 66,8 | Sylvania |
|----|------|------|------|----|----|------|------|-------|------|-------|------|----------|

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | | Fabric. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|-------|---|-----|---------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R | |

PL-C/2p <2 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|---------|
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | 12,1 | 20,00 | 32,10 | Philips |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | 12,7 | 22,10 | 34,80 | Philips |

PL-T/4p <4 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|------|-------|---------|
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 4000 | 10000 | 30000 | 34,70 | 26,8 | 61,50 | Philips |
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 82 | 4000 | 10000 | 30000 | 35,50 | 26,8 | 62,30 | Philips |

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | | Fabric. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|-------|---|-----|---------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R | |

Biax D <2 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional

(tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|------------------|
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | 14,0 | 20,00 | 34,00 | General Electric |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | 14,0 | 22,10 | 36,10 | General Electric |

Biax D / E <4pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|------------------|
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 4000 | 12000 | 30000 | 7,81 | 26,80 | 34,61 | General Electric |
| 26 | 25,5 | 1710 | 1710 | 67 | 82 | 4000 | 12000 | 30000 | 7,81 | 26,80 | 34,61 | General Electric |

Biax T <2pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional

(tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | 32,00 | 20,00 | 52,00 | General Electric |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | 41,0 | 22,10 | 63,10 | General Electric |

8.7. Cozinhas, Banheiros e Áreas de Serviço

“Fluorescentes Tubulares”

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. cor | Vida mediana | | Custo | | | Fabric. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|-----------|--------------|---|-------|---|-----|---------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R | |

Fluorescente TLTRS série 80

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão:127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|------|-------|------|-------|-------|---------|
| 20 | 20 | 1350 | 1215 | 61 | 85 | 4000 | 8000 | 30000 | 9,50 | 26,80 | 36,30 | Philips |
| 20 | 20 | 1300 | 1170 | 59 | 85 | 5000 | 8000 | 30000 | 9,50 | 26,80 | 36,30 | Philips |

Eco Master TLD / TLDRS

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão:127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|---------|
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 85 | 4000 | 12000 | 30000 | 8,60 | 26,80 | 35,40 | Philips |
| 16 | 18,5 | 1150 | 1150 | 62 | 85 | 5000 | 12000 | 30000 | 8,60 | 26,80 | 35,40 | Philips |
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 85 | 4000 | 12000 | 30000 | 8,60 | 26,80 | 35,40 | Philips |
| 32 | 35 | 2600 | 2600 | 74 | 85 | 5000 | 12000 | 30000 | 8,60 | 26,80 | 35,40 | Philips |

Fluorescente Master TL5

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão:127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 4000 | 20000 | 30000 | 21,50 | 69,20 | 90,70 | Philips |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 5000 | 20000 | 30000 | 21,50 | 69,20 | 90,70 | Philips |

Designer 4000

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 4000 | 20000 | 30000 | 35,00 | 69,20 | 104,20 | Sylvania |
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 85 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 | Sylvania |
| 20 | 20 | 1320 | 1188 | 59 | 85 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 | Sylvania |
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 85 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 | Sylvania |

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | IRC | temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | | Fabric. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|-------|---|-----|---------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R | |

Fluorescente Tubular T8 16W / 32W

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 80-89 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 | Osram |
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 80-89 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 | Osram |

Fluorescente Tubular T8 18W / 36W

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|--------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 18 | 18 | 1350 | 1215 | 68 | 80-89 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 | Osram |
| 18 | 18 | 950 | 855 | 48 | 90-100 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 | Osram |

Fluorescente Tubular T5 de Alta Eficiência (HE)

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão:127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 14 | 18 | 1100 | 1100 | 61 | 80-89 | 6500 | 20000 | 30000 | 24,90 | 69,20 | 94,10 | Osram |
| 14 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 80-89 | 4000 | 20000 | 30000 | 24,90 | 69,20 | 94,10 | Osram |

Fluorescente Universal

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão:127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|
| 20 | 20 | 1350 | 1215 | 61 | 85 | 4000 | 12000 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 | General Electric |
| 20 | 20 | 1300 | 1170 | 59 | 85 | 5000 | 12000 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 | General Electric |

Lâmpada Fluorescente T8

Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Rápida (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|
| 16 | 29 | 1350 | 1215 | 42 | 85 | 4000 | 20000 | 80000 | 11,00 | 23,00 | 34,00 | General Electric |
| 16 | 29 | 1150 | 1035 | 36 | 85 | 5000 | 20000 | 80000 | 11,00 | 23,00 | 34,00 | General Electric |
| 32 | 43,5 | 2950 | 2950 | 56 | 85 | 4000 | 20000 | 80000 | 11,00 | 23,00 | 34,00 | General Electric |
| 32 | 43,5 | 2600 | 2340 | 54 | 85 | 5000 | 20000 | 80000 | 11,00 | 23,00 | 34,00 | General Electric |

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | IRC | Temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | | Fabric. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|-------|---|-----|---------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R | |

Lâmpada Fluorescente T5

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 4000 | 20000 | 30000 | 27,00 | 69,20 | 96,20 | General Electric |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|

8.8. Salas de estar, Salas de Jantar e Corredores

“Fluorescentes Tubulares”

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | IRC | temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | | Fabric. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|-------|---|-----|---------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R | |

Fluorescente TLTRS série 80

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|------|-------|------|-------|-------|---------|
| 20 | 20 | 1350 | 1215 | 61 | 85 | 4000 | 8000 | 30000 | 9,50 | 26,80 | 36,30 | Philips |
|----|----|------|------|----|----|------|------|-------|------|-------|-------|---------|

Eco Master TLD / TLDRS

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|---------|
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 85 | 3000 | 12000 | 30000 | 8,60 | 26,80 | 35,40 | Philips |
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 85 | 4000 | 12000 | 30000 | 8,60 | 26,80 | 35,40 | Philips |
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 85 | 3000 | 12000 | 30000 | 8,60 | 26,80 | 35,40 | Philips |
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 85 | 4000 | 12000 | 30000 | 8,60 | 26,80 | 35,40 | Philips |

Fluorescente Master TL5

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 3000 | 20000 | 30000 | 21,50 | 69,20 | 90,70 | Philips |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 4000 | 20000 | 30000 | 21,50 | 69,20 | 90,70 | Philips |

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | IRC | temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | | Fabric. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|-------|---|-----|---------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R | |

Designer 3000

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 3000 | 20000 | 30000 | 35,00 | 69,20 | 104,20 | Sylvania |
| 20 | 20 | 1450 | 1305 | 65 | 85 | 3000 | 7500 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 | Sylvania |

Designer 4000

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 4000 | 20000 | 30000 | 35,00 | 69,20 | 104,20 | Sylvania |
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 85 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 | Sylvania |
| 20 | 20 | 1320 | 1188 | 59 | 85 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 | Sylvania |
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 85 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 | Sylvania |

Fluorescente Tubular T8 16W / 32W

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 80-89 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 | Osram |
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 80-89 | 3000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 | Osram |
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 80-89 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 | Osram |
| 32 | 35 | 2800 | 2800 | 80 | 80-89 | 3000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 | Osram |

Fluorescente Tubular T8 18w / 36w

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|--------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 18 | 18 | 1350 | 1215 | 68 | 80-89 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 | Osram |
| 18 | 18 | 950 | 855 | 48 | 90-100 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 | Osram |

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | IRC | Temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | | Fabric. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|-------|---|-----|---------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R | |

Fluorescente Tubular T5 de Alta Eficiência (HE)

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 14 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 80-89 | 4000 | 20000 | 30000 | 24,90 | 69,20 | 94,10 | Osram |
| 14 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 80-89 | 3000 | 20000 | 30000 | 24,90 | 69,20 | 94,10 | Osram |

Fluorescente Universal

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|
| 20 | 20 | 1350 | 1215 | 61 | 85 | 4000 | 12000 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 | General Electric |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|

Lâmpada Fluorescente T8

Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Rápida (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|
| 16 | 29 | 1200 | 1080 | 37 | 85 | 3000 | 20000 | 80000 | 11,00 | 23,00 | 34,00 | General Electric |
| 16 | 29 | 1350 | 1215 | 42 | 85 | 4000 | 20000 | 80000 | 11,00 | 23,00 | 34,00 | General Electric |
| 32 | 43,5 | 2700 | 2430 | 62 | 85 | 3000 | 20000 | 80000 | 11,00 | 23,00 | 34,00 | General Electric |
| 32 | 43,5 | 2950 | 2950 | 56 | 85 | 4000 | 20000 | 80000 | 11,00 | 23,00 | 34,00 | General Electric |

Lâmpada Fluorescente T5

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 3000 | 20000 | 30000 | 23,00 | 69,20 | 92,20 | General Electric |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 4000 | 20000 | 30000 | 27,00 | 69,20 | 96,20 | General Electric |

9. Análise de eficiência luminosa

Uma das análises mais importantes que deve ser feita antes da escolha de uma lâmpada para iluminar um determinado ambiente, é o da eficiência luminosa para verificação da quantidade de luz que ela proporciona, já que controlar a quantidade de luz emitida por uma lâmpada, também, é de fundamental importância para o sucesso de qualquer projeto de iluminação.

Para as lâmpadas incandescentes a análise de eficiência luminosa será feita, comparando as lâmpadas de mesma potência, de mesma temperatura de cor e com o mesmo acabamento de bulbo, e posteriormente, verificando e escolhendo aquelas alternativas que apresentam o maior valor de eficiência luminosa em relação as outras.

Com relação as lâmpadas fluorescentes, a análise será feita, comparando as lâmpadas de mesma potência e de mesma temperatura de cor, e posteriormente, também, verificando e escolhendo aquelas alternativas que apresentam o maior valor de eficiência luminosa em relação as demais.

É importante frisar ainda, que primeiro, a comparação será feita entre as alternativas de um mesmo fabricante, obtendo-se assim, as melhores alternativas de cada fabricante individualmente e depois comparando essas alternativas encontradas umas com as outras para verificar qual a melhor, ou seja, qual entre todas, apresenta o maior valor de eficiência luminosa.

Lembrando também, que esta análise será realizada utilizando as sugestões de aplicações por compartimento residencial apresentadas no capítulo anterior.

Obs. 22: Nas tabelas a seguir, a abreviação “**Melhor altern.**” significa, que esta alternativa é a que apresenta maior valor de eficiência luminosa em comparação com as demais alternativas disponíveis.

Lembrando ainda que as abreviações “**Fluxo lum.**” e “**Efici. lum.**” que aparecem em algumas tabelas nesse capítulo, significam, respectivamente, fluxo luminoso e eficiência luminosa.

Obs. 23: Nas tabelas a seguir, aquelas alternativas para as quais não encontramos disponível no mercado, uma outra do mesmo fabricante ou de outro fabricante com o mesmo valor de potência e acabamento de bulbo (no caso das incandescentes), ou com o mesmo valor de

potência e temperatura de cor (no caso das fluorescentes), para efetuarmos a comparação, serão consideradas como as melhores alternativas disponíveis.

9.1. Análise da eficiência luminosa das lâmpadas incandescentes

Como já foi dito no início desse capítulo, a análise de eficiência luminosa das lâmpadas incandescentes será feita, comparando as lâmpadas de mesma potência, de mesma temperatura de cor e com o mesmo acabamento de bulbo, e posteriormente, verificando e escolhendo aquelas alternativas que apresentam o maior valor de eficiência luminosa em relação as outras.

9.1.1. Tabelas comparativas entre lâmpadas incandescentes de um mesmo

fabricante

9.1.1.1. Tabelas comparativas entre lâmpadas incandescentes da Osram

| Potência (w) | Tensão (v) | Fluxo luminoso (lm) | Eficiência luminosa (lm/w) | Irc | Temp. de cor (k) | Bulbo (acab.) | Vida mediana (hora) | Melhor altern. |
|----------------------------|---------------|------------------------|-------------------------------|-----|---------------------|------------------|------------------------|----------------------------|
| Bellalux Soft White | | | | | | | | Vela Balão |
| 60 | 127 | 778 | 13,00 | 100 | 2700 | silico | 750 | |
| Vela Balão | | | | | | | | |
| 60 | 127 | 820 | 13,70 | 100 | 2700 | silico | 1000 | |
| Bellalux Soft White | | | | | | | | Bellalux Soft White |
| 100 | 127 | 1458 | 14,60 | 100 | 2700 | silico | 750 | |
| Classic | | | | | | | | Classic |
| 60 | 127 | 864 | 14,40 | 100 | 2700 | claro | 750 | |
| Vela Balão | | | | | | | | |
| 60 | 127 | 820 | 13,70 | 100 | 2700 | claro | 1000 | |
| Classic | | | | | | | | Classic |
| 100 | 127 | 1620 | 16,20 | 100 | 2700 | claro | 750 | |

9.1.1.2. Tabelas comparativas entre lâmpadas incandescentes da Sylvania

| Potência (w) | Tensão (v) | Fluxo luminoso (lm) | Eficiência luminosa (lm/w) | Irc | Temp. de cor (k) | Bulbo (acab.) | Vida mediana (hora) | Melhor altern. |
|-------------------|---------------|------------------------|-------------------------------|-----|---------------------|------------------|------------------------|-----------------|
| Alvalux | | | | | | | | Alvalux |
| 60 | 127 | 778 | 13,0 | 100 | 2700 | revestido | 750 | |
| Vela Balão | | | | | | | | |
| 60 | 127 | 650 | 10,8 | 100 | 2700 | revestido | 750 | |
| Alvalux | | | | | | | | Alvalux |
| 100 | 127 | 1458 | 14,6 | 100 | 2700 | revestido | 750 | |
| Standard | | | | | | | | Standard |
| 60 | 127 | 864 | 14,4 | 100 | 2700 | claro | 750 | |
| Vela Balão | | | | | | | | |
| 60 | 127 | 750 | 12,5 | 100 | 2700 | claro | 750 | |
| Standard | | | | | | | | Standard |
| 100 | 127 | 1620 | 16,2 | 100 | 2700 | claro | 750 | |

9.1.1.3. Tabelas comparativas entre lâmpadas Incandescentes da Philips

| Potência (w) | Tensão (v) | Fluxo luminoso (lm) | Eficiência luminosa (lm/w) | Irc | Temp. de cor (k) | Bulbo (acab.) | Vida mediana (hora) | Melhor altern. |
|-------------------|---------------|------------------------|-------------------------------|-----|---------------------|------------------|------------------------|-----------------|
| Soft | | | | | | | | Soft |
| 60 | 127 | 864 | 14,4 | 100 | 2700 | suave | 1000 | |
| Vela Balão | | | | | | | | |
| 60 | 127 | 740 | 12,3 | 100 | 2700 | suave | 1000 | |
| Soft | | | | | | | | Soft |
| 100 | 127 | 1620 | 16,2 | 100 | 2700 | suave | 1000 | |
| Standard | | | | | | | | Standard |
| 60 | 127 | 864 | 14,4 | 100 | 2700 | claro | 1000 | |
| Vela Balão | | | | | | | | |
| 60 | 127 | 750 | 12,5 | 100 | 2700 | claro | 1000 | |
| Standard | | | | | | | | Standard |
| 100 | 127 | 1620 | 16,2 | 100 | 2700 | claro | 1000 | |

9.1.1.4. Tabelas comparativas entre lâmpadas incandescentes da General Electric

| Potência (w) | Tensão (v) | Fluxo luminoso (lm) | Eficiência luminosa (lm/w) | Irc | Temp. de cor (k) | Bulbo (acab.) | Vida mediana (hora) | Melhor altern. | |
|-------------------|---------------|------------------------|-------------------------------|-----|---------------------|------------------|------------------------|----------------|--|
| Max Lux | | | | | | | | | |
| 60 | 127 | 778 | 13,0 | 100 | 2700 | branco interno | 750 | Max Lux | |
| Vela Lisa | | | | | | | | | |
| 60 | 127 | 505 | 8,4 | 100 | 2700 | branco interno | 750 | | |
| Vela Balão | | | | | | | | | |
| 60 | 127 | 650 | 10,80 | 100 | 2700 | branco interno | 750 | | |
| Max Lux | | | | | | | | | |
| 100 | 127 | 1458 | 14,6 | 100 | 2700 | branco interno | 750 | Max Lux | |
| Cristal | | | | | | | | | |
| 60 | 127 | 864 | 14,4 | 100 | 2700 | claro | 750 | Cristal | |
| Vela Lisa | | | | | | | | | |
| 60 | 127 | 630 | 10,5 | 100 | 2700 | claro | 750 | | |
| Vela Balão | | | | | | | | | |
| 60 | 127 | 750 | 12,50 | 100 | 2700 | claro | 750 | | |
| Cristal | | | | | | | | | |
| 100 | 127 | 1620 | 16,2 | 100 | 2700 | claro | 750 | Cristal | |

9.1.2. Tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas incandescentes de cada um dos 4 fabricantes que foram pesquisados

| Potência (w) | Tensão (v) | Fluxo lum. (lm) | Efici. lum. (lm/w) | Irc | Temp. de cor (k) | Bulbo (acab.) | Vida mediana (hora) | Fabric. | Melhor altern. |
|-----------------|---------------|--------------------|-----------------------|-----|---------------------|------------------|------------------------|---------|----------------|
|-----------------|---------------|--------------------|-----------------------|-----|---------------------|------------------|------------------------|---------|----------------|

| | | | | | | | | | |
|-------------------|-----|-----|--------------|-----|------|----------------|------|------------------|-------------|
| Vela Balão | | | | | | | | Osram | Soft |
| 60 | 127 | 820 | 13,70 | 100 | 2700 | silico | 1000 | | |
| Alvalux | | | | | | | | Sylvania | |
| 60 | 127 | 778 | 13,0 | 100 | 2700 | revestido | 750 | | |
| Soft | | | | | | | | Philips | |
| 60 | 127 | 864 | 14,40 | 100 | 2700 | suave | 1000 | | |
| Max Lux | | | | | | | | General Electric | |
| 60 | 127 | 778 | 13,0 | 100 | 2700 | branco interno | 750 | | |

| | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----|------|--------------|-----|------|----------------|------|------------------|-------------|
| Bellalux Soft White | | | | | | | | Osram | Soft |
| 100 | 127 | 1458 | 14,60 | 100 | 2700 | silico | 750 | | |
| Alvalux | | | | | | | | Sylvania | |
| 100 | 127 | 1458 | 14,60 | 100 | 2700 | revestido | 750 | | |
| Soft | | | | | | | | Philips | |
| 100 | 127 | 1620 | 16,20 | 100 | 2700 | suave | 1000 | | |
| Max Lux | | | | | | | | General Electric | |
| 100 | 127 | 1458 | 14,60 | 100 | 2700 | branco interno | 750 | | |

| | | | | | | | | | |
|-----------------|-----|-----|--------------|-----|------|-------|------|------------------|---------------------------------|
| Classic | | | | | | | | Osram | Classic Standard Cristal |
| 60 | 127 | 864 | 14,40 | 100 | 2700 | claro | 750 | | |
| Standard | | | | | | | | Sylvania | |
| 60 | 127 | 864 | 14,40 | 100 | 2700 | claro | 750 | | |
| Standard | | | | | | | | Philips | |
| 60 | 127 | 864 | 14,40 | 100 | 2700 | claro | 1000 | | |
| Cristal | | | | | | | | General Electric | |
| 60 | 127 | 864 | 14,40 | 100 | 2700 | claro | 750 | | |

| | | | | | | | | | |
|-----------------|-----|------|--------------|-----|------|-------|------|------------------|---------------------------------|
| Classic | | | | | | | | Osram | Classic Standard Cristal |
| 100 | 127 | 1620 | 16,20 | 100 | 2700 | claro | 750 | | |
| Standard | | | | | | | | Sylvania | |
| 100 | 127 | 1620 | 16,20 | 100 | 2700 | claro | 750 | | |
| Standard | | | | | | | | Philips | |
| 100 | 127 | 1620 | 16,20 | 100 | 2700 | claro | 1000 | | |
| Cristal | | | | | | | | General Electric | |
| 100 | 127 | 1620 | 16,20 | 100 | 2700 | claro | 750 | | |

9.1.3. Tabelas com as melhores alternativas de lâmpadas incandescentes resultantes da análise de eficiência luminosa

| Potência (w) | Tensão (v) | Fluxo luminoso (lm) | Eficiência luminosa (lm/w) | Irc | Temp. de cor (k) | Bulbo (acab.) | Vida mediana (hora) | Fabric. |
|-----------------|---------------|------------------------|-------------------------------|-----|---------------------|------------------|------------------------|------------------|
| Soft | | | | | | | | Philips |
| 60 | 127 | 864 | 14,40 | 100 | 2700 | suave | 1000 | |
| Soft | | | | | | | | Philips |
| 100 | 127 | 1620 | 16,20 | 100 | 2700 | suave | 1000 | |
| Classic | | | | | | | | Osram |
| 60 | 127 | 864 | 14,40 | 100 | 2700 | claro | 750 | |
| Standard | | | | | | | | Sylvania |
| 60 | 127 | 864 | 14,40 | 100 | 2700 | claro | 750 | |
| Standard | | | | | | | | Philips |
| 60 | 127 | 864 | 14,40 | 100 | 2700 | claro | 1000 | |
| Cristal | | | | | | | | General Electric |
| 60 | 127 | 864 | 14,40 | 100 | 2700 | claro | 750 | |
| Classic | | | | | | | | Osram |
| 100 | 127 | 1620 | 16,20 | 100 | 2700 | claro | 750 | |
| Standard | | | | | | | | Sylvania |
| 100 | 127 | 1620 | 16,20 | 100 | 2700 | claro | 750 | |
| Standard | | | | | | | | Philips |
| 100 | 127 | 1620 | 16,20 | 100 | 2700 | claro | 1000 | |
| Cristal | | | | | | | | General Electric |
| 100 | 127 | 1620 | 16,20 | 100 | 2700 | claro | 750 | |

9.2. Análise da eficiência luminosa das lâmpadas fluorescentes compactas integradas

Como já foi dito no início desse capítulo, a análise de eficiência luminosa das lâmpadas fluorescentes compactas integradas será feita, comparando as lâmpadas de mesma potência e de mesma temperatura de cor, e posteriormente, verificando e escolhendo aquelas alternativas que apresentam o maior valor de eficiência luminosa em relação as outras.

9.2.1. Tabelas comparativas entre lâmpadas fluorescentes compactas integradas de um mesmo fabricante

9.2.1.1. Tabelas comparativas entre lâmpadas fluorescentes compactas integradas da Osram

| Potência (w) | Tensão (v) | Fluxo luminoso (lm) | Eficiência luminosa (lm/w) | Irc | Temp. de cor (k) | Vida mediana (hora) | Melhor Altern. |
|----------------------------|---------------|------------------------|-------------------------------|-------|---------------------|------------------------|----------------------------|
| Duluxtar | | | | | | | Duluxtar |
| 15 | 110-130 | 1000 | 66,70 | 80-89 | 2700 | 6000 | |
| Duluxtar Classic A | | | | | | | |
| 15 | 110-130 | 800 | 53 | 80-89 | 2700 | 6000 | |
| Duluxtar | | | | | | | Duluxtar |
| 15 | 110-130 | 1000 | 66,70 | 80-89 | 4000 | 6000 | |
| Duluxtar | | | | | | | Duluxtar |
| 15 | 110-130 | 970 | 65 | 80-89 | 6000 | 6000 | |
| Duluxtar Mini Twist | | | | | | | Duluxtar Mini Twist |
| 18 | 110-130 | 1200 | 67 | 80-89 | 2700 | 6000 | |
| Duluxtar Mini Twist | | | | | | | Duluxtar Mini Twist |
| 18 | 110-130 | 1200 | 67 | 80-89 | 4000 | 6000 | |
| Duluxtar | | | | | | | Duluxtar |
| 20 | 110-130 | 1350 | 68 | 80-89 | 2700 | 6000 | |
| Duluxtar | | | | | | | Duluxtar |
| 20 | 110-130 | 1350 | 68 | 80-89 | 4000 | 6000 | |
| Duluxtar | | | | | | | Duluxtar |
| 20 | 110-130 | 1300 | 65 | 80-89 | 6000 | 6000 | |

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Melhor Altern. |
|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | |

| Circolux EL T5 | | | | | | | Circolux EL T5 |
|-----------------------|---------|------|-----------|-------|------|------|-----------------------|
| 22 | 110-130 | 1200 | 55 | 80-89 | 6500 | 8000 | |

| Duluxtar | | | | | | | Duluxtar |
|----------------------------|---------|------|-----------|-------|------|------|----------------------------|
| 23 | 110-130 | 1500 | 65 | 80-89 | 2700 | 6000 | |
| Duluxtar Mini Twist | | | | | | | Duluxtar Mini Twist |
| 23 | 110-130 | 1500 | 65 | 80-89 | 2700 | 6000 | |

| Duluxtar | | | | | | | Duluxtar |
|----------------------------|---------|------|-----------|-------|------|------|-----------------|
| 23 | 110-130 | 1500 | 65 | 80-89 | 4000 | 6000 | |
| Duluxtar Mini Twist | | | | | | | |
| 23 | 110-130 | 1400 | 61 | 80-89 | 4000 | 6000 | |

9.2.1.2. Tabelas comparativas entre lâmpadas fluorescentes compactas integradas da Sylvania

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Melhor Altern. |
|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | |

| Compacta Mini-Lynx Tripla | | | | | | | Compacta Mini-Lynx Tripla |
|-----------------------------------|-----|------|-----------|----|------|------|----------------------------------|
| 15 | 127 | 1010 | 67 | 85 | 2700 | 8000 | |
| Compacta Mini-Lynx Espiral | | | | | | | |
| 15 | 127 | 920 | 61 | 85 | 2700 | 8000 | |

| Compacta Mini-Lynx Quadrúpla | | | | | | | Compacta Mini-Lynx Tripla |
|-------------------------------------|-----|------|-----------|----|------|-------|----------------------------------|
| 15 | 127 | 800 | 53 | 85 | 4000 | 10000 | |
| Compacta Mini-Lynx Tripla | | | | | | | |
| 15 | 127 | 1010 | 67 | 85 | 4000 | 8000 | |
| Compacta Mini-Lynx Economy | | | | | | | |
| 15 | 127 | 650 | 43 | 85 | 4000 | 4000 | |
| Compacta Mini-Lynx Espiral | | | | | | | |
| 15 | 127 | 900 | 60 | 85 | 4000 | 8000 | |

| Compacta Mini-Lynx Tripla | | | | | | | Compacta Mini-Lynx Tripla |
|----------------------------------|-----|------|-----------|----|------|------|----------------------------------|
| 20 | 127 | 1500 | 75 | 85 | 2700 | 8000 | |

| Compacta Mini-Lynx Tripla | | | | | | | Compacta Mini-Lynx Tripla |
|----------------------------------|-----|------|-------------|----|------|------|----------------------------------|
| 20 | 127 | 1490 | 74,5 | 85 | 4000 | 8000 | |

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Melhor Altern. |
|----------|--------|----------------|---------------------|-----|--------------|--------------|----------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (°k) | (hora) | |

| Compacta Mini-Lynx Tripla | | | | | | | Compacta Mini-Lynx Tripla |
|---------------------------|-----|------|-----------|----|------|------|---------------------------|
| 25 | 127 | 1900 | 76 | 85 | 2700 | 8000 | |

| Compacta Mini-Lynx Tripla | | | | | | | Compacta Mini-Lynx Tripla |
|---------------------------|-----|------|-----------|----|------|------|---------------------------|
| 25 | 127 | 1810 | 72 | 85 | 4000 | 8000 | |

9.2.1.3. Tabelas comparativas entre lâmpadas fluorescentes compactas integradas da Philips

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Melhor Altern. |
|----------|--------|----------------|---------------------|-----|--------------|--------------|----------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | |

| Twister | | | | | | | Twister |
|---------|---------|------|--------------|----|------|------|---------|
| 15 | 110-127 | 1000 | 66,70 | 82 | 2700 | 6000 | |

| Essential | | | | | | | Twister |
|-----------|---------|-----|-----------|----|------|------|---------|
| 15 | 110-127 | 825 | 55 | 82 | 6500 | 6000 | |
| Twister | | | | | | | |
| 15 | 110-127 | 950 | 63 | 82 | 6500 | 6000 | |

| Mini Essential Genie | | | | | | | Mini Essential Genie |
|----------------------|---------|------|-----------|----|------|------|----------------------|
| 18 | 110-127 | 1100 | 61 | 82 | 2700 | 6000 | |

| Essential | | | | | | | Twister |
|------------|---------|------|-----------|----|------|-------|---------|
| 20 | 110-127 | 1100 | 55 | 82 | 2700 | 6000 | |
| Twister | | | | | | | |
| 20 | 110-127 | 1350 | 68 | 82 | 2700 | 6000 | |
| Deco-Globo | | | | | | | |
| 20 | 110-127 | 1100 | 55 | 82 | 2700 | 10000 | |

| Twister | | | | | | | Twister |
|---------|---------|------|-----------|----|------|------|---------|
| 20 | 110-127 | 1250 | 63 | 82 | 6500 | 6000 | |

| Deco Twist | | | | | | | Deco Twist |
|------------|---------|------|-----------|----|------|------|------------|
| 22 | 110-127 | 1450 | 66 | 82 | 2700 | 6000 | |

| Deco Twist | | | | | | | Deco Twist |
|------------|---------|------|-----------|----|------|------|------------|
| 22 | 110-127 | 1360 | 62 | 82 | 6500 | 6000 | |

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Melhor Altern. |
|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | |

| Twister | | | | | | | Twister |
|----------------|---------|------|-----------|----|------|------|----------------|
| 23 | 110-127 | 1550 | 67 | 82 | 2700 | 6000 | |

| Twister | | | | | | | Twister |
|----------------|---------|------|-----------|----|------|------|----------------|
| 23 | 110-127 | 1450 | 63 | 82 | 6500 | 6000 | |

| Twister | | | | | | | Twister |
|----------------|---------|------|-----------|----|------|------|----------------|
| 27 | 110-127 | 1660 | 62 | 82 | 6500 | 6000 | |

| Deco Twist | | | | | | | Deco Twist |
|-------------------|---------|------|-----------|----|------|------|-------------------|
| 28 | 110-127 | 1950 | 70 | 82 | 2700 | 6000 | |

| Deco Twist | | | | | | | Deco Twist |
|-------------------|---------|------|-----------|----|------|------|-------------------|
| 28 | 110-127 | 1850 | 66 | 82 | 6500 | 6000 | |

9.2.1.4. Tabelas comparativas entre lâmpadas fluorescentes compactas integrada da General Electric

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Melhor Altern. |
|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | |

| Eletrônica Globe | | | | | | | Eletrônica Mini Spiral T2 |
|----------------------------------|---------|-----|-----------|----|------|------|----------------------------------|
| 15 | 110-130 | 830 | 55 | 80 | 2700 | 6000 | |
| Eletrônica Mini Spiral T2 | | | | | | | Eletrônica Mini Spiral T2 |
| 15 | 120-127 | 950 | 63 | 82 | 2700 | 6000 | |

| Eletrônica Mini Spiral T2 | | | | | | | Eletrônica Mini Spiral T2 |
|----------------------------------|---------|-----|-----------|----|------|------|----------------------------------|
| 15 | 120-127 | 950 | 63 | 82 | 4000 | 6000 | |

| Eletrônica Mini Spiral T2 | | | | | | | Eletrônica Mini Spiral T2 |
|----------------------------------|---------|-----|--------------|----|------|------|----------------------------------|
| 15 | 120-127 | 940 | 62,70 | 82 | 6500 | 6000 | |

| Eletrônica Spiral | | | | | | | Eletrônica Spiral |
|--------------------------|---------|------|-----------|----|------|------|--------------------------|
| 20 | 110-130 | 1300 | 65 | 80 | 2700 | 8000 | |

| Eletrônica Spiral | | | | | | | Eletrônica Spiral |
|--------------------------|---------|------|-----------|----|------|------|--------------------------|
| 20 | 110-130 | 1200 | 60 | 80 | 6500 | 8000 | |

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Melhor Altern. |
|----------|--------|----------------|---------------------|-----|--------------|--------------|----------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | |

| Eletrônica Spiral | | | | | | | Eletrônica Spiral |
|-------------------|---------|------|----|----|------|------|-------------------|
| 26 | 110-130 | 1800 | 69 | 80 | 2700 | 8000 | |

| Eletrônica Spiral | | | | | | | Eletrônica Spiral |
|-------------------|---------|------|----|----|------|------|-------------------|
| 26 | 110-130 | 1800 | 69 | 80 | 6500 | 8000 | |

9.2.2. Tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes compactas integradas de cada um dos 4 fabricantes que foram pesquisados

| Potência | Tensão | Fluxo lum. | Efici. lum. | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Fabric. | Melhor Altern. |
|----------|--------|------------|-------------|-----|--------------|--------------|---------|----------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | | |

| | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------|------|-------|-------|------|------|------------------|----------------------------------|
| Duluxtar | | | | | | | Osram | Compacta Mini-Lynx Tripla |
| 15 | 110-130 | 1000 | 66,70 | 80-89 | 2700 | 6000 | | |
| Compacta Mini-Lynx Tripla | | | | | | | Sylvania | |
| 15 | 127 | 1010 | 67 | 85 | 2700 | 8000 | | |
| Twister | | | | | | | Philips | |
| 15 | 110-127 | 1000 | 66,70 | 82 | 2700 | 6000 | | |
| Eletrônica Mini Spiral T2 | | | | | | | General Electric | |
| 15 | 120-127 | 950 | 63 | 82 | 2700 | 6000 | | |

| | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|----------------------------------|
| Duluxtar | | | | | | | Osram | Compacta Mini-Lynx Tripla |
| 15 | 110-130 | 1000 | 66,70 | 80-89 | 4000 | 6000 | | |
| Compacta Mini-Lynx Tripla | | | | | | | Sylvania | |
| 15 | 127 | 1010 | 67 | 85 | 4000 | 8000 | | |
| ----- | | | | | | | Philips | |
| ---- | ---- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | | |
| Eletrônica Mini Spiral T2 | | | | | | | General Electric | |
| 15 | 120-127 | 950 | 63 | 82 | 4000 | 6000 | | |

| | | | | | | | | |
|-----------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|-----------------|
| Duluxtar | | | | | | | Osram | Duluxtar |
| 15 | 110-130 | 970 | 65 | 80-89 | 6000 | 6000 | | |
| ----- | | | | | | | Sylvania | |
| ---- | ---- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | | |
| ----- | | | | | | | Philips | |
| ---- | ---- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | | |
| ----- | | | | | | | General Electric | |
| ---- | ---- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | | |

| Potência (w) | Tensão (v) | Fluxo lum. (lm) | Efici. lum. (lm/w) | Irc | Temp. de cor (k) | Vida mediana (hora) | Fabric. | Melhor Altern. |
|-----------------|---------------|--------------------|-----------------------|-----|---------------------|------------------------|---------|----------------|
|-----------------|---------------|--------------------|-----------------------|-----|---------------------|------------------------|---------|----------------|

| | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------|------|-----------|------|------|------|------------------|----------------|
| ----- | | | | | | | Osram | Twister |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |
| ----- | | | | | | | Sylvania | |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |
| Twister | | | | | | | Philips | |
| 15 | 110-127 | 950 | 63 | 82 | 6500 | 6000 | | |
| Eletrônica Mini Spiral T2 | | | | | | | General Electric | |
| 15 | 120-127 | 940 | 62,70 | 82 | 6500 | 6000 | | |

| | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------|------|-----------|-------|------|------|------------------|----------------------------|
| Duluxtar Mini Twist | | | | | | | Osram | Duluxtar Mini Twist |
| 18 | 110-130 | 1200 | 67 | 80-89 | 2700 | 6000 | | |
| ----- | | | | | | | Sylvania | |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |
| Mini Essential Genie | | | | | | | Philips | |
| 18 | 110-127 | 1100 | 61 | 82 | 2700 | 6000 | | |
| ----- | | | | | | | General Electric | |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |

| | | | | | | | | |
|----------------------------|---------|------|-----------|-------|------|------|------------------|----------------------------|
| Duluxtar Mini Twist | | | | | | | Osram | Duluxtar Mini Twist |
| 18 | 110-130 | 1200 | 67 | 80-89 | 4000 | 6000 | | |
| ----- | | | | | | | Sylvania | |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |
| ----- | | | | | | | Philips | |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |
| ----- | | | | | | | General Electric | |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |

| | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------|------|-----------|-------|------|------|------------------|----------------------------------|
| Duluxtar | | | | | | | Osram | Compacta Mini-Lynx Tripla |
| 20 | 110-130 | 1350 | 68 | 80-89 | 2700 | 6000 | | |
| Compacta Mini-Lynx Tripla | | | | | | | Sylvania | |
| 20 | 127 | 1500 | 75 | 85 | 2700 | 8000 | | |
| Twister | | | | | | | Philips | |
| 20 | 110-127 | 1350 | 68 | 82 | 2700 | 6000 | | |
| Eletrônica Spiral | | | | | | | General Electric | |
| 20 | 110-130 | 1300 | 65 | 80 | 2700 | 8000 | | |

| Potência | Tensão | Fluxo lum. | Efici. lum. | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Fabric. | Melhor Altern. |
|-----------------|---------------|-------------------|--------------------|------------|---------------------|---------------------|----------------|-----------------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | | |

| | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------|------|-------------|-------|------|------|------------------|----------------------------------|
| Duluxtar | | | | | | | Osram | Compacta Mini-Lynx Tripla |
| 20 | 110-130 | 1350 | 68 | 80-89 | 4000 | 6000 | | |
| Compacta Mini-Lynx Tripla | | | | | | | Sylvania | |
| 20 | 127 | 1490 | 74,5 | 85 | 4000 | 8000 | | |
| ----- | | | | | | | Philips | |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |
| ----- | | | | | | | General Electric | |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |

| | | | | | | | | |
|-----------------|---------|------|-----------|-------|------|------|------------------|-----------------|
| Duluxtar | | | | | | | Osram | Duluxtar |
| 20 | 110-130 | 1300 | 65 | 80-89 | 6000 | 6000 | | |
| ----- | | | | | | | Sylvania | |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |
| ----- | | | | | | | Philips | |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |
| ----- | | | | | | | General Electric | |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |

| | | | | | | | | |
|--------------------------|---------|------|-----------|------|------|------|------------------|----------------|
| ----- | | | | | | | Osram | Twister |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |
| ----- | | | | | | | Sylvania | |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |
| Twister | | | | | | | Philips | |
| 20 | 110-127 | 1250 | 63 | 82 | 6500 | 6000 | | |
| Eletrônica Spiral | | | | | | | General Electric | |
| 20 | 110-130 | 1200 | 60 | 80 | 6500 | 8000 | | |

| | | | | | | | | |
|-------------------|---------|------|-----------|------|------|------|------------------|-------------------|
| ----- | | | | | | | Osram | Deco Twist |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |
| ----- | | | | | | | Sylvania | |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |
| Deco Twist | | | | | | | Philips | |
| 22 | 110-127 | 1450 | 66 | 82 | 2700 | 6000 | | |
| ----- | | | | | | | General Electric | |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |

| Potência (w) | Tensão (v) | Fluxo lum. (lm) | Efici. lum. (lm/w) | Irc | Temp. de cor (k) | Vida mediana (hora) | Fabric. | Melhor Altern. |
|-----------------|---------------|--------------------|-----------------------|-----|---------------------|------------------------|---------|----------------|
|-----------------|---------------|--------------------|-----------------------|-----|---------------------|------------------------|---------|----------------|

| | | | | | | | | |
|-----------------------|---------|-------|-----------|-------|-------|-------|------------------|-------------------|
| Circolux EL T5 | | | | | | | Osram | Deco Twist |
| 22 | 110-130 | 1200 | 55 | 80-89 | 6500 | 8000 | | |
| ----- | | | | | | | Sylvania | |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | | |
| Deco Twist | | | | | | | Philips | |
| 22 | 110-127 | 1360 | 62 | 82 | 6500 | 6000 | | |
| ----- | | | | | | | General Electric | |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | | |

| | | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------|-------|-----------|-------|-------|-------|------------------|----------------|
| Duluxtar e Duluxtar Mini Twist | | | | | | | Osram | Twister |
| 23 | 110-130 | 1500 | 65 | 80-89 | 2700 | 6000 | | |
| ----- | | | | | | | Sylvania | |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | | |
| Twister | | | | | | | Philips | |
| 23 | 110-127 | 1550 | 67 | 82 | 2700 | 6000 | | |
| ----- | | | | | | | General Electric | |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | | |

| | | | | | | | | |
|-----------------|---------|-------|-----------|-------|-------|-------|------------------|-----------------|
| Duluxtar | | | | | | | Osram | Duluxtar |
| 23 | 110-130 | 1500 | 65 | 80-89 | 4000 | 6000 | | |
| ----- | | | | | | | Sylvania | |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | | |
| ----- | | | | | | | Philips | |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | | |
| ----- | | | | | | | General Electric | |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | | |

| | | | | | | | | |
|----------------|---------|-------|-----------|-------|-------|-------|------------------|----------------|
| ----- | | | | | | | Osram | Twister |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | | |
| ----- | | | | | | | Sylvania | |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | | |
| Twister | | | | | | | Philips | |
| 23 | 110-127 | 1450 | 63 | 82 | 6500 | 6000 | | |
| ----- | | | | | | | General Electric | |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | | |

| Potência | Tensão | Fluxo lum. | Efici. lum. | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Fabric. | Melhor Altern. |
|-----------------|---------------|-------------------|--------------------|------------|---------------------|---------------------|----------------|-----------------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | | |

| | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|------------------|----------------------------------|
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | Osram | Compacta Mini-Lynx Tripla |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | Sylvania | |
| Compacta Mini-Lynx Tripla | | | | | | | | |
| 25 | 127 | 1900 | 76 | 85 | 2700 | 8000 | Philips | |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | General Electric | |

| | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|------------------|----------------------------------|
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | Osram | Compacta Mini-Lynx Tripla |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | Sylvania | |
| Compacta Mini-Lynx Tripla | | | | | | | | |
| 25 | 127 | 1810 | 72 | 85 | 4000 | 8000 | Philips | |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | General Electric | |

| | | | | | | | | |
|--------------------------|---------|-------|-----------|-------|-------|-------|------------------|--------------------------|
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | Osram | Eletrônica Spiral |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | Sylvania | |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | Philips | |
| Eletrônica Spiral | | | | | | | | |
| 26 | 110-130 | 1800 | 69 | 80 | 2700 | 8000 | General Electric | |

| | | | | | | | | |
|--------------------------|---------|-------|-----------|-------|-------|-------|------------------|--------------------------|
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | Osram | Eletrônica Spiral |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | Sylvania | |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | Philips | |
| Eletrônica Spiral | | | | | | | | |
| 26 | 110-130 | 1800 | 69 | 80 | 6500 | 8000 | General Electric | |

| Potência | Tensão | Fluxo lum. | Efici. lum. | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Fabric. | Melhor Altern. |
|-----------------|---------------|-------------------|--------------------|------------|---------------------|---------------------|----------------|-----------------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | | |

| | | | | | | | | |
|----------------|---------|-------|-----------|-------|-------|-------|------------------|----------------|
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | Osram | Twister |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | Sylvania | |
| Twister | | | | | | | Philips | |
| 27 | 110-127 | 1660 | 62 | 82 | 6500 | 6000 | General Electric | |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | | |

| | | | | | | | | |
|-------------------|---------|-------|-----------|-------|-------|-------|------------------|-------------------|
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | Osram | Deco Twist |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | Sylvania | |
| Deco Twist | | | | | | | Philips | |
| 28 | 110-127 | 1950 | 70 | 82 | 2700 | 6000 | General Electric | |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | | |

| | | | | | | | | |
|-------------------|---------|-------|-----------|-------|-------|-------|------------------|-------------------|
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | Osram | Deco Twist |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | Sylvania | |
| Deco Twist | | | | | | | Philips | |
| 28 | 110-127 | 1850 | 66 | 82 | 6500 | 6000 | General Electric | |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | | |

9.2.3. Tabelas com as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes compactas integradas resultantes da análise de eficiência luminosa

| Potência (w) | Tensão (v) | Fluxo luminoso (lm) | Eficiência luminosa (lm/w) | Irc | Temp. de cor (k) | Vida mediana (hora) | Fabric. |
|----------------------------------|---------------|------------------------|-------------------------------|-------|---------------------|------------------------|----------|
| Compacta Mini-Lynx Tripla | | | | | | | Sylvania |
| 15 | 127 | 1010 | 67 | 85 | 2700 | 8000 | |
| Compacta Mini-Lynx Tripla | | | | | | | Sylvania |
| 15 | 127 | 1010 | 67 | 85 | 4000 | 8000 | |
| Duluxtar | | | | | | | Osram |
| 15 | 110-130 | 970 | 65 | 80-89 | 6000 | 6000 | |
| Twister | | | | | | | Philips |
| 15 | 110-127 | 950 | 63 | 82 | 6500 | 6000 | |
| Duluxtar Mini Twist | | | | | | | Osram |
| 18 | 110-130 | 1200 | 67 | 80-89 | 2700 | 6000 | |
| Duluxtar Mini Twist | | | | | | | Osram |
| 18 | 110-130 | 1200 | 67 | 80-89 | 4000 | 6000 | |
| Compacta Mini-Lynx Tripla | | | | | | | Sylvania |
| 20 | 127 | 1500 | 75 | 85 | 2700 | 8000 | |
| Compacta Mini-Lynx Tripla | | | | | | | Sylvania |
| 20 | 127 | 1490 | 74,5 | 85 | 4000 | 8000 | |
| Duluxtar | | | | | | | Osram |
| 20 | 110-130 | 1300 | 65 | 80-89 | 6000 | 6000 | |
| Twister | | | | | | | Philips |
| 20 | 110-127 | 1250 | 63 | 82 | 6500 | 6000 | |
| Deco Twist | | | | | | | Philips |
| 22 | 110-127 | 1450 | 66 | 82 | 2700 | 6000 | |
| Deco Twist | | | | | | | Philips |
| 22 | 110-127 | 1360 | 62 | 82 | 6500 | 6000 | |

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Fabric. |
|----------------------------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------|---------------------|---------------------|------------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | |
| Twister | | | | | | | Philips |
| 23 | 110-127 | 1550 | 67 | 82 | 2700 | 6000 | |
| Duluxtar | | | | | | | Osram |
| 23 | 110-130 | 1500 | 65 | 80-89 | 4000 | 6000 | |
| Twister | | | | | | | Philips |
| 23 | 110-127 | 1450 | 63 | 82 | 6500 | 6000 | |
| Compacta Mini-Lynx Tripla | | | | | | | Sylvania |
| 25 | 127 | 1900 | 76 | 85 | 2700 | 8000 | |
| Compacta Mini-Lynx Tripla | | | | | | | Sylvania |
| 25 | 127 | 1810 | 72 | 85 | 4000 | 8000 | |
| Eletrônica Spiral | | | | | | | General Electric |
| 26 | 110-130 | 1800 | 69 | 80 | 2700 | 8000 | |
| Eletrônica Spiral | | | | | | | General Electric |
| 26 | 110-130 | 1800 | 69 | 80 | 6500 | 8000 | |
| Twister | | | | | | | Philips |
| 27 | 110-127 | 1660 | 62 | 82 | 6500 | 6000 | |
| Deco Twist | | | | | | | Philips |
| 28 | 110-127 | 1950 | 70 | 82 | 2700 | 6000 | |
| Deco Twist | | | | | | | Philips |
| 28 | 110-127 | 1850 | 66 | 82 | 6500 | 6000 | |

9.3. Análise da eficiência luminosa das lâmpadas fluorescentes compactas não integradas

Esta análise também será realizada comparando as lâmpadas de mesma potência e de mesma temperatura de cor, e posteriormente, verificando e escolhendo aquelas alternativas que apresentam o maior valor de eficiência luminosa em relação as outras.

9.3.1. Tabelas comparativas entre lâmpadas fluorescentes compactas não integradas de um mesmo Fabricante

9.3.1.1. Tabelas comparativas entre lâmpadas fluorescentes compactas não integradas da Osram

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Melhor Altern. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|----------------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (hora) | | |
| L | L+R | L | L+R | | | | L | R | |

| | | | | | | | | | |
|--|----|------|------|-----------|-------|------|-------|-------|----------------------------------|
| Dulux D (dupla) <2 pinos> Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v) | | | | | | | | | Dulux D/E <4 pinos> |
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 80-89 | 2700 | 8000 | 80000 | |
| Dulux D/E (dupla para reator eletrônico) <4 pinos> Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 80-89 | 2700 | 10000 | 30000 | |
| Dulux (Tripla) <2 pinos> Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 80-89 | 2700 | 8000 | 80000 | |

| | | | | | | | | | |
|--|----|------|------|-----------|-------|------|-------|-------|----------------------------------|
| Dulux D (dupla) <2 pinos> Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v) | | | | | | | | | Dulux D/E <4 pinos> |
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 80-89 | 4000 | 8000 | 80000 | |
| Dulux D/E (dupla para reator eletrônico) <4 pinos> Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 80-89 | 4000 | 10000 | 30000 | |
| Dulux (Tripla) <2 pinos> Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 80-89 | 4000 | 8000 | 80000 | |

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Melhor Altern. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|----------------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (hora) | | |
| L | L+R | L | L+R | | | | L | R | |

| | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|-----------|-------|------|-------|-------|----------------------------------|
| Dulux D (dupla) <2 pinos> | | | | | | | | | Dulux D/E <4 pinos> |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 80-89 | 2700 | 8000 | 80000 | |
| Dulux D/E (dupla para reator eletrônico) <4 pinos> | | | | | | | | | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 80-89 | 2700 | 10000 | 30000 | |
| Dulux (Tripla) <2 pinos> | | | | | | | | | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 80-89 | 2700 | 8000 | 80000 | |

| | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|-----------|-------|------|-------|-------|----------------------------------|
| Dulux D (dupla) <2 pinos> | | | | | | | | | Dulux D/E <4 pinos> |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 80-89 | 4000 | 8000 | 80000 | |
| Dulux D/E (dupla para reator eletrônico) <4 pinos> | | | | | | | | | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 80-89 | 4000 | 10000 | 30000 | |
| Dulux (Tripla) <2 pinos> | | | | | | | | | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 80-89 | 4000 | 8000 | 80000 | |

9.3.1.2. Tabelas comparativas entre lâmpadas fluorescentes compactas não integradas da Sylvania

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Melhor altern. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|----------------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (hora) | | |
| L | L+R | L | L+R | | | | L | R | |

| | | | | | | | | | |
|--|----|------|------|-----------|----|------|------|-------|---|
| Compacta Lynx-D <2 pinos> Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v) | | | | | | | | | Compacta Lynx-DE <4 pinos> |
| 18 | 28 | 1150 | 1035 | 37 | 85 | 2700 | 8000 | 80000 | |
| Compacta Lynx-DE <4 pinos> Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 85 | 2700 | 8000 | 30000 | |

| | | | | | | | | | |
|--|----|------|------|-----------|----|------|------|-------|---|
| Compacta Lynx-D <2 pinos> Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v) | | | | | | | | | Compacta Lynx-DE <4 pinos> |
| 18 | 28 | 1120 | 1008 | 36 | 85 | 4000 | 8000 | 80000 | |
| Compacta Lynx-DE <4 pinos> Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 18 | 18 | 1120 | 1120 | 62 | 85 | 4000 | 8000 | 30000 | |

| | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|-----------|----|------|------|-------|---|
| Compacta Lynx-D <2 pinos> Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v) | | | | | | | | | Compacta Lynx-DE <4 pinos> |
| 26 | 37,5 | 1630 | 1467 | 39 | 85 | 2700 | 8000 | 80000 | |
| Compacta Lynx-DE <4 pinos> Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 85 | 2700 | 8000 | 30000 | |
| Compacta Lynx-TE <4 pinos> Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 26 | 25,5 | 1700 | 1700 | 67 | 85 | 2700 | 8000 | 30000 | |

| | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|-----------|----|------|------|-------|---|
| Compacta Lynx-D <2 pinos> Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v) | | | | | | | | | Compacta Lynx-TE <4 pinos> |
| 26 | 37,5 | 1600 | 1440 | 38 | 85 | 4000 | 8000 | 80000 | |
| Compacta Lynx-DE <4 pinos> Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 26 | 25,5 | 1600 | 1600 | 63 | 85 | 4000 | 8000 | 30000 | |
| Compacta Lynx-TE <4 pinos> Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 26 | 25,5 | 1640 | 1640 | 64 | 85 | 4000 | 8000 | 30000 | |

9.3.1.3. Tabelas comparativas entre lâmpadas fluorescentes compactas não integradas da Philips

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Melhor Altern. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|----------------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (hora) | | |
| L | L+R | L | L+R | | | | L | R | |

| | | | | | | | | | |
|---|----|------|------|-----------|----|------|-------|-------|-----------------------------|
| PL-C/2p <2 pinos> | | | | | | | | | PL-T <4 pinos> |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127) | | | | | | | | | |
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 82 | 2700 | 10000 | 80000 | |
| PL-T <4 pinos> | | | | | | | | | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127) | | | | | | | | | |
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 2700 | 10000 | 30000 | |

| | | | | | | | | | |
|---|----|------|------|-----------|----|------|-------|-------|-----------------------------|
| PL-C/2p <2 pinos> | | | | | | | | | PL-T <4 pinos> |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127) | | | | | | | | | |
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | |
| PL-T <4 pinos> | | | | | | | | | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127) | | | | | | | | | |
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 4000 | 10000 | 30000 | |

| | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|-----------|----|------|-------|-------|-----------------------------|
| PL-C/2p <2 pinos> | | | | | | | | | PL-T <4 pinos> |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127) | | | | | | | | | |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 82 | 2700 | 10000 | 80000 | |
| PL-T <4 pinos> | | | | | | | | | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127) | | | | | | | | | |
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 82 | 2700 | 10000 | 30000 | |

| | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|-----------|----|------|-------|-------|-----------------------------|
| PL-C/2p <2 pinos> | | | | | | | | | PL-T <4 pinos> |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127) | | | | | | | | | |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | |
| PL-T <4 pinos> | | | | | | | | | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127) | | | | | | | | | |
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 82 | 4000 | 10000 | 30000 | |

9.3.1.4. Tabelas comparativas entre lâmpadas fluorescentes compactas não integradas da General Electric

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Melhor Altern. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|----------------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (hora) | | |
| L | L+R | L | L+R | | | | L | R | |

| | | | | | | | | | |
|--|----|------|------|-----------|----|------|-------|-------|--------------------------------|
| Biax D <2 pinos> | | | | | | | | | Biax D/E <4pinos> |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 82 | 2700 | 10000 | 80000 | |
| Biax D/E <4pinos> | | | | | | | | | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 2700 | 12000 | 30000 | |
| Biax T <2pinos> | | | | | | | | | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão127v) | | | | | | | | | |
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 82 | 2700 | 10000 | 80000 | |

| | | | | | | | | | |
|--|----|------|------|-----------|----|------|-------|-------|--------------------------------|
| Biax D <2 pinos> | | | | | | | | | Biax D/E <4pinos> |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | |
| Biax D/E <4pinos> | | | | | | | | | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 4000 | 12000 | 30000 | |
| Biax T <2pinos> | | | | | | | | | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão127v) | | | | | | | | | |
| 18 | 28 | 1200 | 1080 | 39 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | |

| | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|-----------|----|------|-------|-------|--------------------------------|
| Biax D <2 pinos> | | | | | | | | | Biax D/E <4pinos> |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 82 | 2700 | 10000 | 80000 | |
| Biax D/E <4pinos> | | | | | | | | | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 26 | 25,5 | 1710 | 1710 | 67 | 82 | 2700 | 12000 | 30000 | |
| Biax T <2pinos> | | | | | | | | | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão127v) | | | | | | | | | |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 82 | 2700 | 10000 | 80000 | |

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Melhor Altern. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|----------------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (hora) | | |
| L | L+R | L | L+R | | | | L | R | |

| | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|-----------|----|------|-------|-------|--------------------------------|
| Biax D <2 pinos> | | | | | | | | | Biax D/E <4pinos> |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | |
| Biax D/E <4pinos> | | | | | | | | | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 26 | 25,5 | 1710 | 1710 | 67 | 82 | 4000 | 12000 | 30000 | |
| Biax T <2pinos> | | | | | | | | | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Convencional (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 26 | 37,5 | 1800 | 1620 | 43 | 82 | 4000 | 10000 | 80000 | |

9.3.2. Tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes compactas não integradas de cada um dos 4 fabricantes que foram pesquisados

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Fabric. | Melhor Altern. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|---------|----------------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (hora) | | | |
| L | L+R | L | L+R | | | | L | R | | |

| | | | | | | | | | | |
|---|----|------|------|-----------|-------|------|-------|-------|------------------|---|
| Dulux D/E (dupla para reator eletrônico) <4 pinos> | | | | | | | | | Osram | Dulux D/E <4 pinos> |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | |
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 80-89 | 2700 | 10000 | 30000 | | |
| Compacta Lynx-DE <4 pinos> | | | | | | | | | Silvania | Compacta Lynx-DE <4 pinos> |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | |
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 85 | 2700 | 8000 | 30000 | | |
| PL-T <4 pinos> | | | | | | | | | Philips | PL-T <4 pinos> |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127) | | | | | | | | | | |
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 2700 | 10000 | 30000 | | |
| Biax D/E <4pinos> | | | | | | | | | General Electric | Biax D/E <4pinos> |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | |
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 2700 | 12000 | 30000 | | |

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Fabric. | Melhor Altern. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|---------|----------------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (hora) | | | |
| L | L+R | L | L+R | | | | L | R | | |

| | | | | | | | | | | |
|---|----|------|------|-----------|-------|------|-------|-------|------------------|----------------------------------|
| Dulux D/E (dupla para reator eletrônico) <4 pinos> | | | | | | | | | Osram | Dulux D/E <4 pinos> |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | |
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 80-89 | 4000 | 10000 | 30000 | | |
| Compacta Lynx-DE <4 pinos> | | | | | | | | | Sylvania | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | |
| 18 | 18 | 1120 | 1120 | 62 | 85 | 4000 | 8000 | 30000 | | |
| PL-T <4 pinos> | | | | | | | | | Philips | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127) | | | | | | | | | | |
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 4000 | 10000 | 30000 | | |
| Biax D/E <4pinos> | | | | | | | | | General Electric | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | |
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 4000 | 12000 | 30000 | | |

| | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|-----------|-------|------|-------|-------|------------------|----------------------------------|
| Dulux D/E (dupla para reator eletrônico) <4 pinos> | | | | | | | | | Osram | Dulux D/E <4 pinos> |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | |
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 80-89 | 2700 | 10000 | 30000 | | |
| Compacta Lynx-DE <4 pinos> | | | | | | | | | Sylvania | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | |
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 85 | 2700 | 8000 | 30000 | | |
| PL-T <4 pinos> | | | | | | | | | Philips | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127) | | | | | | | | | | |
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 82 | 2700 | 10000 | 30000 | | |
| Biax D/E <4pinos> | | | | | | | | | General Electric | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | |
| 26 | 25,5 | 1710 | 1710 | 67 | 82 | 2700 | 12000 | 30000 | | |

| | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|-----------|-------|------|-------|-------|------------------|----------------------------------|
| Dulux D/E (dupla para reator eletrônico) <4 pinos> | | | | | | | | | Osram | Dulux D/E <4 pinos> |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | |
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 80-89 | 4000 | 10000 | 30000 | | |
| Compacta Lynx-TE <4 pinos> | | | | | | | | | Sylvania | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | |
| 26 | 25,5 | 1640 | 1640 | 64 | 85 | 4000 | 8000 | 30000 | | |
| PL-T <4 pinos> | | | | | | | | | Philips | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127) | | | | | | | | | | |
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 82 | 4000 | 10000 | 30000 | | |
| Biax D/E <4pinos> | | | | | | | | | General Electric | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | |
| 26 | 25,5 | 1710 | 1710 | 67 | 82 | 4000 | 12000 | 30000 | | |

9.3.3. Tabelas com as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes compactas não integradas resultantes da análise de eficiência luminosa

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Fabric. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|---------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (hora) | | |
| L | L+R | L | L+R | | | | L | R | |

| | | | | | | | | | |
|---|----|------|------|-----------|-------|------|-------|-------|------------------|
| Dulux D/E (dupla para reator eletrônico) <4 pinos> | | | | | | | | | Osram |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 80-89 | 2700 | 10000 | 30000 | |
| Compacta Lynx-DE <4 pinos> | | | | | | | | | Silvania |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 85 | 2700 | 8000 | 30000 | |
| PL-T <4 pinos> | | | | | | | | | Philips |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127) | | | | | | | | | |
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 2700 | 10000 | 30000 | |
| Biax D/E <4pinos> | | | | | | | | | General Electric |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 2700 | 12000 | 30000 | |

| | | | | | | | | | |
|---|----|------|------|-----------|-------|------|-------|-------|------------------|
| Dulux D/E (dupla para reator eletrônico) <4 pinos> | | | | | | | | | Osram |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 80-89 | 4000 | 10000 | 30000 | |
| PL-T <4 pinos> | | | | | | | | | Philips |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127) | | | | | | | | | |
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 4000 | 10000 | 30000 | |
| Biax D/E <4pinos> | | | | | | | | | General Electric |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 4000 | 12000 | 30000 | |

| | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|-----------|-------|------|-------|-------|----------|
| Dulux D/E (dupla para reator eletrônico) <4 pinos> | | | | | | | | | Osram |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 80-89 | 2700 | 10000 | 30000 | |
| Compacta Lynx-DE <4 pinos> | | | | | | | | | Silvania |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 85 | 2700 | 8000 | 30000 | |
| PL-T <4 pinos> | | | | | | | | | Philips |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127) | | | | | | | | | |
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 82 | 2700 | 10000 | 30000 | |

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Fabric. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|---------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (hora) | | |
| L | L+R | L | L+R | | | | L | R | |

| | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|-----------|-------|------|-------|-------|---------|
| Dulux D/E (dupla para reator eletrônico) <4 pinos> | | | | | | | | | Osram |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 80-89 | 4000 | 10000 | 30000 | |
| PL-T <4 pinos> | | | | | | | | | Philips |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127) | | | | | | | | | |
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 82 | 4000 | 10000 | 30000 | |

9.4. Análise da eficiência luminosa das lâmpadas fluorescentes tubulares

Esta análise também será realizada comparando as lâmpadas de mesma potência e de mesma temperatura de cor, e posteriormente, verificando e escolhendo aquelas alternativas que apresentam o maior valor de eficiência luminosa em relação as outras.

9.4.1. Tabelas comparativas entre lâmpadas fluorescentes tubulares de um mesmo fabricante

9.4.1.1. Tabelas comparativas entre lâmpadas fluorescentes tubulares da Osram

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Melhor Altern. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|----------------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (hora) | | |
| L | L+R | L | L+R | | | | L | R | |

| | | | | | | | | | |
|---|----|------|------|-----------|-------|------|-------|-------|---|
| Fluorescente Tubular T5 de Alta Eficiência (HE) | | | | | | | | | Fluorescente Tubular T5 de Alta Eficiência |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 14 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 80-89 | 3000 | 20000 | 30000 | |

| | | | | | | | | | |
|---|----|------|------|-----------|-------|------|-------|-------|---|
| Fluorescente Tubular T5 de Alta Eficiência (HE) | | | | | | | | | Fluorescente Tubular T5 de Alta Eficiência |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 14 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 80-89 | 4000 | 20000 | 30000 | |

| | | | | | | | | | |
|---|----|------|------|-----------|-------|------|-------|-------|---|
| Fluorescente Tubular T5 de Alta Eficiência (HE) | | | | | | | | | Fluorescente Tubular T5 de Alta Eficiência |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 14 | 18 | 1100 | 1100 | 61 | 80-89 | 6500 | 20000 | 30000 | |

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Melhor altern. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|----------------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (hora) | | |
| L | L+R | L | L+R | | | | L | R | |

| Fluorescente Tubular T8 16W | | | | | | | | | Fluorescente Tubular T8 16W |
|--|------|------|------|-----------|-------|------|------|-------|-----------------------------|
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 80-89 | 3000 | 7500 | 30000 | |

| Fluorescente Tubular T8 16W | | | | | | | | | Fluorescente Tubular T8 16W |
|--|------|------|------|-----------|-------|------|------|-------|-----------------------------|
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 80-89 | 4000 | 7500 | 30000 | |

| Fluorescente Tubular T8 18W | | | | | | | | | Fluorescente Tubular T8 18W |
|--|----|------|------|-----------|--------|------|------|-------|-----------------------------|
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 18 | 18 | 1350 | 1215 | 68 | 80-89 | 4000 | 7500 | 30000 | |
| 18 | 18 | 950 | 855 | 48 | 90-100 | 4000 | 7500 | 30000 | |

| Fluorescente Tubular T8 32W | | | | | | | | | Fluorescente Tubular T8 32W |
|--|----|------|------|-----------|-------|------|------|-------|-----------------------------|
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 32 | 35 | 2800 | 2800 | 80 | 80-89 | 3000 | 7500 | 30000 | |

| Fluorescente Tubular T8 32W | | | | | | | | | Fluorescente Tubular T8 32W |
|--|----|------|------|-----------|-------|------|------|-------|-----------------------------|
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 80-89 | 4000 | 7500 | 30000 | |

9.4.1.2. Tabelas comparativas entre lâmpadas fluorescentes tubulares da Sylvania

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Melhor altern. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|----------------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (hora) | | |
| L | L+R | L | L+R | | | | L | R | |

| Designer 3000 | | | | | | | | | Designer 3000 |
|--|----|------|------|-----------|----|------|-------|-------|---------------|
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 3000 | 20000 | 30000 | |

| Designer 4000 | | | | | | | | | Designer 4000 |
|--|----|------|------|-----------|----|------|-------|-------|---------------|
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 4000 | 20000 | 30000 | |

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência Luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Melhor altern. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|----------------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (hora) | | |
| L | L+R | L | L+R | | | | L | R | |

| Designer 4000 | | | | | | | | | Designer 4000 |
|--|------|------|------|----|----|------|------|-------|---------------|
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 85 | 4000 | 7500 | 30000 | |

| Designer 3000 | | | | | | | | | Designer 3000 |
|--|----|------|------|----|----|------|------|-------|---------------|
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 20 | 20 | 1450 | 1305 | 65 | 85 | 3000 | 7500 | 30000 | |

| Designer 4000 | | | | | | | | | Designer 4000 |
|--|----|------|------|----|----|------|------|-------|---------------|
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 20 | 20 | 1320 | 1188 | 59 | 85 | 4000 | 7500 | 30000 | |

| Designer 4000 | | | | | | | | | Designer 4000 |
|--|----|------|------|----|----|------|------|-------|---------------|
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 85 | 4000 | 7500 | 30000 | |

9.4.1.3. Tabelas comparativas entre lâmpadas fluorescentes tubulares da Philips

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Melhor altern. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|----------------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (hora) | | |
| L | L+R | L | L+R | | | | L | R | |

| Fluorescente Master TL5 | | | | | | | | | Fluorescente Master TL5 |
|--|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------------------------|
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 3000 | 20000 | 30000 | |

| Fluorescente Master TL5 | | | | | | | | | Fluorescente Master TL5 |
|--|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------------------------|
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 4000 | 20000 | 30000 | |

| Fluorescente Master TL5 | | | | | | | | | Fluorescente Master TL5 |
|--|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------------------------|
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 5000 | 20000 | 30000 | |

| Eco Master TLD / TLDRS | | | | | | | | | Eco Master TLD/TLDRS |
|--|------|------|------|----|----|------|-------|-------|----------------------|
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 85 | 3000 | 12000 | 30000 | |

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Melhor altern. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|----------------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (hora) | | |
| L | L+R | L | L+R | | | | L | R | |

| Eco Master TLD / TLDRS | | | | | | | | | Eco Master TLD/TLDRS |
|--|------|------|------|-----------|----|------|-------|-------|----------------------|
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 85 | 4000 | 12000 | 30000 | |

| Eco Master TLD / TLDRS | | | | | | | | | Eco Master TLD/TLDRS |
|--|------|------|------|-----------|----|------|-------|-------|----------------------|
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 16 | 18,5 | 1150 | 1150 | 62 | 85 | 5000 | 12000 | 30000 | |

| Fluorescente TLTRS série 80 | | | | | | | | | Fluorescente TLTRS série 80 |
|--|----|------|------|-----------|----|------|------|-------|-----------------------------|
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 20 | 20 | 1350 | 1215 | 61 | 85 | 4000 | 8000 | 30000 | |

| Fluorescente TLTRS série 80 | | | | | | | | | Fluorescente TLTRS série 80 |
|--|----|------|------|-----------|----|------|------|-------|-----------------------------|
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 20 | 20 | 1300 | 1170 | 59 | 85 | 5000 | 8000 | 30000 | |

| Eco Master TLD / TLDRS | | | | | | | | | Eco Master TLD/TLDRS |
|--|----|------|------|-----------|----|------|-------|-------|----------------------|
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 85 | 3000 | 12000 | 30000 | |

| Eco Master TLD / TLDRS | | | | | | | | | Eco Master TLD/TLDRS |
|--|----|------|------|-----------|----|------|-------|-------|----------------------|
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 85 | 4000 | 12000 | 30000 | |

| Eco Master TLD / TLDRS | | | | | | | | | Eco Master TLD/TLDRS |
|--|----|------|------|-----------|----|------|-------|-------|----------------------|
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 32 | 35 | 2600 | 2600 | 74 | 85 | 5000 | 12000 | 30000 | |

9.4.1.4. Tabelas comparativas entre lâmpadas fluorescentes tubulares da General

Electric

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Melhor altern. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|----------------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (hora) | | |
| L | L+R | L | L+R | | | | L | R | |

| | | | | | | | | | |
|---|----|------|------|-----------|----|------|-------|-------|--------------------------------|
| Lâmpada Fluorescente T5 Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | Lâmpada Fluorescente T5 |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 3000 | 20000 | 30000 | |

| | | | | | | | | | |
|---|----|------|------|-----------|----|------|-------|-------|--------------------------------|
| Lâmpada Fluorescente T5 Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | Lâmpada Fluorescente T5 |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 4000 | 20000 | 30000 | |

| | | | | | | | | | |
|--|----|------|------|-----------|----|------|-------|-------|--------------------------------|
| Lâmpada Fluorescente T8 Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Rápida (tensão: 127v) | | | | | | | | | Lâmpada Fluorescente T8 |
| 16 | 29 | 1200 | 1080 | 37 | 85 | 3000 | 20000 | 80000 | |

| | | | | | | | | | |
|--|----|------|------|-----------|----|------|-------|-------|--------------------------------|
| Lâmpada Fluorescente T8 Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Rápida (tensão: 127v) | | | | | | | | | Lâmpada Fluorescente T8 |
| 16 | 29 | 1350 | 1215 | 42 | 85 | 4000 | 20000 | 80000 | |

| | | | | | | | | | |
|--|----|------|------|-----------|----|------|-------|-------|--------------------------------|
| Lâmpada Fluorescente T8 Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Rápida (tensão: 127v) | | | | | | | | | Lâmpada Fluorescente T8 |
| 16 | 29 | 1150 | 1035 | 36 | 85 | 5000 | 20000 | 80000 | |

| | | | | | | | | | |
|--|----|------|------|-----------|----|------|-------|-------|-------------------------------|
| Fluorescente Universal Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | Fluorescente Universal |
| 20 | 20 | 1350 | 1215 | 61 | 85 | 4000 | 12000 | 30000 | |

| | | | | | | | | | |
|-------------------------------|----|------|------|-----------|----|------|-------|-------|-------------------------------|
| Fluorescente Universal | | | | | | | | | Fluorescente Universal |
| 20 | 20 | 1300 | 1170 | 59 | 85 | 5000 | 12000 | 30000 | |

| | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|-----------|----|------|-------|-------|--------------------------------|
| Lâmpada Fluorescente T8 Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Rápida (tensão: 127v) | | | | | | | | | Lâmpada Fluorescente T8 |
| 32 | 43,5 | 2700 | 2430 | 62 | 85 | 3000 | 20000 | 80000 | |

| | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|-----------|----|------|-------|-------|--------------------------------|
| Lâmpada Fluorescente T8 Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Rápida (tensão: 127v) | | | | | | | | | Lâmpada Fluorescente T8 |
| 32 | 43,5 | 2950 | 2950 | 56 | 85 | 4000 | 20000 | 80000 | |

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Melhor altern. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|----------------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (hora) | | |
| L | L+R | L | L+R | | | | L | R | |

| | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|-----------|----|------|-------|-------|--------------------------------|
| Lâmpada Fluorescente T8 Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Rápida (tensão: 127v) | | | | | | | | | Lâmpada Fluorescente T8 |
| 32 | 43,5 | 2600 | 2340 | 54 | 85 | 5000 | 20000 | 80000 | |

9.4.2. Tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes tubulares de cada um dos 4 fabricantes que foram pesquisados

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Fabric. | Melhor altern. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|---------|----------------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (hora) | | | |
| L | L+R | L | L+R | | | | L | R | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|----|------|------|-----------|-------|------|-------|-------|------------------|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Fluorescente Tubular T5 de Alta Eficiência (HE) Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | Osram | Designer 3000 | | |
| 14 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 80-89 | 3000 | 20000 | 30000 | | | | |
| Designer 3000 Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | Sylvania | | Fluorescente Master TL5 | |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 3000 | 20000 | 30000 | | | | |
| Fluorescente Master TL5 Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | Philips | | | Lâmpada Fluorescente T5 |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 3000 | 20000 | 30000 | | | | |
| Lâmpada Fluorescente T5 Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | General Electric | | | |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 3000 | 20000 | 30000 | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|----|------|------|-----------|-------|------|-------|-------|------------------|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Fluorescente Tubular T5 de Alta Eficiência (HE) Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | Osram | Designer 4000 | | |
| 14 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 80-89 | 4000 | 20000 | 30000 | | | | |
| Designer 4000 Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | Sylvania | | Fluorescente Master TL5 | |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 4000 | 20000 | 30000 | | | | |
| Fluorescente Master TL5 Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | Philips | | | Lâmpada Fluorescente T5 |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 4000 | 20000 | 30000 | | | | |
| Lâmpada Fluorescente T5 Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | General Electric | | | |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 4000 | 20000 | 30000 | | | | |

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Fabric. | Melhor altern. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|---------|----------------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (hora) | | | |
| L | L+R | L | L+R | | | | L | R | | |

| | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|-----------|------|------|-------|-------|------------------|--------------------------------|
| ----- | | | | | | | | | Osram | Fluorescente Master TL5 |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |
| ----- | | | | | | | | | Sylvania | |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |
| Fluorescente Master TL5 | | | | | | | | | Philips | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 5000 | 20000 | 30000 | | |
| ----- | | | | | | | | | General Electric | |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |

| | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|-----------|-------|------|-------|-------|------------------|---|
| Fluorescente Tubular T5 de Alta Eficiência | | | | | | | | | Osram | Fluorescente Tubular T5 de Alta Eficiência |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | |
| 14 | 18 | 1100 | 1100 | 61 | 80-89 | 6500 | 20000 | 30000 | | |
| ----- | | | | | | | | | Sylvania | |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |
| ----- | | | | | | | | | Philips | |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |
| ----- | | | | | | | | | General Electric | |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |

| | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|-----------|-------|------|-------|-------|------------------|------------------------------------|
| Fluorescente Tubular T8 16W | | | | | | | | | Osram | Fluorescente Tubular T8 16W |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | |
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 80-89 | 3000 | 7500 | 30000 | | |
| ----- | | | | | | | | | Sylvania | |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |
| Eco Master TLD / TLDRS | | | | | | | | | Philips | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | |
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 85 | 3000 | 12000 | 30000 | | |
| Lâmpada Fluorescente T8 | | | | | | | | | General Electric | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Rápida (tensão: 127v) | | | | | | | | | | |
| 16 | 29 | 1200 | 1080 | 37 | 85 | 3000 | 20000 | 80000 | | |

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Fabric. | Melhor altern. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|---------|----------------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (hora) | | | |
| L | L+R | L | L+R | | | | L | R | | |

| | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|-----------|-------|------|-------|-------|--|------------------|------------------------------------|
| Fluorescente Tubular T8 16W | | | | | | | | | | Osram | Fluorescente Tubular T8 16W |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | | |
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 80-89 | 4000 | 7500 | 30000 | | | |
| Designer 4000 | | | | | | | | | | Sylvania | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | | |
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 85 | 4000 | 7500 | 30000 | | | |
| Eco Master TLD / TLDRS | | | | | | | | | | Philips | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | | |
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 85 | 4000 | 12000 | 30000 | | | |
| Lâmpada Fluorescente T8 | | | | | | | | | | General Electric | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Rápida (tensão: 127v) | | | | | | | | | | | |
| 16 | 29 | 1350 | 1215 | 42 | 85 | 4000 | 20000 | 80000 | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|-----------|------|------|-------|-------|------|------------------|-------------------------------|
| ----- | | | | | | | | | | Osram | Eco Master TLD / TLDRS |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |
| ----- | | | | | | | | | | Sylvania | |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |
| Eco Master TLD / TLDRS | | | | | | | | | | Philips | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | | |
| 16 | 18,5 | 1150 | 1150 | 62 | 85 | 5000 | 12000 | 30000 | | | |
| Lâmpada Fluorescente T8 | | | | | | | | | | General Electric | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Rápida (tensão: 127v) | | | | | | | | | | | |
| 16 | 29 | 1150 | 1035 | 36 | 85 | 5000 | 20000 | 80000 | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|-----------|-------|------|------|-------|------|------------------|------------------------------------|
| Fluorescente Tubular T8 18W | | | | | | | | | | Osram | Fluorescente Tubular T8 18W |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | | |
| 18 | 18 | 1350 | 1215 | 68 | 80-89 | 4000 | 7500 | 30000 | | | |
| ----- | | | | | | | | | | Sylvania | |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |
| ----- | | | | | | | | | | Philips | |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |
| ----- | | | | | | | | | | General Electric | |
| ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | | |

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Fabric. | Melhor altern. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|---------|----------------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (hora) | | | |
| L | L+R | L | L+R | | | | L | R | | |

| ----- | | ----- | | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | |
|---|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|----------------------|
| | | | | | | | | | | Osram | Designer 3000 |
| Designer 3000 | | | | | | | | | | Sylvania | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | | |
| 20 | 20 | 1450 | 1305 | 65 | 85 | 3000 | 7500 | 30000 | | | |
| ----- | | | | | | | | | | Philips | |
| ----- | | | | | | | | | | General Electric | |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | | |

| ----- | | ----- | | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | |
|---|----|-------|------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|------------------------------------|
| | | | | | | | | | | Osram | Fluorescente TLTRS série 80 |
| Designer 4000 | | | | | | | | | | Sylvania | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | | |
| 20 | 20 | 1320 | 1188 | 59 | 85 | 4000 | 7500 | 30000 | | | |
| Fluorescente TLTRS série 80 | | | | | | | | | | Philips | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | | |
| 20 | 20 | 1350 | 1215 | 61 | 85 | 4000 | 8000 | 30000 | | | |
| Fluorescente Universal | | | | | | | | | | General Electric | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | | |
| 20 | 20 | 1350 | 1215 | 61 | 85 | 4000 | 12000 | 30000 | | | |

| ----- | | ----- | | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | |
|---|----|-------|------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|------------------------------------|
| | | | | | | | | | | Osram | Fluorescente TLTRS série 80 |
| ----- | | | | | | | | | | Sylvania | |
| ----- | | | | | | | | | | | |
| Fluorescente TLTRS série 80 | | | | | | | | | | Philips | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | | |
| 20 | 20 | 1300 | 1170 | 59 | 85 | 5000 | 8000 | 30000 | | | |
| Fluorescente Universal | | | | | | | | | | General Electric | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | | |
| 20 | 20 | 1300 | 1170 | 59 | 85 | 5000 | 12000 | 30000 | | | |

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Fabric. | Melhor altern. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|---------|----------------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (hora) | | | |
| L | L+R | L | L+R | | | | L | R | | |

| | | | | | | | | | | |
|--|------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|------------------|------------------------------------|
| Fluorescente Tubular T8 32W | | | | | | | | | Osram | Fluorescente Tubular T8 32W |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | |
| 32 | 35 | 2800 | 2800 | 80 | 80-89 | 3000 | 7500 | 30000 | | |
| ----- | | | | | | | | | Sylvania | |
| ---- | ---- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | | |
| Eco Master TLD / TLDRS | | | | | | | | | Philips | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | |
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 85 | 3000 | 12000 | 30000 | | |
| Lâmpada Fluorescente T8 | | | | | | | | | General Electric | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Rápida (tensão: 127v) | | | | | | | | | | |
| 32 | 43,5 | 2700 | 2430 | 62 | 85 | 3000 | 20000 | 80000 | | |

| | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|-----------|-------|------|-------|-------|------------------|------------------------------------|
| Fluorescente Tubular T8 32W | | | | | | | | | Osram | Fluorescente Tubular T8 32W |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | |
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 80-89 | 4000 | 7500 | 30000 | | |
| Designer 4000 | | | | | | | | | Sylvania | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | |
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 85 | 4000 | 7500 | 30000 | | |
| Eco Master TLD / TLDRS | | | | | | | | | Philips | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | |
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 85 | 4000 | 12000 | 30000 | | |
| Lâmpada Fluorescente T8 | | | | | | | | | General Electric | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Rápida (tensão: 127v) | | | | | | | | | | |
| 32 | 43,5 | 2950 | 2950 | 56 | 85 | 4000 | 20000 | 80000 | | |

| | | | | | | | | | | |
|--|------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|------------------|-----------------------------|
| ----- | | | | | | | | | Osram | Eco Master TLD/TLDRS |
| ---- | ---- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | | |
| ----- | | | | | | | | | Sylvania | |
| ---- | ---- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | | |
| Eco Master TLD / TLDRS | | | | | | | | | Philips | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | | |
| 32 | 35 | 2600 | 2600 | 74 | 85 | 5000 | 12000 | 30000 | | |
| Lâmpada Fluorescente T8 | | | | | | | | | General Electric | |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletromagnético de Partida Rápida (tensão: 127v) | | | | | | | | | | |
| 32 | 43,5 | 2600 | 2340 | 54 | 85 | 5000 | 20000 | 80000 | | |

9.4.3. Tabelas com as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes tubulares resultantes da análise de eficiência luminosa

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Fabric. |
|---|------|----------------|------|---------------------|-------|--------------|--------------|-------|------------------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (hora) | | |
| L | L+R | L | L+R | | | | L | R | |
| Designer 3000 | | | | | | | | | Sylvania |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 3000 | 20000 | 30000 | |
| Fluorescente Master TL5 | | | | | | | | | Philips |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 3000 | 20000 | 30000 | |
| Lâmpada Fluorescente T5 | | | | | | | | | General Electric |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 3000 | 20000 | 30000 | |
| Designer 4000 | | | | | | | | | Sylvania |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 4000 | 20000 | 30000 | |
| Fluorescente Master TL5 | | | | | | | | | Philips |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 4000 | 20000 | 30000 | |
| Lâmpada Fluorescente T5 | | | | | | | | | General Electric |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 4000 | 20000 | 30000 | |
| Fluorescente Master TL5 | | | | | | | | | Philips |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 5000 | 20000 | 30000 | |
| Fluorescente Tubular T5 de Alta Eficiência (HE) | | | | | | | | | Osram |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 14 | 18 | 1100 | 1100 | 61 | 80-89 | 6500 | 20000 | 30000 | |
| Fluorescente Tubular T8 16W | | | | | | | | | Osram |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 80-89 | 3000 | 7500 | 30000 | |
| Eco Master TLD / TLDRS | | | | | | | | | Philips |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 85 | 3000 | 12000 | 30000 | |

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Fabric. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|---------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (hora) | | |
| L | L+R | L | L+R | | | | L | R | |

| | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|-----------|-------|------|-------|-------|----------|
| Fluorescente Tubular T8 16W | | | | | | | | | Osram |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 80-89 | 4000 | 7500 | 30000 | |
| Designer 4000 | | | | | | | | | Sylvania |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 85 | 4000 | 7500 | 30000 | |
| Eco Master TLD / TLDRS | | | | | | | | | Philips |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 85 | 4000 | 12000 | 30000 | |

| | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|-----------|----|------|-------|-------|---------|
| Eco Master TLD / TLDRS | | | | | | | | | Philips |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 16 | 18,5 | 1150 | 1150 | 62 | 85 | 5000 | 12000 | 30000 | |

| | | | | | | | | | |
|---|----|------|------|-----------|-------|------|------|-------|-------|
| Fluorescente Tubular T8 18W | | | | | | | | | Osram |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 18 | 18 | 1350 | 1215 | 68 | 80-89 | 4000 | 7500 | 30000 | |

| | | | | | | | | | |
|---|----|------|------|-----------|----|------|------|-------|----------|
| Designer 3000 | | | | | | | | | Sylvania |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 20 | 20 | 1450 | 1305 | 65 | 85 | 3000 | 7500 | 30000 | |

| | | | | | | | | | |
|---|----|------|------|-----------|----|------|-------|-------|------------------|
| Fluorescente TLTRS série 80 | | | | | | | | | Philips |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 20 | 20 | 1350 | 1215 | 61 | 85 | 4000 | 8000 | 30000 | |
| Fluorescente Universal | | | | | | | | | General Electric |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 20 | 20 | 1350 | 1215 | 61 | 85 | 4000 | 12000 | 30000 | |

| | | | | | | | | | |
|---|----|------|------|-----------|----|------|-------|-------|------------------|
| Fluorescente TLTRS série 80 | | | | | | | | | Philips |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 20 | 20 | 1300 | 1170 | 59 | 85 | 5000 | 8000 | 30000 | |
| Fluorescente Universal | | | | | | | | | General Electric |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 20 | 20 | 1300 | 1170 | 59 | 85 | 5000 | 12000 | 30000 | |

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Fabric. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|---------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (hora) | | |
| L | L+R | L | L+R | | | | L | R | |

| | | | | | | | | | |
|---|----|------|------|-----------|-------|------|------|-------|-------|
| Fluorescente Tubular T8 32W | | | | | | | | | Osram |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 32 | 35 | 2800 | 2800 | 80 | 80-89 | 3000 | 7500 | 30000 | |

| | | | | | | | | | |
|---|----|------|------|-----------|-------|------|------|-------|-------|
| Fluorescente Tubular T8 32W | | | | | | | | | Osram |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 80-89 | 4000 | 7500 | 30000 | |

| | | | | | | | | | |
|---|----|------|------|-----------|----|------|------|-------|----------|
| Designer 4000 | | | | | | | | | Sylvania |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 85 | 4000 | 7500 | 30000 | |

| | | | | | | | | | |
|---|----|------|------|-----------|----|------|-------|-------|---------|
| Eco Master TLD / TLDRS | | | | | | | | | Philips |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 85 | 4000 | 12000 | 30000 | |

| | | | | | | | | | |
|---|----|------|------|-----------|----|------|-------|-------|---------|
| Eco Master TLD / TLDRS | | | | | | | | | Philips |
| Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v) | | | | | | | | | |
| 32 | 35 | 2600 | 2600 | 74 | 85 | 5000 | 12000 | 30000 | |

10. Principais lâmpadas e suas aplicações, segundo a análise de eficiência luminosa

Neste capítulo, apresentaremos as sugestões de aplicações das lâmpadas por compartimento residencial segundo a análise de eficiência luminosa realizada no capítulo anterior e utilizando os critérios mencionados no Capítulo 8, como temperatura de cor adequada que uma lâmpada deve ter para iluminar cada ambiente de uma residência e o valor adequado de IRC para as lâmpadas empregadas na iluminação residencial.

10.1. Quartos, Salas de estar, Salas de Jantar e Corredores

“Lâmpadas incandescentes”

| Potência (w) | Tensão (v) | Fluxo lum. (lm) | Efici. lum. (lm/w) | Irc | Temp. de cor (k) | Bulbo (acab.) | Vida mediana (hora) | Custo (R\$) | Fabric. |
|-----------------|---------------|--------------------|-----------------------|-----|---------------------|------------------|------------------------|----------------|---------|
|-----------------|---------------|--------------------|-----------------------|-----|---------------------|------------------|------------------------|----------------|---------|

Soft

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|------|------|-----|------|-------|------|------|---------|
| 60 | 127 | 864 | 14,4 | 100 | 2700 | suave | 1000 | 1,50 | Philips |
| 100 | 127 | 1620 | 16,2 | 100 | 2700 | suave | 1000 | 2,00 | Philips |

10.2. Cozinhas, Banheiros e Áreas de Serviço

“Lâmpadas Incandescentes”

| Potência (w) | Tensão (v) | Fluxo lum. (lm) | Efici. lum. (lm/w) | Irc | Temp. de cor (k) | Bulbo (acab.) | Vida mediana (hora) | Custo (R\$) | Fabric. |
|-----------------|---------------|--------------------|-----------------------|-----|---------------------|------------------|------------------------|----------------|---------|
|-----------------|---------------|--------------------|-----------------------|-----|---------------------|------------------|------------------------|----------------|---------|

Classic

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|------|-------|-----|------|-------|-----|------|-------|
| 60 | 127 | 864 | 14,40 | 100 | 2700 | claro | 750 | 0,75 | Osram |
| 100 | 127 | 1620 | 16,2 | 100 | 2700 | claro | 750 | 1,00 | Osram |

Standard

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|------|------|-----|------|-------|-----|------|----------|
| 60 | 127 | 864 | 14,4 | 100 | 2700 | claro | 750 | 0,68 | Sylvania |
| 100 | 127 | 1620 | 16,2 | 100 | 2700 | claro | 750 | 0,85 | Sylvania |

| Potência | Tensão | Fluxo lum. | Efici. lum. | Irc | Temp. de cor | Bulbo | Vida mediana | Custo | Fabric. |
|-----------------|---------------|-------------------|--------------------|------------|---------------------|----------------|---------------------|--------------|----------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (acab.) | (hora) | (R\$) | |

Standard

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|------|------|-----|------|-------|------|------|---------|
| 60 | 127 | 864 | 14,4 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 1,00 | Philips |
| 100 | 127 | 1620 | 16,2 | 100 | 2700 | claro | 1000 | 1,10 | Philips |

Cristal

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|------|------|-----|------|-------|-----|------|------------------|
| 60 | 127 | 864 | 14,4 | 100 | 2700 | claro | 750 | 1,20 | General Electric |
| 100 | 127 | 1620 | 16,2 | 100 | 2700 | claro | 750 | 1,80 | General Electric |

10.3. Quartos, Salas de Estar, Salas de Jantar e Corredores

“Lâmpadas Fluorescentes Compactas Integradas”

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Custo | Fabric. |
|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------|---------------------|---------------------|--------------|----------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | (R\$) | |

Compacta Mini-Lynx Tripla

| | | | | | | | | |
|----|-----|------|----|----|------|------|-------|----------|
| 15 | 127 | 1010 | 67 | 85 | 2700 | 8000 | 15,90 | Sylvania |
| 15 | 127 | 1010 | 67 | 85 | 4000 | 8000 | 15,90 | Sylvania |

Duluxtar Mini Twist

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|-------|------|------|------|-------|
| 18 | 110-130 | 1200 | 67 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 | Osram |
| 18 | 110-130 | 1200 | 67 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 | Osram |

Compacta Mini-Lynx Tripla

| | | | | | | | | |
|----|-----|------|------|----|------|------|-------|----------|
| 20 | 127 | 1500 | 75 | 85 | 2700 | 8000 | 15,90 | Sylvania |
| 20 | 127 | 1490 | 74,5 | 85 | 4000 | 8000 | 15,90 | Sylvania |

Deco Twist

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|
| 22 | 110-127 | 1450 | 66 | 82 | 2700 | 6000 | 27,60 | Philips |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|

Twister

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|
| 23 | 110-127 | 1550 | 67 | 82 | 2700 | 6000 | 15,90 | Philips |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|

Duluxtar

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|-------|------|------|-------|-------|
| 23 | 110-130 | 1500 | 65 | 80-89 | 4000 | 6000 | 11,90 | Osram |
|----|---------|------|----|-------|------|------|-------|-------|

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Custo | Fabric. |
|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------|---------------------|---------------------|--------------|----------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | (R\$) | |

Compacta Mini-Lynx Tripla

| | | | | | | | | |
|----|-----|------|----|----|------|------|-------|----------|
| 25 | 127 | 1900 | 76 | 85 | 2700 | 8000 | 17,90 | Sylvania |
| 25 | 127 | 1810 | 72 | 85 | 4000 | 8000 | 17,90 | Sylvania |

Eletrônica Spiral

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|------------------|
| 26 | 110-130 | 1800 | 69 | 80 | 2700 | 8000 | 11,29 | General Electric |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|------------------|

Deco Twist

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|
| 28 | 110-127 | 1950 | 70 | 82 | 2700 | 6000 | 29,30 | Philips |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|

10.4. Cozinhas, Banheiros e Áreas de Serviço

“Lâmpadas Fluorescentes Compactas Integradas”

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Custo | Fabric. |
|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------|---------------------|---------------------|--------------|----------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | (R\$) | |

Compacta Mini-Lynx Tripla

| | | | | | | | | |
|----|-----|------|----|----|------|------|-------|----------|
| 15 | 127 | 1010 | 67 | 85 | 4000 | 8000 | 15,90 | Sylvania |
|----|-----|------|----|----|------|------|-------|----------|

Duluxtar

| | | | | | | | | |
|----|---------|-----|----|-------|------|------|------|-------|
| 15 | 110-130 | 970 | 65 | 80-89 | 6000 | 6000 | 9,90 | Osram |
|----|---------|-----|----|-------|------|------|------|-------|

Twister

| | | | | | | | | |
|----|---------|-----|----|----|------|------|-------|---------|
| 15 | 110-127 | 950 | 63 | 82 | 6500 | 6000 | 15,90 | Philips |
|----|---------|-----|----|----|------|------|-------|---------|

Duluxtar Mini Twist

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|-------|------|------|------|-------|
| 18 | 110-130 | 1200 | 67 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 | Osram |
|----|---------|------|----|-------|------|------|------|-------|

Compacta Mini-Lynx Tripla

| | | | | | | | | |
|----|-----|------|------|----|------|------|-------|----------|
| 20 | 127 | 1490 | 74,5 | 85 | 4000 | 8000 | 15,90 | Sylvania |
|----|-----|------|------|----|------|------|-------|----------|

Duluxtar

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|-------|------|------|-------|-------|
| 20 | 110-130 | 1300 | 65 | 80-89 | 6000 | 6000 | 10,90 | Osram |
|----|---------|------|----|-------|------|------|-------|-------|

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Custo | Fabric. |
|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------|---------------------|---------------------|--------------|----------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | (R\$) | |

Twister

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|
| 20 | 110-127 | 1250 | 63 | 82 | 6500 | 6000 | 15,50 | Philips |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|

Deco Twist

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|
| 22 | 110-127 | 1360 | 62 | 82 | 6500 | 6000 | 27,60 | Philips |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|

Duluxtar

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|-------|------|------|-------|-------|
| 23 | 110-130 | 1500 | 65 | 80-89 | 4000 | 6000 | 11,90 | Osram |
|----|---------|------|----|-------|------|------|-------|-------|

Twister

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|
| 23 | 110-127 | 1450 | 63 | 82 | 6500 | 6000 | 15,90 | Philips |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|

Compacta Mini-Lynx Tripla

| | | | | | | | | |
|----|-----|------|----|----|------|------|-------|----------|
| 25 | 127 | 1810 | 72 | 85 | 4000 | 8000 | 17,90 | Sylvania |
|----|-----|------|----|----|------|------|-------|----------|

Eletrônica Spiral

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|------------------|
| 26 | 110-130 | 1800 | 69 | 80 | 6500 | 8000 | 11,29 | General Electric |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|------------------|

Twister

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|
| 27 | 110-127 | 1660 | 62 | 82 | 6500 | 6000 | 18,70 | Philips |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|

Deco Twist

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|
| 28 | 110-127 | 1850 | 66 | 82 | 6500 | 6000 | 29,30 | Philips |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|

10.5. Salas de Jantar e Corredores

“Lâmpadas Fluorescentes Compactas Integradas”

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | | Fabric. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|-------|---|-----|---------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R | |

Dulux D/E (dupla para reator eletrônico) <4 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 80-89 | 2700 | 10000 | 30000 | 15,90 | 26,80 | 42,70 | Osram |
|----|----|------|------|----|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

Compacta Lynx-DE <4 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|------|-------|------|-------|------|----------|
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 85 | 2700 | 8000 | 30000 | 14,0 | 26,80 | 40,8 | Sylvania |
|----|----|------|------|----|----|------|------|-------|------|-------|------|----------|

PL-T <4 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|------|-------|---------|
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 2700 | 10000 | 30000 | 34,70 | 26,8 | 61,50 | Philips |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|------|-------|---------|

Biax D/E <4pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|------------------|
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 2700 | 12000 | 30000 | 7,81 | 26,80 | 34,61 | General Electric |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|------------------|

Dulux D/E (dupla para reator eletrônico) <4 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 80-89 | 4000 | 10000 | 30000 | 15,90 | 26,80 | 42,70 | Osram |
|----|----|------|------|----|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

PL-T <4 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|------|-------|---------|
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 4000 | 10000 | 30000 | 34,70 | 26,8 | 61,50 | Philips |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|------|-------|---------|

Biax D/E <4pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|------------------|
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 4000 | 12000 | 30000 | 7,81 | 26,80 | 34,61 | General Electric |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|------------------|

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | | Fabric. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|-------|---|-----|---------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R | |

Dulux D/E (dupla para reator eletrônico) <4 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 80-89 | 2700 | 10000 | 30000 | 15,90 | 26,80 | 42,70 | Osram |
|----|------|------|------|----|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

Compacta Lynx-DE <4 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|------|-------|------|-------|------|----------|
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 85 | 2700 | 8000 | 30000 | 14,0 | 26,80 | 40,8 | Sylvania |
|----|------|------|------|----|----|------|------|-------|------|-------|------|----------|

PL-T <4 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|------|-------|---------|
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 82 | 2700 | 10000 | 30000 | 35,50 | 26,8 | 62,30 | Philips |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|------|-------|---------|

Dulux D/E (dupla para reator eletrônico) <4 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 80-89 | 4000 | 10000 | 30000 | 15,90 | 26,80 | 42,70 | Osram |
|----|------|------|------|----|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

PL-T <4 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|------|-------|---------|
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 82 | 4000 | 10000 | 30000 | 35,50 | 26,8 | 62,30 | Philips |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|------|-------|---------|

10.6. Cozinhas, Banheiros e áreas de Serviço

“Lâmpadas Fluorescentes Compactas não Integradas”

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | | Fabric. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|-------|---|-----|---------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R | |

Dulux D/E (dupla para reator eletrônico) <4 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 80-89 | 4000 | 10000 | 30000 | 15,90 | 26,80 | 42,70 | Osram |
|----|----|------|------|----|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

PL-T <4 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|------|-------|---------|
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 4000 | 10000 | 30000 | 34,70 | 26,8 | 61,50 | Philips |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|------|-------|---------|

Biax D/E <4pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|------------------|
| 18 | 18 | 1200 | 1200 | 67 | 82 | 4000 | 12000 | 30000 | 7,81 | 26,80 | 34,61 | General Electric |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|------------------|

Dulux D/E (dupla para reator eletrônico) <4 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 80-89 | 4000 | 10000 | 30000 | 15,90 | 26,80 | 42,70 | Osram |
|----|------|------|------|----|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

PL-T <4 pinos>

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|------|-------|---------|
| 26 | 25,5 | 1800 | 1800 | 71 | 82 | 4000 | 10000 | 30000 | 35,50 | 26,8 | 62,30 | Philips |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|------|-------|---------|

10.7. Salas de estar, Salas de Jantar e Corredores

“Fluorescentes Tubulares”

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | IRC | temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | | Fabric. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|-------|---|-----|---------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R | |

Fluorescente Master TL5

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 3000 | 20000 | 30000 | 21,50 | 69,20 | 90,70 | Philips |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|

Designer 3000

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 3000 | 20000 | 30000 | 35,00 | 69,20 | 104,20 | Sylvania |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|

Lâmpada Fluorescente T5

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 3000 | 20000 | 30000 | 23,00 | 69,20 | 92,20 | General Electric |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|

Fluorescente Master TL5

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 4000 | 20000 | 30000 | 21,50 | 69,20 | 90,70 | Philips |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|

Designer 4000

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 4000 | 20000 | 30000 | 35,00 | 69,20 | 104,20 | Sylvania |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|

Lâmpada Fluorescente T5

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 4000 | 20000 | 30000 | 23,00 | 69,20 | 92,20 | General Electric |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|

Eco Master TLD / TLDRS

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|---------|
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 85 | 3000 | 12000 | 30000 | 8,60 | 26,80 | 35,40 | Philips |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|---------|

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | IRC | temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | | Fabric. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|-------|---|-----|---------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R | |

Fluorescente Tubular T8 16W

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 80-89 | 3000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 | Osram |
|----|------|------|------|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|

Eco Master TLD / TLDRS

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|---------|
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 85 | 4000 | 12000 | 30000 | 8,60 | 26,80 | 35,40 | Philips |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|---------|

Designer 4000

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|------|-------|-------|-------|-------|----------|
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 85 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 | Sylvania |
|----|------|------|------|----|----|------|------|-------|-------|-------|-------|----------|

Fluorescente Tubular T8 16W

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 80-89 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 | Osram |
|----|------|------|------|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|

Fluorescente Tubular T8 18W

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 18 | 18 | 1350 | 1215 | 68 | 80-89 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 | Osram |
|----|----|------|------|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|

Designer 3000

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|------|-------|-------|-------|-------|----------|
| 20 | 20 | 1450 | 1305 | 65 | 85 | 3000 | 7500 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 | Sylvania |
|----|----|------|------|----|----|------|------|-------|-------|-------|-------|----------|

Fluorescente TLTRS série 80

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão:127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|------|-------|------|-------|-------|---------|
| 20 | 20 | 1350 | 1215 | 61 | 85 | 4000 | 8000 | 30000 | 9,50 | 26,80 | 36,30 | Philips |
|----|----|------|------|----|----|------|------|-------|------|-------|-------|---------|

Fluorescente Universal

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|
| 20 | 20 | 1350 | 1215 | 61 | 85 | 4000 | 12000 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 | General Electric |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | IRC | temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | | Fabric. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|-------|---|-----|---------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R | |

Fluorescente Tubular T8 32W

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 32 | 35 | 2800 | 2800 | 80 | 80-89 | 3000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 | Osram |
|----|----|------|------|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|

Eco Master TLD / TLDRS

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|---------|
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 85 | 4000 | 12000 | 30000 | 8,60 | 26,80 | 35,40 | Philips |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|---------|

Designer 4000

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|------|-------|-------|-------|-------|----------|
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 85 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 | Sylvania |
|----|----|------|------|----|----|------|------|-------|-------|-------|-------|----------|

Fluorescente Tubular T8 32W

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 80-89 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 | Osram |
|----|----|------|------|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|

10.8. Cozinhas, Banheiros e Áreas de Serviço

“Fluorescentes Tubulares”

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | IRC | temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | | Fabric. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|-------|---|-----|---------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R | |

Fluorescente Master TL5

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 4000 | 20000 | 30000 | 21,50 | 69,20 | 90,70 | Philips |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|

Designer 4000

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 4000 | 20000 | 30000 | 35,00 | 69,20 | 104,20 | Sylvania |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|

| Potência | | Fluxo luminoso | | Eficiência luminosa | IRC | temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | | Fabric. |
|----------|-----|----------------|-----|---------------------|-----|--------------|--------------|---|-------|---|-----|---------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R | |

Lâmpada Fluorescente T5

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 4000 | 20000 | 30000 | 23,00 | 69,20 | 92,20 | General Electric |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|

Fluorescente Master TL5

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| 14 | 18 | 1350 | 1350 | 75 | 85 | 5000 | 20000 | 30000 | 21,50 | 69,20 | 90,70 | Philips |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|

Fluorescente Tubular T5 de Alta Eficiência (HE)

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão:127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 14 | 18 | 1100 | 1100 | 61 | 80-89 | 6500 | 20000 | 30000 | 24,90 | 69,20 | 94,10 | Osram |
|----|----|------|------|----|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

Eco Master TLD / TLDRS

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|---------|
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 85 | 4000 | 12000 | 30000 | 8,60 | 26,80 | 35,40 | Philips |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|---------|

Designer 4000

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|------|-------|-------|-------|-------|----------|
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 85 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 | Sylvania |
|----|------|------|------|----|----|------|------|-------|-------|-------|-------|----------|

Fluorescente Tubular T8 16W

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 16 | 18,5 | 1200 | 1200 | 65 | 80-89 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 | Osram |
|----|------|------|------|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|

Eco Master TLD / TLDRS

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|---------|
| 16 | 18,5 | 1150 | 1150 | 62 | 85 | 5000 | 12000 | 30000 | 8,60 | 26,80 | 35,40 | Philips |
|----|------|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|---------|

Fluorescente Tubular T8 18W

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 18 | 18 | 1350 | 1215 | 68 | 80-89 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 | Osram |
|----|----|------|------|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|

Fluorescente TLTRS série 80

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão:127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|------|-------|------|-------|-------|---------|
| 20 | 20 | 1350 | 1215 | 61 | 85 | 4000 | 8000 | 30000 | 9,50 | 26,80 | 36,30 | Philips |
|----|----|------|------|----|----|------|------|-------|------|-------|-------|---------|

| Potência | | Fluxo lum. | | Efici. lum. | IRC | temp. de cor | Vida mediana | | Custo | | | Fabric. |
|----------|-----|------------|-----|-------------|-----|--------------|--------------|---|-------|---|-----|---------|
| (w) | | (lm) | | (lm/w) | | (k) | (horas) | | (R\$) | | | |
| L | L+R | L | L+R | L+R | | | L | R | L | R | L+R | |

Fluorescente Universal

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|
| 20 | 20 | 1350 | 1215 | 61 | 85 | 4000 | 12000 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 | General Electric |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|

Fluorescente TLTRS série 80

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão:127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|------|-------|------|-------|-------|---------|
| 20 | 20 | 1300 | 1170 | 59 | 85 | 5000 | 8000 | 30000 | 9,50 | 26,80 | 36,30 | Philips |
|----|----|------|------|----|----|------|------|-------|------|-------|-------|---------|

Fluorescente Universal

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|
| 20 | 20 | 1300 | 1170 | 59 | 85 | 5000 | 12000 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 | General Electric |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|

Eco Master TLD / TLDRS

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|---------|
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 85 | 4000 | 12000 | 30000 | 8,60 | 26,80 | 35,40 | Philips |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|---------|

Designer 4000

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|------|-------|-------|-------|-------|----------|
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 85 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,00 | 26,80 | 37,80 | Sylvania |
|----|----|------|------|----|----|------|------|-------|-------|-------|-------|----------|

Fluorescente Tubular T8 32W

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 32 | 35 | 2700 | 2700 | 77 | 80-89 | 4000 | 7500 | 30000 | 11,90 | 26,80 | 38,70 | Osram |
|----|----|------|------|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|

Eco Master TLD / TLDRS

Equipamento auxiliar: Reator Eletrônico (tensão: 127v)

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|---------|
| 32 | 35 | 2600 | 2600 | 74 | 85 | 5000 | 12000 | 30000 | 8,60 | 26,80 | 35,40 | Philips |
|----|----|------|------|----|----|------|-------|-------|------|-------|-------|---------|

11. Análise econômica

Para se fazer uma análise econômica adequada é preciso considerar três aspectos fundamentais. O primeiro representa a despesa de investimento, o segundo a despesa operacional e o terceiro outras despesas, que poderão estar presentes na análise e que não podem ser classificadas nas duas anteriores. [14]

Por despesas de investimento, deve-se considerar aquelas relativas ao custo de aquisição do equipamento (lâmpada, equipamento auxiliar, luminária, soquete, etc.), o custo de instalação (mão-de-obra), o custo da fiação e o custo do ar condicionado adicional (devido a geração de calor dos sistemas de iluminação). [14]

Por despesas operacionais, devem ser considerados os custos com energia e os custos de manutenção (custos na aquisição de novas lâmpadas e equipamentos auxiliares, custos com mão-de-obra para troca do equipamentos anteriormente instalados e atividades de limpeza), por outras despesas entenda-se aquelas eventuais, ligadas aos impostos, seguros, taxas, etc [14].

É hábito usual, que as decisões para a compra de qualquer sistema, sejam tomadas única e exclusivamente com base nas despesas de investimento, visto que inicialmente representam um impacto importante em qualquer projeto. Entretanto são as despesas operacionais, aquelas que muitas vezes apresentam um peso preponderante no custo final, pois permanecem ao longo de toda vida útil do sistema. Desta forma para que as decisões sejam as mais corretas possíveis, é necessário vislumbrar sempre o conjunto de todas as despesas. [14]

Obs. 24: Para realização da análise econômica vamos considerar nula a inflação nos preços das lâmpadas, equipamentos auxiliares, custos com energia, custos com a mão de obra para reposição dos equipamentos e os custos com a mão de obra para atividades de limpeza durante um período de referência. Este período de referência é o menor múltiplo comum (m.m.c) do tempo de vida mediana nominal das melhores alternativas por compartimento residencial resultantes da análise de eficiência luminosa (vide Capítulos 9 e 10) que será calculado no Item “11.3.”. Este período será o tempo de vida mediana de referência, comum a todas as lâmpadas até o qual iremos fazer a análise econômica por compartimento residencial.

11.1. Despesas de investimento

Os dados referentes as despesas investimento são:

1. Custo de aquisição de equipamentos: Os dados referentes aos custos de aquisição de lâmpadas, equipamentos auxiliares e luminárias encontram-se disponíveis nos Capítulos 7, Capítulo 5 (vide Item 5.4., Tabelas 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 e 5.5) e Capítulo 6 (Tabela 6.1).
2. Custo de instalação: Em primeiro lugar, vamos considerar que as condições necessárias (fiação e rebaixamento do teto) para instalação das lâmpadas e equipamentos auxiliares já estão criadas, apenas precisamos instalar as lâmpadas, equipamentos auxiliares e luminárias.

Na Tabela 11.1, temos os dados referentes aos custos da mão de obra para instalação dos equipamentos. Estes dados foram fornecidos pelo técnico eletricista, autônomo, Sr. Gilson Ricardo, portador do CPF (Cadastro de Pessoas Físicas) : 104.774.587-93.

Tabela 11.1 – Custo com a mão de obra para instalação de equipamentos

| Tipo de Lâmpada | Quantidade | Tipo de luminária | Custo da mão de obra para instalação (R\$) |
|-------------------------------------|------------|-------------------|--|
| Incandescente | 1 | Plafon fixo | 10,00 |
| Fluorescente compacta Integrada | 1 | Plafon fixo | 10,00 |
| Fluorescente compacta não integrada | 1 | embutir | 40,00 |
| Fluorescente Tubular | 1 | sobrepor | 30,00 |
| Fluorescente Tubular | 1 | embutir | 40,00 |

11.2. Despesas operacionais

Os dados referentes as despesas operacionais são: [14]

- Custos de manutenção: Estes custos são relativos aos custos para aquisição de novas lâmpadas e equipamentos auxiliares para reposição, também, são relativos aos custos com a mão de obra para a reposição das lâmpadas e equipamentos

auxiliares e ainda são relacionados aos custos, com a mão de obra para a limpeza desses equipamentos.

Obs. 25: Os custos relacionados a aquisição de novas lâmpadas e equipamentos auxiliares para a reposição dos equipamentos anteriormente instalados serão iguais aos valores iniciais expostos nos Capítulos 5 e 7 respectivamente, faremos isso porque, como já mencionamos na **OBS. 24**, iremos considerar nula a inflação nos preços desses equipamentos durante o período de referencia (m.m.c). Outro dado importante a ser mencionado é que durante a pesquisa, descobrimos que não existe no mercado, empresas que realizam a limpeza de equipamentos como lâmpadas, luminárias e plafons, então decidimos atribuir o valor de R\$ 1,00 para o custo com a mão de obra para a limpeza desses equipamentos.

A Tabela 11.2, apresenta, os custos com a mão de obra para reposição das lâmpadas, equipamentos auxiliares e os custos com a limpeza das lâmpadas, luminárias e plafons. Lembrando que os custos com a reposição de lâmpadas e reatores, também foram fornecidos pelo Sr. Gilson Ricardo (técnico eletricista).

Tabela 11.2 – Custo com a mão de obra para a reposição dos equipamentos e atividade de limpeza

| Tipo de Lâmpada | Quantidade | Tipo de luminária | Custo da mão de obra para reposição da lâmpada (R\$) | Custo da mão de obra para reposição do reator (R\$) | Custo da mão de obra por cada atividade de limpeza realizada no equipamento (R\$) |
|-------------------------------------|------------|-------------------|--|---|---|
| Incandescente | 1 | Plafon fixo | 3,00 | | 1,00 |
| Fluorescente compacta Integrada | 1 | Plafon fixo | 3,00 | | 1,00 |
| Fluorescente compacta não integrada | 1 | Embutir | 3,00 | 10,00 | 1,00 |
| Fluorescente Tubular | 1 | Sobrepor | 3,00 | 10,00 | 1,00 |
| Fluorescente Tubular | 1 | Embutir | 3,00 | 10,00 | 1,00 |

• **Custo de Energia:** para a realização da análise econômica, vamos utilizar o valor do custo mensal de energia, e este valor será calculado através da equação:

$$\boxed{\text{Custo} = \text{Consumo} \times \text{tarifa}} \quad (11.1) [14] \quad \text{onde:}$$

Custo = custo mensal de energia

Consumo = Consumo mensal de energia $\left[\frac{\text{KWh}}{\text{mês}}\right]$

tarifa = é o valor cobrado pela concessionária de energia por cada KWh

consumido por mês $\left[\frac{\text{R\$} \times \text{mês}}{\text{KWh}}\right]$

O Consumo mensal de energia é calculado pela equação:

$$\boxed{\text{Consumo} = \text{Consumo da lâmpada em KW} \times n^{\circ} \text{ de horas de operação da lâmpada por mês}} \quad (11.2) [3]$$

Obs. 26: Segundo a Light (concessionária de energia da cidade do Rio de Janeiro), acima de 300 KWh consumidos por mês, a tarifa residencial atual é de R\$ 0,49 (quarenta e nove centavos) por cada KWh consumido por mês, isto com 30% de ICMS (Imposto de circulação de mercadorias e serviços), abaixo disso com ICMS de 18% a Light cobra, R\$ 0,42 (quarenta e dois centavos) por cada KWh consumido por mês. Lembrando que esses dados foram coletados em 5 de Abril de 2008.

Para a realização da análise econômica, o custo mensal de energia será calculado baseado na premissa de que cada lâmpada operaria durante 22 horas por dia com um total de 8 acendimentos diários, ou seja, temos durante um dia inteiro um acendimento a cada 3 horas, portanto, desta forma, elas operariam cerca de 660 horas por mês. Isto será feito porque queremos trabalhar com 100% do valor de vida mediana nominal das lâmpadas apresentadas nos catálogos do Capítulo 7 (vide resultado da análise feita no Capítulo 4, Item 4.1.7.4).

Outro dado importante a mencionar é que vamos utilizar a tarifa de R\$ 0,42 (quarenta e dois centavos), praticada pela Light, como tarifa base para a realização dos cálculos relativos ao custo mensal de energia.

As Tabelas 11.3, 11.4, 11.5 e 11.6, apresentam o custo mensal de energia das alternativas com os valores de potência mais comercializados para iluminação residencial segundo os revendedores pesquisados (vide Capítulo 8).

Tabela 11.3 – Custo mensal de energia para lâmpadas incandescente

| Potência (W) | Custo (R\$) |
|--------------|-------------|
| 1 x 60 | 16,63 |
| 1 x 100 | 27,72 |

Tabela 11.4 – Custo mensal de energia para lâmpadas fluorescentes compactas integradas

| Potência (W) | Custo (R\$) |
|--------------|-------------|
| 1 x 15 | 4,16 |
| 1 x 18 | 4,99 |
| 1 x 20 | 5,54 |
| 1 x 22 | 6,10 |
| 1 x 23 | 6,38 |
| 1 x 25 | 6,93 |
| 1 x 26 | 7,21 |
| 1 x 27 | 7,48 |
| 1 x 28 | 7,76 |

Tabela 11.5 – Custo mensal de energia para lâmpadas fluorescentes compactas não integradas

| Potência (W) | | Tipo de reator | Custo (R\$) |
|--------------|-------|---|-------------|
| L | L + R | | |
| 1 x 18 | 28 | Eletromagnético de partida convencional | 7,76 |
| 1 x 26 | 37,5 | Eletromagnético de partida convencional | 10,40 |
| 1 x 18 | 18 | Eletrônico | 4,99 |
| 1 x 26 | 25,5 | Eletrônico | 7,07 |

Tabela 11.6 – Custo mensal de energia para lâmpadas fluorescentes tubulares

| Potência (W) | | Tipo de reator | Custo (R\$) |
|--------------|-------|-----------------------------------|-------------|
| L | L + R | | |
| 1 x 16 | 29 | Eletromagnético de partida rápida | 8,04 |
| 1 x 32 | 43,5 | Eletromagnético de partida rápida | 12,06 |
| 1 x 14 | 18 | Eletrônico | 4,99 |
| 1 x 16 | 18,5 | Eletrônico | 5,13 |
| 1 x 18 | 18 | Eletrônico | 4,99 |
| 1 x 20 | 20 | Eletrônico | 5,54 |
| 1 x 32 | 35 | Eletrônico | 9,70 |

11.3. Parametrização do tempo de vida mediana nominal das lâmpadas por compartimento residencial

A parametrização do tempo de vida mediana nominal das lâmpadas será feita calculando o menor múltiplo comum (m.m.c.) do tempo de vida mediana nominal das melhores alternativas por compartimento residencial resultantes da análise de eficiência luminosa (vide Capítulos 9 e 10). Este menor múltiplo comum será o tempo de vida mediana de referência comum a todas as lâmpadas até o qual vamos fazer a análise econômica.

Lembrando que para os compartimentos como, salas de estar, salas de jantar, corredores, cozinhas, banheiros e áreas de serviço, tivemos que aproximar para 7500 h a vida mediana nominal de todas as lâmpadas com 8000 horas de vida. Isso foi feito, para que o valor do menor múltiplo comum da vida mediana nominal das lâmpadas pesquisadas para iluminar esses compartimentos não fosse superior a 10 anos.

Em relação aos quartos, não seria necessário fazer essa aproximação porque com os valores de vida mediana nominal apresentados pelas lâmpadas pesquisadas para iluminar esse compartimento, já teríamos o valor do menor múltiplo comum inferior a 10 anos, apenas decidimos trabalhar com a mesma aproximação feita para os demais compartimentos porque não queríamos trabalhar com valores de vida mediana nominal diferentes entre os compartimentos.

As Tabelas 11.7, 11.8, 11.9 e 11.10 apresentam a relação entre o menor múltiplo comum, as vidas medianas nominais das lâmpadas por compartimento residencial e os

respectivos números de reposições de lâmpadas que serão efetuadas ao longo do período de referência.

A Tabela 11.11 apresenta a relação, entre o menor múltiplo comum, a vida mediana nominal dos reatores pesquisados para operar com as lâmpadas fluorescentes compactas não integradas e tubulares e os respectivos números de reposições de reatores que serão realizadas ao longo do período de referência.

Tabela 11.7 – Relação entre o m.m.c, a vida mediana nominal das lâmpadas e o número de reposições de lâmpadas para os quartos ao longo do período de referência

| M.M.C = 30.000 horas = 3 anos e 9 meses = 45 meses | |
|---|---|
| Vida mediana nominal das lâmpadas (horas) | Número de reposições de lâmpadas |
| 1000 horas | 30 |
| 6000 horas | 5 |
| 8000 horas \cong 7500 horas | 4 |

Tabela 11.8 – Relação entre o m.m.c, a vida mediana nominal das lâmpadas e o número de reposições de lâmpadas para as salas de estar ao longo do período de referência

| M.M.C = 60.000 horas = 7 anos e 6 meses = 90 meses | |
|---|---|
| Vida mediana nominal das lâmpadas (horas) | Número de reposições de lâmpadas |
| 1000 horas | 60 |
| 6000 horas | 10 |
| 7500 horas | 8 |
| 8000 horas \cong 7500 horas | 8 |
| 12.000 horas | 5 |
| 20.000 horas | 3 |

Tabela 11.9 – Relação entre o m.m.c, a vida mediana nominal das lâmpadas e o número de reposições de lâmpadas para as salas de jantar e corredores ao longo do período de referência

| M.M.C = 60.000 horas = 7 anos e 6 meses = 90 meses | |
|---|---|
| Vida mediana nominal das lâmpadas (horas) | Número de reposições de lâmpadas |
| 1000 horas | 60 |
| 6000 horas | 10 |
| 7500 horas | 8 |
| 8000 horas \cong 7500 horas | 8 |
| 10.000 horas | 6 |
| 12.000 horas | 5 |
| 20.000 horas | 3 |

Tabela 11.10 – Relação entre o m.m.c, a vida mediana nominal das lâmpadas e o número de reposições de lâmpadas para as cozinhas, banheiros e áreas de serviço ao longo do período de referência

| M.M.C = 60.000 horas = 7 anos e 6 meses = 90 meses | |
|---|---|
| Vida mediana nominal das lâmpadas (horas) | Número de reposições de lâmpadas |
| 750 horas | 80 |
| 1000 horas | 60 |
| 6000 horas | 10 |
| 7500 horas | 8 |
| 8000 horas \cong 7500 horas | 8 |
| 10.000 horas | 6 |
| 12.000 horas | 5 |
| 20.000 horas | 3 |

Tabela 11.11 – Relação entre o m.m.c, a vida mediana nominal dos reatores e o número de reposições de reatores para as lâmpadas fluorescentes compactas não integradas e tubulares ao longo do período de referência

| M.M.C = 60.000 horas = 7 anos e 6 meses = 90 meses | | |
|---|-------------------------------------|-----------------------------|
| Tipo de reator | Vida mediana nominal (horas) | Número de reposições |
| Eletromagnético de partida convencional | 80.000 horas | 0 |
| Eletrônico | 30.000 horas | 2 |

11.4. Realização da análise econômica

A realização da análise econômica será feita utilizando a equação (11.4.1). Os cálculos serão realizados, somando individualmente para cada lâmpada todas as despesas relativas aos custos com investimento mais todos os custos operacionais adquiridos até o final do tempo de referência, comum a todas as lâmpadas.

Lembrando que primeiro, vamos elaborar tabelas comparativas entre as lâmpadas do mesmo tipo ou classe que tenham igual valor de eficiência luminosa e temperatura de cor para verificarmos quais são as mais econômicas. Isto será feito, porque durante a análise de eficiência luminosa (vide Capítulos 9 e 10), verificamos que algumas lâmpadas do mesmo tipo têm valores de eficiência luminosa iguais. Posteriormente, vamos elaborar as tabelas comparativas entre as lâmpadas dos diferentes tipos, que foram pesquisadas para verificarmos quais são as mais econômicas.

Outro dado importante a mencionar é que, como já dissemos anteriormente vamos considerar nula a inflação nos preços dos equipamentos (lâmpadas e equipamentos auxiliares), custos com energia, custos com a mão de obra para a reposição dos equipamentos e para a limpeza dos mesmos durante o período que vai desde a aquisição dos equipamentos até o final do tempo de referência (m.m.c). E estaremos supondo também que, a limpeza dos equipamentos será realizada pelo menos uma vez por mês.

A seguir vamos apresentar, as equações que serão utilizadas para a realização dos cálculos da análise econômica.

$$\boxed{\text{Custo Total} = \text{Despesas de investimento} + \text{Despesas operacionais}} \quad (11.4.1)$$

onde:

$$\text{custo total} = \text{custo total das despesas ao longo de um período} \\ \text{predefinido [R\$]}, e$$

$$\boxed{\text{Despesas de investimento} = c. a. lamp. + c. a. lumi. + c. m. o. instal.} \quad (11.4.2)$$

onde: $c. a. lamp.$ = custo de aquisição da lâmpada[R\$];

$c. a. lumi.$ = custo de aquisição da luminária[R\$];

$c. m. o. instal.$ = custo da mão de obra de instalação do conjunto (lâmpada + luminária)[R\$], e

$$\boxed{\text{Despesas operacionais} = c. t. energia + c. t. repos. lamp. + c. t. limp. e.} \quad (11.4.3)$$

onde:

$c. t. energia$ = custo total de energia durante o período predefinido[R\$];

$c. t. repos. lamp.$ = custo total de reposição da lâmpada durante o período predefinido[R\$];

$c. t. limp. e.$ = custo total para limpeza dos equipamentos durante o período predefinido [R\$].

Desmembrando os termos da equação (11.4.3), temos:

$$\boxed{c. t. energia = n^{\circ} \text{ de meses do período predefinido} \times \text{custo mensal de energia}} \quad (11.4.4),$$

lembrando que o custo mensal de energia já foi desmembrando e definido anteriormente (vide equação (11.1)).

Em relação ao custo total de reposição da lâmpada, temos,

$$\boxed{c. t. repos. lamp. = n^{\circ} \text{ de reposições} \times [c. a. n. lamp. + c. m. o. repos. lamp.]} \quad (11.4.5)$$

onde:

$n^{\circ} \text{ de reposições}$ = número total de reposições da lâmpada durante o período predefinido;

$c. a. n. lamp.$ = custo de aquisição da nova lâmpada[R\$];

$c. m. o. repos. lamp.$ = custo da mão de obra para reposição da lâmpada[R\$].

Continuando a desmembrar os termos da equação (11.4.3), temos também que:

$$c. t. limp. e. = n^{\circ} \text{ de meses do período predefinido} \times c. mensal. limp. e. \quad (11.4.6)$$

onde:

c. mensal. limp. e. = custo mensal para limpeza dos equipamentos, e o

$$c. mensal. limp. e. = n^{\circ} \text{ vezes} \times c. p. cada. limp. e. \quad (11.4.7)$$

onde:

n^{\circ} de vezes = n^{\circ} de vezes que se realiza a limpeza dos equipamentos durante um mês;

c. p. cada. limp. e. = custo por cada limpeza realizada nos equipamentos [R\$].

É importante frisar que nas despesas de investimento para as lâmpadas fluorescentes compactas não integradas e fluorescentes tubulares, temos que acrescentar o custo de aquisição do reator, assim sendo a equação (11.4.2) toma a seguinte forma:

$$Despesas \text{ de investimento} = c. a. lamp. + c. a. reat. + c. a. lumi. + c. m. o. instal. \quad (11.4.8)$$

onde: *c. a. lamp. = custo de aquisição da lâmpada [R\$];*

c. a. reat. = custo de aquisição do reator [R\$];

c. a. lumi. = custo de aquisição da luminária [R\$];

c. m. o. instal. = custo da mão de obra para a instalação do conjunto (lâmpada + reator+luminária R\$, e a equação (11.4.3) fica:

$$Despesas \text{ operacionais} = c. t. energia + c. t. repos. lamp. + c. t. repos. reat. + c. t. limp. e. \quad (11.4.9)$$

onde:

c. t. energia = custo total de energia durante o período predefinido [R\$];

c. t. repos. lamp. = custo total de reposição da lâmpada durante o período predefinido [R\$];

c.t.repos.reat. = custo total de reposição do reator durante o período predefinido [R\$];

c.t.limp.e. = custo total para limpeza dos equipamentos durante o período predefinido [R\$].

Para a equação (11.4.9), apenas faremos o desmembramento do termo relacionado com o custo total de reposição do reator uma vez que já realizamos anteriormente o desmembramento dos termos, *c.t.energia*, *c.t.repos.lamp.* e *c.t.limp.e.* (vide Equações 11.4.4, 11.4.5, 11.4.6 e 11.4.7 e a definição dos seus termos).

Desta forma, temos:

$$\boxed{c.t.repos.reat. = n^{\circ} \text{ de reposições} \times [c.a.n.reat. + c.m.o.repos.reat.]} \quad (11.4.10)$$

onde:

n^o de reposições = número total de reposições do reator durante o período predefinido;

c.a.n.reat. = custo de aquisição do novo reator [R\$];

c.m.o.repos.reat. = custo da mão de obra para reposição do reator [R\$].

11.5. Tabelas comparativas entre as alternativas do mesmo tipo de igual eficiência luminosa para realização da análise econômica

Neste item, vamos apresentar as tabelas comparativas, entre as alternativas do mesmo tipo ou classe com igual valor de eficiência luminosa.

Esta comparação será feita, comparando as alternativas com igual valor de potência, temperatura de cor, acabamento de bulbo e com o mesmo valor de eficiência luminosa (no caso das incandescentes) e também será feita, comparando as alternativas com igual valor de potência, temperatura de cor e com o mesmo valor de eficiência luminosa (no caso das fluorescentes). Outro dado importante a mencionar é que essa comparação será feita levando em conta o valor do m.m.c do compartimento onde ela foi aplicada (vide Capítulos 8, 9, 10 e Item 11.3.).

Isto será feito, porque quando realizamos a análise de eficiência luminosa (vide Capítulo 9), verificamos que algumas alternativas do mesmo tipo possuem valores de eficiência luminosa iguais (vide Capítulos 9 e 10), e também, porque nós queremos para cada valor de potência, com a mesma temperatura de cor e acabamento de bulbo (no caso das incandescentes) e também queremos para cada valor de potência, com a mesma temperatura de cor (no caso das fluorescentes), selecionar apenas uma única alternativa para participar da comparação entre os diferentes tipos de lâmpadas que será realizada no Item 11.6. .

Obs. 27: Nas tabelas a seguir, a abreviação “**Efici. luminosa**”, significa – eficiência luminosa, a abreviação “**temp. de cor**”, significa – temperatura de cor, a abreviação “**Custo de invest.**”, significa – custo de investimento e a abreviação “**custo de reposição de lâmp.**”, significa – custo de reposição de lâmpada.

11.5.1. Tabelas comparativas entre as lâmpadas incandescentes de igual eficiência luminosa

A comparação entre as lâmpadas incandescentes de igual eficiência luminosa será feita, comparando as lâmpadas com o mesmo valor de potência, mesmo acabamento de bulbo e temperatura de cor.

11.5.1.1. Tabelas comparativas entre as lâmpadas incandescentes de bulbo suave, revestido, silico e branco interno

Para este tipo de bulbo não encontramos alternativas com valores iguais de eficiência luminosa (vide Capítulos 9 e 10).

11.5.1.1. Tabelas comparativas entre as lâmpadas incandescentes de bulbo claro (m.m.c.= 7 anos e 6 meses = 90 meses)

Tabela 11.12 – Tabela comparativa entre as lâmpadas incandescentes de 60W, com bulbo claro, temperatura de cor correlata de 2700K e igual eficiência luminosa

| Fabricante | Osram | Sylvania | Philips | General Electric |
|--|---------|----------|-----------------|------------------|
| Nome comercial | Classic | Standard | Standard | Cristal |
| Potência (watts) | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Tensão (volts) | 127 | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | 864 | 864 | 864 | 864 |
| Efici. luminosa (lumens/watts) | 14,40 | 14,40 | 14,40 | 14,40 |
| IRC | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Temp. de cor (K) | 2700 | 2700 | 2700 | 2700 |
| Bulbo (acabamento) | claro | claro | claro | claro |
| Vida mediana (horas) | 750 | 750 | 1000 | 750 |
| Custo de invest. (R\$) | 13,75 | 13,68 | 14,00 | 14,20 |
| Custo de energia (R\$) | 1496,70 | 1496,70 | 1496,70 | 1496,70 |
| Custo de reposição de lâmp. (R\$) | 300,00 | 294,40 | 240,00 | 336,00 |
| Custo de limpeza (R\$) | 90,00 | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | 1886,70 | 1881,10 | 1826,70 | 1922,70 |
| Custo total (R\$) | 1900,45 | 1894,78 | 1840,70 | 1936,90 |
| Alternativa mais econômica | | | Standard | |

Podemos observar nas Tabela 11.12 que a alternativa **Standard** da Philips apresenta no final do período de referência, custo total 3,14% menor em relação a alternativa da Osram, 2,85% menor em relação a alternativa da Sylvania e 4,97% menor em relação a alternativa da General Electric. Isto ocorre, porque ela apresenta, custo de reposição de lâmpada 20% menor em relação a alternativa da Osram, 18,48% menor em relação a alternativa da Sylvania e 28,57% menor em relação a alternativa da General Electric, o que faz com que ela apresente no final do período de referência, custo operacional e conseqüentemente, custo total menor em relação as alternativas desses fabricantes.

Tabela 11.13 – Tabela comparativa entre as lâmpadas incandescentes de 100W, com bulbo claro, temperatura de cor correlata de 2700K e igual eficiência luminosa

| Fabricante | Osram | Sylvania | Philips | General Electric |
|--|---------|----------|-----------------|------------------|
| Nome comercial | Classic | Standard | Standard | Cristal |
| Potência (watts) | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Tensão (volts) | 127 | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | 1620 | 1620 | 1620 | 1620 |
| Efici. luminosa (lumens/ watts) | 16,2 | 16,2 | 16,2 | 16,2 |
| IRC | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Temp. de cor (K) | 2700 | 2700 | 2700 | 2700 |
| Bulbo (acabamento) | claro | claro | claro | claro |
| Vida mediana (horas) | 750 | 750 | 1000 | 750 |
| Custo de invest. (R\$) | 14,00 | 13,85 | 14,10 | 14,80 |
| Custo de energia (R\$) | 2494,80 | 2494,80 | 2494,80 | 2494,80 |
| Custo de reposição de lâmp. (R\$) | 320,00 | 308,00 | 246,00 | 384,00 |
| Custo de limpeza (R\$) | 90,00 | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | 2904,80 | 2892,80 | 2830,80 | 2968,80 |
| Custo total (R\$) | 2918,80 | 2906,65 | 2844,90 | 2983,60 |
| Alternativa mais econômica | | | Standard | |

Podemos observar na Tabela 11.13 que a alternativa **Standard** da Philips apresenta no final do período de referência, custo total 2,53% menor em relação a alternativa da Osram, 2,12% menor em relação a alternativa da Sylvania e 4,65% menor em relação a alternativa da General Electric. Isto ocorre, porque ela apresenta custo de reposição de lâmpada 23,13% menor em relação a alternativa da Osram, 20,13% menor em relação a alternativa da Sylvania e 35,94% menor em relação a alternativa da General Electric, o que faz com que ela apresente no final do período de referência, custo operacional e conseqüentemente, custo total menor em relação as alternativas desses fabricantes.

11.5.2. Tabelas comparativas entre as lâmpadas fluorescentes compactas integradas de igual eficiência luminosa

Para este tipo de lâmpada não encontramos alternativas de igual valor de eficiência luminosa (vide Capítulo 9).

11.5.3. Tabelas comparativas entre as lâmpadas fluorescentes compactas não integradas de igual eficiência luminosa (m.m.c.= 7 anos e 6 meses = 90 meses)

A comparação entre as lâmpadas fluorescentes compactas não integradas de igual eficiência luminosa será feita, comparando as alternativas com o mesmo valor de potência e temperatura de cor.

Tabela 11.14 – Tabela comparativa entre as lâmpadas fluorescentes compactas não integradas de 18W, com temperatura de cor correlata de 2700K e igual eficiência luminosa

| Fabricante | | Osram | Sylvania | Philips | General Electric |
|---|--------------|----------------------|----------------------------|------------------|----------------------------------|
| Nome comercial | | Dulux D/E < 4 Pinos> | Compacta Lynx-DE <4 pinos> | PL – T <4 pinos> | Biax D/E < 4 Pinos> |
| Potência (watts) | L | 18 | 18 | 18 | 18 |
| | L + R | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 |
| | L + R | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L + R | 67 | 67 | 67 | 67 |
| IRC | | 80-89 | 85 | 82 | 82 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 2700 | 2700 | 2700 |
| Bulbo (acabamento) | | fluorescente | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 10000 | 8000 \cong 7500 | 10000 | 12000 |
| | R | 30000 | 30000 | 30000 | 30000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 110,40 | 108,50 | 129,20 | 102,31 |
| Custo de energia (R\$) | | 449,10 | 449,10 | 449,10 | 449,10 |
| Custo de reposição total (R\$) | L + R | 187,00 | 209,60 | 299,80 | 127,65 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 726,10 | 748,70 | 838,90 | 666,75 |
| Custo total (R\$) | | 836,50 | 857,20 | 968,10 | 769,06 |
| Alternativa mais econômica | | | | | Biax D/E < 4 Pinos> |

Podemos observar na Tabela 11.14 que a alternativa **Biax D/E <4 pinos>** da General Electric, apresenta no final do período de referência, custo total 8,06% menor em relação a alternativa da Osram, 10,28% menor em relação a alternativa da Sylvania e 20,56% menor em relação a alternativa da Philips. Isto acontece, porque ela apresenta, custo de reposição total 31,74% menor em relação a alternativa da Osram, 39,1% menor em relação a alternativa da Sylvania e 57,42% menor em relação a alternativa da Philips, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência, custo operacional e conseqüentemente, custo total menor em relação as alternativas desses fabricantes. Outro dado que contribui para que ela apresente, no final do período de referência, custo total menor em relação as alternativas desses três fabricantes é o fato dela apresentar também, custo de investimento 7,33% menor em relação a alternativa da Osram, 5,71% menor em relação a alternativa da Sylvania e 20,81% menor em relação a alternativa da Philips.

Tabela 11.15 – Tabela comparativa entre as lâmpadas fluorescentes compactas não integradas de 18W, com temperatura de cor correlata de 4000K e igual eficiência luminosa

| Fabricante | | Osram | Philips | General Electric |
|---|-------|----------------------|------------------|----------------------------------|
| Nome comercial | | Dulux D/E < 4 Pinos> | PL – T <4 pinos> | Biax D/E < 4 Pinos> |
| Potência (watts) | L | 18 | 18 | 18 |
| | L + R | 18 | 18 | 18 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 1200 | 1200 | 1200 |
| | L + R | 1200 | 1200 | 1200 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L + R | 67 | 67 | 67 |
| IRC | | 80-89 | 82 | 82 |
| Temp. de cor (K) | | 4000 | 4000 | 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 10000 | 10000 | 12000 |
| | R | 30000 | 30000 | 30000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 110,40 | 129,20 | 102,31 |
| Custo de energia (R\$) | | 449,10 | 449,10 | 449,10 |
| Custo de reposição total (R\$) | L + R | 187,00 | 299,80 | 127,65 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 726,10 | 838,90 | 666,75 |
| Custo total (R\$) | | 836,50 | 968,10 | 769,06 |
| Alternativa mais econômica | | | | Biax D/E < 4 Pinos> |

Podemos observar na Tabela 11.15 que a alternativa **Biax D/E <4 pinos>** da General Electric apresenta no final do período de referência, custo total 8,06% menor em relação a alternativa da Osram, 10,28% menor em relação a alternativa da Sylvania e 20,56% menor em relação a alternativa da Philips. Isto acontece, porque ela apresenta, custo de reposição total 31,74% menor em relação a alternativa da Osram, 39,1% menor em relação a alternativa da Sylvania e 57,42% menor em relação a alternativa da Philips, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência, custo operacional e conseqüentemente, custo total menor em relação as alternativas desses fabricantes. Outro dado que contribui para que ela apresente, no final do período de referência, custo total menor em relação as alternativas desses três fabricantes é o fato dela apresentar também, custo de investimento 7,33% menor

em relação a alternativa da Osram, 5,71% menor em relação a alternativa da Sylvania e 20,81% menor em relação a alternativa da Philips.

Tabela 11.16 – Tabela comparativa entre as lâmpadas fluorescentes compactas não integradas de 26W, com temperatura de cor correlata de 2700K e igual eficiência luminosa

| Fabricante | | Osram | Sylvania | Philips |
|---|-------|----------------------------------|----------------------------|------------------|
| Nome comercial | | Dulux D/E < 4 Pinos> | Compacta Lynx-DE <4 pinos> | PL – T <4 pinos> |
| Potência (watts) | L | 26 | 26 | 26 |
| | L + R | 25,5 | 25,5 | 25,5 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 1800 | 1800 | 1800 |
| | L + R | 1800 | 1800 | 1800 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L + R | 71 | 71 | 71 |
| IRC | | 80-89 | 85 | 82 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 2700 | 2700 |
| Bulbo (acabamento) | | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida Média (horas) | L | 10000 | 8000 \cong 7500 | 10000 |
| | R | 30000 | 30000 | 30000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 110,40 | 108,50 | 130,00 |
| Custo de energia (R\$) | | 636,30 | 636,30 | 636,30 |
| Custo de reposição total (R\$) | L + R | 187,00 | 209,60 | 304,60 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 913,30 | 935,90 | 1030,90 |
| Custo total (R\$) | | 1023,70 | 1044,40 | 1160,90 |
| Alternativa mais econômica | | Dulux D/E <4 pinos> | | |

Podemos observar na Tabela 11.16 que a alternativa **Dulux D/E <4 pinos>** da Osram apresenta no final do período de referência, custo total 1,98% menor em relação a alternativa da Sylvania e 11,82% menor em relação a alternativa da Philips. Isto ocorre, porque ela apresenta, custo de reposição total 10,78% menor em relação a alternativa da Sylvania e 38,61% menor em relação a alternativa da Philips, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência, custo operacional e conseqüentemente, custo total menor em relação as alternativas desses dois fabricantes.

Tabela 11.17 – Tabela comparativa entre as lâmpadas fluorescentes compactas não integradas de 26W, com temperatura de cor de 4000K e igual eficiência luminosa

| Fabricante | | Osram | Philips |
|---|-------|-------------------------|---------------------|
| Nome comercial | | Dulux D/E < 4 Pinos> | PL – T <4 pinos> |
| Potência (watts) | L | 26 | 26 |
| | L + R | 25,5 | 25,5 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 1800 | 1800 |
| | L + R | 1800 | 1800 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L + R | 71 | 71 |
| IRC | | 80-89 | 82 |
| Temp. de cor (K) | | 4000 | 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 10000 | 10000 |
| | R | 30000 | 30000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 110,40 | 130,00 |
| Custo de energia (R\$) | | 636,30 | 636,30 |
| Custo de reposição total (R\$) | L + R | 187,00 | 304,60 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 913,30 | 1030,90 |
| Custo total (R\$) | | 1023,70 | 1160,90 |
| Alternativa mais econômica | | Dulux D/E <4 pinos> | |

Podemos observar na Tabela 11.17 que a alternativa **Dulux D/E <4 pinos>** da Osram, apresenta no final do período de referência, custo total 11,82% menor em relação a alternativa da Philips. Isto ocorre, porque ela apresenta custo de reposição total 38,61% menor em relação a PL-T <4pinos> da Philips, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência, custo operacional e conseqüentemente, custo total menor em relação a essa alternativa. Outro dado que contribui para que ela apresente, no final do período de referência, custo total menor em relação a PL-T <4pinos> da Philips é o fato dela apresentar também, custo de investimento 15,08% menor em relação a essa alternativa.

11.5.4. Tabelas comparativas entre as lâmpadas fluorescentes tubulares de igual

eficiência luminosa (m.m.c.=7 anos e 6 meses = 90 meses)

A comparação entre as lâmpadas fluorescentes tubulares de igual eficiência luminosa será realizada, comparando as alternativas com o mesmo valor de potência e temperatura de cor correlata.

Tabela 11.18 – Tabela comparativa entre as lâmpadas fluorescentes tubulares de 14W, com temperatura de cor de 3000K / 4000K e igual eficiência luminosa

| Fabricante | | Sylvania | Philips | General Electric |
|---|-------|----------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Nome comercial | | Designer 3000 / 4000 | Fluorescente Master TL5 | Lâmpada Fluorescente T5 |
| Potência (watts) | L | 14 | 14 | 14 |
| | L + R | 18 | 18 | 18 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 1350 | 1350 | 1350 |
| | L + R | 1350 | 1350 | 1350 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L + R | 75 | 75 | 75 |
| IRC | | 85 | 85 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 3000 / 4000 | 3000 / 4000 | 3000 / 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 20000 | 20000 | 20000 |
| | R | 30000 | 30000 | 30000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 189,20 | 175,70 | 177,20 |
| Custo de energia (R\$) | | 449,10 | 449,10 | 449,10 |
| Custo de reposição total (R\$) | L + R | 272,40 | 231,90 | 236,40 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 811,50 | 771,00 | 775,50 |
| Custo total (R\$) | | 1000,70 | 946,70 | 952,70 |
| Alternativa mais econômica | | | Fluorescente Master TL5 | |

Podemos observar na Tabela 11.18 que a alternativa **Fluorescente Master TL5** da Philips, apresenta no final do período de referência, custo total 5,4% menor em relação a alternativa da Sylvania e 0,63% menor em relação a alternativa da General Electric. Isto ocorre, porque ela apresenta, custo de reposição total 14,87% menor em relação a alternativa da Sylvania e 1,90% menor em relação a alternativa da General Electric, o que faz com que

ela presente, no final do período de referência, custo operacional e conseqüentemente, custo total menor em relação as alternativas desses dois fabricantes. Outro dado que contribui para que ela presente, no final do período de referência, custo total menor em relação as alternativas desses dois fabricantes é o fato dela apresentar também, custo de investimento 7,14% menor em relação a alternativa da Sylvania e 0,85% menor em relação a alternativa da General Electric.

Tabela 11.19 – Tabela comparativa entre as lâmpadas fluorescentes tubulares de 16W, com temperatura de cor correlata de 3000K e igual eficiência luminosa

| Fabricante | | Osram | Philips |
|---|--------------|-------------------------|-----------------------------|
| Nome comercial | | Fluorescente Tubular T8 | Eco Master TLD/TLDRS |
| Potência (watts) | L | 16 | 16 |
| | L + R | 18,5 | 18,5 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 1200 | 1200 |
| | L + R | 1200 | 1200 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L + R | 65 | 65 |
| IRC | | 80-89 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 3000 | 3000 |
| Bulbo (acabamento) | | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 7500 | 12000 |
| | R | 30000 | 30000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 77,30 | 74,00 |
| Custo de energia (R\$) | | 461,70 | 461,70 |
| Custo de reposição total (R\$) | L + R | 192,80 | 131,60 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 744,50 | 683,30 |
| Custo total (R\$) | | 821,80 | 757,30 |
| Alternativa mais econômica | | | Eco Master TLD/TLDRS |

Podemos observar na Tabela 11.19 que, a alternativa **Eco Master TLD/TLDRS** da Philips, apresenta no final do período de referência, custo total 7,85% menor em relação a alternativa da Osram. Isto ocorre, porque ela apresenta, custo de reposição total 31,74% menor em relação a Fluorescente Tubular T8 da Osram, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência, custo operacional e conseqüentemente, custo total menor em relação a essa alternativa. Outro dado que contribui para que ela apresente, no final do período de referência, custo total menor em relação a alternativa da Osram é o fato dela apresentar também, custo de investimento 4,27% menor em relação a alternativa desse fabricante.

Tabela 11.20 – Tabela comparativa entre as lâmpadas fluorescentes tubulares de 16W, com temperatura de cor correlata de 4000K e igual eficiência luminosa

| Fabricante | | Osram | Sylvania | Philips |
|---|-------|-------------------------|---------------|-----------------------------|
| Nome comercial | | Fluorescente Tubular T8 | Designer 4000 | Eco Master TLD/TLDRS |
| Potência (watts) | L | 16 | 16 | 16 |
| | L + R | 18,5 | 18,5 | 18,5 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 1200 | 1200 | 1200 |
| | L + R | 1200 | 1200 | 1200 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L + R | 65 | 65 | 65 |
| IRC | | 80-89 | 85 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 4000 | 4000 | 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 7500 | 7500 | 12000 |
| | R | 30000 | 30000 | 30000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 77,30 | 76,40 | 74,00 |
| Custo de energia (R\$) | | 461,70 | 461,70 | 461,70 |
| Custo de reposição total (R\$) | L + R | 192,80 | 185,60 | 131,60 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 744,50 | 737,30 | 683,30 |
| Custo total (R\$) | | 821,80 | 813,70 | 757,30 |
| Alternativa mais econômica | | | | Eco Master TLD/TLDRS |

Podemos observar na Tabela 11.20 que a alternativa **Eco Master TLD/TLDRS** da Philips, apresenta no final do período de referência, custo total 7,85% menor em relação a alternativa da Osram e 6,93% em relação a alternativa da Sylvania. Isto ocorre, porque ela apresenta, custo de reposição total 31,74% menor em relação a Fluorescente Tubular T8 da Osram e 29,09% menor em relação a Designer 4000 da Sylvania, o que faz com que ela apresente, custo operacional e conseqüentemente, custo total menor em relação a essas alternativas. Outro dado que contribui para que ela apresente, no final do período de referência, custo total menor em relação a essas duas alternativas é o fato dela apresentar também, custo de investimento 4,27% menor em relação a alternativa da Osram e 3,14% em relação a alternativa da Sylvania.

Tabela 11.21 – Tabela comparativa entre as lâmpadas fluorescentes tubulares 20W, com temperatura de cor correlata de 4000K / 5000K e igual eficiência luminosa

| Fabricante | | Philips | General Electric |
|---|--------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Nome comercial | | Fluorescente TLTRS série 80 | Fluorescente Universal |
| Potência (watts) | L | 20 | 20 |
| | L + R | 20 | 20 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 1350 | 1350 |
| | L + R | 1215 | 1215 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L + R | 61 | 61 |
| IRC | | 85 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 4000/5000 | 4000/5000 |
| Bulbo (acabamento) | | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 8000 \cong 7500 | 12000 |
| | R | 30000 | 30000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 74,90 | 76,40 |
| Custo de energia (R\$) | | 498,60 | 498,60 |
| Custo de reposição total (R\$) | L + R | 173,60 | 143,60 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 762,20 | 732,20 |
| Custo total (R\$) | | 837,10 | 808,60 |
| Alternativa mais econômica | | | Fluorescente Universal |

Podemos observar na Tabela 11.21 que a lâmpada **Fluorescente Universal** da General Electric apresenta no final do período de referência, custo total 3,40% menor em relação a **Fluorescente TLTRS série 80** da Philips. Isto ocorre, porque ela apresenta custo de reposição total 17,28% menor em relação a alternativa da Philips, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência, custo operacional e conseqüentemente, custo total menor em relação a essa alternativa.

Tabela 11.22 – Tabela comparativa entre as lâmpadas fluorescentes tubulares de 32W, com temperatura de cor correlata de 4000K e igual eficiência luminosa

| Fabricante | | Osram | Sylvania | Philips |
|---|--------------|-------------------------|---------------|-----------------------------|
| Nome comercial | | Fluorescente Tubular T8 | Designer 4000 | Eco Master TLD/TLDRS |
| Potência (watts) | L | 32 | 32 | 32 |
| | L + R | 35 | 35 | 35 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 2700 | 2700 | 2700 |
| | L + R | 2700 | 2700 | 2700 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L + R | 77 | 77 | 77 |
| IRC | | 80-89 | 85 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 4000 | 4000 | 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 7500 | 7500 | 12000 |
| | R | 30000 | 30000 | 30000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 81,70 | 80,80 | 78,40 |
| Custo de energia (R\$) | | 873,00 | 873,00 | 873,00 |
| Custo de reposição total (R\$) | L + R | 192,80 | 185,60 | 131,60 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 1155,80 | 1148,60 | 1094,60 |
| Custo total (R\$) | | 1237,50 | 1229,40 | 1173,00 |
| Alternativa mais econômica | | | | Eco Master TLD/TLDRS |

Podemos observar na Tabela 11.22 que a alternativa **Eco Master TLD/TLDRS** da Philips apresenta no final do período de referência, custo total 5,21% menor em relação a alternativa da Osram e 4,59% menor em relação a alternativa da Sylvania. Isto ocorre, porque ela apresenta custo de reposição total 31,74% menor em relação a Fluorescente Tubular T8 da

Osram e 29,09% menor em relação a Designer 4000 da Sylvania, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência, custo operacional e conseqüentemente, custo total menor em relação a essas duas alternativas. Outro dado que contribui para que ela apresente, no final do período de referência, custo total menor em relação a essas duas alternativas é o fato dela apresentar também, custo de investimento 4,01% menor em relação a alternativa da Osram e 2,97% menor em relação a alternativa da Sylvania.

11.6. Tabelas comparativas por compartimento residencial entre as melhores alternativas dos diferentes tipos de lâmpadas que foram pesquisadas para a realização da análise econômica

Neste item, vamos apresentar as tabelas comparativas entre as melhores alternativas dos diferentes tipos de lâmpadas que foram pesquisadas e verificar quais são as mais econômicas. Essa comparação será feita, utilizando as melhores alternativas segundo a análise de eficiência luminosa realizada no Capítulo 9 e considerando também, as sugestões de aplicações das lâmpadas por compartimento residencial, apresentadas no Capítulo 10.

11.6.1. Tabelas comparativas para os quartos (m.m.c.= 3 anos e 9 meses = 45 meses)

Para os quartos, iremos confeccionar, as tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas incandescentes, de bulbo suave, sílico, branco interno e revestido, com temperatura de cor de 2700K e as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes compactas integradas, com temperatura de cor de 2700K e 4000K.

Outro dado importante a acrescentar, é que vamos comparar as incandescentes com aquelas fluorescentes compactas integradas que possam substituir as incandescentes com menor valor de potência e maior valor de eficiência luminosa, independentemente, da temperatura de cor correlata que esta fluorescente apresente. Lembrando que todas as alternativas que serão usadas nessas comparações são aquelas que foram consideradas como as melhores segundo a análise de eficiência luminosa realizada no Capítulo 9.

Tabela 11.23 – Tabela comparativa para os quartos, entre a lâmpada incandescente de 60W, com bulbo suave, temperatura de cor correlata de 2700K e as lâmpadas fluorescentes compactas integradas de 15W, 18W e 20W com temperatura de cor correlata de 2700K e 4000K

| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente Compacta integrada |
|---|-------|---------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Fabricante | | Philips | Sylvania | Osram | Sylvania |
| Nome comercial | | Soft | Compacta Mini-Lynx Tripla | Duluxtar Mini Twist | Compacta Mini-Lynx Tripla |
| Potência (watts) | L | 60 | | | |
| | L + R | | 15 | 18 | 20 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 864 | | | |
| | L + R | | 1010 | 1200 | 1500 / 1490 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L | 14,4 | | | |
| | L + R | | 67 | 67 | 75 / 74,5 |
| IRC | | 100 | 85 | 80-89 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 2700 / 4000 | 2700 / 4000 | 2700 / 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | suave | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | | | |
| | L + R | | 8000 \cong 7500 | 6000 | 8000 \cong 7500 |
| Custo de investimento (R\$) | | 14,50 | 28,90 | 22,90 | 28,90 |
| Custo de energia (R\$) | L | 748,35 | | | |
| | L + R | | 187,20 | 224,55 | 249,30 |
| Custo de reposição total (R\$) | L | 135,00 | | | |
| | L + R | | 75,60 | 64,50 | 75,60 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 45,00 | 45,00 | 45,00 | 45,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 928,35 | 307,80 | 334,05 | 369,90 |
| Custo total (R\$) | | 942,85 | 336,70 | 356,95 | 398,80 |
| Alternativas mais econômicas | | | Compacta Mini-Lynx Tripla | Duluxtar Mini Twist | Compacta Mini-Lynx Tripla |

Podemos observar na Tabela 11.23 que apesar das lâmpadas fluorescentes, **Compacta Mini-Lynx Tripla** de 15W e 20W da Sylvania e a **Duluxtar Mini Twist** de 18W da Osram, apresentarem respectivamente, custo de investimento 49,83% e 36,68% maior em relação à

alternativa incandescente, **Soft** de 60W da Philips, ainda assim, no final do período de referência, as alternativas Compacta Mini-Lynx Tripla de 15W e 20W da Sylvania e a Duluxtar Mini Twist de 18W da osram, apresentam respectivamente, custo total 64,29%, 57,70% e 62,14% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isto ocorre, porque as alternativas fluorescentes, Compacta Mini-Lynx Tripla de 15W e 20W da Sylvania e Duluxtar Mini Twist de 18W da Osram, apresentam respectivamente, custo de energia 74,98%, 66,69% e 69,99% menor em relação a alternativa incandescente da Philips.

Outro dado que contribui para que as alternativas fluorescentes, no final do período de referência, apresentem custo total menor em relação a alternativa incandescente é o fato das alternativas fluorescentes da Sylvania e da Osram, apresentarem respectivamente, custo de reposição total 44% e 52,22% menor em relação a alternativa incandescente da Philips, o que faz com que elas apresentem, no final do período de referência, respectivamente, custo operacional 66,84%, 60,16%, 64,02% e total 64,29%, 57,70% e 62,14% menor em relação a essa alternativa incandescente.

Tabela 11.24 – Tabela comparativa para os quartos, entre a lâmpada incandescente de 60W, com bulbo suave, temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescentes compactas integradas de 22W e 23W com temperatura de cor correlata de 2700K e 4000K

| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente Compacta integrada |
|---|-------|---------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Fabricante | | Philips | Philips | Philips | Osram |
| Nome comercial | | Soft | Deco Twist | Twister | Duluxtar |
| Potência (watts) | L | 60 | | | |
| | L + R | | 22 | 23 | 23 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 864 | | | |
| | L + R | | 1450 | 1550 | 1500 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L | 14,4 | | | |
| | L + R | | 66 | 67 | 65 |
| IRC | | 100 | 82 | 82 | 80-89 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 2700 | 2700 | 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | suave | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | | | |
| | L + R | | 6000 | 6000 | 6000 |
| Custo de Invest. (R\$) | | 14,50 | 40,60 | 28,90 | 24,90 |
| Custo de energia (R\$) | L | 748,35 | | | |
| | L + R | | 274,50 | 287,10 | 287,10 |
| Custo de reposição total (R\$) | L | 135,00 | | | |
| | L + R | | 153,00 | 94,50 | 74,50 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 45,00 | 45,00 | 45,00 | 45,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 928,35 | 472,50 | 426,60 | 406,60 |
| Custo total (R\$) | | 942,85 | 513,10 | 455,50 | 431,50 |
| Alternativas mais econômicas | | | Deco Twist | Twister | Duluxtar |

Na Tabela 11.24 podemos observar que as lâmpadas fluorescentes, **Deco Twist** da Philips, **Twister** também da Philips e **Duluxtar** da Osram, apresentam no final do período de referência, respectivamente, custo total 45,58%, 51,69% e 54,23% menor em relação a lâmpada incandescente, **Soft** de 60W da Philips.

Em relação à lâmpada fluorescente Deco Twist, podemos observar na Tabela 11.24 que embora ela apresente custo de investimento 64,29% e de reposição total 11,76% maior que a alternativa incandescente, ainda assim, ela apresenta, no final do período de referência, custo total 45,58% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isso acontece, porque como sabemos, o custo de energia tem um peso preponderante no cálculo do custo operacional e como podemos ver na Tabela 11.24, a Deco Twist apresenta, custo de energia 63,32% menor em relação a alternativa incandescente, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência, respectivamente, custo operacional 49,10% e total 45,58% menor em relação a essa alternativa incandescente.

Em relação às lâmpadas fluorescentes Twister da Philips e Duluxtar da Osram, podemos ver na Tabela 11.24 que, apesar dessas alternativas, apresentarem respectivamente, custo de investimento 49,83% e 41,77% maior em relação a alternativa incandescente, ainda assim, elas apresentam, respectivamente, no final do período de referência, custo total 51,69% e 54,23% menor em relação a essa alternativa incandescente da Philips. Isto ocorre, porque elas apresentam, respectivamente, custo de energia 61,64% e de reposição total 30% e 44,81% menor em relação a alternativa incandescente, o que faz com que elas apresentem, no final do período de referência, respectivamente, custo operacional 54,05%, 56,20% e total 51,69% e 54,23% menor em relação a essa alternativa incandescente.

Tabela 11.25 – Tabela comparativa para os quartos, entre a lâmpada incandescente de 100W, com bulbo suave, temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescentes compactas integradas de 25W, 26W e 28W com temperatura de cor correlata de 2700K e 4000K

| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente Compacta integrada |
|---|-------|---------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Fabricante | | Philips | Sylvania | General Electric | Philips |
| Nome comercial | | Soft | Compacta Mini-Lynx Tripla | Eletrônica Spiral | Deco Twist |
| Potência (watts) | L | 100 | | | |
| | L + R | | 25 | 26 | 28 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 1620 | | | |
| | L + R | | 1900 / 1810 | 1800 | 1950 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L | 16,2 | | | |
| | L + R | | 76 / 72 | 69 | 70 |
| IRC | | 100 | 85 | 80 | 82 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 2700 / 4000 | 2700 | 2700 |
| Bulbo (acabamento) | | suave | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | | | |
| | L + R | | 8000 \cong 7500 | 8000 \cong 7500 | 6000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 15,00 | 30,90 | 24,29 | 42,30 |
| Custo de energia (R\$) | L | 1247,40 | | | |
| | L + R | | 311,85 | 324,45 | 349,20 |
| Custo de reposição total (R\$) | L | 150,00 | | | |
| | L + R | | 83,60 | 57,16 | 161,50 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 45,00 | 45,00 | 45,00 | 45,00 |
| Custo Operacional (R\$) | | 1442,40 | 440,45 | 426,61 | 555,70 |
| Custo total (R\$) | | 1457,40 | 471,35 | 450,90 | 598,00 |
| Alternativas mais econômicas | | | Compacta Mini-Lynx Tripla | Eletrônica Spiral | Deco Twist |

Na Tabela 11.25 podemos observar que as lâmpadas fluorescentes, **Compacta Mini-Lynx Tripla** de 25W da Sylvania, **Eletrônica Spiral** de 26W da General Electric e **Deco Twist** de 28W da Philips, apresentam no final do período de referência, respectivamente, custo total 67,66%, 69,06% e 58,97% menor em relação a lâmpada incandescente, **Soft** de 100W da Philips.

Em relação à lâmpada fluorescente Deco Twist, podemos observar na Tabela 11.25 que, embora ela apresente respectivamente, custo de investimento 64,54% e de reposição total 7,12% maior que a alternativa incandescente, ainda assim, ela apresenta no final do período de referência, custo total 58,97% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isso acontece, porque como sabemos, o custo de energia tem um peso preponderante no cálculo do custo operacional e como podemos ver na Tabela 11.25, a Deco Twist apresenta custo de energia 72,01% menor em relação a alternativa incandescente, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência, respectivamente, custo operacional 61,47% e total 58,97% menor em relação a essa alternativa incandescente.

Em relação às lâmpadas fluorescentes, Compacta Mini-Lynx Tripla da Sylvania e Eletrônica Spiral da General Electric, podemos ver na Tabela 11.25, que apesar dessas alternativas fluorescentes, apresentarem respectivamente, custo de investimento 51,46% e 38,25% maior em relação a alternativa incandescente, ainda assim, elas apresentam, no final do período de referência, respectivamente, custo total 67,66 e 69,06% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isto ocorre, porque elas apresentam, respectivamente, custo de energia 75% e 73,99% e de reposição total 44,27% e 61,89% menor em relação a alternativa incandescente, o que faz com que elas apresentem, no final do período de referência, respectivamente, custo operacional 69,46%, 70,42% e total 67,66 e 69,06% menor em relação a essa alternativa incandescente.

A partir das comparações feitas, através da análise econômica realizada para alternativas incandescentes e fluorescentes compactas integradas pesquisadas (vide Tabelas 11.23, 11.24 e 11.25), podemos afirmar que, se tivéssemos apenas, as alternativas incandescentes e fluorescentes compactas integradas, apresentadas nas Tabelas 11.23, 11.24 e 11.25 como opções para a iluminação dos quartos de uma residência, as alternativas mais indicadas para iluminação desse compartimento seriam as lâmpadas fluorescentes compactas integradas. E, essas lâmpadas são, as fluorescentes Compactas Mini-Lynx Tripla de 15W, 20W e 25W, com temperatura de cor correlata de 2700K e 4000K da Sylvania, as Duluxtar Mini Twist de 18W, com temperatura de cor de 2700K e 4000K da Osram, a Duluxtar de 23W, com temperatura de cor de 4000K também da Osram, as Deco Twist de 22W e 28W, com temperatura de cor de 2700K da Philips, a Twister de 23W, com temperatura de cor de 2700K também da Philips e a Eletrônica Spiral de 26W, com temperatura de cor de 2700K da General Electric.

11.6.2. Tabelas comparativas para as salas de estar (m.m.c.= 7 anos e 6 meses = 90 meses)

Para as salas de estar, iremos confeccionar, as tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas incandescentes de bulbo sílico, suave, branco interno e revestido, com temperatura de cor de 2700K e as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes compactas integradas, com temperatura de cor de 2700K e 4000K, iremos também confeccionar, as tabelas comparativas entre a melhores alternativas de lâmpadas incandescentes de bulbo sílico, suave, branco interno e revestido, com temperatura de cor de 2700K e as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes tubulares, com temperatura de cor de 3000K e 4000K, por último, vamos confeccionar também, as tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes compactas integradas, com temperatura de cor de 2700K e 4000K e as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes tubulares, com temperatura de cor de 3000K e 4000K.

Lembrando mais uma vez, que todas as alternativas que serão usadas nessas comparações, são aquelas que foram consideradas como as melhores segundo a análise de eficiência luminosa realizada no Capítulo 9.

11.6.2.1. Tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas

incandescentes e fluorescentes compactas integradas (m.m.c.= 7 anos e 6 meses = 90 meses)

Essa comparação será feita, entre as lâmpadas incandescentes de bulbo suave, com temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescentes compactas integradas, com temperatura de cor de 2700K e 4000K.

Mais uma vez, é importante frisar que vamos comparar as incandescentes com aquelas fluorescentes compactas integradas que possam substituir as incandescentes, com menor valor de potência e maior valor de eficiência luminosa, independentemente, da temperatura de cor correlata que esta fluorescente apresente.

Tabela 11.26 – Tabela comparativa para a sala de estar, entre a lâmpada incandescente de 60W, com bulbo suave, temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescentes compactas integradas de 15W, 18W e 20W com temperatura de cor de 2700K e 4000K

| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente Compacta integrada |
|---|--------------|---------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Fabricante | | Philips | Sylvania | Osram | Sylvania |
| Nome comercial | | Soft | Compacta Mini-Lynx Tripla | Duluxtar Mini Twist | Compacta Mini-Lynx Tripla |
| Potência (watts) | L | 60 | | | |
| | L + R | | 15 | 18 | 20 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 864 | | | |
| | L + R | | 1010 | 1200 | 1500 / 1490 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L | 14,4 | | | |
| | L + R | | 67 | 67 | 75 / 74,5 |
| IRC | | 100 | 85 | 80-89 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 2700 / 4000 | 2700 / 4000 | 2700 / 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | suave | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | | | |
| | L + R | | 8000 \cong 7500 | 6000 | 8000 \cong 7500 |
| Custo de invest. (R\$) | | 14,50 | 28,90 | 22,90 | 28,90 |
| Custo de energia (R\$) | L | 1496,70 | | | |
| | L + R | | 374,40 | 449,10 | 498,60 |
| Custo de reposição total (R\$) | L | 270,00 | | | |
| | L + R | | 151,20 | 129,00 | 151,20 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo Operacional (R\$) | | 1856,70 | 615,60 | 668,10 | 739,80 |
| Custo total (R\$) | | 1871,20 | 644,50 | 691,00 | 768,70 |
| Alternativas mais econômicas | | | Compacta Mini-Lynx Tripla | Duluxtar Mini Twist | Compacta Mini-Lynx Tripla |

Podemos observar na Tabela 11.26 que apesar das lâmpadas fluorescentes, **Compacta Mini-Lynx Tripla** de 15W e 20W da Sylvania e a **Duluxtar Mini Twist** de 18W da Osram, apresentarem respectivamente, custo de investimento 49,83% e 36,68% maior em relação a alternativa incandescente, **Soft** de 60W da Philips, ainda assim, no final do período de referência, as alternativas Compacta Mini-Lynx Tripla de 15W e 20W da Sylvania e a

Duluxtar Mini Twist de 18W da osram, apresentam respectivamente, custo total 65,56%, 58,92% e 63,07% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isto ocorre, porque as alternativas fluorescentes, Compacta Mini-Lynx Tripla de 15W e 20W da Sylvania e Duluxtar Mini Twist de 18W da Osram, apresentam respectivamente, custo de energia 74,98%, 66,69% e 69,99% menor em relação a alternativa incandescente da Philips.

Outro dado que contribui para que as alternativas fluorescentes, no final do período de referência, apresentem custo total menor em relação a alternativa incandescente é o fato das alternativas fluorescentes da Sylvania e da Osram, apresentarem respectivamente, custo de reposição total 44% e 52,22% menor em relação a alternativa incandescente da Philips, o que faz com que elas apresentem, no final do período de referência, respectivamente, custo operacional 66,84%, 60,16%, 64,02% e total 65,56%, 58,92% e 63,07% menor em relação a essa alternativa incandescente.

Tabela 11.27 – Tabela comparativa para as salas de estar, entre a lâmpada incandescente de 60W, com bulbo suave, temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescentes compactas integradas de 22W e 23W com temperatura de cor de 2700K e 4000K

| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente Compacta integrada |
|---|-------|---------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Fabricante | | Philips | Philips | Philips | Osram |
| Nome comercial | | Soft | Deco Twist | Twister | Duluxtar |
| Potência (watts) | L | 60 | | | |
| | L + R | | 22 | 23 | 23 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 864 | | | |
| | L + R | | 1450 | 1550 | 1500 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L | 14,4 | | | |
| | L + R | | 66 | 67 | 65 |
| IRC | | 100 | 82 | 82 | 80-89 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 2700 | 2700 | 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | suave | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | | | |
| | L + R | | 6000 | 6000 | 6000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 14,50 | 40,60 | 28,90 | 24,90 |
| Custo de energia (R\$) | L | 1496,70 | | | |
| | L + R | | 549,00 | 574,20 | 574,20 |
| Custo de reposição total (R\$) | L | 270,00 | | | |
| | L + R | | 306,00 | 189,00 | 149,00 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 1856,70 | 945,00 | 853,20 | 813,20 |
| Custo total (R\$) | | 1871,20 | 985,60 | 882,10 | 838,10 |
| Alternativas mais econômicas | | | Deco Twist | Twister | Duluxtar |

Na Tabela 11.27 podemos observar que as lâmpadas fluorescentes, **Deco Twist** da Philips, **Twister** também da Philips e **Duluxtar** da Osram, apresentam no final do período de referência, respectivamente, custo total 47,33%, 52,86% e 55,21% menor em relação a lâmpada incandescente, **Soft** de 60W da Philips.

Em relação à lâmpada fluorescente Deco Twist, podemos observar na Tabela 11.27 que, embora ela apresente, custo de investimento 64,29% e de reposição total 11,76% maior que a alternativa incandescente, ainda assim, ela apresenta, no final do período de referência, custo total 47,33% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isso acontece, porque como sabemos, o custo de energia tem um peso preponderante no cálculo do custo operacional e como podemos ver na Tabela 11.27, a Deco Twist apresenta, custo de energia 63,32% menor em relação a alternativa incandescente, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência, respectivamente, custo operacional 49,10% e total 47,33% menor em relação a essa alternativa incandescente.

Em relação às lâmpadas fluorescentes, Twister da Philips e Duluxtar da Osram, podemos ver na Tabela 11.27 que, apesar dessas alternativas, apresentarem respectivamente, custo de investimento 49,83% e 41,77% maior em relação a alternativa incandescente, ainda assim, elas apresentam, respectivamente, no final do período de referência, custo total 52,86% e 55,21% menor em relação a essa alternativa incandescente da Philips. Isto ocorre, porque elas apresentam, respectivamente, custo de energia 61,64% e de reposição total 30% e 44,81% menor em relação a alternativa incandescente, o que faz com que elas apresentem, no final do período de referência, respectivamente, custo operacional 54,05%, 56,20% e total 52,86% e 55,21% menor em relação a essa alternativa incandescente.

Tabela 11.28 – Tabela comparativa para as salas de estar, entre a lâmpada incandescente de 100W, com bulbo suave, temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescentes compactas integradas de 25W, 26W e 28W com temperatura de cor correlata de 2700K e 4000K

| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente Compacta integrada |
|---|--------------|---------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Fabricante | | Philips | Sylvania | General Electric | Philips |
| Nome comercial | | Soft | Compacta Mini-Lynx Tripla | Eletrônica Spiral | Deco Twist |
| | L | 100 | | | |
| Potência (watts) | L + R | | 25 | 26 | 28 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 1620 | | | |
| | L + R | | 1900 / 1810 | 1800 | 1950 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L | 16,2 | | | |
| | L + R | | 76 / 72 | 69 | 70 |
| IRC | | 100 | 85 | 80 | 82 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 2700 / 4000 | 2700 | 2700 |
| Bulbo (acabamento) | | suave | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | | | |
| | L + R | | 8000 \cong 7500 | 8000 \cong 7500 | 6000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 15,00 | 30,90 | 24,29 | 42,30 |
| Custo de energia (R\$) | L | 2494,80 | | | |
| | L + R | | 623,70 | 648,90 | 698,40 |
| Custo de reposição total (R\$) | L | 300,00 | | | |
| | L + R | | 167,20 | 114,32 | 323,00 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 2884,80 | 880,90 | 853,22 | 1111,40 |
| Custo total (R\$) | | 2899,80 | 911,80 | 877,51 | 1153,70 |
| Alternativas mais econômicas | | | Compacta Mini-Lynx Tripla | Eletrônica Spiral | Deco Twist |

Na Tabela 11.28 podemos observar que, as lâmpadas fluorescentes, **Compacta Mini-Lynx Tripla** de 25W da Sylvania, **Eletrônica Spiral** de 26W da General Electric e **Deco Twist** de 28W da Philips, apresentam no final do período de referência, respectivamente,

custo total 68,57%, 69,74% e 60,21% menor em relação a lâmpada incandescente, **Soft** de 100W da Philips.

Em relação à lâmpada fluorescente Deco Twist, podemos observar na Tabela 11.28 que embora ela apresente, respectivamente, custo de investimento 64,54% e de reposição total 7,12% maior que a alternativa incandescente, ainda assim, ela apresenta no final do período de referência, custo total 60,21% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isso acontece, porque como sabemos, o custo de energia tem um peso preponderante no cálculo do custo operacional e como podemos ver na Tabela 11.28, a Deco Twist apresenta, custo de energia 72,01% menor em relação a alternativa incandescente, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência, respectivamente, custo operacional 61,47% e total 60,21% menor em relação a essa alternativa incandescente.

Em relação às lâmpadas fluorescentes, Compacta Mini-Lynx Tripla da Sylvania e Eletrônica Spiral da General Electric, podemos ver na Tabela 11.28 que, apesar dessas alternativas fluorescentes, apresentarem respectivamente, custo de investimento 51,46% e 38,25% maior em relação a alternativa incandescente, ainda assim, elas apresentam, no final do período de referência, respectivamente, custo total 68,57% e 69,74% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isto ocorre, porque elas apresentam, respectivamente, custo de energia 75% e 73,99% e de reposição total 44,27% e 61,89% menor em relação a alternativa incandescente, o que faz com que elas apresentem, no final do período de referência, respectivamente, custo operacional 69,46%, 70,42% e total 68,57% e 69,74% menor em relação a essa alternativa incandescente.

A partir das comparações feitas, através da análise econômica realizada para alternativas incandescentes e fluorescentes compactas integradas pesquisadas (vide Tabelas 11.26, 11.27 e 11.28), podemos afirmar, que se tivéssemos apenas, as lâmpadas incandescentes e fluorescentes compactas integradas, apresentadas nas Tabelas 11.26, 11.27 e 11.28 como opções para a iluminação das salas de estar de uma residência, as alternativas mais indicadas seriam as fluorescentes compactas integradas. E, essas lâmpadas são, as Compactas Mini-Lynx Tripla de 15W, 20W e 25W, com temperatura de cor correlata de 2700K e 4000K da Sylvania, as Duluxtar Mini Twist de 18W, com temperatura de cor de 2700K e 4000K da Osram, a Duluxtar de 23W, com temperatura de cor de 4000K também da Osram, as Deco Twist de 22W e 28W, com temperatura de cor de 2700K da Philips, a Twister de 23W, com

temperatura de cor de 2700K também da Philips e a Eletrônica Spiral de 26W, com temperatura de cor de 2700K da General Electric.

11.6.2.2. Tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas

incandescentes e fluorescentes Tubulares (m.m.c.= 7 anos e 6 meses = 90 meses)

Essa comparação será feita entre as lâmpadas incandescentes de bulbo suave, com temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescentes tubulares, com temperatura de cor de 3000K e 4000K (ver tabelas a partir da próxima página).

Outro dado importante a acrescentar, é que vamos mais uma vez, comparar as incandescentes com aquelas fluorescentes tubulares que possam substituir as incandescentes, com menor valor de potência e maior valor de eficiência luminosa, independentemente, da temperatura de cor correlata que esta fluorescente apresente.

Tabela 11.29 – Tabela comparativa para as salas de estar, entre a lâmpada incandescente de 60W, com bulbo suave, temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescente tubulares de 14W, 16W e 18W, com temperatura de cor correlata de 3000K / 4000K

| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente tubular | Fluorescente tubular | Fluorescente tubular |
|---|-------|---------------|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| Fabricante | | Philips | Philips | Philips | Osram |
| Nome comercial | | Soft | Fluorescente Master TL5 | Eco Master TLD/TLDRS | Fluorescente Tubular T8 18W |
| Potência (watts) | L | 60 | 14 | 16 | 18 |
| | L + R | | 18 | 18,50 | 18 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 864 | 1350 | 1200 | 1350 |
| | L + R | | 1350 | 1200 | 1215 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L | 14,4 | | | |
| | L + R | | 75 | 65 | 68 |
| IRC | | 100 | 85 | 85 | 80-89 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 3000 / 4000 | 3000 / 4000 | 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | suave | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | 20000 | 12000 | 7500 |
| | R | | 30000 | 30000 | 30000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 14,50 | 175,70 | 74,00 | 77,30 |
| Custo de energia (R\$) | L | 1496,70 | | | |
| | L + R | | 449,10 | 461,70 | 449,10 |
| Custo de reposição total (R\$) | L | 270,00 | | | |
| | L + R | | 231,90 | 131,60 | 192,80 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo Operacional (R\$) | | 1856,70 | 771,00 | 683,30 | 731,90 |
| Custo total (R\$) | | 1871,20 | 946,70 | 757,30 | 809,20 |
| Alternativas mais econômicas | | | Fluorescente Master TL5 | Eco Master TLD/TLDRS | Fluorescente Tubular T8 18W |

Podemos observar na Tabela 11.29 que, apesar das lâmpadas fluorescentes tubulares, **Fluorescente Master TL5** de 14W da Philips, **Eco Master TLD/TLDRS** de 16W, também da Philips e a **Fluorescente Tubular T8 18W** da Osram, apresentarem respectivamente, custo de investimento 91,75%, 80,41% e 81,24% maior em relação a alternativa incandescente, **Soft** de 60W da Philips, ainda assim, no final do período de referência, as alternativas Fluorescente Master TL5 de 14W da Philips, Eco Master TLD/TLDRS de 16W,

também da Philips e a Fluorescente Tubular T8 18W da Osram, apresentam respectivamente, custo total 49,41%, 59,53% e 56,76% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isto ocorre, porque as alternativas, Fluorescente Master TL5 da Philips, Eco Master TLD/TLDRS, também da Philips e a Fluorescente Tubular T8 18W da Osram, apresentam respectivamente, custo de energia 69,99%, 69,15% e 69,99% menor em relação a alternativa incandescente da Philips.

Outro dado que contribui para que as alternativas fluorescentes, no final do período de referência, apresentem, custo total menor em relação a alternativa incandescente é o fato das alternativas fluorescentes tubulares da Philips e da Osram, apresentarem respectivamente, custo de reposição total 14,11%, 51,26% e 71,41% menor em relação a alternativa incandescente da Philips, o que faz com que elas apresentem no final do período de referência, custo operacional e conseqüentemente, custo total menor em relação a essa alternativa incandescente.

Tabela 11.30 – Tabela comparativa para as salas de estar, entre a lâmpada incandescente de 60W, com bulbo suave, temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescente tubulares de 20W, com temperatura de cor correlata de 3000K / 4000K

| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente tubular | Fluorescente tubular |
|---|-------|---------------|----------------------|-------------------------------|
| Fabricante | | Philips | Sylvania | General Electric |
| Nome comercial | | Soft | Designer 3000 | Fluorescente Universal |
| Potência (watts) | L | 60 | 20 | 20 |
| | L + R | | 20 | 20 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 864 | 1450 | 1350 |
| | L + R | | 1305 | 1215 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L | 14,4 | | |
| | L + R | | 65 | 61 |
| IRC | | 100 | 85 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 3000 | 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | suave | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | 7500 | 12000 |
| | R | | 30000 | 30000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 14,50 | 76,40 | 76,40 |
| Custo de energia (R\$) | L | 1496,70 | | |
| | L + R | | 498,60 | 498,60 |
| Custo de reposição total (R\$) | L | 270,00 | | |
| | L + R | | 185,60 | 143,60 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 1856,70 | 774,20 | 732,20 |
| Custo total (R\$) | | 1871,20 | 850,60 | 808,60 |
| Alternativas mais econômicas | | | Designer 3000 | Fluorescente Universal |

Podemos observar na Tabela 11.30 que apesar das lâmpadas fluorescentes tubulares, **Designer 3000** de 20W da Sylvania e **Fluorescente Universal** de 20W da General Electric, apresentarem respectivamente, custo de investimento 81,02% maior em relação a alternativa incandescente, **Soft** de 60W da Philips, ainda assim, no final do período de referência, as alternativas Designer 3000 da Sylvania e Fluorescente Universal da General Electric, apresentam respectivamente, custo total 54,54% e 56,79% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isto ocorre, porque as alternativas, Designer 3000 da Sylvania e

Fluorescente Universal da General Electric, apresentam respectivamente, custo de energia 66,69%, menor em relação a alternativa incandescente da Philips.

Outro dado que contribui para que as alternativas fluorescentes, no final do período de referência, apresentem, custo total menor em relação a alternativa incandescente é o fato das alternativas fluorescentes tubulares da Sylvania e da General Electric, apresentarem respectivamente, custo de reposição total 31,26% e 46,81% menor em relação a alternativa incandescente da Philips, o que faz com que elas apresentem, no final do período de referência, custo operacional e conseqüentemente, custo total menor em relação a essa alternativa incandescente.

Tabela 11.31 – Tabela comparativa para as salas de estar, entre a lâmpada incandescente de 100W, com bulbo suave, temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescente tubulares de 32W, com temperatura de cor correlata de 3000K / 4000K

| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente tubular | Fluorescente tubular |
|---|-------|---------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Fabricante | | Philips | Osram | Philips |
| Nome comercial | | Soft | Fluorescente Tubular T8 32W | Eco Master TLD/TLDRS |
| Potência (watts) | L | 100 | 32 | 32 |
| | L + R | | 35 | 35 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 1620 | 2800 | 2700 |
| | L + R | | 2800 | 2700 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L | 16,20 | | |
| | L + R | | 80 | 77 |
| IRC | | 100 | 80-89 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 3000 | 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | suave | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | 7500 | 12000 |
| | R | | 30000 | 30000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 15,00 | 81,70 | 78,40 |
| Custo de energia (R\$) | L | 2494,80 | | |
| | L + R | | 873,00 | 873,00 |
| Custo de reposição total (R\$) | L | 300,00 | | |
| | L + R | | 192,80 | 131,60 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 2884,80 | 1155,80 | 1094,60 |
| Custo total (R\$) | | 2899,80 | 1237,50 | 1173,00 |
| Alternativas mais econômicas | | | Fluorescente Tubular T8 32W | Eco Master TLD/TLDRS |

Podemos observar na Tabela 11.31 que, apesar das lâmpadas fluorescentes tubulares, **Fluorescente tubular T8 32W** da Osram e **Eco Master TLD/TLDRS** de 32W da Philips, apresentarem respectivamente, custo de investimento 81,64% e 80,87% maior em relação a alternativa incandescente, **Soft** de 100W da Philips, ainda assim, no final do período de referência, as alternativas Fluorescente tubular T8 de 32W da Osram e Eco Master TLD/TLDRS de 32W da Philips, apresentam respectivamente, custo total 57,32% e 59,55% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isto ocorre, porque as alternativas,

Fluorescente tubular T8 de 32W da Osram e Eco Master TLD/TLDRS de 32W da Philips, apresentam respectivamente, custo de energia 65,01%, menor em relação a alternativa incandescente da Philips.

Outro dado que contribui para que as alternativas fluorescentes, no final do período de referência, apresentem custo total menor em relação a alternativa incandescente é o fato das alternativas fluorescentes tubulares da Osram e da Philips, apresentarem respectivamente, custo de reposição total 35,73% e 56,13% menor em relação a alternativa incandescente da Philips, o que faz com que elas apresentem no final do período de referência, custo operacional e conseqüentemente, custo total menor em relação a essa alternativa incandescente.

A partir das comparações feitas, através da análise econômica realizada para alternativas incandescentes e fluorescentes tubulares pesquisadas (vide Tabelas 11.29, 11.30 e 11.31), podemos afirmar, que se tivéssemos apenas, as lâmpadas incandescentes e fluorescentes tubulares, apresentadas nas Tabelas 11.29, 11.30 e 11.31 como opções para a iluminação das salas de estar de uma residência, as alternativas mais indicadas seriam as fluorescentes tubulares. E, essas lâmpadas são: as fluorescentes Master TL5 de 14W, com temperatura de cor correlata de 3000K e 4000K da Philips, as Eco Master TLD/TLDRS de 16W, com temperatura de cor de 3000K e 4000K também da Philips, a Fluorescente tubular T8 de 18W, com temperatura de cor de 4000K da Osram, a Designer 3000 de 20W, com temperatura de cor de 3000K da Sylvania, a Fluorescente Universal de 20W, com temperatura de cor de 3000K da General Electric, a Fluorescente tubular T8 de 32W, com temperatura de cor de 3000K da Osram e a Eco Master TLD/TLDRS de 32W, com temperatura de cor de 4000K da Philips.

11.6.2.3. Tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas fluorescente compactas integradas e fluorescentes Tubulares (m.m.c.= 7 anos e 6 meses = 90 meses)

Nesse caso, a comparação será feita entre aquelas lâmpadas fluorescentes compactas integradas e fluorescentes tubulares, cujo os valores do consumo (watts) do conjunto (lâmpada + reator) ou do fluxo luminoso (lumens) produzido pelo conjunto (lâmpada + reator), sejam iguais, independentemente, da temperatura de cor correlata que ambas

apresentem. Lembrando que neste caso, vamos confeccionar as tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes compactas integradas, com temperatura de cor de 2700K e 4000K e as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes tubulares, com temperatura de cor de 3000K e 4000K.

Tabela 11.32 – Tabela comparativa para as salas de estar, entre a lâmpada fluorescente compacta integrada de 18W, com temperatura de cor de 2700K/4000K e as lâmpadas fluorescentes tubulares de 18W e 14W, com temperatura de cor de 3000K e 4000K

| Tipo de lâmpada | | Fluorescente compacta integrada | Fluorescente tubular | Fluorescente tubular |
|---|-------|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Fabricante | | Osram | Osram | Philips |
| Nome comercial | | Duluxtar Mini Twist | Fluorescente Tubular T8 18W | Fluorescente Master TL5 |
| Potência (watts) | L | | 18 | 14 |
| | L + R | 18 | 18 | 18 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | | 1350 | 1350 |
| | L + R | 1200 | 1215 | 1350 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L + R | 67 | 68 | 75 |
| IRC | | 80-89 | 80-89 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 / 4000 | 4000 | 3000 / 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | | 7500 | 20000 |
| | R | | 30000 | 30000 |
| | L + R | 6000 | | |
| Custo de invest. (R\$) | | 22,90 | 77,30 | 175,70 |
| Custo de energia (R\$) | L + R | 449,10 | 449,10 | 449,10 |
| Custo de reposição total (R\$) | L + R | 129,00 | 192,80 | 231,90 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 668,10 | 731,90 | 771,00 |
| Custo total (R\$) | | 691,00 | 809,20 | 946,70 |
| Alternativas mais econômicas | | Duluxtar Mini Twist | | |

Podemos observar na Tabela 11.32 que, a lâmpada fluorescente compacta integrada, **Duluxtar Mini Twist** de 18W da Osram, apresenta no final do período de referência, custo

total 14,61% menor em relação a lâmpada fluorescente tubular T8 de 18W da Osram e 27,01% em relação a lâmpada fluorescente Master TL5 de 14W da Philips. Isto ocorre, porque ela apresenta, custo de reposição total 33,09% menor em relação a Fluorescente Tubular T8 da Osram e 44,37% menor em relação a fluorescente Master TL5 da Philips, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência, custo operacional 8,72% menor em relação a Fluorescente Tubular T8 da Osram e 13,35% menor em relação a fluorescente tubular Master TL5 da Philips.

Outro dado que contribui para que ela apresente, no final do período de referência, custo total menor em relação a essas duas alternativas é o fato dela apresentar também, custo de investimento 70,38% menor em relação a alternativa fluorescente tubular da Osram e 86,97% em relação a alternativa fluorescente tubular da Philips.

Tabela 11.33 – Tabela comparativa para as salas de estar, entre a lâmpada fluorescente compacta integrada de 18W, com temperatura de cor de 2700K/4000K e a lâmpada fluorescente tubular de 16W, com temperatura de cor de 3000K e 4000K

| Tipo de lâmpada | | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente tubular |
|---|-------|---------------------------------|----------------------|
| Fabricante | | Osram | Philips |
| Nome comercial | | Duluxtar Mini Twist | Eco Master TLD/TLDRS |
| Potência (watts) | L | | 16 |
| | L + R | 18 | 18,50 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | | 1200 |
| | L + R | 1200 | 1200 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L + R | 67 | 65 |
| IRC | | 80-89 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 2700/4000 | 3000 / 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | | 12000 |
| | R | | 30000 |
| | L + R | 6000 | |
| Custo de invest. (R\$) | | 22,90 | 74,00 |
| Custo de energia (R\$) | L + R | 449,10 | 461,70 |
| Custo de reposição total (R\$) | L + R | 129,00 | 131,60 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 668,10 | 683,30 |
| Custo total (R\$) | | 691,00 | 757,30 |
| Alternativas mais econômicas | | Duluxtar Mini Twist | |

Podemos observar na Tabela 11.33 que, a lâmpada fluorescente compacta integrada, **Duluxtar Mini Twist** de 18W da Osram, apresenta no final do período de referência, custo total 8,75% menor em relação a lâmpada fluorescente tubular Eco Master TLD/TLDRS da Philips. Isto ocorre, porque ela apresenta, respectivamente, custo de energia e de reposição total 2,73% e 1,98% menor em relação a lâmpada fluorescente tubular Eco Master TLD/TLDRS da Philips, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência, respectivamente, custo operacional 2,22% e total 8,75% menor em relação a alternativa da Philips.

Outro dado que contribui para que ela apresente, no final do período de referência, custo total menor em relação a alternativa tubular da Philips é o fato dela apresentar também, custo de investimento 69% menor em relação a alternativa fluorescente tubular da Philips.

Tabela 11.34 – Tabela comparativa para as salas de estar, entre a lâmpada fluorescente compacta integrada de 20W, com temperatura de cor de 2700K/4000K e as lâmpadas fluorescentes tubulares de 20W, com temperatura de cor de 3000K e 4000K

| Tipo de lâmpada | | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente tubular | Fluorescente tubular |
|---|-------|---------------------------------|----------------------|------------------------|
| Fabricante | | Sylvania | Sylvania | General Electric |
| Nome comercial | | Compacta Mini-Lynx Tripla | Designer 3000 | Fluorescente Universal |
| Potência (watts) | L | | 20 | 20 |
| | L + R | 20 | 20 | 20 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | | 1450 | 1350 |
| | L + R | 1500 / 1490 | 1305 | 1215 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L + R | 75 / 74,5 | 65 | 61 |
| IRC | | 85 | 85 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 / 4000 | 3000 | 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | | 7500 | 12000 |
| | R | | 30000 | 30000 |
| | L + R | 8000 \cong 7500 | | |
| Custo de invest. (R\$) | | 28,90 | 76,40 | 76,40 |
| Custo de energia (R\$) | L + R | 498,60 | 498,60 | 498,60 |
| Custo de reposição total (R\$) | L + R | 151,20 | 185,60 | 143,60 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 739,80 | 774,20 | 732,20 |
| Custo total (R\$) | | 768,70 | 850,60 | 808,60 |
| Alternativas mais econômicas | | Compacta Mini-Lynx Tripla | | |

Podemos observar na Tabela 11.34 que, a lâmpada fluorescente compacta integrada, Compacta Mini-Lynx Tripla de 20W da Sylvania, apresenta no final do período de

referência, custo total 9,63% menor em relação a lâmpada fluorescente tubular Designer 3000 de 20W da Sylvania e 4,93% em relação a lâmpada fluorescente tubular Universal da General Electric. Isto ocorre, porque em relação a Designer 3000, ela apresenta, custo de reposição total 18,53% menor em relação a esta, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência, custo operacional 4,44% menor em relação a alternativa tubular da Sylvania.

Outro dado que contribui para que ela apresente, no final do período de referência, custo total menor em relação a Designer 3000 é o fato dela apresentar também, custo de investimento 62,17% menor em relação a essa alternativa.

Agora, em relação a fluorescente tubular, Universal da General Electric, apesar da fluorescente compacta da Sylvania, apresentar, custo operacional 1,03% maior em relação ao apresentado pela fluorescente tubular devido ao seu custo de reposição total ser 5,03% maior em relação ao apresentado por esta, ainda assim, no final do período de referência, ela apresenta custo total 4,93% menor em relação a alternativa da General Electric. Isto ocorre, porque a alternativa fluorescente compacta da Sylvania, apresenta, custo de investimento 62,17% menor em relação a alternativa fluorescente tubular da General Electric.

A partir das comparações feitas, através da análise econômica realizada para alternativas fluorescentes compactas integradas e fluorescentes tubulares, pesquisadas (vide Tabelas 11.32, 11.33 e 11.34), podemos afirmar, que se tivéssemos apenas, as lâmpadas fluorescentes compactas integradas e fluorescentes tubulares, apresentadas nas Tabelas 11.32, 11.33 e 11.34, como opções para a iluminação das salas de estar de uma residência, as alternativas mais indicadas para iluminação desse ambiente seriam as fluorescentes compactas integradas. E, essas lâmpadas são, as lâmpadas fluorescentes Duluxtar Mini Twist de 18W da Osram, com temperatura de cor correlata de 2700K e 4000K e as fluorescentes Compactas Mini-Lynx Tripla de 20W da Sylvania, com temperatura de cor correlata de 2700K e 4000K.

11.6.3. Tabelas comparativas para as salas de jantar e corredores (m.m.c.= 7 anos e 6 meses = 90 meses)

Para as salas de jantar e corredores, iremos confeccionar, as tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas incandescentes, de bulbo sílico, suave, branco interno e revestido, com temperatura de cor de 2700K e as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes compactas integradas e não integradas, com temperatura de cor de 2700K e

4000K, iremos também confeccionar, as tabelas comparativas entre a melhores alternativas de lâmpadas incandescentes, de bulbo sílico, suave, branco interno e revestido, com temperatura de cor de 2700K e as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes tubulares, com temperatura de cor de 3000K e 4000K, vamos confeccionar também, as tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes compactas integradas e não integradas, com temperatura de cor de 2700K e 4000K, por último, vamos confeccionar, as tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes compactas integradas e não integradas, com temperatura de cor de 2700K e 4000K e as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes tubulares, com temperatura de cor de 3000K e 4000K.

Lembrando mais uma vez que, todas as alternativas que serão usadas nessas comparações, são aquelas, que foram consideradas como as melhores segundo a análise de eficiência luminosa realizada no Capítulo 9.

11.6.3.1. Tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas incandescentes e fluorescentes compactas integradas (m.m.c.= 7 anos e 6 meses = 90 meses)

Essa comparação será feita entre as lâmpadas incandescentes com bulbo suave, com temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescentes compactas integradas, com temperatura de cor de 2700K e 4000K.

Outro dado importante a acrescentar, é que vamos comparar as incandescentes com aquelas fluorescentes compactas integradas que possam substituir as incandescentes, com menor valor de potência e maior valor de eficiência luminosa, independentemente, da temperatura de cor correlata que esta fluorescente apresente.

Tabela 11.35 – Tabela comparativa para as salas de jantar e corredores, entre a lâmpada incandescente de 60W, com bulbo suave, temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescentes compactas integradas de 15W, 18W e 20W com temperatura de cor de 2700K e 4000K

| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente Compacta integrada |
|---|-------|---------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Fabricante | | Philips | Sylvania | Osram | Sylvania |
| Nome comercial | | Soft | Compacta Mini-Lynx Tripla | Duluxtar Mini Twist | Compacta Mini-Lynx Tripla |
| Potência (watts) | L | 60 | | | |
| | L + R | | 15 | 18 | 20 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 864 | | | |
| | L + R | | 1010 | 1200 | 1500 / 1490 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L | 14,4 | | | |
| | L + R | | 67 | 67 | 75 / 74,5 |
| IRC | | 100 | 85 | 80-89 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 2700 / 4000 | 2700 / 4000 | 2700 / 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | suave | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | | | |
| | L + R | | 8000 \cong 7500 | 6000 | 8000 \cong 7500 |
| Custo de invest. (R\$) | | 14,50 | 28,90 | 22,90 | 28,90 |
| Custo de energia (R\$) | L | 1496,70 | | | |
| | L + R | | 374,40 | 449,10 | 498,60 |
| Custo de reposição total (R\$) | L | 270,00 | | | |
| | L + R | | 151,20 | 129,00 | 151,20 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 1856,70 | 615,60 | 668,10 | 739,80 |
| Custo total (R\$) | | 1871,20 | 644,50 | 691,00 | 768,70 |
| Alternativas mais econômicas | | | Compacta Mini-Lynx Tripla | Duluxtar Mini Twist | Compacta Mini-Lynx Tripla |

Podemos observar na Tabela 11.35 que, apesar das lâmpadas fluorescentes, **Compacta Mini-Lynx Tripla** de 15W e 20W da Sylvania e a **Duluxtar Mini Twist** de 18W da Osram, apresentarem respectivamente, custo de investimento 49,83% e 36,68% maior em relação a alternativa incandescente, **Soft** de 60W da Philips, ainda assim, no final do período de referência, as alternativas Compacta Mini-Lynx Tripla de 15W e 20W da Sylvania e a

Duluxtar Mini Twist de 18W da osram, apresentam respectivamente, custo total 65,56%, 58,92% e 63,07% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isto ocorre, porque as alternativas fluorescentes, Compacta Mini-Lynx Tripla de 15W e 20W da Sylvania e Duluxtar Mini Twist de 18W da Osram, apresentam respectivamente, custo de energia 74,98%, 66,69% e 69,99% menor em relação a alternativa incandescente da Philips.

Outro dado que contribui para que as alternativas fluorescentes, no final do período de referência, apresentem custo total menor em relação a alternativa incandescente é o fato das alternativas fluorescentes da Sylvania e da Osram, apresentarem respectivamente, custo de reposição total 44% e 52,22% menor em relação a alternativa incandescente da Philips, o que faz com que elas apresentem, no final do período de referência, respectivamente, custo operacional 66,84%, 60,16%, 64,02% e total 65,56%, 58,92% e 63,07% menor em relação a essa alternativa incandescente.

Tabela 11.36 – Tabela comparativa para as salas de jantar e corredores, entre a lâmpada incandescente de 60W, com bulbo suave, temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescentes compactas integradas de 22W e 23W com temperatura de cor de 2700K e 4000K

| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente Compacta integrada |
|---|-------|---------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Fabricante | | Philips | Philips | Philips | Osram |
| Nome comercial | | Soft | Deco Twist | Twister | Duluxtar |
| Potência (watts) | L | 60 | | | |
| | L + R | | 22 | 23 | 23 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 864 | | | |
| | L + R | | 1450 | 1550 | 1500 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L | 14,4 | | | |
| | L + R | | 66 | 67 | 65 |
| IRC | | 100 | 82 | 82 | 80-89 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 2700 | 2700 | 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | suave | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | | | |
| | L + R | | 6000 | 6000 | 6000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 14,50 | 40,60 | 28,90 | 24,90 |
| Custo de energia (R\$) | L | 1496,70 | | | |
| | L + R | | 549,00 | 574,20 | 574,20 |
| Custo de reposição total (R\$) | L | 270,00 | | | |
| | L + R | | 306,00 | 189,00 | 149,00 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo Operacional (R\$) | | 1856,70 | 945,00 | 853,20 | 813,20 |
| Custo total (R\$) | | 1871,20 | 985,60 | 882,10 | 838,10 |
| Alternativas mais econômicas | | | Deco Twist | Twister | Duluxtar |

Na Tabela 11.36 podemos observar que, as lâmpadas fluorescentes, **Deco Twist** da Philips, **Twister** também da Philips e a **Duluxtar** da Osram, apresentam no final do período de referência, respectivamente, custo total 47,33%, 52,86% e 55,21% menor em relação a lâmpada incandescente, **Soft** de 60W da Philips.

Em relação à lâmpada fluorescente Deco Twist, podemos observar na Tabela 11.36 que, embora ela apresente, custo de investimento 64,29% e de reposição total 11,76% maior que a

alternativa incandescente, ainda assim, ela apresenta, no final do período de referência, custo total 47,33% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isso acontece, porque como sabemos, o custo de energia tem um peso preponderante no cálculo do custo operacional e como podemos ver na Tabela 11.36, a Deco Twist, apresenta, custo de energia 63,32% menor em relação a alternativa incandescente, o que faz com que ela apresente, respectivamente, custo operacional 49,10% e total 47,33% menor em relação a essa alternativa incandescente.

Em relação às lâmpadas fluorescentes, Twister da Philips e Duluxtar da Osram, podemos ver na Tabela 11.36 que, apesar dessas alternativas, apresentarem respectivamente, custo de investimento 49,83% e 41,77% maior em relação a alternativa incandescente, ainda assim, elas apresentam, respectivamente, no final do período de referência, custo total 52,86% e 55,21% menor em relação a essa alternativa incandescente da Philips. Isto ocorre, porque elas apresentam, respectivamente, custo de energia 61,64% e de reposição total 30% e 44,81% menor em relação a alternativa incandescente, o que faz com que elas apresentem, no final do período de referência, custo operacional e conseqüentemente, custo total menor em relação a essa alternativa incandescente.

Tabela 11.37 – Tabela comparativa para as salas de jantar e corredores, entre a lâmpada incandescente de 100W, com bulbo suave, temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescentes compactas integradas de 25W, 26W e 28W com temperatura de cor correlata de 2700K e 4000K

| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente Compacta integrada |
|---|--------------|---------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Fabricante | | Philips | Sylvania | General Electric | Philips |
| Nome comercial | | Soft | Compacta Mini-Lynx Tripla | Eletrônica Spiral | Deco Twist |
| | L | 100 | | | |
| Potência (watts) | L + R | | 25 | 26 | 28 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 1620 | | | |
| | L + R | | 1900 / 1810 | 1800 | 1950 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L | 16,2 | | | |
| | L + R | | 76 / 72 | 69 | 70 |
| IRC | | 100 | 85 | 80 | 82 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 2700 / 4000 | 2700 | 2700 |
| Bulbo (acabamento) | | suave | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | | | |
| | L + R | | 8000 \cong 7500 | 8000 \cong 7500 | 6000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 15,00 | 30,90 | 24,29 | 42,30 |
| Custo de energia (R\$) | L | 2494,80 | | | |
| | L + R | | 623,70 | 648,90 | 698,40 |
| Custo de reposição total (R\$) | L | 300,00 | | | |
| | L + R | | 167,20 | 114,32 | 323,00 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacinal (R\$) | | 2884,80 | 880,90 | 853,22 | 1111,40 |
| Custo total (R\$) | | 2899,80 | 911,80 | 877,51 | 1153,70 |
| Alternativas mais econômicas | | | Compacta Mini-Lynx Tripla | Eletrônica Spiral | Deco Twist |

Na tabela 11.37 podemos observar que as lâmpadas fluorescentes, **Compacta Mini-Lynx Tripla** de 25W da Sylvania, **Eletrônica Spiral** de 26W da General Electric e **Deco Twist** de 28W da Philips, apresentam no final do período de referência, respectivamente,

custo total 68,57%, 69,74% e 60,21% menor em relação a lâmpada incandescente, **Soft** de 100W da Philips.

Em relação à lâmpada fluorescente Deco Twist, podemos observar na Tabela 11.37 que, embora ela apresente, respectivamente, custo de investimento 64,54% e de reposição total 7,12% maior que a alternativa incandescente, ainda assim, ela apresenta no final do período de referência, custo total 60,21% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isso acontece, porque como sabemos, o custo de energia tem um peso preponderante no cálculo do custo operacional e como podemos ver na Tabela 11.37, a Deco Twist apresenta custo de energia 72,01% menor em relação a alternativa incandescente, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência, respectivamente, custo operacional 61,47% e total 60,21% menor em relação a essa alternativa incandescente.

Em relação às lâmpadas fluorescentes, Compacta Mini-Lynx Tripla da Sylvania e Eletrônica Spiral da General Electric, podemos ver na Tabela 11.37 que, apesar dessas alternativas fluorescentes, apresentarem respectivamente, custo de investimento 51,46% e 38,25% maior em relação a alternativa incandescente, ainda assim, elas apresentam, no final do período de referência, respectivamente, custo total 68,57% e 69,74% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isto ocorre, porque elas apresentam, respectivamente, custo de energia 75% e 73,99% e de reposição total 44,27% e 61,89% menor em relação a alternativa incandescente, o que faz com que elas apresentem, no final do período de referência, respectivamente, custo operacional 69,46%, 70,42% e total 68,57% e 69,74% menor em relação a essa alternativa incandescente.

A partir das comparações feitas, através da análise econômica realizada para alternativas incandescentes e fluorescentes compactas integradas pesquisadas (vide Tabelas 11.35, 11.36 e 11.37), podemos afirmar, que se tivéssemos apenas como opções para a iluminação das salas de jantar e corredores de uma residência, as lâmpadas incandescentes e fluorescentes compactas integradas, apresentadas nas Tabelas 11.35, 11.36 e 11.37, as alternativas mais indicadas seriam as fluorescentes compactas integradas. E, essas lâmpadas são, as Compactas Mini-Lynx Tripla de 15W, 20W e 25W, com temperatura de cor correlata de 2700K e 4000K da Sylvania, as Duluxtar Mini Twist de 18W, com temperatura de cor de 2700K e 4000K da Osram, a Duluxtar de 23W, com temperatura de cor de 4000K também da Osram, as Deco Twist de 22W e 28W, com temperatura de cor de 2700K da Philips, a Twister de 23W, com

temperatura de cor de 2700K também da Philips e a Eletrônica Spiral de 26W, com temperatura de cor de 2700K da General Electric.

11.6.3.2. Tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas

incandescentes e fluorescentes compactas não integradas (m.m.c.= 7 anos e 6 meses = 90 meses)

Essa comparação será feita entre as lâmpadas incandescentes com bulbo suave, com temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescentes compactas não integradas, com temperatura de cor de 2700K e 4000K.

Outro dado importante a acrescentar, é que, mais uma vez, vamos comparar as incandescentes com aquelas fluorescentes compactas não integradas que possam substituir as incandescentes, com menor valor de potência e maior valor de eficiência luminosa, independentemente, da temperatura de cor correlata que esta fluorescente apresente.

Tabela 11.38 – Tabela comparativa para as salas de jantar e corredores, entre a lâmpada incandescente de 60W, com bulbo suave, temperatura de cor de 2700K e a lâmpada fluorescente compacta não integrada de 18W, com temperatura de cor correlata de 2700K / 4000K

| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente Compacta não integrada |
|---|-------|---------------|-------------------------------------|
| Fabricante | | Philips | General Electric |
| Nome comercial | | Soft | Biax D/E < 4 Pinos> |
| Potência (watts) | L | 60 | 18 |
| | L + R | | 18 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 864 | 1200 |
| | L + R | | 1200 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L | 14,4 | |
| | L + R | | 67 |
| IRC | | 100 | 82 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 2700 / 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | suave | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | 12000 |
| | R | | 30000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 14,50 | 102,31 |
| Custo de energia (R\$) | L | 1496,70 | |
| | L + R | | 449,10 |
| Custo de reposição total (R\$) | L | 270,00 | |
| | L + R | | 127,65 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 1856,70 | 666,75 |
| Custo total (R\$) | | 1871,20 | 769,06 |
| Alternativas mais econômicas | | | Biax D/E < 4 Pinos> |

Podemos observar na Tabela 11.38 que, apesar da lâmpada fluorescente compacta não integrada, **Biax D/E <4pinos>** de 18W da General Electric, apresentar, custo de investimento 85,83% maior em relação a alternativa incandescente, **Soft** de 60W da Philips, ainda assim, no final do período de referência, a alternativa fluorescente Biax D/E <4pinos> da General Electric, apresenta, custo total 58,90% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isto ocorre, porque a alternativa fluorescente Biax D/E <4pinos> da General Electric, apresenta, respectivamente, custo de energia e de reposição total 69,99% e 52,72% menor em

relação a alternativa incandescente da Philips, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência, custo operacional e conseqüentemente, custo total menor em relação a essa alternativa incandescente.

Tabela 11.39 – Tabela comparativa para as salas de jantar e corredores, entre a lâmpada incandescente de 100W, com bulbo suave, temperatura de cor de 2700K e a lâmpada fluorescente compacta não integrada de 26W, com temperatura de cor correlata de 2700K / 4000K

| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente Compacta não integrada |
|---|-------|---------------|-------------------------------------|
| Fabricante | | Philips | Osram |
| Nome comercial | | Soft | Dulux D/E < 4 Pinos> |
| Potência (watts) | L | 100 | 26 |
| | L + R | | 25,5 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 1620 | 1800 |
| | L + R | | 1800 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L | 16,20 | |
| | L + R | | 71 |
| IRC | | 100 | 80-89 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 2700/4000 |
| Bulbo (acabamento) | | suave | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | 10000 |
| | R | | 30000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 15,00 | 110,40 |
| Custo de energia (R\$) | L | 2494,80 | |
| | L + R | | 636,30 |
| Custo de reposição total (R\$) | L | 300,00 | |
| | L + R | | 187,00 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 2884,80 | 913,30 |
| Custo total (R\$) | | 2899,80 | 1023,70 |
| Alternativas mais econômicas | | | Dulux D/E <4 pinos> |

Podemos observar na Tabela 11.39, que apesar da lâmpada fluorescente compacta não integrada, **Dulux D/E <4pinos>** de 26W da Osram, apresentar, custo de investimento 86,41%

maior em relação a alternativa incandescente, **Soft** de 100W da Philips, ainda assim, no final do período de referência, a alternativa fluorescente Dulux D/E <4pinos> da Osram, apresenta, custo total 64,70% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isto ocorre, porque a alternativa fluorescente Dulux D/E <4pinos> da Osram, apresenta, respectivamente, custo de energia e de reposição total 74,49% e 37,67% menor em relação a alternativa incandescente da Philips, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência, custo operacional e conseqüentemente, custo total menor em relação a essa alternativa incandescente.

A partir das comparações feitas, através da análise econômica realizada para alternativas incandescentes e fluorescentes compactas não integradas pesquisadas (vide Tabelas 11.38 e 11.39), podemos afirmar que, se tivéssemos apenas como opções para a iluminação das salas de jantar e corredores de uma residência, as lâmpadas incandescentes e fluorescentes compactas não integradas, apresentadas nas Tabelas 11.38 e 11.39, as alternativas mais indicadas seriam as fluorescentes compactas não integradas. E, essas lâmpadas são, as fluorescentes compactas não integradas Biax D/E <4pinos> de 18W da General Electric, com temperatura de correlata de 2700K e 4000K e as fluorescentes compactas não integradas, Dulux D/E <4pinos> de 26W da Osram, com temperatura de cor correlata de 2700K e 4000K.

11.6.3.3. Tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas

incandescentes e fluorescentes Tubulares (m.m.c.= 7 anos e 6 meses = 90 meses)

Essa comparação será feita entre as lâmpadas incandescentes de bulbo suave, com temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescentes tubulares com temperatura de cor de 3000K e 4000K.

Outro dado importante a acrescentar, é que vamos comparar as incandescentes com aquelas fluorescentes tubulares que possam substituir as incandescentes, com menor valor de potência e maior valor de eficiência luminosa, independentemente, da temperatura de cor correlata que esta fluorescente apresente.

Tabela 11.40 – Tabela comparativa para as salas de jantar e corredores, entre a lâmpada incandescente de 60W, com bulbo suave, temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescente tubulares de 14W, 16W e 18W, com temperatura de cor correlata de 3000K / 4000K

| | | | | | |
|---|-------|---------------|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente tubular | Fluorescente tubular | Fluorescente tubular |
| Fabricante | | Philips | Philips | Philips | Osram |
| Nome comercial | | Soft | Fluorescente Master TL5 | Eco Master TLD/TLDRS | Fluorescente Tubular T8 18W |
| Potência (watts) | L | 60 | 14 | 16 | 18 |
| | L + R | | 18 | 18,50 | 18 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 864 | 1350 | 1200 | 1350 |
| | L + R | | 1350 | 1200 | 1215 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L | 14,4 | | | |
| | L + R | | 75 | 65 | 68 |
| IRC | | 100 | 85 | 85 | 80-89 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 3000 / 4000 | 3000 / 4000 | 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | suave | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | 20000 | 12000 | 7500 |
| | R | | 30000 | 30000 | 30000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 14,50 | 175,70 | 74,00 | 77,30 |
| Custo de energia (R\$) | L | 1496,70 | | | |
| | L + R | | 449,10 | 461,70 | 449,10 |
| Custo de reposição total (R\$) | L | 270,00 | | | |
| | L + R | | 231,90 | 131,60 | 192,80 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 1856,70 | 771,00 | 683,30 | 731,90 |
| Custo total (R\$) | | 1871,20 | 946,70 | 757,30 | 809,20 |
| Alternativas mais econômicas | | | Fluorescente Master TL5 | Eco Master TLD/TLDRS | Fluorescente Tubular T8 18W |

Podemos observar na Tabela 11.40 que, apesar das lâmpadas fluorescentes tubulares, **Fluorescente Master TL5** de 14W da Philips, **Eco Master TLD/TLDRS** de 16W, também da Philips e a **Fluorescente Tubular T8 18W** da Osram, apresentarem respectivamente,

custo de investimento 91,75%, 80,41% e 81,24% maior em relação a alternativa incandescente, **Soft** de 60W da Philips, ainda assim, no final do período de referência, as alternativas Fluorescente Master TL5 de 14W da Philips, Eco Master TLD/TLDRS de 16W, também da Philips e a Fluorescente Tubular T8 18W da Osram, apresentam respectivamente, custo total 49,41%, 59,53% e 56,76% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isto ocorre, porque as alternativas, Fluorescente Master TL5 da Philips, Eco Master TLD/TLDRS, também da Philips e a Fluorescente Tubular T8 18W da Osram, apresentam respectivamente, custo de energia 69,99%, 69,15% e 69,99% menor em relação a alternativa incandescente da Philips.

Outro dado que contribui para que as alternativas fluorescentes, no final do período de referência, apresentem, custo total menor em relação a alternativa incandescente é o fato das alternativas fluorescentes tubulares da Philips e da Osram, apresentarem respectivamente, custo de reposição total 14,11%, 51,26% e 71,41% menor em relação a alternativa incandescente da Philips, o que faz com que elas apresentem no final do período de referência, custo operacional e conseqüentemente, custo total menor em relação a essa alternativa incandescente.

Tabela 11.41 – Tabela comparativa para as salas de jantar e corredores, entre a lâmpada incandescente de 60W, com bulbo suave, temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescente tubulares de 20W, com temperatura de cor correlata de 3000K / 4000K

| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente tubular | Fluorescente tubular |
|---|-------|---------------|----------------------|-------------------------------|
| Fabricante | | Philips | Sylvania | General Electric |
| Nome comercial | | Soft | Designer 3000 | Fluorescente Universal |
| Potência (watts) | L | 60 | 20 | 20 |
| | L + R | | 20 | 20 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 864 | 1450 | 1350 |
| | L + R | | 1305 | 1215 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L | 14,4 | | |
| | L + R | | 65 | 61 |
| IRC | | 100 | 85 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 3000 | 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | suave | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | 7500 | 12000 |
| | R | | 30000 | 30000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 14,50 | 76,40 | 76,40 |
| Custo de Energia (R\$) | L | 1496,70 | | |
| | L + R | | 498,60 | 498,60 |
| Custo de reposição total (R\$) | L | 270,00 | | |
| | L + R | | 185,60 | 143,60 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 1856,70 | 774,20 | 732,20 |
| Custo total (R\$) | | 1871,20 | 850,60 | 808,60 |
| Alternativas mais econômicas | | | Designer 3000 | Fluorescente Universal |

Podemos observar na Tabela 11.41 que, apesar das lâmpadas fluorescentes tubulares, **Designer 3000** de 20W da Sylvania e **Fluorescente Universal** de 20W da General Electric, apresentarem respectivamente, custo de investimento 81,02% maior em relação a alternativa incandescente, **Soft** de 60W da Philips, ainda assim, no final do período de referência, as alternativas Designer 3000 da Sylvania e Fluorescente Universal da General Electric, apresentam respectivamente, custo total 54,54% e 56,79% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isto ocorre, porque as alternativas, Designer 3000 da Sylvania e

Fluorescente Universal da General Electric, apresentam respectivamente, custo de energia 66,69%, menor em relação a alternativa incandescente da Philips.

Outro dado que contribui para que as alternativas fluorescentes, no final do período de referência, apresentem, custo total menor em relação a alternativa incandescente é o fato das alternativas fluorescentes tubulares da Sylvania e da General Electric, apresentarem respectivamente, custo de reposição total 31,26% e 46,81% menor em relação a alternativa incandescente da Philips, o que faz com que elas apresentem, no final do período de referência, custo operacional e conseqüentemente, custo total menor em relação a essa alternativa incandescente.

Tabela 11.42 – Tabela comparativa para as salas de jantar e corredores, entre a lâmpada incandescente de 100W, com bulbo suave, temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescente tubulares de 32W, com temperatura de cor correlata de 3000K / 4000K

| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente tubular | Fluorescente tubular |
|---|-------|---------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Fabricante | | Philips | Osram | Philips |
| Nome comercial | | Soft | Fluorescente Tubular T8 32W | Eco Master TLD/TLDRS |
| Potência (watts) | L | 100 | 32 | 32 |
| | L + R | | 35 | 35 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 1620 | 2800 | 2700 |
| | L + R | | 2800 | 2700 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L | 16,20 | | |
| | L + R | | 80 | 77 |
| IRC | | 100 | 80-89 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 3000 | 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | suave | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | 7500 | 12000 |
| | R | | 30000 | 30000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 15,00 | 81,70 | 78,40 |
| Custo de energia (R\$) | L | 2494,80 | | |
| | L + R | | 873,00 | 873,00 |
| Custo de reposição total (R\$) | L | 300,00 | | |
| | L + R | | 192,80 | 131,60 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 2884,80 | 1155,80 | 1094,60 |
| Custo total (R\$) | | 2899,80 | 1237,50 | 1173,00 |
| Alternativas mais econômicas | | | Fluorescente Tubular T8 32W | Eco Master TLD/TLDRS |

Podemos observar na Tabela 11.42 que, apesar das lâmpadas fluorescentes tubulares, **Fluorescente tubular T8 32W** da Osram e **Eco Master TLD/TLDRS** de 32W da Philips, apresentarem respectivamente, custo de investimento 81,64% e 80,87% maior em relação a alternativa incandescente, **Soft** de 100W da Philips, ainda assim, no final do período de referência, as alternativas Fluorescente tubular T8 de 32W da Osram e Eco Master TLD/TLDRS de 32W da Philips, apresentam respectivamente, custo total 57,32% e 59,55% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isto ocorre, porque as alternativas,

Fluorescente tubular T8 de 32W da Osram e Eco Master TLD/TLDRS de 32W da Philips, apresentam respectivamente, custo de energia 65,01%, menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Outro dado que contribui para que as alternativas fluorescentes, no final do período de referência, apresentem custo total menor em relação a alternativa incandescente é o fato das alternativas fluorescentes tubulares da Osram e da Philips, apresentarem respectivamente, custo de reposição total 35,73% e 56,13% menor em relação a alternativa incandescente da Philips, o que faz com que elas apresentem no final do período de referência, custo operacional e conseqüentemente, custo total menor em relação a essa alternativa incandescente.

A partir das comparações feitas, através da análise econômica realizada para alternativas incandescentes e fluorescentes tubulares pesquisadas (vide Tabelas 11.40, 11.41 e 11.42), podemos afirmar, que se tivéssemos apenas, as lâmpadas incandescentes e fluorescentes tubulares, apresentadas nas Tabelas 11.40, 11.41 e 11.42 como opções para a iluminação das salas de jantar e corredores de uma residência, as alternativas mais indicadas seriam as fluorescentes tubulares. E, essas lâmpadas são: as fluorescentes Master TL5 de 14W, com temperatura de cor correlata de 3000K e 4000K da Philips, as Eco Master TLD/TLDRS de 16W, com temperatura de cor de 3000K e 4000K também da Philips, a Fluorescente tubular T8 de 18W, com temperatura de cor de 4000K da Osram, a Designer 3000 de 20W, com temperatura de cor de 3000K da Sylvania, a Fluorescente Universal de 20W, com temperatura de cor de 4000K da General Electric, a Fluorescente tubular T8 de 32W, com temperatura de cor de 3000K da Osram e a Eco Master TLD/TLDRS de 32W, com temperatura de cor de 4000K da Philips.

11.6.3.4. Tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes compactas integradas e não integradas (m.m.c.= 7 anos e 6 meses = 90 meses)

Nesse caso, a comparação também será feita entre aquelas lâmpadas fluorescentes compactas integradas e fluorescentes compactas não integradas, cujo os valores do consumo (watts) do conjunto (lâmpada + reator) ou do fluxo luminoso (lumens) produzido pelo conjunto (lâmpada + reator), sejam iguais, independentemente, da temperatura de cor correlata que ambas apresentem. Lembrando que neste caso, vamos confeccionar, as tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes compactas integradas e não integradas, com temperatura de cor de 2700K e 4000K.

Tabela 11.43 – Tabela comparativa para as salas de jantar e corredores, entre a lâmpada fluorescente compacta integrada de 18W, com temperatura de cor de 2700K e 4000K e a lâmpada fluorescente compacta não integrada de 18W, com temperatura de cor de 2700K e 4000K

| Tipo de lâmpada | | Fluorescente compacta integrada | Fluorescente compacta não integrada |
|---|--------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Fabricante | | Osram | General Electric |
| Nome comercial | | Duluxtar Mini Twist | Biax D/E < 4 Pinos> |
| Potência (watts) | L | | 18 |
| | L + R | 18 | 18 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | | 1200 |
| | L + R | 1200 | 1200 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L + R | 67 | 67 |
| IRC | | 80-89 | 82 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 / 4000 | 2700 / 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | | 12000 |
| | R | | 30000 |
| | L + R | 6000 | |
| Custo de invest. (R\$) | | 22,90 | 102,31 |
| Custo de energia (R\$) | L + R | 449,10 | 449,10 |
| Custo de reposição total (R\$) | L + R | 129,00 | 127,65 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 668,10 | 666,75 |
| Custo total (R\$) | | 691,00 | 769,06 |
| Alternativas mais econômicas | | Duluxtar Mini Twist | |

Podemos observar na Tabela 11.43 que, apesar da lâmpada fluorescente compacta integrada, **Duluxtar Mini Twist de 18W** da Osram, apresentar, custo operacional 0,20% maior em relação ao apresentado pela alternativa fluorescente compacta não integrada, Biax D/E <4pinos> de 18W da General Electric devido ao seu custo de reposição total ser 1,05% maior em relação ao apresentado por esta, ainda assim, no final do período de referência, a alternativa Duluxtar Mini Twist da Osram, apresenta, custo total 10,15% menor em relação a

alternativa fluorescente compacta não integrada da General Electric. Isto ocorre, porque ela apresenta, custo de investimento 77,62% menor em relação ao apresentado pela alternativa compacta não integrada da General Electric.

Tabela 11.44 – Tabela comparativa para as salas de jantar e corredores, entre a lâmpada fluorescente compacta integrada de 26W, com temperatura de cor de 2700K e a lâmpada fluorescente compacta não integrada de 26W, com temperatura de cor de 2700K e 4000K

| Tipo de lâmpada | | Fluorescente compacta integrada | Fluorescente compacta não integrada |
|---|--------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Fabricante | | General Electric | Osram |
| Nome comercial | | Eletrônica Spiral | Dulux D/E < 4 Pinos> |
| Potência (watts) | L | | 26 |
| | L + R | 26 | 25,5 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | | 1800 |
| | L + R | 1800 | 1800 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L + R | 69 | 71 |
| IRC | | 80 | 80-89 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 2700/ 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | | 10000 |
| | R | | 30000 |
| | L + R | 8000 \cong 7500 | |
| Custo de invest. (R\$) | | 24,29 | 110,40 |
| Custo de energia (R\$) | L + R | 648,90 | 636,30 |
| Custo de reposição total (R\$) | L + R | 114,32 | 187,00 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 853,22 | 913,30 |
| Custo total (R\$) | | 877,51 | 1023,70 |
| Alternativas mais econômicas | | Eletrônica Spiral | |

Podemos observar na tabela 11.44 que, apesar da lâmpada fluorescente compacta integrada, **Eletrônica Spiral** de 26W da Osram, apresentar, custo de energia, 1,94% maior em relação a alternativa fluorescente compacta não integrada, Dulux D/E <4 pinos> da Osram, ainda assim, no final do período de referência, a alternativa fluorescente compacta, Eletrônica Spiral da General Electric, apresenta, custo total 14,28% menor em relação a alternativa fluorescente compacta não integrada da Osram. Isto ocorre, porque ela apresenta, custo de reposição total 38,87% menor em relação a alternativa compacta não integrada da Osram, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência, custo operacional 6,58% e conseqüentemente, custo total 14,28% menor em relação a essa alternativa fluorescente compacta não integrada da Osram.

Outro dado que contribui para que ela apresente, no final do período de referência, custo total menor em relação a alternativa compacta não integrada Osram é o fato dela apresentar também, custo de investimento 80% menor em relação a alternativa fluorescente compacta não integrada Osram.

A partir das comparações feitas, através da análise econômica realizada para as alternativas fluorescentes compactas integradas e fluorescentes compactas não integradas pesquisadas (vide Tabela 11.43 e 11.44), podemos afirmar, que se tivéssemos apenas como opções, para a iluminação das salas de jantar e corredores de uma residência as lâmpadas fluorescentes compactas integradas e fluorescentes compactas não integradas, apresentadas nas Tabelas 11.43 e 11.44, as alternativas mais indicadas seriam as fluorescentes compactas integradas. E, essas lâmpadas são, as fluorescentes compactas integradas, Duluxtar Mini Twist de 18W, com temperatura de cor correlata de 2700K e 4000K da Osram e as Eletrônica Spiral de 26W, com temperatura de cor correlata de 2700K da General Electric.

11.6.3.5. Tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas fluorescente compactas integradas e fluorescentes Tubulares (m.m.c.= 7 anos e 6 meses = 90 meses)

Nesse caso, a comparação será feita entre aquelas lâmpadas fluorescentes compactas integradas e fluorescentes tubulares, cujo os valores do consumo (watts) do conjunto (lâmpada + reator) ou do fluxo luminoso (lumens) produzido pelo conjunto (lâmpada + reator), sejam iguais, independentemente, da temperatura de cor correlata que ambas apresentem. Lembrando mais uma vez que, neste caso, vamos confeccionar as tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes compactas integradas, com temperatura de cor de 2700K e 4000K e as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes tubulares, com temperatura de cor de 3000K e 4000K.

Tabela 11.45 – Tabela comparativa para as salas de jantar e corredores, entre a lâmpada fluorescente compacta integrada de 18W, com temperatura de cor de 2700K/4000K e as lâmpadas fluorescentes tubulares de 18W e 14W, com temperatura de cor de 3000K e 4000K

| Tipo de lâmpada | | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente tubular | Fluorescente tubular |
|---|-------|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Fabricante | | Osram | Osram | Philips |
| Nome comercial | | Duluxtar Mini Twist | Fluorescente Tubular T8 18W | Fluorescente Master TL5 |
| Potência (watts) | L | | 18 | 14 |
| | L + R | 18 | 18 | 18 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | | 1350 | 1350 |
| | L + R | 1200 | 1215 | 1350 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L + R | 67 | 68 | 75 |
| IRC | | 80-89 | 80-89 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 / 4000 | 4000 | 3000 / 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | | 7500 | 20000 |
| | R | | 30000 | 30000 |
| | L + R | 6000 | | |
| Custo de invest. (R\$) | | 22,90 | 77,30 | 175,70 |
| Custo de energia (R\$) | L + R | 449,10 | 449,10 | 449,10 |
| Custo de reposição total (R\$) | L + R | 129,00 | 192,80 | 231,90 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 668,10 | 731,90 | 771,00 |
| Custo total (R\$) | | 691,00 | 809,20 | 946,70 |
| Alternativas mais econômicas | | Duluxtar Mini Twist | | |

Podemos observar na Tabela 11.45 que, a lâmpada fluorescente compacta integrada, **Duluxtar Mini Twist** de 18W da Osram, apresenta no final do período de referência, custo total 14,61% menor em relação a lâmpada fluorescente tubular T8 de 18W da Osram e 27,01% em relação a lâmpada fluorescente Master TL5 de 14W da Philips. Isto ocorre, porque ela apresenta, custo de reposição total 33,09% menor em relação a Fluorescente Tubular T8 da Osram e 44,37% menor em relação a fluorescente Master TL5 da Philips, o que faz com

que ela apresente, no final do período de referência, custo operacional 8,72% menor em relação a Fluorescente Tubular T8 da Osram e 13,35% menor em relação a fluorescente tubular Master TL5 da Philips.

Outro dado que contribui para que ela apresente, no final do período de referência, custo total menor em relação a essas duas alternativas é o fato dela apresentar também, custo de investimento 70,38% menor em relação a alternativa fluorescente tubular da Osram e 86,97% em relação a alternativa fluorescente tubular da Philips.

Tabela 11.46 – Tabela comparativa para as salas de jantar e corredores, entre a lâmpada fluorescente compacta integrada de 18W, com temperatura de cor de 2700K/4000K e a lâmpada fluorescente tubular de 16W, com temperatura de cor de 3000K e 4000K

| Tipo de lâmpada | | Fluorescente compacta | Fluorescente tubular |
|---|--------------|----------------------------|----------------------|
| Fabricante | | Osram | Philips |
| Nome comercial | | Duluxtar Mini Twist | Eco Master TLD/TLDRS |
| Potência (watts) | L | | 16 |
| | L + R | 18 | 18,50 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | | 1200 |
| | L + R | 1200 | 1200 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L + R | 67 | 65 |
| IRC | | 80-89 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 2700/4000 | 3000 / 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | | 12000 |
| | R | | 30000 |
| | L + R | 6000 | |
| Custo de invest. (R\$) | | 22,90 | 74,00 |
| Custo de energia (R\$) | L + R | 449,10 | 461,70 |
| Custo de reposição total (R\$) | L + R | 129,00 | 131,60 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 668,10 | 683,30 |
| Custo total (R\$) | | 691,00 | 757,30 |
| Alternativas mais econômicas | | Duluxtar Mini Twist | |

Podemos observar na Tabela 11.46 que, a lâmpada fluorescente compacta integrada, **Duluxtar Mini Twist** de 18W da Osram, apresenta no final do período de referência, custo total 8,75% menor em relação a lâmpada fluorescente tubular Eco Master TLD/TLDRS da Philips. Isto ocorre, porque ela apresenta, respectivamente, custo de energia e de reposição total 2,73% e 1,98% menor em relação a lâmpada fluorescente tubular Eco Master TLD/TLDRS da Philips, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência,

respectivamente, custo operacional 2,22% e total 8,75% menor em relação a alternativa da Philips.

Outro dado que contribui para que ela apresente, no final do período de referência, custo total menor em relação a alternativa tubular da Philips é o fato dela apresentar também, custo de investimento 69% menor em relação a alternativa fluorescente tubular da Philips.

Tabela 11.47 – Tabela comparativa para as salas de jantar e corredores, entre a lâmpada fluorescente compacta integrada de 20W, com temperatura de cor de 2700K e 4000K e as lâmpadas fluorescentes tubulares de 20W, com temperatura de cor de 3000K e 4000K

| Tipo de lâmpada | | Fluorescente compacta | Fluorescente tubular | Fluorescente tubular |
|---|--------------|----------------------------------|----------------------|------------------------|
| Fabricante | | Sylvania | Sylvania | General Electric |
| Nome comercial | | Compacta Mini-Lynx Tripla | Designer 3000 | Fluorescente Universal |
| Potência (watts) | L | | 20 | 20 |
| | L + R | 20 | 20 | 20 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | | 1450 | 1350 |
| | L + R | 1500 / 1490 | 1305 | 1215 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L + R | 75 / 74,5 | 65 | 61 |
| IRC | | 85 | 85 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 / 4000 | 3000 | 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | | 7500 | 12000 |
| | R | | 30000 | 30000 |
| | L + R | 8000 \cong 7500 | | |
| Custo de invest. (R\$) | | 28,90 | 76,40 | 76,40 |
| Custo de energia (R\$) | L + R | 498,60 | 498,60 | 498,60 |
| Custo de Reposição total (R\$) | L + R | 151,20 | 185,60 | 143,60 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 739,80 | 774,20 | 732,20 |
| Custo total (R\$) | | 768,70 | 850,60 | 808,60 |
| Alternativas mais econômicas | | Compacta Mini-Lynx Tripla | | |

Podemos observar na Tabela 11.47 que, a lâmpada fluorescente compacta integrada, **Compacta Mini-Lynx Tripla** de 20W da Sylvania, apresenta no final do período de referência, custo total 9,63% menor em relação a lâmpada fluorescente tubular Designer 3000 de 20W da Sylvania e 4,93% em relação a lâmpada fluorescente tubular Universal de 20W da General Electric. Isto ocorre, porque em relação a Designer 3000, ela apresenta, custo de reposição total 18,53% menor em relação a esta, o que faz com que ela apresente, no final do

período de referência, custo operacional 4,44% menor em relação a alternativa tubular da Sylvania.

Outro dado que contribui para que ela apresente, no final do período de referência, custo total menor em relação a Designer 3000 é o fato dela apresentar também, custo de investimento 62,17% menor em relação a essa alternativa.

Agora, em relação à fluorescente tubular, Universal da General Electric, apesar da fluorescente compacta integrada da Sylvania, apresentar, custo operacional 1,03% maior em relação ao apresentado pela fluorescente tubular devido ao seu custo de reposição total ser 5,03% maior em relação ao apresentado por esta, ainda assim, no final do período de referência, ela apresenta custo total 4,93% menor em relação a alternativa da General Electric. Isto ocorre, porque a alternativa fluorescente compacta da Sylvania, apresenta, custo de investimento 62,17% menor em relação a alternativa fluorescente tubular da General Electric.

A partir das comparações feitas, através da análise econômica realizada para as alternativas fluorescentes compactas integradas e fluorescentes tubulares pesquisadas (vide Tabelas 11.45, 11.46 e 11.47), podemos afirmar que, se tivéssemos apenas, como opções, as lâmpadas fluorescentes compactas integradas e fluorescentes tubulares, apresentadas nas Tabelas 11.45, 11.46 e 11.47, para a iluminação das salas de jantar e corredores de uma residência, as alternativas mais indicadas para iluminação desses ambientes seriam as fluorescentes compactas integradas. E, essas lâmpadas são, as lâmpadas fluorescentes Duluxtar Mini Twist de 18W da Osram, com temperatura de cor correlata de 2700K e 4000K e as fluorescentes Compactas Mini-Lynx Tripla de 20W da Sylvania, com temperatura de cor correlata de 2700K e 4000K.

11.6.3.6. Tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas fluorescente compactas não integradas e fluorescentes Tubulares (m.m.c.= 7 anos e 6 meses = 90 meses)

Nesse caso, a comparação será feita também, entre aquelas lâmpadas fluorescentes compactas não integradas e fluorescentes tubulares, cujo os valores do consumo (watts) do conjunto (lâmpada + reator) ou do fluxo luminoso (lumens) produzido pelo conjunto (lâmpada + reator), sejam iguais, independentemente, da temperatura de cor correlata que ambas apresentem.

Lembrando que neste caso, vamos confeccionar as tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes compactas não integradas, com temperatura de cor de 2700K e 4000K e as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes tubulares, com temperatura de cor de 3000K e 4000K.

Tabela 11.48 – Tabela comparativa para as salas de jantar e corredores, entre a lâmpada fluorescente compacta não integrada de 18W, com temperatura de cor de 2700K/4000K e as lâmpadas fluorescentes tubulares de 18W e 14W, com temperatura de cor de 3000K e 4000K

| Tipo de lâmpada | | Fluorescente compacta não integrada | Fluorescente tubular | Fluorescente tubular |
|---|-------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Fabricante | | General Electric | Osram | Philips |
| Nome comercial | | Biax D/E < 4 Pinos> | Fluorescente Tubular T8 18W | Fluorescente Master TL5 |
| Potência (watts) | L | 18 | 18 | 14 |
| | L + R | 18 | 18 | 18 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 1200 | 1350 | 1350 |
| | L + R | 1200 | 1215 | 1350 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L + R | 67 | 68 | 75 |
| IRC | | 82 | 80-89 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 / 4000 | 4000 | 3000 / 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 12000 | 7500 | 20000 |
| | R | 30000 | 30000 | 30000 |
| | L + R | | | |
| Custo de invest. (R\$) | | 102,31 | 77,30 | 175,70 |
| Custo de energia (R\$) | L + R | 449,10 | 449,10 | 449,10 |
| Custo de reposição total (R\$) | L + R | 127,65 | 192,80 | 231,90 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 666,75 | 731,90 | 771,00 |
| Custo total (R\$) | | 769,06 | 809,20 | 946,70 |
| Alternativas mais econômicas | | Biax D/E < 4 Pinos> | | |

Podemos observar na Tabela 11.48 que, a lâmpada fluorescente compacta não integrada, **Biax D/E <4pinos>** de 18W da General Electric, apresenta, no final do período de referência, custo total 4,96% menor em relação a lâmpada fluorescente tubular T8 18W da Osram, e 18,76% em relação a lâmpada fluorescente tubular Master TL5 de 14W da Philips. Isto ocorre, porque em relação a alternativa fluorescente Master TL5 da Philips, ela apresenta, respectivamente, custo de reposição total e de investimento 44,95% e 41,77% menor em relação a essa alternativa.

Agora, em relação à fluorescente tubular T8 18W da Osram, apesar da fluorescente compacta não integrada da General Electric, apresentar, custo de investimento 24,45% maior em relação a essa alternativa, ainda assim, no final do período de referência, ela apresenta custo total 4,96% menor em relação a alternativa da Osram. Isto ocorre, porque a alternativa fluorescente compacta não integrada da General Electric, apresenta, custo de reposição total 33,79% menor em relação a alternativa fluorescente tubular da Osram.

Tabela 11.49 – Tabela comparativa para as salas de jantar e corredores, entre a lâmpada fluorescente compacta não integrada de 18W, com temperatura de cor de 2700K/4000K e a lâmpada fluorescente tubular de 16W, com temperatura de cor de 3000K e 4000K

| Tipo de lâmpada | | Fluorescente compacta não integrada | Fluorescente tubular |
|---|-------|-------------------------------------|-----------------------------|
| Fabricante | | General Electric | Philips |
| Nome comercial | | Biax D/E < 4 Pinos> | Eco Master TLD/TLDRS |
| Potência (watts) | L | 18 | 16 |
| | L + R | 18 | 18,50 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 1200 | 1200 |
| | L + R | 1200 | 1200 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L + R | 67 | 65 |
| IRC | | 82 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 / 4000 | 3000 / 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 12000 | 12000 |
| | R | 30000 | 30000 |
| | L + R | | |
| Custo de invest. (R\$) | | 102,31 | 74,00 |
| Custo de energia (R\$) | L + R | 449,10 | 461,70 |
| Custo de reposição total (R\$) | L + R | 127,65 | 131,60 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacinal (R\$) | | 666,75 | 683,30 |
| Custo total (R\$) | | 769,06 | 757,30 |
| Alternativas mais econômicas | | | Eco Master TLD/TLDRS |

Podemos observar na Tabela 11.49 que, apesar da lâmpada fluorescente tubular **Eco Master TLD/TLDRS** de 16W da Philips, apresentar, respectivamente, custo de energia e de reposição total 2,73% e 3% maior em relação a lâmpada fluorescente compacta não integrada Biax D/E <4pinos> da General Electric, ainda assim, ela apresenta, no final do período de referência, custo total 1,53% menor em relação a essa alternativa. Isto ocorre, porque ela

apresenta, custo de investimento 27,67% menor em relação a lâmpada fluorescente compacta não integrada da General Electric.

A partir das comparações feitas, através da análise econômica realizada para as alternativas fluorescentes compactas não integradas e fluorescentes tubulares pesquisadas (vide Tabelas 11.48 e 11.49), podemos afirmar que, se tivéssemos apenas, como opções, as lâmpadas fluorescentes compactas não integradas e fluorescentes tubulares, apresentadas nas Tabelas 11.48 e 11.49 para a iluminação das salas de jantar e corredores de uma residência, as alternativas mais indicadas para iluminação desses ambientes seriam as fluorescentes compactas não integradas, Biax D/E <4pinos> de 18W da General Electric, com temperatura de cor correlata de 2700K e 4000K e as fluorescentes tubulares Eco Master TLD/TLDRS de 16W da Philips, com temperatura correlata de 3000K e 4000K.

11.6.4. Tabelas comparativas para as cozinhas, banheiros e áreas de serviço (m.m.c.= 7 anos e 6 meses = 90 meses)

Para as cozinhas, banheiros e áreas de serviço, iremos confeccionar, as tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas incandescentes de bulbo claro, com temperatura de cor 2700K e as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes compactas integradas, com temperatura de cor de 4000K, 6000K e 6500K, vamos elaborar também, as tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas incandescentes, de bulbo claro, com temperatura de cor de 2700K e as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes compactas não integradas, com temperatura de cor de 4000K, iremos também confeccionar as tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas incandescentes de bulbo claro, com temperatura de cor de 2700K e as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes tubulares com temperatura de cor de 4000K, 5000K e 6500K, vamos confeccionar também, as tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes compactas integradas, com temperatura de cor de 4000K e 6500K e as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes compactas não integradas, com temperatura de cor de 4000K, vamos confeccionar ainda, as tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes compactas integradas, com temperatura de cor de 4000K, 6000K e 6500K e as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes tubulares, com temperatura de cor de 4000K, 5000K e 6500K, por último, vamos confeccionar, as tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes compactas não integradas, com temperatura de cor de

4000K e as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes tubulares, com temperatura de cor de 4000K, 5000K e 6500K

Lembrando mais uma vez, que todas as alternativas que serão usadas nessas comparações, são aquelas, que foram consideradas como as melhores segundo a análise de eficiência luminosa realizada no Capítulo 9.

11.6.4.1. Tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas

incandescentes e fluorescentes compactas integradas (m.m.c.= 7 anos e 6 meses = 90 meses)

Essa comparação será feita entre as lâmpadas incandescentes com bulbo claro, com temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescentes compactas integradas, com temperatura de cor de 4000K, 6000K e 6500K.

Outro dado importante a acrescentar, é que mais uma vez, vamos comparar as incandescentes com aquelas fluorescentes compactas integradas que possam substituir as incandescentes, com menor valor de potência e maior valor de eficiência luminosa, independentemente, da temperatura de cor correlata que esta fluorescente apresente.

Tabela 11.50 – Tabela comparativa para as cozinhas, banheiros e áreas de serviço, entre a lâmpada incandescente de 60W, com bulbo claro, temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescentes compactas integradas de 15W, 18W e 20W, com temperatura de cor de 4000K

| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente Compacta integrada |
|---------------------------------------|--------------|---------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Fabricante | | Philips | Sylvania | Osram | Sylvania |
| Nome comercial | | Standard | Compacta Mini-Lynx Tripla | Duluxtar Mini Twist | Compacta Mini-Lynx Tripla |
| Potência (watts) | L | 60 | | | |
| | L + R | | 15 | 18 | 20 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 864 | | | |
| | L + R | | 1010 | 1200 | 1490 |
| Efici. luminosa (lumens/watts) | L | 14,40 | | | |
| | L + R | | 67 | 67 | 74,5 |
| IRC | | 100 | 85 | 80-89 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 4000 | 4000 | 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | claro | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | | | |
| | L + R | | 8000 \cong 7500 | 6000 | 8000 \cong 7500 |
| Custo de invest. (R\$) | | 14,00 | 28,90 | 22,90 | 28,90 |
| Custo de energia (R\$) | L | 1496,70 | | | |
| | L + R | | 374,40 | 449,10 | 498,60 |
| Custo de reposição total (R\$) | L | 240,00 | | | |
| | L + R | | 151,20 | 129,00 | 151,20 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 1826,70 | 615,60 | 668,10 | 739,80 |
| Custo total (R\$) | | 1840,70 | 644,50 | 691,00 | 768,70 |
| Alternativas mais econômicas | | | Compacta Mini-Lynx Tripla | Duluxtar Mini Twist | Compacta Mini-Lynx Tripla |

Podemos observar na Tabela 11.50 que, apesar das lâmpadas fluorescentes, **Compacta Mini-Lynx Tripla** de 15W e 20W da Sylvania e a **Duluxtar Mini Twist** de 18W da Osram, apresentarem respectivamente, custo de investimento 51,56% e 38,86% maior em relação a alternativa incandescente, **Standard** de 60W da Philips, ainda assim, no final do período de

referência, as alternativas Compacta Mini-Lynx Tripla de 15W e 20W da Sylvania e a Duluxtar Mini Twist de 18W da Osram, apresentam respectivamente, custo total 64,99%, 58,24% e 62,46% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isto ocorre porque as alternativas fluorescentes, Compacta Mini-Lynx Tripla de 15W e 20W da Sylvania e Duluxtar Mini Twist de 18W da Osram, apresentam respectivamente, custo de energia 74,98%, 66,69% e 69,99% menor em relação a alternativa incandescente da Philips.

Outro dado que contribui para que as alternativas fluorescentes, no final do período de referência, apresentem custo total menor em relação a alternativa incandescente é o fato das alternativas fluorescentes da Sylvania e da Osram, apresentarem respectivamente, custo de reposição total 37% e 46,25% menor em relação a alternativa incandescente da Philips, o que faz com que elas apresentem, no final do período de referência, respectivamente, custo operacional 66,30%, 59,50%, 63,43% e total 64,99%, 58,24% e 62,46% menor em relação a essa alternativa incandescente.

Tabela 11.51 – Tabela comparativa para as cozinhas, banheiros e áreas de serviço, entre a lâmpada incandescente de 60W, com bulbo claro, temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescentes compactas integradas de 15W e 20W, com temperatura de cor de 6000K e 6500K

| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente Compacta integrada |
|---|--------------|---------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Fabricante | | Philips | Philips | Osram | Philips | Osram |
| Nome comercial | | Standard | Twister | Duluxtar | Twister | Duluxtar |
| Potência (watts) | L | 60 | | | | |
| | L + R | | 15 | 15 | 20 | 20 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 864 | | | | |
| | L + R | | 950 | 970 | 1250 | 1300 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L | 14,40 | | | | |
| | L + R | | 63 | 65 | 63 | 65 |
| IRC | | 100 | 82 | 80-89 | 82 | 80-89 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 6500 | 6000 | 6500 | 6000 |
| Bulbo (acabamento) | | claro | fluorescente | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | | | | |
| | L + R | | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 14,00 | 28,90 | 22,90 | 28,90 | 23,90 |
| Custo de energia (R\$) | L | 1496,70 | | | | |
| | L + R | | 374,40 | 374,40 | 498,60 | 498,60 |
| Custo de reposição total (R\$) | L | 240,00 | | | | |
| | L + R | | 189,00 | 129,00 | 189,00 | 139,00 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | | | | | |
| | | 1826,70 | 653,40 | 593,40 | 777,60 | 727,60 |
| Custo total (R\$) | | 1840,70 | 682,30 | 616,30 | 806,50 | 751,50 |
| Alternativas mais econômicas | | | Twister | Duluxtar | Twister | Duluxtar |

Podemos observar na Tabela 11.51, que apesar das lâmpadas fluorescentes, **Twister** de 15W e 20W da Philips e a **Duluxtar** de 15W e 20W da Osram, apresentarem respectivamente, custo de investimento 51,56%, 38,86% e 41,42% maior em relação a alternativa incandescente, **Standard** de 60W da Philips, ainda assim, no final do período de referência, as alternativas Twister de 15W e 20W da Philips e a Duluxtar de 15W e 20W da osram, apresentam respectivamente, custo total 62,93%, 56,19%, 66,52% e 59,17% menor em

relação a alternativa incandescente da Philips. Isto ocorre, porque as alternativas fluorescentes, Twister de 15W e 20W da Philips e Duluxtar de 15W e 20W da Osram, apresentam respectivamente, custo de energia 74,98% e 66,69% menor em relação a alternativa incandescente da Philips.

Outro dado que contribui para que as alternativas fluorescentes, no final do período de referência, apresentem custo total menor em relação a alternativa incandescente é o fato das alternativas fluorescentes da Philips e da Osram, apresentarem respectivamente, custo de reposição total 21,25%, 46,25% e 42,08% menor em relação a alternativa incandescente da Philips, o que faz com que elas apresentem, no final do período de referência, respectivamente, custo operacional 64,23%, 57,43%, 67,52%, 60,17% e total 62,93%, 56,19%, 66,52% e 59,17% menor em relação a essa alternativa incandescente.

Tabela 11.52 – Tabela comparativa para as cozinhas, banheiros e áreas de serviço, entre a lâmpada incandescente de 60W, com bulbo claro, temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescentes compactas integradas de 22W e 23W com temperatura de cor de 6500K

| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente Compacta integrada |
|---|-------|---------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Fabricante | | Philips | Philips | Philips |
| Nome comercial | | Standard | Deco Twist | Twister |
| Potência (watts) | L | 60 | | |
| | L + R | | 22 | 23 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 864 | | |
| | L + R | | 1360 | 1450 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L | 14,40 | | |
| | L + R | | 62 | 63 |
| IRC | | 100 | 82 | 82 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 6500 | 6500 |
| Bulbo (acabamento) | | claro | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | | |
| | L + R | | 6000 | 6000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 14,00 | 40,60 | 28,90 |
| Custo de energia (R\$) | L | 1496,70 | | |
| | L + R | | 540,00 | 574,20 |
| Custo de reposição total (R\$) | L | 240,00 | | |
| | L + R | | 306,00 | 189,00 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 1826,70 | 945,00 | 853,20 |
| Custo total (R\$) | | 1840,70 | 985,60 | 882,10 |
| Alternativas mais econômicas | | | Deco Twist | Twister |

Na Tabela 11.52 podemos observar que, as lâmpadas fluorescentes, **Deco Twist** de 22W da Philips e **Twister** de 23W também da Philips, apresentam no final do período de referência, respectivamente, custo total 46,46% e 52,08% menor em relação a lâmpada incandescente, **Standard** de 60W da Philips.

Em relação a lâmpada fluorescente Deco Twist, podemos observar na Tabela 11.52 que, embora ela apresente, custo de investimento 65,52% e de reposição total 21,57% maior que a alternativa incandescente, ainda assim, ela apresenta, no final do período de referência, custo

total 46,46% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isso acontece, porque como sabemos, o custo de energia tem um peso preponderante no cálculo do custo operacional e como podemos ver na Tabela 11.52, a Deco Twist, apresenta, custo de energia 63,92% menor em relação a alternativa incandescente, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência, respectivamente, custo operacional 48,27% e total 46,46% menor em relação a essa alternativa.

Em relação a lâmpada fluorescente, Twister da Philips, podemos ver na Tabela 11.52 que, apesar dessa alternativa, apresentar, custo de investimento 51,56% maior em relação a alternativa incandescente, ainda assim, ela apresenta, no final do período de referência, custo total 52,08% menor em relação a essa alternativa incandescente da Philips. Isto ocorre, porque ela apresenta, custo de energia 61,64% e de reposição total 21,25% menor em relação a alternativa incandescente, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência, respectivamente, custo operacional 53,29% e total 52,08% menor em relação a essa alternativa incandescente.

Tabela 11.53 – Tabela comparativa para as cozinhas, banheiros e áreas de serviço, entre a lâmpada incandescente de 100W, com bulbo claro, temperatura de cor de 2700K e a lâmpada fluorescente compacta integradas de 25W, com temperatura de cor correlata de 4000K

| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente compacta |
|---|-------|---------------|----------------------------------|
| Fabricante | | Philips | Sylvania |
| Nome comercial | | Standard | Compacta Mini-Lynx Tripla |
| | L | 100 | |
| Potência (watts) | L + R | | 25 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 1620 | |
| | L + R | | 1810 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L | 16,2 | |
| | L + R | | 72 |
| IRC | | 100 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | claro | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | |
| | L + R | | 8000 \cong 7500 |
| Custo de invest. (R\$) | | 14,10 | 30,90 |
| Custo de energia (R\$) | L | 2494,80 | |
| | L + R | | 623,70 |
| Custo de reposição total (R\$) | L | 246,00 | |
| | L + R | | 167,20 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 2830,80 | 880,90 |
| Custo total (R\$) | | 2844,90 | 911,80 |
| Alternativas mais econômicas | | | Compacta Mini-Lynx Tripla |

Podemos ver na Tabela 11.53 que, apesar da alternativa fluorescente, **Compacta Mini-Lynx Tripla** de 25W da Sylvania, apresentar, custo de investimento 54,37% maior em relação a alternativa incandescente, **Standard** de 100W da Philips, ainda assim, no final do período de referência, apresenta, custo total 67,95% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isto ocorre, porque ela apresenta, respectivamente, custo de energia e de reposição total 75% e 32,03% menor em relação a alternativa incandescente, o que faz

com que ela apresente, no final do período de referência, respectivamente, custo operacional 68,88% e total 67,95% menor em relação a essa alternativa incandescente.

Tabela 11.54 – Tabela comparativa para as cozinhas, banheiros e áreas de serviço, entre a lâmpada incandescente de 100W, com bulbo claro, temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescentes compactas integradas de 26W, 27W e 28W, com temperatura de cor correlata de 6500K

| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente compacta | Fluorescente compacta | Fluorescente compacta |
|---|--------------|---------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Fabricante | | Philips | General Electric | Philips | Philips |
| Nome comercial | | Standard | Eletrônica Spiral | Twister | Deco Twist |
| | L | 100 | | | |
| Potência (watts) | L + R | | 26 | 27 | 28 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 1620 | | | |
| | L + R | | 1800 | 1660 | 1850 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L | 16,2 | | | |
| | L + R | | 69 | 62 | 66 |
| IRC | | 100 | 80 | 82 | 82 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 6500 | 6500 | 6500 |
| Bulbo (acabamento) | | claro | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | | | |
| | L + R | | 8000 \cong 7500 | 6000 | 6000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 14,10 | 24,29 | 31,70 | 42,30 |
| Custo de energia (R\$) | L | 2494,80 | | | |
| | L + R | | 648,90 | 673,20 | 698,40 |
| Custo de reposição total (R\$) | L | 246,00 | | | |
| | L + R | | 114,32 | 217,00 | 323,00 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 2830,80 | 853,22 | 980,20 | 1111,40 |
| Custo total (R\$) | | 2844,90 | 877,51 | 1011,90 | 1153,70 |
| Alternativas mais econômicas | | | Eletrônica Spiral | Twister | Deco Twist |

Na Tabela 11.54 podemos observar que, as lâmpadas fluorescentes, **Eletrônica Spiral** de 26W da General Electric, **Twister** de 27W da Philips e **Deco Twist** de 28W também da Philips, apresentam no final do período de referência, respectivamente, custo total 69,15%, 64,43% e 59,45% menor em relação a lâmpada incandescente, **Standard** de 100W da Philips.

Em relação à lâmpada fluorescente Deco Twist, podemos observar na Tabela 11.54 que, embora ela apresente, respectivamente, custo de investimento 66,67% e de reposição total 23,84% maior que a alternativa incandescente, ainda assim, ela apresenta, no final do período de referência, custo total 59,45% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isso acontece, porque como sabemos, o custo de energia tem um peso preponderante no cálculo do custo operacional e como podemos ver na Tabela 11.54, a Deco Twist apresenta custo de energia 72,01% menor em relação a alternativa incandescente, o que faz com que ela apresente no final do período de referência, respectivamente, custo operacional 60,74% e total 59,45% menor em relação a essa alternativa incandescente.

Em relação as lâmpadas fluorescentes, Eletrônica Spiral da General Electric e Twister da Philips, podemos ver na Tabela 11.54 que, apesar dessas alternativas fluorescentes, apresentarem respectivamente, custo de investimento 41,95% e 55,52% maior em relação a alternativa incandescente, ainda assim, elas apresentam, no final do período de referência, respectivamente, custo total 69,15% e 64,43% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isto ocorre, porque elas apresentam, respectivamente, custo de energia 73,99% e 73,02% e de reposição total 53,53% e 11,79% menor em relação a alternativa incandescente, o que faz com que elas apresentem, no final do período de referência, respectivamente, custo operacional 69,86%, 65,37% e total 69,15% e 64,43% menor em relação a essa alternativa incandescente.

A partir das comparações feitas, através da análise econômica realizada para alternativas incandescentes e fluorescentes compactas integradas pesquisadas (vide Tabelas 11.50, 11.51, 11.52, 11.53 e 11.54), podemos afirmar que, se tivéssemos apenas como opções para a iluminação das cozinhas, banheiros e áreas de serviço de uma residência as lâmpadas incandescentes e fluorescentes compactas integradas, apresentadas nas Tabelas 11.50, 11.51, 11.52, 11.53 e 11.54, as alternativas mais indicadas seriam as fluorescentes compactas integradas. E, essas lâmpadas são, as Compactas Mini-Lynx Tripla de 15W, 20W e 25W, com temperatura de cor correlata de 4000K da Sylvania, as Duluxtar Mini Twist de 18W, com temperatura de cor de 4000K da Osram, a Duluxtar de 23W, com temperatura de cor de

4000K também da Osram, as Duluxtar de 15W e 20W, com temperatura de cor de 6000K também da Osram, as Deco Twist de 22W e 28W, com temperatura de cor de 6500K da Philips, as Twister de 15W, 20W, 23W e 27W, com temperatura de cor de 6500K também da Philips e a Eletrônica Spiral de 26W, com temperatura de cor de 6500K da General Electric.

11.6.4.2. Tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas

incandescentes e fluorescentes compactas não integradas (m.m.c.= 7 anos e 6 meses = 90 meses)

Essa comparação será feita entre as lâmpadas incandescentes com bulbo claro, com temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescentes compactas não integradas, com temperatura de cor de 4000K.

Outro dado importante a acrescentar, é que vamos comparar as incandescentes com aquelas fluorescentes compactas não integradas que possam substituir as incandescentes, com menor valor de potência e maior valor de eficiência luminosa, independentemente, da temperatura de cor correlata que esta fluorescente apresente.

Tabela 11.55 – Tabela comparativa para as cozinhas, banheiros e áreas de serviço, entre a lâmpada incandescente de 60W, com bulbo claro, temperatura de cor de 2700K e a lâmpada fluorescente compacta não integrada de 18W, com temperatura de cor correlata de 4000K

| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente Compacta não integrada |
|---|-------|---------------|-------------------------------------|
| Fabricante | | Philips | General Electric |
| Nome comercial | | Standard | Biax D/E < 4 Pinos> |
| Potência (watts) | L | 60 | 18 |
| | L + R | | 18 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 864 | 1200 |
| | L + R | | 1200 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L | 14,40 | |
| | L + R | | 67 |
| IRC | | 100 | 82 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | claro | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | 12000 |
| | R | | 30000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 14,00 | 102,31 |
| Custo de energia (R\$) | L | 1496,70 | |
| | L + R | | 449,10 |
| Custo de reposição total (R\$) | L | 240,00 | |
| | L + R | | 127,65 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 1826,70 | 666,75 |
| Custo total (R\$) | | 1840,70 | 769,06 |
| Alternativas mais econômicas | | | Biax D/E < 4 Pinos> |

Podemos observar na Tabela 11.55, que apesar da lâmpada fluorescente compacta não integrada, **Biax D/E <4pinos>** de 18W da General Electric, apresentar, custo de investimento 86,32% maior em relação a alternativa incandescente, **Standard** de 60W da Philips, ainda assim, no final do período de referência, a alternativa fluorescente Biax D/E <4pinos> da General Electric, apresenta, custo total 58,22% menor em relação a alternativa incandescente

da Philips. Isto ocorre, porque a alternativa fluorescente Biax D/E <4pinos> da General Electric, apresenta, respectivamente, custo de energia e de reposição total 69,99% e 46,81% menor em relação a alternativa incandescente da Philips, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência, custo operacional e conseqüentemente, custo total menor em relação a essa alternativa incandescente.

Tabela 11.56 – Tabela comparativa para as cozinhas, banheiros e áreas de serviço, entre a lâmpada incandescente de 100W, com bulbo claro, temperatura de cor de 2700K e a lâmpada fluorescente compacta não integrada de 26W, com temperatura de cor correlata de 4000K

| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente Compacta não integrada |
|---|-------|---------------|-------------------------------------|
| Fabricante | | Philips | Osram |
| Nome comercial | | Standard | Dulux D/E < 4 Pinos> |
| Potência (watts) | L | 100 | 26 |
| | L + R | | 25,5 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 1620 | 1800 |
| | L + R | | 1800 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L | 16,2 | |
| | L + R | | 71 |
| IRC | | 100 | 80-89 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | claro | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | 10000 |
| | R | | 30000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 14,10 | 110,40 |
| Custo de energia (R\$) | L | 2494,80 | |
| | L + R | | 636,30 |
| Custo de reposição total (R\$) | L | 246,00 | |
| | L + R | | 187,00 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 2830,80 | 913,30 |
| Custo total (R\$) | | 2844,90 | 1023,70 |
| Alternativas mais econômicas | | | Dulux D/E <4 pinos> |

Podemos observar na Tabela 11.56 que, apesar da lâmpada fluorescente compacta não integrada, **Dulux D/E <4pinos>** de 26W da Osram, apresentar, custo de investimento 87,23% maior em relação a alternativa incandescente, **Standard** de 100W da Philips, ainda assim, no final do período de referência, a alternativa fluorescente Dulux D/E <4pinos> da Osram, apresenta, custo total 64,02% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isto ocorre, porque a alternativa fluorescente Dulux D/E <4pinos> da Osram, apresenta, respectivamente, custo de energia e de reposição total 74,49% e 23,98% menor em relação a alternativa incandescente da Philips, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência, custo operacional e conseqüentemente, custo total menor em relação a essa alternativa incandescente.

A partir das comparações feitas, através da análise econômica realizada para alternativas incandescentes e fluorescentes compactas não integradas pesquisadas (vide Tabelas 11.55 e 11.56), podemos afirmar que, se tivéssemos apenas, as lâmpadas incandescentes e fluorescentes compactas não integradas, apresentadas nas Tabelas 11.55 e 11.56 como opções para a iluminação da cozinha, banheiro e área de serviço de uma residência, as alternativas mais indicadas seriam as fluorescentes compactas não integradas. E, essas lâmpadas são, as fluorescentes compactas não integradas Biax D/E <4pinos> de 18W da General Electric, com temperatura de correlata de 4000K e as fluorescentes compactas não integradas, Dulux D/E <4pinos> de 26W da Osram, com temperatura de cor correlata de 4000K.

11.6.4.3. Tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas

incandescentes e fluorescentes Tubulares (m.m.c.= 7 anos e 6 meses = 90 meses)

Essa comparação será feita entre as lâmpadas incandescentes de bulbo claro, com temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescentes tubulares com temperatura de cor de 4000K, 5000K e 6500K.

Outro dado importante a acrescentar, é que vamos comparar as incandescentes com aquelas fluorescentes tubulares que possam substituir as incandescentes, com menor valor de potência e maior valor de eficiência luminosa, independentemente, da temperatura de cor correlata que esta fluorescente apresente.

Tabela 11.57 – Tabela comparativa para as cozinhas, banheiros e áreas de serviço entre a lâmpada incandescente de 60W, com bulbo claro, temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescente tubulares de 14W, 16W e 18W, com temperatura de cor correlata de 4000K

| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente tubular | Fluorescente tubular | Fluorescente tubular |
|---|-------|---------------|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| Fabricante | | Philips | Philips | Philips | Osram |
| Nome comercial | | Standard | Fluorescente Master TL5 | Eco Master TLD/TLDRS | Fluorescente Tubular T8 18W |
| Potência (watts) | L | 60 | 14 | 16 | 18 |
| | L + R | | 18 | 18,50 | 18 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 864 | 1350 | 1200 | 1350 |
| | L + R | | 1350 | 1200 | 1215 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L | 14,40 | | | |
| | L + R | | 75 | 65 | 68 |
| IRC | | 100 | 85 | 85 | 80-89 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 4000 | 4000 | 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | claro | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | 20000 | 12000 | 7500 |
| | R | | 30000 | 30000 | 30000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 14,00 | 175,70 | 74,00 | 77,30 |
| Custo de energia (R\$) | L | 1496,70 | | | |
| | L + R | | 449,10 | 461,70 | 449,10 |
| Custo de Reposição total (R\$) | L | 240,00 | | | |
| | L + R | | 231,90 | 131,60 | 192,80 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo Operacional (R\$) | | 1826,70 | 771,00 | 683,30 | 731,90 |
| Custo total (R\$) | | 1840,70 | 946,70 | 757,30 | 809,20 |
| Alternativas mais econômicas | | | Fluorescente Master TL5 | Eco Master TLD/TLDRS | Fluorescente Tubular T8 18W |

Podemos observar na Tabela 11.57 que, apesar das lâmpadas fluorescentes tubulares, **Fluorescente Master TL5** de 14W da Philips, **Eco Master TLD/TLDRS** de 16W, também da Philips e a **Fluorescente Tubular T8 18W** da Osram, apresentarem respectivamente, custo de investimento 92,03%, 81,08% e 81,89% maior em relação a alternativa incandescente, **Standard** de 60W da Philips, ainda assim, no final do período de referência, as alternativas Fluorescente Master TL5 de 14W da Philips, Eco Master TLD/TLDRS de

16W, também da Philips e a Fluorescente Tubular T8 18W da Osram, apresentam respectivamente, custo total 48,57%, 58,86% e 56,04% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isto ocorre, porque as alternativas, Fluorescente Master TL5 da Philips, Eco Master TLD/TLDRS, também da Philips e a Fluorescente Tubular T8 18W da Osram, apresentam respectivamente, custo de energia 69,99%, 69,15% e 69,99% menor em relação a alternativa incandescente da Philips.

Outro dado que contribui para que as alternativas fluorescentes, no final do período de referência, apresentem, custo total menor em relação a alternativa incandescente é o fato das alternativas fluorescentes tubulares da Philips e da Osram, apresentarem respectivamente, custo de reposição total 3,38%, 45,17% e 19,67% menor em relação a alternativa incandescente da Philips, o que faz com que elas apresentem no final do período de referência, custo operacional e conseqüentemente, custo total menor em relação a essa alternativa incandescente.

Tabela 11.58 – Tabela comparativa para as cozinhas, banheiros e áreas de serviço entre a lâmpada incandescente de 60W, com bulbo claro, temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescente tubulares de 14W e 16W , com temperatura de cor correlata de 5000K e 6500K

| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente tubular | Fluorescente tubular | Fluorescente tubular |
|---|--------------|---------------|--------------------------------|---|-----------------------------|
| Fabricante | | Philips | Philips | Osram | Philips |
| Nome comercial | | Standard | Fluorescente Master TL5 | Fluorescente Tubular T5 de Alta eficiência | Eco Master TLD/TLDRS |
| Potência (watts) | L | 60 | 14 | 14 | 16 |
| | L + R | | 18 | 18 | 18,50 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 864 | 1350 | 1100 | 1150 |
| | L + R | | 1350 | 1100 | 1150 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L | 14,40 | | | |
| | L + R | | 75 | 61 | 62 |
| IRC | | 100 | 85 | 80-89 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 5000 | 6500 | 5000 |
| Bulbo (acabamento) | | claro | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | 20000 | 20000 | 12000 |
| | R | | 30000 | 30000 | 30000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 14,00 | 175,70 | 179,10 | 74,00 |
| Custo de energia (R\$) | L | 1496,70 | | | |
| | L + R | | 449,10 | 449,10 | 461,70 |
| Custo de reposição total (R\$) | L | 240,00 | | | |
| | L + R | | 231,90 | 242,10 | 131,60 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 1826,70 | 771,00 | 781,20 | 683,30 |
| Custo total (R\$) | | 1840,70 | 946,70 | 960,30 | 757,30 |
| Alternativas mais econômicas | | | Fluorescente Master TL5 | Fluorescente Tubular T5 de Alta eficiência | Eco Master TLD/TLDRS |

Na Tabela 11.58 podemos observar que, as lâmpadas fluorescentes, **Fluorescente Master TL5** de 14W da Philips, **Fluorescente Tubular T5 de Alta eficiência** de 14W da Osram e **Eco Master TLD/TLDRS** de 16W também da Philips, apresentam no final do período de referência, respectivamente, custo total 48,57%, 47,83% e 56,04% menor em relação a lâmpada incandescente, **Standard** de 60W da Philips.

Em relação à lâmpada Fluorescente Tubular T5 de Alta eficiência da Osram, podemos observar na Tabela 1158, que embora ela apresente, respectivamente, custo de investimento 92,18% e de reposição total 0,87% maior em relação a alternativa incandescente, ainda assim, ela apresenta no final do período de referência, custo total 47,83% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isso acontece, porque como sabemos, o custo de energia tem um peso preponderante no cálculo do custo operacional e como podemos ver na Tabela 11.58, a lâmpada Fluorescente Tubular T5 de Alta eficiência da Osram, apresenta custo de energia 69,99% menor em relação a alternativa incandescente, o que faz com que ela apresente no final do período de referência, custo operacional e conseqüentemente, custo total menor em relação a essa alternativa incandescente.

Em relação às lâmpadas fluorescentes tubulares, Fluorescente Master TL5 de 14W da Philips e Eco Master TLD/TLDRS de 16W também da Philips, podemos ver na Tabela 11.58 que, apesar dessas alternativas fluorescentes, apresentarem respectivamente, custo de investimento 92,03% e 81,08% maior em relação a alternativa incandescente, ainda assim, elas apresentam, no final do período de referência, respectivamente, custo total 48,57% e 56,04% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isto ocorre, porque elas apresentam, respectivamente, custo de energia 69,99% e 69,15% e de reposição total 3,38% e 45,17% menor em relação a alternativa incandescente, o que faz com que elas apresentem, no final do período de referência, custo operacional e conseqüentemente, custo total menor em relação a essa alternativa incandescente.

Tabela 11.59 – Tabela comparativa para as cozinhas, banheiros e áreas de serviço, entre a lâmpada incandescente de 60W, com bulbo claro, temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescente tubulares de 20W, com temperatura de cor correlata de 4000K e 5000K

| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente tubular |
|---------------------------------------|-------|---------------|-------------------------------|
| Fabricante | | Philips | General Electric |
| Nome comercial | | Standard | Fluorescente Universal |
| Potência (watts) | L | 60 | 20 |
| | L + R | | 20 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 864 | 1350/1300 |
| | L + R | | 1215/1170 |
| Efici. luminosa (lumens/watts) | L | 14,40 | |
| | L + R | | 61/59 |
| IRC | | 100 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 4000/5000 |
| Bulbo (acabamento) | | claro | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | 12000 |
| | R | | 30000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 14,00 | 76,40 |
| Custo de energia (R\$) | L | 1496,70 | |
| | L + R | | 498,60 |
| Custo de reposição total (R\$) | L | 240,00 | |
| | L + R | | 143,60 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 1826,70 | 732,20 |
| Custo total (R\$) | | 1840,70 | 808,60 |
| Alternativas mais econômicas | | | Fluorescente Universal |

Podemos observar na Tabela 11.59 que, apesar da lâmpada fluorescente tubular, **Fluorescente Universal** de 20W da General Electric, apresentar, custo de investimento 81,68% maior em relação a alternativa incandescente, **Standard** de 60W da Philips, ainda assim, no final do período de referência, a alternativa Fluorescente Universal da General Electric, apresenta, custo total 56,07% menor em relação a alternativa incandescente da Philips. Isto ocorre, porque a alternativa, Fluorescente Universal da General Electric, apresenta, custo de energia 66,69%, menor em relação a alternativa incandescente da Philips.

Outro dado que contribui para que a alternativa fluorescente, no final do período de referência, apresente, custo total menor em relação a alternativa incandescente é o fato da alternativa fluorescente tubular da General Electric, apresentar, custo de reposição total 40,17% menor em relação a alternativa incandescente da Philips, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência, custo operacional e conseqüentemente, custo total menor em relação a essa alternativa incandescente.

Tabela 11.60 – Tabela comparativa para as cozinhas, banheiros e áreas de serviço, entre a lâmpada incandescente de 100W, com bulbo claro, temperatura de cor de 2700K e as lâmpadas fluorescente tubulares de 32W, com temperatura de cor correlata de 4000K e 5000K

| Tipo de lâmpada | | Incandescente | Fluorescente tubular |
|---|-------|---------------|-----------------------------|
| Fabricante | | Philips | Philips |
| Nome comercial | | Standard | Eco Master TLD/TLDRS |
| Potência (watts) | L | 100 | 32 |
| | L + R | | 35 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 1620 | 2700/2600 |
| | L + R | | 2700/2600 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L | 16,20 | |
| | L + R | | 77/74 |
| IRC | | 100 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 2700 | 4000/5000 |
| Bulbo (acabamento) | | claro | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 1000 | 12000 |
| | R | | 30000 |
| Custo de invest. (R\$) | | 14,10 | 78,40 |
| Custo de energia (R\$) | L | 2494,80 | |
| | L + R | | 873,00 |
| Custo de reposição total (R\$) | L | 246,00 | |
| | L + R | | 131,60 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 2830,80 | 1094,60 |
| Custo total (R\$) | | 2844,90 | 1173,00 |
| Alternativas mais econômicas | | | Eco Master TLD/TLDRS |

Podemos observar na Tabela 11.60 que, apesar da lâmpada fluorescente tubular, **Eco Master TLD/TLDRS** de 32W da Philips, apresentar, custo de investimento 82,02% maior em relação a alternativa incandescente **Standard** de 100W da Philips, ainda assim, no final do período de referência, a alternativa Fluorescente tubular Eco Master TLD/TLDRS de 32W da Philips, apresenta, custo total 58,77% menor em relação a alternativa incandescente da

Philips. Isto ocorre, porque a alternativa, Eco Master TLD/TLDRS de 32W da Philips, apresenta, custo de energia 65,01%, menor em relação a alternativa incandescente da Philips.

Outro dado que contribui para que a alternativa fluorescente, no final do período de referência, presente, custo total menor em relação a alternativa incandescente é o fato da alternativa fluorescente tubular da Philips, apresentar, custo de reposição total 46,50% menor em relação a alternativa incandescente da Philips, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência, custo operacional e conseqüentemente, custo total menor em relação a essa alternativa incandescente.

A partir das comparações feitas, através da análise econômica realizada para alternativas incandescentes e fluorescentes tubulares pesquisadas (vide Tabelas 11.57, 11.58, 11.59 e 11.60), podemos afirmar que, se tivéssemos apenas, as lâmpadas incandescentes e fluorescentes tubulares, apresentadas nas Tabelas 11.57, 11.58, 11.59 e 11.60 como opções para a iluminação da cozinha, banheiros e áreas de serviço de uma residência, as alternativas mais indicadas seriam as fluorescentes tubulares. E, essas lâmpadas são: as fluorescentes Master TL5 de 14W, com temperatura de cor correlata de 4000K e 5000K da Philips, as Eco Master TLD/TLDRS de 16W, com temperatura de cor de 4000K e 5000K também da Philips, a Fluorescente tubular T8 de 18W com temperatura de cor de 4000K da Osram, a Fluorescente Universal de 20W, com temperatura de cor de 4000K e 5000K da General Electric, a Eco Master TLD/TLDRS de 32W, com temperatura de cor de 4000K e 5000K da Philips e a Fluorescente Tubular T5 de Alta Eficiência de 14W, com temperatura de cor de 6500K também da Osram.

11.6.4.4. Tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes compactas integradas e não integradas (m.m.c.= 7 anos e 6 meses = 90 meses)

Nesse caso, a comparação também será feita, entre aquelas lâmpadas fluorescentes compactas integradas e fluorescentes compactas não integradas, cujo os valores do consumo (watts) do conjunto (lâmpada + reator) ou do fluxo luminoso (lumens) produzido pelo conjunto (lâmpada + reator), sejam iguais, independentemente, da temperatura de cor correlata que ambas apresentem. Lembrando que neste caso, vamos confeccionar, as tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes compactas integradas, com temperatura de cor de 4000K e 6500K e as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes compactas não integradas, com temperatura de cor de 4000K.

Tabela 11.61 – Tabela comparativa para as cozinhas, banheiros e áreas de serviço, entre a lâmpada fluorescente compacta integrada de 18W, com temperatura de cor de 4000K e a lâmpada fluorescente compacta não integrada de 18W, com temperatura de cor de 4000K

| Tipo de lâmpada | | Fluorescente compacta | Fluorescente compacta não integrada |
|---|-------|-----------------------|-------------------------------------|
| Fabricante | | Osram | General Electric |
| Nome comercial | | Duluxtar Mini Twist | Biax D/E < 4 Pinos> |
| Potência (watts) | L | | 18 |
| | L + R | 18 | 18 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | | 1200 |
| | L + R | 1200 | 1200 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L + R | 67 | 67 |
| IRC | | 80-89 | 82 |
| Temp. de cor (K) | | 4000 | 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | | 12000 |
| | R | | 30000 |
| | L + R | 6000 | |
| Custo de Invest. (R\$) | | 22,90 | 102,31 |
| Custo de energia (R\$) | L + R | 449,10 | 449,10 |
| Custo de reposição total (R\$) | L + R | 129,00 | 127,65 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 668,10 | 666,75 |
| Custo total (R\$) | | 691,00 | 769,06 |
| Alternativas mais econômicas | | Duluxtar Mini Twist | |

Podemos observar na Tabela 11.61 que, apesar da lâmpada fluorescente compacta integrada, **Duluxtar Mini Twist de 18W** da Osram, apresentar, custo operacional 0,20% maior em relação ao apresentado pela alternativa fluorescente compacta não integrada, Biax D/E <4pinos> de 18W da General Electric devido ao seu custo de reposição total ser 1,05% maior em relação ao apresentado por esta, ainda assim, no final do período de referência, a

alternativa Duluxtar Mini Twist da Osram, apresenta, custo total 10,15% menor em relação a alternativa fluorescente compacta não integrada da General Electric. Isto ocorre, porque ela apresenta, custo de investimento 77,62% menor em relação ao apresentado pela alternativa compacta não integrada da General Electric.

Tabela 11.62 – Tabela comparativa para as cozinhas, banheiros e áreas de serviço, entre a lâmpada fluorescente compacta integrada de 26W, com temperatura de cor de 6500K e a lâmpada fluorescente compacta não integrada de 26W, com temperatura de cor de 4000K

| Tipo de lâmpada | | Fluorescente compacta | Fluorescente compacta não integrada |
|---|-------|-----------------------|-------------------------------------|
| Fabricante | | General Electric | Osram |
| Nome comercial | | Eletrônica Spiral | Dulux D/E < 4 Pinos > |
| Potência (watts) | L | | 26 |
| | L + R | 26 | 25,5 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | | 1800 |
| | L + R | 1800 | 1800 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L + R | 69 | 71 |
| IRC | | 80 | 80-89 |
| Temp. de cor (K) | | 6500 | 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | | 10000 |
| | R | | 30000 |
| | L + R | 8000 \cong 7500 | |
| Custo de invest. (R\$) | | 24,29 | 110,40 |
| Custo de energia (R\$) | L + R | 648,90 | 636,30 |
| Custo de reposição total (R\$) | L + R | 114,32 | 187,00 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 853,22 | 913,30 |
| Custo total (R\$) | | 877,51 | 1023,70 |
| Alternativas mais econômicas | | Eletrônica Spiral | |

Podemos observar na Tabela 11.62 que, apesar da lâmpada fluorescente compacta integrada, **Eletrônica Spiral** de 26W da Osram, apresentar, custo de energia, 1,94% maior em relação a alternativa fluorescente compacta não integrada, Dulux D/E <4 pinos> da Osram, ainda assim, no final do período de referência, a alternativa fluorescente compacta, Eletrônica Spiral da General Electric, apresenta, custo total 14,28% menor em relação a alternativa fluorescente compacta não integrada da Osram. Isto ocorre, porque ela apresenta, custo de reposição total 38,87% menor em relação a alternativa compacta não integrada da Osram, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência, custo operacional 6,58% e conseqüentemente, custo total 14,28% menor em relação a essa alternativa fluorescente compacta não integrada da Osram.

Outro dado que contribui para que ela apresente, no final do período de referência, custo total menor em relação a alternativa compacta não integrada Osram é o fato dela apresentar também, custo de investimento 80% menor em relação a essa alternativa fluorescente compacta não integrada.

A partir das comparações feitas, através da análise econômica realizada para as alternativas fluorescentes compactas integradas e fluorescentes compactas não integradas pesquisadas (vide Tabela 11.61 e 11.62), podemos afirmar que, se tivéssemos apenas como opções, para a iluminação das cozinhas, banheiros e áreas de serviço de uma residência as lâmpadas fluorescentes compactas integradas e fluorescentes compactas não integradas, apresentadas nas tabelas 11.61 e 11.62, as alternativas mais indicadas seriam as fluorescentes compactas integradas. E, essas lâmpadas são, as fluorescentes compactas integradas, Duluxtar Mini Twist de 18W, com temperatura de cor correlata de 4000K da Osram e as Eletrônica Spiral de 26W, com temperatura de cor correlata de 6500K da General Electric.

11.6.4.5. Tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas fluorescente compactas integradas e fluorescentes Tubulares (m.m.c.= 7 anos e 6 meses = 90 meses)

Nesse caso, a comparação também será feita, entre aquelas lâmpadas fluorescentes compactas integradas e fluorescentes tubulares, cujo os valores do consumo (watts) do conjunto (lâmpada + reator) ou do fluxo luminoso (lumens) produzido pelo conjunto

(lâmpada + reator), sejam iguais, independentemente, da temperatura de cor correlata que ambas apresentem. Lembrando que, vamos confeccionar as tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes compactas integradas, com temperatura de cor de 4000K e as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes tubulares, com temperatura de cor de 4000K, 5000K e 6500K.

Tabela 11.63 – Tabela comparativa para as cozinhas, banheiros e áreas de serviço, entre a lâmpada fluorescente compacta integrada de 18W, com temperatura de cor de 4000K e as lâmpadas fluorescentes tubulares de 18W e 14W, com temperatura de cor de 4000K, 5000K e 6500K

| Tipo de lâmpada | | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente tubular | Fluorescente tubular | Fluorescente tubular |
|---|-------|---------------------------------|-----------------------------|--|-------------------------|
| Fabricante | | Osram | Osram | Osram | Philips |
| Nome comercial | | Duluxtar Mini Twist | Fluorescente Tubular T8 18W | Fluorescente Tubular T5 de Alta eficiência | Fluorescente Master TL5 |
| Potência (watts) | L | | 18 | 14 | 14 |
| | L + R | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | | 1350 | 1100 | 1350 |
| | L + R | 1200 | 1215 | 1100 | 1350 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L + R | 67 | 68 | 61 | 75 |
| IRC | | 80-89 | 80-89 | 80-89 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 4000 | 4000 | 6500 | 4000/5000 |
| Bulbo (acabamento) | | fluorescente | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | | 7500 | 20000 | 20000 |
| | R | | 30000 | 30000 | 30000 |
| | L + R | 6000 | | | |
| Custo de invest. (R\$) | | 22,90 | 77,30 | 179,10 | 175,70 |
| Custo de energia (R\$) | L + R | 449,10 | 449,10 | 449,10 | 449,10 |
| Custo de reposição total (R\$) | L + R | 129,00 | 192,80 | 242,10 | 231,90 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo Operacional (R\$) | | 668,10 | 731,90 | 781,20 | 771,00 |
| Custo total (R\$) | | 691,00 | 809,20 | 960,30 | 946,70 |
| Alternativas mais econômicas | | Duluxtar Mini Twist | | | |

Podemos observar na Tabela 11.63 que, a lâmpada fluorescente compacta integrada, **Duluxtar Mini Twist** de 18W da Osram, apresenta no final do período de referência, custo total 14,61% menor em relação a lâmpada fluorescente tubular T8 de 18W da Osram, 28,04% menor em relação a fluorescente tubular T5 de Alta Eficiência de 14W também da Osram e 27,01% menor em relação a lâmpada fluorescente Master TL5 de 14W da Philips. Isto ocorre,

porque ela apresenta, custo de reposição total 33,09% menor em relação a Fluorescente Tubular T8 da Osram, 46,72% menor em relação a alternativa fluorescente tubular T5 de Alta Eficiência de 14W também da Osram e 44,37% menor em relação a fluorescente tubular Master TL5 de 14W da Philips, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência, respectivamente, custo operacional 8,72%, 14,48%, 13,35% e total 14,61%, 28,04% e 27,01% menor em relação a essas três alternativas.

Outro dado que contribui para que ela apresente, no final do período de referência, custo total menor em relação a essas três alternativas é o fato dela apresentar também, custo de investimento 70,38% menor em relação a alternativa fluorescente tubular T8 de 18W da Osram, 87,21% menor em relação a alternativa fluorescente tubular T5 de Alta Eficiência de 14W também da Osram e 86,97% menor em relação a alternativa fluorescente tubular Master TL5 de 14W da Philips.

Tabela 11.64 – Tabela comparativa para as cozinhas, banheiros e áreas de serviço, entre a lâmpada fluorescente compacta integrada de 18W, com temperatura de cor de 4000K e a lâmpada fluorescente tubular de 16W, com temperatura de cor de 4000K

| Tipo de lâmpada | | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente tubular |
|---|-------|---------------------------------|----------------------|
| Fabricante | | Osram | Philips |
| Nome comercial | | Duluxtar Mini Twist | Eco Master TLD/TLDRS |
| Potência (watts) | L | | 16 |
| | L + R | 18 | 18,50 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | | 1200 |
| | L + R | 1200 | 1200 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L + R | 67 | 65 |
| IRC | | 80-89 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 4000 | 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | | 12000 |
| | R | | 30000 |
| | L + R | 6000 | |
| Custo de invest. (R\$) | | 22,90 | 74,00 |
| Custo de energia (R\$) | L + R | 449,10 | 461,70 |
| Custo de reposição total (R\$) | L + R | 129,00 | 131,60 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 668,10 | 683,30 |
| Custo total (R\$) | | 691,00 | 757,30 |
| Alternativas mais econômicas | | Duluxtar Mini Twist | |

Podemos observar na Tabela 11.64 que, a lâmpada fluorescente compacta integrada, **Duluxtar Mini Twist** de 18W da Osram, apresenta no final do período de referência, custo total 8,75% menor em relação a lâmpada fluorescente tubular Eco Master TLD/TLDRS de 16W da Philips. Isto ocorre, porque ela apresenta, respectivamente, custo de energia e de reposição total 2,73% e 1,98% menor em relação a lâmpada fluorescente tubular Eco Master TLD/TLDRS da Philips, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência,

custo operacional 2,22% e conseqüentemente, custo total 8,75% menor em relação a alternativa da Philips.

Outro dado que contribui para que ela apresente, no final do período de referência, custo total menor em relação a alternativa tubular da Philips é o fato dela apresentar também, custo de investimento 69% menor em relação a alternativa fluorescente tubular da Philips.

Tabela 11.65 – Tabela comparativa para as cozinhas, banheiros e áreas de serviço, entre as lâmpadas fluorescentes compactas integradas de 20W, com temperatura de cor de 4000K, 6000K e 6500K e a lâmpada fluorescente tubular de 20W, com temperatura de cor de 4000K e 5000K

| Tipo de lâmpada | | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente Compacta integrada | Fluorescente tubular |
|---|-------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------|
| Fabricante | | Sylvania | Philips | Osram | General Electric |
| Nome comercial | | Compacta Mini-Lynx Tripla | Twister | Duluxtar | Fluorescente Universal |
| Potência (watts) | L | | | | 20 |
| | L + R | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | | | | 1350/1300 |
| | L + R | 1490 | 1250 | 1300 | 1215/1170 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L + R | 74,5 | 63 | 65 | 61/59 |
| IRC | | 85 | 82 | 80-89 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 4000 | 6500 | 6000 | 4000/5000 |
| Bulbo (acabamento) | | fluorescente | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | | | | 12000 |
| | R | | | | 30000 |
| | L + R | 8000 ≅ 7500 | 6000 | 6000 | |
| Custo de invest. (R\$) | | 28,90 | 28,90 | 23,90 | 76,40 |
| Custo de energia (R\$) | L + R | 498,60 | 498,60 | 498,60 | 498,60 |
| Custo de reposição total (R\$) | L + R | 151,20 | 189,00 | 139,00 | 143,60 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 739,80 | 777,60 | 727,60 | 732,20 |
| Custo total (R\$) | | 768,70 | 806,50 | 751,50 | 808,60 |
| Alternativas mais econômicas | | Compacta Mini-Lynx Tripla | Twister | Duluxtar | |

Na Tabela 11.65 podemos observar que, as lâmpadas fluorescentes compactas, **Compacta Mini-Lynx Tripla** de 20W da Sylvania, **Twister** de 20W da Philips e **Duluxtar** de 20W da osram, apresentam no final do período de referência, respectivamente, custo total 4,93%, 0,26% e 7,06% menor em relação a lâmpada **fluorescente Universal** de 20W da General Electric. Isto ocorre, porque:

Como podemos observar na Tabela 11.65, a alternativa fluorescente compacta, Duluxtar de 20W da osram, apresenta, custo de reposição total 3,20% menor em relação a alternativa fluorescente tubular da General Electric, o que faz com ela apresente, no final do período de referência, respectivamente, custo operacional 0,63% e total 7,06% menor em relação a essa alternativa.

Outro dado que contribui para que ela apresente, no final do período de referência, custo total menor em relação a alternativa fluorescente tubular da General Electric é o fato dela apresentar também, custo de investimento 68,72% menor em relação a esta.

Agora, em relação à fluorescentes compactas integradas, Compacta Mini-Lynx Tripla de 20W da Sylvania e Twister de 20W da Philips, apesar delas, apresentarem, respectivamente, custo de reposição total 5,03%, 24,02% e operacional 1,03% e 5,84% maior em relação a fluorescente tubular Universal da General Electric, ainda assim, no final do período de referência, elas apresentam, respectivamente, custo total 4,93% e 0,26% menor em relação a alternativa tubular da General Electric. Isto ocorre, porque as alternativas fluorescentes compactas integradas da Sylvania e da Philips, apresentam, respectivamente, custo de investimento 62,17% menor em relação a alternativa fluorescente tubular da General Electric.

A partir da comparações feitas, através da análise econômica realizada para as alternativas fluorescentes compactas integradas e fluorescentes tubulares, pesquisadas (vide Tabelas 11.63, 11.64 e 11.65), podemos afirmar que, se tivéssemos apenas, como opções, para a iluminação das cozinhas, banheiros e áreas de serviço de uma residência, as lâmpadas fluorescentes compactas integradas e fluorescentes tubulares, apresentadas nas tabelas 11.63, 11.64 e 11.65, as alternativas mais indicadas para iluminação desses ambientes seriam as fluorescentes compactas integradas. E, essas lâmpadas são, as lâmpada fluorescentes compactas, Duluxtar Mini Twist de 18W da Osram, com temperatura de cor correlata de 4000K, as Compactas Mini-Lynx Tripla de 20W da Sylvania, com temperatura de cor correlata de 4000K, a Twister de 20W da Philips, com temperatura de cor de 6500K e a Duluxtar de 20W da Osram, com temperatura de cor de 6000K.

11.6.4.6. Tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas fluorescente compactas não integradas e fluorescentes tubulares (m.m.c.= 7 anos e 6 meses = 90 meses)

Nesse caso, a comparação será feita também, entre aquelas lâmpadas fluorescentes compactas não integradas e fluorescentes tubulares, cujo os valores do consumo (watts) do conjunto (lâmpada + reator) ou do fluxo luminoso (lumens) produzido pelo conjunto (lâmpada + reator), sejam iguais, independentemente, da temperatura de cor correlata que ambas apresentem. Lembrando que neste caso, vamos confeccionar, as tabelas comparativas entre as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes compactas não integradas, com temperatura de cor de 4000K e as melhores alternativas de lâmpadas fluorescentes tubulares, com temperatura de cor de 4000K, 5000K e 6500K.

Tabela 11.66 – Tabela comparativa para as cozinhas, banheiros e áreas de serviço, entre a lâmpada fluorescente compacta não integrada de 18W, com temperatura de cor de 4000K e as lâmpadas fluorescentes tubulares de 18W e 14W, com temperatura de cor de 4000K, 5000K e 6500K

| Tipo de lâmpada | | Fluorescente compacta não integrada | Fluorescente tubular | Fluorescente tubular | Fluorescente tubular |
|---|-------|-------------------------------------|-----------------------------|--|-------------------------|
| Fabricante | | General Electric | Osram | Osram | Philips |
| Nome comercial | | Biax D/E < 4 Pinos> | Fluorescente Tubular T8 18W | Fluorescente Tubular T5 de Alta eficiência | Fluorescente Master TL5 |
| Potência (watts) | L | 18 | 18 | 14 | 14 |
| | L + R | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 1200 | 1350 | 1100 | 1350 |
| | L + R | 1200 | 1215 | 1100 | 1350 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L + R | 67 | 68 | 61 | 75 |
| IRC | | 82 | 80-89 | 80-89 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 4000 | 4000 | 6500 | 4000/5000 |
| Bulbo (acabamento) | | fluorescente | fluorescente | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 12000 | 7500 | 20000 | 20000 |
| | R | 30000 | 30000 | 30000 | 30000 |
| | L + R | | | | |
| Custo de invest. (R\$) | | 102,31 | 77,30 | 179,10 | 175,70 |
| Custo de energia (R\$) | L + R | 449,10 | 449,10 | 449,10 | 449,10 |
| Custo de reposição total (R\$) | L + R | 127,65 | 192,80 | 242,10 | 231,90 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 666,75 | 731,90 | 781,20 | 771,00 |
| Custo total (R\$) | | 769,06 | 809,20 | 960,30 | 946,70 |
| Alternativas mais econômicas | | Biax D/E < 4 Pinos> | | | |

Podemos observar na Tabela 11.66 que, a lâmpada fluorescente compacta não integrada, **Biax D/E <4pinos>** de 18W da General Electric, apresenta, no final do período de referência, custo total 4,96% menor em relação a lâmpada fluorescente tubular T8 18W da Osram, 19,91% menor em relação a fluorescente tubular T5 de alta eficiência de 14W também da Osram e 18,76% menor em relação a lâmpada fluorescente tubular Master TL5 de 14W da Philips. Isto ocorre, porque, como podemos ver na Tabela 11.66, a fluorescente

compacta não integrada, Biax D/E <4pinos> de 18W da General Electric, apresenta, respectivamente, custo de reposição total e de investimento 44,95% e 41,77% menor em relação a alternativa fluorescente tubular Master TL5 da Philips, e apresenta também, respectivamente, custo de reposição total e de investimento 47,27% e 42,88% menor em relação a alternativa fluorescente tubular T5 de alta eficiência de 14W da Osram.

Agora, em relação à fluorescente tubular T8 18W da Osram, apesar da fluorescente compacta não integrada da General Electric, apresentar, custo de investimento 24,45% maior em relação a essa alternativa, ainda assim, no final do período de referência, ela apresenta custo total 4,96% menor em relação a alternativa da Osram. Isto ocorre, porque a alternativa fluorescente compacta não integrada da General Electric, apresenta, custo de reposição total 33,79% menor em relação a alternativa fluorescente tubular T8 de 18 da Osram.

Tabela 11.67 – Tabela comparativa para as cozinhas, banheiros e áreas de serviço entre a lâmpada fluorescente compacta não integrada de 18W, com temperatura de cor de 4000K e a lâmpada fluorescente tubular de 16W, com temperatura de cor de 4000K

| Tipo de lâmpada | | Fluorescente compacta não integrada | Fluorescente tubular |
|---|-------|-------------------------------------|-----------------------------|
| Fabricante | | General Electric | Philips |
| Nome comercial | | Biax D/E < 4 Pinos> | Eco Master TLD/TLDRS |
| Potência (watts) | L | 18 | 16 |
| | L + R | 18 | 18,50 |
| Tensão (volts) | | 127 | 127 |
| Fluxo luminoso (lumens) | L | 1200 | 1200 |
| | L + R | 1200 | 1200 |
| Efici. luminosa (lumens / watts) | L + R | 67 | 65 |
| IRC | | 82 | 85 |
| Temp. de cor (K) | | 4000 | 4000 |
| Bulbo (acabamento) | | fluorescente | fluorescente |
| Vida mediana (horas) | L | 12000 | 12000 |
| | R | 30000 | 30000 |
| | L + R | | |
| Custo de invest. (R\$) | | 102,31 | 74,00 |
| Custo de energia (R\$) | L + R | 449,10 | 461,70 |
| Custo de reposição total (R\$) | L + R | 127,65 | 131,60 |
| Custo de limpeza (R\$) | | 90,00 | 90,00 |
| Custo operacional (R\$) | | 666,75 | 683,30 |
| Custo total (R\$) | | 769,06 | 757,30 |
| Alternativas mais econômicas | | | Eco Master TLD/TLDRS |

Podemos observar na Tabela 11.67 que, apesar da lâmpada fluorescente tubular **Eco Master TLD/TLDRS** de 16W da Philips, apresentar, respectivamente, custo de energia e de reposição total 2,73% e 3% maior em relação a lâmpada fluorescente compacta não integrada Biax D/E <4pinos> da General Electric, ainda assim, ela apresenta, no final do período de referência, custo total 1,53% menor em relação a essa alternativa. Isto ocorre, porque ela

apresenta, custo de investimento 27,67% menor em relação a lâmpada fluorescente compacta não integrada da General Electric.

A partir das comparações feitas, através da análise econômica realizada para as alternativas fluorescentes compactas não integradas e fluorescentes tubulares, pesquisadas (vide Tabelas 11.66 e 11.67), podemos afirmar que, se tivéssemos apenas, como opções, para a iluminação das cozinhas, banheiros e áreas de serviço de uma residência, as lâmpadas fluorescentes compactas não integradas e fluorescentes tubulares, apresentadas nas Tabelas 11.66 e 11.67, as alternativas mais indicadas para iluminação desses ambientes seriam as fluorescentes compactas não integradas, Biax D/E <4pinos> de 18W da General Electric, com temperatura de cor correlata de 4000K e a fluorescente tubular Eco Master TLD/TLDRS de 16W da Philips, com temperatura de cor correlata de 4000K.

12. Indicações de uso

Neste capítulo apresentaremos por compartimento residencial as melhores alternativas de lâmpadas, resultantes da análise de eficiência luminosa e análise econômica, realizadas nos Capítulos 9 e 11 respectivamente.

12.1. Quartos

Como sabemos, em iluminação residencial o que se busca é um sistema, que seja muito eficiente, ou seja, que produza mais fluxo luminoso por cada Watt de potência consumido, de excelente qualidade de luz, ou seja, que reproduza bem as cores dos objetos e das pessoas iluminadas por ele, que seja econômico, ou seja, que apresente o menor valor de custo operacional e total ao longo do tempo e finalmente, que este sistema seja fácil de ser instalado e substituído, ou seja, que este sistema seja prático, um sistema que o próprio usuário do ambiente a ser iluminado, tenha a possibilidade de efetuar a substituição do mesmo.

Para os quartos, como podemos verificar no capítulo anterior (vide Item 11.6.1., Tabelas 11.23, 11.24 e 11.25), as alternativas que apresentam todas essas características citadas no parágrafo anterior são as lâmpadas fluorescentes compactas integradas. Apesar delas não apresentarem um IRC tão bom quanto o das alternativas incandescentes em compensação elas chegam a ser até 80,8% mais eficiente em relação as incandescentes (vide Tabela 11.23), aquecem 80% menos o ambiente, proporcionando assim, maior conforto para o usuário deste ambiente, apresentam no final do período de referência custo operacional até 70,42% e total até 69,06% menor em relação a alternativa incandescente (vide Tabela 11.25), são tão fáceis de serem substituídas quanto as alternativas incandescentes e além disso apresentam duas alternativas de temperatura de cor correlata para a iluminação desse ambiente (2700K e 4000K). Tudo isso as transforma em alternativas ideais para a iluminação de dormitórios.

A Tabela 12.1, mostra quais são as lâmpadas fluorescentes compactas integradas que apresentam todas essas características citadas.

Tabela 12.1 – Melhores alternativas de lâmpadas para a iluminação dos quartos de uma residência segundo as análises de eficiência luminosa, econômica e praticidade

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Custo | Fabric. |
|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------|---------------------|---------------------|--------------|----------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | (R\$) | |

Compacta Mini-Lynx Tripla

| | | | | | | | | |
|----|-----|------|----|----|------|------|-------|----------|
| 15 | 127 | 1010 | 67 | 85 | 2700 | 8000 | 15,90 | Sylvania |
| 15 | 127 | 1010 | 67 | 85 | 4000 | 8000 | 15,90 | Sylvania |

Duluxtar Mini Twist

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|-------|------|------|------|-------|
| 18 | 110-130 | 1200 | 67 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 | Osram |
| 18 | 110-130 | 1200 | 67 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 | Osram |

Compacta Mini-Lynx Tripla

| | | | | | | | | |
|----|-----|------|------|----|------|------|-------|----------|
| 20 | 127 | 1500 | 75 | 85 | 2700 | 8000 | 15,90 | Sylvania |
| 20 | 127 | 1490 | 74,5 | 85 | 4000 | 8000 | 15,90 | Sylvania |

Deco Twist

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|
| 22 | 110-127 | 1450 | 66 | 82 | 2700 | 6000 | 27,60 | Philips |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|

Twister

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|
| 23 | 110-127 | 1550 | 67 | 82 | 2700 | 6000 | 15,90 | Philips |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|

Duluxtar

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|-------|------|------|-------|-------|
| 23 | 110-130 | 1500 | 65 | 80-89 | 4000 | 6000 | 11,90 | Osram |
|----|---------|------|----|-------|------|------|-------|-------|

Compacta Mini-Lynx Tripla

| | | | | | | | | |
|----|-----|------|----|----|------|------|-------|----------|
| 25 | 127 | 1900 | 76 | 85 | 2700 | 8000 | 17,90 | Sylvania |
| 25 | 127 | 1810 | 72 | 85 | 4000 | 8000 | 17,90 | Sylvania |

Eletrônica Spiral

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|------------------|
| 26 | 110-130 | 1800 | 69 | 80 | 2700 | 8000 | 11,29 | General Electric |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|------------------|

Deco Twist

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|
| 28 | 110-127 | 1950 | 70 | 82 | 2700 | 6000 | 29,30 | Philips |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|

12.2. Salas de estar

Como já dissemos no item anterior, em iluminação residencial o que se busca é um sistema, que seja muito eficiente, ou seja, que produza mais fluxo luminoso por cada Watt de potência consumido, de excelente qualidade de luz, ou seja, que reproduza bem as cores dos objetos e das pessoas iluminadas por ele, que seja econômico, ou seja, que apresente o menor valor de custo operacional e total ao longo do tempo e finalmente, que este sistema seja fácil de ser instalado e substituído, ou seja, que este sistema seja prático.

Para as salas de estar, como podemos verificar no capítulo anterior (vide Item 11.6.2., Tabelas 11.26, 11.27, 11.28, 11.32, 11.33 e 11.34), as únicas alternativas que apresentam todas essas características citadas no parágrafo anterior são as lâmpadas fluorescentes compactas integradas.

Podemos observar nas Tabelas 11.26, 11.27 e 11.28 que apesar das lâmpadas fluorescentes compactas integradas não apresentarem um IRC tão bom quanto o das alternativas incandescentes, em compensação, elas chegam a ser até 80,8% mais eficiente em relação as incandescentes (vide Tabela 11.26), aquecem 80% menos o ambiente, proporcionando assim, maior conforto para o usuário desse ambiente, apresentam no final do período de referência custo operacional até 70,42% e total até 69,74% menor em relação a alternativa incandescente (vide Tabela 11.28), são tão fáceis de serem substituídas quanto as alternativas incandescentes e além disso apresentam duas alternativas de temperatura de cor correlata para a iluminação desse ambiente (2700K e 4000K).

Falando sobre as lâmpadas fluorescentes tubulares, podemos observar nas Tabelas 11.32, 11.33 e 11.34 que, elas na sua maioria apresentam qualidade de luz tão boa quanto as alternativas fluorescentes compactas integradas, ou seja, apresentam valor de IRC tão bom quanto o das alternativas compactas integradas. Em alguns casos, quando operando com reatores eletrônicos apresentam eficiência luminosa até maior que as lâmpadas fluorescentes compactas integradas (vide Tabela 11.32), mas por outro lado, não são tão econômicas quanto as alternativas compactas integradas porque apresentam no final do período de referência custo operacional até 13,35% e total até 27,01% maior em relação as fluorescentes compactas integradas (vide Tabela 11.32). Para essa comparação, encontramos um caso em que uma alternativa fluorescente tubular da General Electric, apresenta, custo operacional 1,03% menor em relação a uma alternativa fluorescente compacta integrada da Sylvania, mas por outro lado, ela apresenta custo de investimento 62,17% maior em relação a alternativa

fluorescente compacta integrada da Sylvania, o que faz com que ela apresente no final do período de referência custo total 4,93% maior em relação a alternativa fluorescente compacta integrada da Sylvania (vide Item 11.6.2.3, Tabela 11.34). Assim como as lâmpadas fluorescentes compactas integradas, as fluorescentes tubulares também, aquecem menos o ambiente.

Os sistemas fluorescentes tubulares perdem para os sistemas fluorescentes compactos integrados em um item fundamental para a iluminação residencial que já foi citado no item anterior que é a facilidade na substituição dos equipamentos, uma vez que, se o reator do sistema fluorescente tubular queimar o proprietário do sistema terá que contratar a mão de obra de um técnico especializado para efetuar a reposição do mesmo, o que não acontece com o sistema compacto integrado, visto que nesse sistema, como o reator já vem incorporado na base da lâmpada, o próprio proprietário do sistema pode realizar a reposição da lâmpada, portanto, o sistema fluorescente tubular, não é tão prático quanto o sistema fluorescente compacto integrado. Tudo que foi dito, transforma as lâmpadas fluorescentes compactas integradas nas opções ideais para a iluminação das salas de estar de uma residência.

A Tabela 12.2, mostra quais são as lâmpadas fluorescentes compactas integradas que apresentam todas essas características, citadas anteriormente.

Tabela 12.2 – Melhores alternativas de lâmpadas para a iluminação das salas de estar de uma residência segundo as análises de eficiência luminosa, econômica e praticidade

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Custo | Fabric. |
|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------|---------------------|---------------------|--------------|----------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | (R\$) | |

Compacta Mini-Lynx Tripla

| | | | | | | | | |
|----|-----|------|----|----|------|------|-------|----------|
| 15 | 127 | 1010 | 67 | 85 | 2700 | 8000 | 15,90 | Sylvania |
| 15 | 127 | 1010 | 67 | 85 | 4000 | 8000 | 15,90 | Sylvania |

Duluxtar Mini Twist

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|-------|------|------|------|-------|
| 18 | 110-130 | 1200 | 67 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 | Osram |
| 18 | 110-130 | 1200 | 67 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 | Osram |

Compacta Mini-Lynx Tripla

| | | | | | | | | |
|----|-----|------|------|----|------|------|-------|----------|
| 20 | 127 | 1500 | 75 | 85 | 2700 | 8000 | 15,90 | Sylvania |
| 20 | 127 | 1490 | 74,5 | 85 | 4000 | 8000 | 15,90 | Sylvania |

Deco Twist

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|
| 22 | 110-127 | 1450 | 66 | 82 | 2700 | 6000 | 27,60 | Philips |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|

Twister

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|
| 23 | 110-127 | 1550 | 67 | 82 | 2700 | 6000 | 15,90 | Philips |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|

Duluxtar

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|-------|------|------|-------|-------|
| 23 | 110-130 | 1500 | 65 | 80-89 | 4000 | 6000 | 11,90 | Osram |
|----|---------|------|----|-------|------|------|-------|-------|

Compacta Mini-Lynx Tripla

| | | | | | | | | |
|----|-----|------|----|----|------|------|-------|----------|
| 25 | 127 | 1900 | 76 | 85 | 2700 | 8000 | 17,90 | Sylvania |
| 25 | 127 | 1810 | 72 | 85 | 4000 | 8000 | 17,90 | Sylvania |

Eletrônica Spiral

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|------------------|
| 26 | 110-130 | 1800 | 69 | 80 | 2700 | 8000 | 11,29 | General Electric |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|------------------|

Deco Twist

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|
| 28 | 110-127 | 1950 | 70 | 82 | 2700 | 6000 | 29,30 | Philips |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|

12.3. Salas de jantar e corredores

Reiterando o que já foi dito nos itens anteriores, em iluminação residencial o que se busca é um sistema, que seja muito eficiente, ou seja, que produza mais fluxo luminoso por cada Watt de potência consumido, de excelente qualidade de luz, ou seja, que reproduza bem as cores dos objetos e das pessoas iluminadas por ele, que seja econômico, ou seja, que apresente o menor valor de custo operacional e total ao longo do tempo e finalmente que este sistema seja fácil de ser instalado e substituído, ou seja, que este sistema seja prático.

Para as salas de jantar e corredores, como podemos verificar no capítulo anterior (vide Item 11.6.3, Tabelas 11.35, 11.36, 11.37, 11.43, 11.44, 11.45, 11.46 e 11.47), as únicas alternativas que apresentam todas essas características citadas no parágrafo anterior são as lâmpadas fluorescentes compactas integradas.

Podemos observar nas Tabelas 11.35, 11.36 e 11.37 que apesar das lâmpadas fluorescentes compactas integradas não apresentarem um IRC tão bom quanto o das alternativas incandescentes em compensação elas chegam a ser até 80,8% mais eficiente em relação as incandescentes (vide Tabela 11.35), aquecem 80% menos o ambiente, proporcionando assim, maior conforto para o usuário desse ambiente, apresentam no final do período de referência custo operacional até 70,42% e total até 69,74% menor em relação a alternativa incandescente (vide Tabela 11.37), são tão fáceis de serem instaladas e substituídas quanto as alternativas incandescentes e além disso apresentam duas alternativas de temperatura de cor correlata para a iluminação desse ambiente (2700K e 4000K).

Em relação às lâmpadas fluorescentes compactas não integradas, podemos observar na Tabela 11.43 e 11.44 que elas apresentam qualidade de luz tão boa quanto as alternativas fluorescentes compactas integradas, ou seja, apresentam valor de IRC tão bom quanto o das alternativas compactas integradas. Quando operando com reatores eletrônicos podem até apresentar, eficiência luminosa maior em relação as fluorescentes compactas integradas (vide Tabela 11.44), também transmitem menos calor para o ambiente como as alternativas compacta integradas, mas por outro lado, não são tão econômicas quanto as alternativas compactas integradas no final do período de referência, porque apresentam custo operacional até 6,58% e total até 14,28% maior em relação as fluorescentes compactas integradas (vide Tabela 11.44). Além disso, perdem para os sistemas fluorescentes compactos integrados em um item fundamental para a iluminação residencial que já foi citado anteriormente que é a facilidade na substituição dos equipamentos, uma vez que, se o reator do sistema fluorescente

compacto não integrado queimar, o proprietário do sistema terá que contratar a mão de obra de um técnico especializado para efetuar a reposição do mesmo o que não acontece com o sistema compacto integrado, visto que nesse sistema, como o reator já está incorporado na base da lâmpada, o próprio proprietário do sistema, pode realizar a reposição da lâmpada, portanto, o sistema fluorescente compacto não integrado, não é tão prático quanto o sistema fluorescente compacto integrado.

Falando sobre as lâmpadas fluorescentes tubulares, podemos observar nas Tabelas 11.45, 11.46 e 11.47 que elas na sua maioria, apresentam qualidade de luz tão boa quanto as alternativas fluorescentes compactas integradas, ou seja, apresentam valor de IRC tão bom quanto o das alternativas compactas integradas. Em alguns casos, quando operando com reatores eletrônicos, apresentam eficiência luminosa até maior que as lâmpadas fluorescentes compactas integradas (vide Tabela 11.45), mas por outro lado, não são tão econômicas quanto as alternativas compactas integradas porque chegam a apresentar custo operacional até 13,35% e total até 27,01% maior em relação as fluorescentes compactas integradas (vide Tabela 11.45). Para essa comparação, encontramos um caso (vide Item 11.6.3.5, Tabela 11.47) em que uma alternativa fluorescente tubular da General Electric, apresenta, custo operacional 1,03% menor em relação a uma alternativa fluorescente compacta integrada da Sylvania, mas por outro lado, ela apresenta, custo de investimento 62,17% maior em relação a alternativa fluorescente compacta integrada da Sylvania, o que faz com que ela apresente, no final do período de referência, custo total 4,93% maior em relação a alternativa fluorescente compacta integrada da Sylvania. Assim, como as lâmpadas fluorescentes compactas integradas e não integradas, as alternativas fluorescentes tubulares também, aquecem menos o ambiente.

Os sistemas fluorescentes tubulares perdem para os sistemas fluorescentes compactos integrados em um item fundamental para a iluminação residencial que já foi citado nos itens anteriores que é a facilidade na substituição dos equipamentos, uma vez que, se o reator do sistema fluorescente tubular queimar, o proprietário do sistema terá que contratar a mão de obra de um técnico especializado para efetuar a reposição do mesmo o que não acontece com o sistema compacto integrado, visto que nesse sistema, como o reator já vem incorporado na base da lâmpada, o próprio proprietário do sistema pode realizar a reposição da lâmpada, portanto, o sistema fluorescente tubular, não é tão prático quanto o sistema fluorescente compacto integrado.

A Tabela 12.3, mostra quais são as lâmpadas fluorescentes compactas integradas que apresentam todas essas características, citadas anteriormente.

Tabela 12.3 – Melhores alternativas de lâmpadas para a iluminação das salas de jantar e corredores de uma residência segundo as análises de eficiência luminosa, econômica e praticidade

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Custo | Fabric. |
|-----------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------|---------------------|---------------------|--------------|----------------|
| (w) | (v) | (lm) | (lm/w) | | (k) | (hora) | (R\$) | |

Compacta Mini-Lynx Tripla

| | | | | | | | | |
|----|-----|------|----|----|------|------|-------|----------|
| 15 | 127 | 1010 | 67 | 85 | 2700 | 8000 | 15,90 | Sylvania |
| 15 | 127 | 1010 | 67 | 85 | 4000 | 8000 | 15,90 | Sylvania |

Duluxtar Mini Twist

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|-------|------|------|------|-------|
| 18 | 110-130 | 1200 | 67 | 80-89 | 2700 | 6000 | 9,90 | Osram |
| 18 | 110-130 | 1200 | 67 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 | Osram |

Compacta Mini-Lynx Tripla

| | | | | | | | | |
|----|-----|------|------|----|------|------|-------|----------|
| 20 | 127 | 1500 | 75 | 85 | 2700 | 8000 | 15,90 | Sylvania |
| 20 | 127 | 1490 | 74,5 | 85 | 4000 | 8000 | 15,90 | Sylvania |

Deco Twist

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|
| 22 | 110-127 | 1450 | 66 | 82 | 2700 | 6000 | 27,60 | Philips |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|

Twister

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|
| 23 | 110-127 | 1550 | 67 | 82 | 2700 | 6000 | 15,90 | Philips |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|

Duluxtar

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|-------|------|------|-------|-------|
| 23 | 110-130 | 1500 | 65 | 80-89 | 4000 | 6000 | 11,90 | Osram |
|----|---------|------|----|-------|------|------|-------|-------|

Compacta Mini-Lynx Tripla

| | | | | | | | | |
|----|-----|------|----|----|------|------|-------|----------|
| 25 | 127 | 1900 | 76 | 85 | 2700 | 8000 | 17,90 | Sylvania |
| 25 | 127 | 1810 | 72 | 85 | 4000 | 8000 | 17,90 | Sylvania |

Eletrônica Spiral

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|------------------|
| 26 | 110-130 | 1800 | 69 | 80 | 2700 | 8000 | 11,29 | General Electric |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|------------------|

Deco Twist

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|
| 28 | 110-127 | 1950 | 70 | 82 | 2700 | 6000 | 29,30 | Philips |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|

12.4. Cozinhas, banheiros e áreas de serviço

Mais uma vez, como já dissemos anteriormente, em iluminação residencial o que se busca é um sistema, que seja muito eficiente, ou seja, que produza mais fluxo luminoso por cada Watt de potência consumido, de excelente qualidade de luz, ou seja, que reproduza bem as cores dos objetos e das pessoas iluminadas por ele, que seja econômico, ou seja, que apresente o menor valor de custo operacional e total ao longo do tempo e finalmente que este sistema seja fácil de ser instalado e substituído, ou seja, que este sistema seja prático.

Para as cozinhas, banheiros e áreas de serviço, como podemos verificar no capítulo anterior (vide Item 11.6.4, Tabelas 11.50, 11.51, 11.52, 11.53, 11.54, 11.61, 11.62, 11.63, 11.64 e 11.65), as únicas alternativas que reúnem todas essas características citadas no parágrafo anterior são as lâmpadas fluorescentes compactas integradas.

Podemos observar nas Tabelas 11.50, 11.51, 11.52, 11.53 e 11.54 que, apesar das lâmpadas fluorescentes compactas integradas não apresentarem, um IRC tão bom quanto o das alternativas incandescentes, em compensação, elas chegam a ser até 80,67% mais eficientes em relação as incandescentes (vide Tabela 11.50), aquecem 80% menos o ambiente, proporcionando assim, maior conforto para o usuário do ambiente, apresentam, no final do período de referência, custo operacional até 69,86% e total até 69,15% menor em relação a alternativa incandescente (vide Tabela 11.54), são tão fáceis de serem substituídas quanto as alternativas incandescentes e além disso apresentam quatro alternativas de temperatura de cor correlata para a iluminação desse ambiente (2700K, 4000K, 6000K e 6500K).

Em relação as lâmpadas fluorescentes compactas não integradas, podemos observar nas Tabelas 11.61 e 11.62 que, elas apresentam, qualidade de luz tão boa quanto as alternativas fluorescentes compactas integradas, ou seja, apresentam valor de IRC tão bom quanto o das alternativas compactas integradas. Quando operando com reatores eletrônicos podem até apresentar, eficiência luminosa maior em relação as fluorescentes compactas integradas (vide Tabela 11.62), também, transmitem menos calor para o ambiente como as alternativas compacta integradas, mas por outro lado, não são tão econômicas quanto as alternativas compactas integradas no final do período de referência, porque apresentam, custo operacional até 6,58% e total até 14,28% maior em relação as fluorescentes compactas integradas (vide Tabela 11.62). Além disso, perdem para os sistemas fluorescentes compactos integrados em um item fundamental para a iluminação residencial que já foi citado nos itens anteriores, que é a facilidade na instalação e substituição dos equipamentos, uma vez que, se o reator do

sistema fluorescente compacto não integrado queimar, o proprietário do sistema terá que contratar a mão de obra de um técnico especializado para efetuar a reposição do mesmo, o que não acontece com o sistema compacto integrado, visto que nesse sistema, como o reator já está incorporado na base da lâmpada, o próprio proprietário do sistema, pode realizar a reposição da lâmpada, portanto, o sistema fluorescente compacto não integrado, não é tão prático quanto o sistema fluorescente compacto integrado.

Falando sobre as lâmpadas fluorescentes tubulares, podemos observar nas Tabelas 11.63, 11.64 e 11.65 que, elas na sua maioria, apresentam, qualidade de luz tão boa quanto as alternativas fluorescentes compactas integradas, ou seja, apresentam valor de IRC tão bom quanto o das alternativas compactas integradas. Em alguns casos, quando operando com reatores eletrônicos, apresentam eficiência luminosa até maior que as lâmpadas fluorescentes compactas integradas (vide Tabela 11.63), mas por outro lado, não são tão econômicas quanto as alternativas compactas integradas, porque chegam a apresentar, no final do período de referência, custo operacional até 14,48% e total até 28,04% maior em relação as fluorescentes compactas integradas (vide Tabela 11.63). Para essa comparação, encontramos dois casos (vide Item 11.6.4.5, Tabela 11.65) em que uma alternativa fluorescente tubular da General Electric, apresenta, respectivamente, custo operacional 1,03% menor em relação a uma fluorescente compacta integrada da Sylvania e 5,84% menor em relação a uma alternativa fluorescente compacta integrada da Philips, mas por outro lado, ela apresenta, custo de investimento 62,17% maior em relação as alternativas fluorescentes compactas integradas da Sylvania e da Philips, respectivamente, o que faz com que ela, no final do período de referência, apresente, custo total 4,93% maior em relação a alternativa fluorescente compacta integrada da Sylvania e 0,26% maior em relação a alternativa fluorescente compacta integrada da Philips. Assim, como as lâmpadas fluorescentes compactas integradas e não integradas, as alternativas fluorescentes tubulares também, aquecem menos o ambiente.

Os sistemas fluorescentes tubulares perdem para os sistemas fluorescentes compactos integrados em um item fundamental para a iluminação residencial que já foi citado nos itens anteriores, que é a facilidade na substituição dos equipamentos, uma vez que, se o reator do sistema fluorescente tubular queimar, o proprietário do sistema terá que contratar a mão de obra de um técnico especializado para efetuar a reposição do mesmo, o que não acontece com o sistema compacto integrado, visto que nesse sistema, como o reator já vem incorporado na base da lâmpada, o próprio proprietário do sistema pode realizar a reposição da lâmpada,

portanto, o sistema fluorescente tubular, não é tão prático quanto o sistema fluorescente compacto integrado.

A Tabela 12.4, mostra quais são as lâmpadas fluorescentes compactas integradas que apresentam todas essas características, citadas anteriormente.

Tabela 12.4 – Melhores alternativas de lâmpadas para a iluminação das cozinhas, banheiros e áreas de serviço de uma residência segundo as análises de eficiência luminosa, econômica e praticidade

| Potência | Tensão | Fluxo luminoso | Eficiência luminosa | Irc | Temp. de cor | Vida mediana | Custo | Fabric. |
|-----------------|----------------|-----------------------|----------------------------|------------|---------------------|---------------------|--------------|----------------|
| (watts) | (volts) | (lumens) | (lum/watts) | | (k) | (hora) | (R\$) | |

Compacta Mini-Lynx Tripla

| | | | | | | | | |
|----|-----|------|----|----|------|------|-------|----------|
| 15 | 127 | 1010 | 67 | 85 | 4000 | 8000 | 15,90 | Sylvania |
|----|-----|------|----|----|------|------|-------|----------|

Duluxtar

| | | | | | | | | |
|----|---------|-----|----|-------|------|------|------|-------|
| 15 | 110-130 | 970 | 65 | 80-89 | 6000 | 6000 | 9,90 | Osram |
|----|---------|-----|----|-------|------|------|------|-------|

Twister

| | | | | | | | | |
|----|---------|-----|----|----|------|------|-------|---------|
| 15 | 110-127 | 950 | 63 | 82 | 6500 | 6000 | 15,90 | Philips |
|----|---------|-----|----|----|------|------|-------|---------|

Duluxtar Mini Twist

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|-------|------|------|------|-------|
| 18 | 110-130 | 1200 | 67 | 80-89 | 4000 | 6000 | 9,90 | Osram |
|----|---------|------|----|-------|------|------|------|-------|

Compacta Mini-Lynx Tripla

| | | | | | | | | |
|----|-----|------|------|----|------|------|-------|----------|
| 20 | 127 | 1490 | 74,5 | 85 | 4000 | 8000 | 15,90 | Sylvania |
|----|-----|------|------|----|------|------|-------|----------|

Duluxtar

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|-------|------|------|-------|-------|
| 20 | 110-130 | 1300 | 65 | 80-89 | 6000 | 6000 | 10,90 | Osram |
|----|---------|------|----|-------|------|------|-------|-------|

Twister

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|
| 20 | 110-127 | 1250 | 63 | 82 | 6500 | 6000 | 15,50 | Philips |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|

Deco Twist

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|
| 22 | 110-127 | 1360 | 62 | 82 | 6500 | 6000 | 27,60 | Philips |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|

Duluxtar

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|-------|------|------|-------|-------|
| 23 | 110-130 | 1500 | 65 | 80-89 | 4000 | 6000 | 11,90 | Osram |
|----|---------|------|----|-------|------|------|-------|-------|

Twister

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|
| 23 | 110-127 | 1450 | 63 | 82 | 6500 | 6000 | 15,90 | Philips |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|

Compacta Mini-Lynx Tripla

| | | | | | | | | |
|----|-----|------|----|----|------|------|-------|----------|
| 25 | 127 | 1810 | 72 | 85 | 4000 | 8000 | 17,90 | Sylvania |
|----|-----|------|----|----|------|------|-------|----------|

Eletrônica Spiral

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|------------------|
| 26 | 110-130 | 1800 | 69 | 80 | 6500 | 8000 | 11,29 | General Electric |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|------------------|

Twister

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|
| 27 | 110-127 | 1660 | 62 | 82 | 6500 | 6000 | 18,70 | Philips |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|

Deco Twist

| | | | | | | | | |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|
| 28 | 110-127 | 1850 | 66 | 82 | 6500 | 6000 | 29,30 | Philips |
|----|---------|------|----|----|------|------|-------|---------|

12.5. Como usar as lâmpadas fluorescentes compactas integradas de modo eficiente

Neste item vamos apresentar sugestões para o uso eficiente das alternativas fluorescentes compactas integradas. E elas são:

1. Utilize somente lâmpadas de tensão (V) compatível com a tensão da rede da concessionária, caso contrário as lâmpadas terão suas características nominais alteradas.
2. Como sabemos, o número de acendimentos em uma lâmpada fluorescente está diretamente ligada a maximização ou redução da vida mediana da mesma, assim sendo, recomenda-se que quando sairmos do ambiente por tempo superior a 15 minutos devemos apagar a luz e, quando não ultrapassar esse tempo é mais econômico deixá-la acesa.
3. Para obter melhor distribuição de luz, prefira empregar as lâmpadas fluorescentes compactas integradas em luminárias desenhadas especialmente para elas e que aproveitem melhor a sua geometria.
4. Não coloque as lâmpadas fluorescentes compactas integradas em equipamentos propensos a vibrações ou choques mecânicos, pois elas terão uma sensível redução em sua vida mediana nominal e ainda poderão cair.
5. Em ambientes úmidos, como por exemplo em banheiros, procure usar sempre luminárias fechadas.
6. Evite acender as lâmpadas durante todo dia, use melhor a luz do sol, abrindo bem as janelas, cortinas e persianas.
7. Pinte o teto e as paredes internas dos cômodos com cores claras que refletem melhor a luz, diminuindo desta forma a necessidade de iluminação artificial e conseqüentemente, economizando nos custos com energia elétrica.
8. Use sempre as lâmpadas fluorescentes compactas integradas em lustres ou globos transparentes.
9. Limpe regularmente as luminárias, lustres, globos, plafons e as lâmpadas, pois o acúmulo de pó com o tempo reduzirá a iluminação do ambiente.
10. Use a iluminação dirigida (spots) para leitura e para fazer trabalhos manuais, como por exemplo, costurar, fazer a barba, pentear o cabelo etc, para ter mais conforto e economia.

13. Conclusões gerais e sugestões para trabalhos futuros

A importância desse trabalho reside no fato de que com o aumento cada vez maior da demanda de energia elétrica no mundo existe a necessidade de conscientizar cada vez mais a população em geral sobre a importância da utilização de produtos de baixo consumo de energia, o que resultaria em um equilíbrio entre a oferta e a demanda de energia e, conseqüentemente estaríamos contribuindo para a conservação de energia no planeta. Conservando energia eliminaríamos o desperdício de energia, evitaríamos racionamentos de energia, preservaríamos o meio ambiente para as gerações futuras e o principal, é que tanto os consumidores quanto as concessionárias de energia estariam dessa forma economizando nos custos com energia elétrica.

O principal objetivo do nosso trabalho foi verificar as melhores alternativas dentre lâmpadas incandescentes e fluorescentes, disponíveis no mercado para iluminação geral de residências, mediante as análises de eficiência luminosa e econômica durante um período predefinido, de modo a assegurar o atendimento aos critérios de eficiência energética conforto visual e segurança.

Para atingir esse objetivo e uma melhor organização do trabalho, decidimos realizar ambas análises por compartimento residencial (vide Capítulos 9 e 11). E usamos como base para a realização dessas análises os produtos de quatro dos principais fabricantes de lâmpadas existentes no mercado. São eles, Osram, Sylvania, Philips e General Electric (vide Capítulo 7).

Com relação aos equipamentos auxiliares foram pesquisados para participar dessas análises os produtos da Intral (vide Capítulo 5, item 5.4) e ainda para participar da análise econômica foram pesquisadas, também, as luminárias e os plafons da Itaim (vide Tabela 6.1).

Antes de abordarmos sobre como foram feitas as análises de eficiência luminosa e econômica, é importante frisar que, primeiro, no Capítulo 7 apresentamos os catálogos das lâmpadas incandescentes e fluorescentes dos 4 fabricantes que foram pesquisados para a realização do trabalho. E que apenas fizeram parte desses catálogos as alternativas em que foi possível pesquisar todos os dados necessários para a confecção das tabelas e anexos.

Em seguida, no Capítulo 8, a partir dos dados apresentados nos catálogos do Capítulo anterior confeccionamos as tabelas com as sugestões de aplicações das lâmpadas por compartimento residencial baseando-se nas sugestões dos guias de aplicação dos fabricantes e também, considerando os valores adequados do índice de reprodução de cores para

iluminação residencial (vide Item 2.10) e a temperatura de cor correlata adequada que cada lâmpada deve apresentar para a iluminação dos diferentes compartimentos de uma residência (vide Item 2.9.).

Por uma questão de organização do trabalho e para torná-lo menos exaustivo decidimos elaborar as tabelas por compartimento residencial, apenas com aquelas lâmpadas incandescentes e fluorescentes que apresentem os valores de potência mais comercializados para a iluminação residencial segundo os revendedores que foram pesquisados.

Esses valores de potência foram aplicados considerando que os compartimentos a iluminar são de tamanho grande, médio ou pequeno, ou seja, considerando que eles sejam de qualquer tamanho. Tais valores de potência são:

- Lâmpadas incandescentes: 60W e 100W;
- Lâmpadas fluorescentes compactas integradas: 15W, 18W, 20W, 22W, 23W, 25W, 26W, 27W, 28W;
- Lâmpadas fluorescentes compactas não integradas: 18W e 26W;
- Lâmpadas fluorescentes tubulares: 14W, 16W, 18W, 20W, 32W.

E, também, como estamos na cidade do Rio de Janeiro decidimos elaborar essas tabelas por compartimento residencial apenas com as lâmpadas e os equipamentos auxiliares que operam com tensão monofásica de rede pertencente ao intervalo: 110V-130V. (vide Capítulo 8).

A partir das sugestões por compartimento residencial apresentadas no Capítulo 8, começamos então a realizar a análise de eficiência luminosa das lâmpadas no Capítulo 9.

Para as lâmpadas incandescentes a análise de eficiência luminosa foi feita, comparando as lâmpadas de mesma potência, de mesma temperatura de cor e com o mesmo acabamento de bulbo, e posteriormente, verificando e escolhendo aquelas alternativas que apresentem o maior valor de eficiência luminosa em relação as outras (vide item 9.1).

Com relação as lâmpadas fluorescentes, a análise foi feita, comparando as lâmpadas de mesma potência e de mesma temperatura de cor, e posteriormente, também, verificando e escolhendo aquelas alternativas que apresentam o maior valor de eficiência luminosa em relação as demais (vide itens 9.2, 9.3, 9.4).

É importante frisar ainda, que primeiro, a comparação foi feita entre as alternativas de um mesmo fabricante, obtendo-se assim, as melhores alternativas de cada fabricante

individualmente e depois comparando essas alternativas encontradas umas com as outras para verificar qual a melhor, ou seja, qual dentre todas, apresenta o maior valor de eficiência luminosa.

Lembrando também que, aquelas alternativas para as quais não encontramos disponível no mercado, uma outra do mesmo fabricante ou de outro fabricante com o mesmo valor de potência e acabamento de bulbo (no caso das incandescentes), ou com o mesmo valor de potência e temperatura de cor (no caso das fluorescentes), para efetuarmos a comparação, foram consideradas como as melhores alternativas disponíveis (vide Capítulo9).

Depois de confeccionarmos as tabelas com as melhores alternativas de lâmpadas incandescentes e fluorescentes resultantes da análise de eficiência luminosa nós apresentamos no Capítulo 10 as sugestões de aplicações das lâmpadas por compartimento residencial segundo a análise de eficiência luminosa realizada no Capítulo 9 e utilizando os critérios mencionados no Capítulo 8, como temperatura de cor adequada que uma lâmpada deve ter para iluminar cada ambiente de uma residência e o valor adequado do IRC para as lâmpadas empregadas na iluminação residencial.

No Capítulo 11, realizamos a análise econômica utilizando as sugestões de aplicações das lâmpadas por compartimento residencial apresentadas no Capítulo 10.

A realização da análise econômica foi feita utilizando a equação 11.4.1 (vide Capítulo 11, item 11.4). Os cálculos foram realizados, somando individualmente para cada lâmpada todas as despesas relativas aos custos com investimento mais todos os custos operacionais adquiridos até o final do tempo de referência, comum a todas as lâmpadas.

Esse período de referência comum a todas as lâmpadas é o menor múltiplo comum (m.m.c.) do tempo de vida mediana nominal das melhores alternativas por compartimento residencial resultantes da análise de eficiência luminosa (vide Capítulos 9 e 10). Este menor múltiplo comum foi o tempo de vida mediana de referência comum a todas as lâmpadas até o qual fizemos a análise econômica por compartimento residencial (vide item 11.3.).

Lembrando que para os compartimentos como, salas de estar, salas de jantar, corredores, cozinhas, banheiros e áreas de serviço, tivemos que aproximar para 7500 h a vida mediana nominal de todas as lâmpadas com 8000 horas de vida. Isso foi feito, para que o valor do menor múltiplo comum da vida mediana nominal das lâmpadas pesquisadas para iluminar esses compartimentos não fosse superior a 10 anos (vide item 11.3., Tabelas 11.8, 11.9 e 11.10).

Em relação aos quartos, não seria necessário fazer essa aproximação porque com os valores de vida mediana nominal apresentados pelas lâmpadas pesquisadas para iluminar esse compartimento já teríamos o valor do menor múltiplo comum inferior a 10 anos, apenas decidimos trabalhar com a mesma aproximação feita para os demais compartimentos porque não queríamos trabalhar com valores de vida mediana nominal diferentes entre os compartimentos (vide Tabela 11.7).

Outro dado importante a mencionar é que consideramos nula a inflação nos preços dos equipamentos (lâmpadas e equipamentos auxiliares), custos com energia, custos com a mão de obra para a reposição dos equipamentos e para a limpeza dos mesmos durante o período que vai desde a aquisição dos equipamentos até o final do tempo de referência (m.m.c). E como durante a pesquisa descobrimos que não existe no mercado empresas que realizam a limpeza de equipamentos como lâmpadas, luminárias e plafons, decidimos então, atribuir o valor de R\$ 1,00 para o custo com a mão de obra para a limpeza desses equipamentos, e decidimos também supor que essa limpeza dos equipamentos era feita pelo menos uma vez por mês.

Lembrando que primeiro, a realização da análise econômica foi feita entre as alternativas do mesmo tipo ou classe com igual valor de potência, temperatura de cor, acabamento de bulbo e com o mesmo valor de eficiência luminosa (no caso das incandescentes) e também foi feita, comparando as alternativas com igual valor de potência, temperatura de cor e com o mesmo valor de eficiência luminosa (no caso das fluorescentes).

Isto foi feito porque quando realizamos a análise de eficiência luminosa (vide Capítulo 9), verificamos que algumas alternativas do mesmo tipo possuem valores de eficiência luminosa iguais (vide Capítulos 9 e 10), e também, porque nós queríamos para cada valor de potência, com a mesma temperatura de cor e acabamento de bulbo (no caso das incandescentes) e também queríamos para cada valor de potência, com a mesma temperatura de cor (no caso das fluorescentes), selecionar apenas uma única alternativa para participar da comparação entre os diferentes tipos de lâmpadas que foi realizada no Item 11.6. .

A realização da análise econômica entre os diferentes tipos de lâmpadas foi feita, comparando as incandescentes com aquelas fluorescentes compactas integradas, não integradas e tubulares que possam substituir as incandescentes, com menor valor de potência e maior valor de eficiência luminosa, independentemente, da temperatura de cor correlata que

a lâmpada fluorescente presente (vide itens 11.6.1., 11.6.2.1., 11.6.2.2., 11.6.3.1., 11.6.3.2., 11.6.3.3., 11.6.4.1., 11.6.4.2., 11.6.4.3.).

E a comparação entre as lâmpadas fluorescentes dos diferentes tipos ou classe foi feita comparando aquelas lâmpadas fluorescentes compactas integradas, não integradas e fluorescentes tubulares, cujo os valores do consumo (watts) do conjunto (lâmpada + reator) ou do fluxo luminoso (lumens) produzido pelo conjunto (lâmpada + reator), fossem iguais, independentemente, da temperatura de cor correlata que as lâmpadas fluorescentes apresentem (vide itens 11.6.2.3., 11.6.3.4., 11.6.3.5., 11.6.3.6., 11.6.4.4., 11.6.4.5., 11.6.4.6.).

Outro dado importante a mencionar é que ambas as comparações foram feitas levando em conta o valor do m.m.c (menor múltiplo comum) do tempo de vida mediana nominal das lâmpdas calculado para o compartimento onde elas foram aplicadas (vide Capítulos 8, 9, 10 e Item 11.3.).

Depois de realizadas as análises de eficiência luminosa e econômica (vide Capítulos 9 e 11), chegamos a conclusão que, se aplicarmos 8 acendimentos por dia, a cada uma das lâmpadas incandescentes e fluorescentes que foram pesquisadas para a realização deste trabalho, as alternativas mais indicadas para a iluminação geral de uma residência, e que atendem aos critérios de eficiência energética conforto visual, segurança e facilidade de instalação e substituição são as lâmpadas fluorescentes compactas integradas.

As lâmpadas fluorescentes compactas integradas são as alternativas ideais para a iluminação residencial, porque apesar delas não apresentarem um índice de reprodução de cores (IRC) tão bom quanto o apresentado pelas lâmpadas incandescentes (vide Tabelas 11.23, 11.26 e 11.35), por outro lado, elas chegam a apresentar eficiência luminosa até 80,8% maior em relação as alternativas incandescentes (vide Tabelas 11.23, 11.26 e 11.35), aquecem 80% menos o ambiente onde estão instaladas, são mais econômicas que as alternativas incandescentes, chegando a apresentar, no final do período de referência, custo operacional até 70,42% e total até 69,74% menor em relação as alternativas incandescentes (vide Tabelas 11.28 e 11.37) e são tão fáceis de serem substituídas quanto as incandescentes , ou seja, o próprio dono do sistema, se quiser, pode efetuar a substituição das mesmas.

Falando sobre as lâmpadas fluorescentes compactas não integradas e tubulares, elas apresentam, qualidade de luz tão boa quanto as alternativas fluorescentes compactas integradas, ou seja, apresentam valor de IRC tão bom quanto o das alternativas compactas integradas (vide Tabelas 11.44 e 11.62). Quando operando com reatores eletrônicos podem

até apresentar, eficiência luminosa maior em relação as fluorescentes compactas integradas (vide Tabelas 11.44, 11.45, 11.62 e 11.63), também transmitem menos calor para o ambiente como as alternativas compacta integradas, mas por outro lado, não são tão econômicas quanto as alternativas compactas integradas no final do período de referência, porque as lâmpadas fluorescentes compactas não integradas chegam a apresentar, custo operacional até 6,58% e total até 14,28% maior em relação as fluorescentes compactas integradas (vide Tabelas 11.44 e 11.62) e as lâmpadas fluorescentes tubulares, chegam a apresentar custo operacional até 14,48% e total até 28,04% maior em relação às lâmpadas fluorescentes compactas integradas (vide Tabela 11.63).

Além disso, ambas perdem para os sistemas fluorescentes compactos integrados em um item fundamental para a iluminação residencial que já foi citado anteriormente, que é a facilidade na substituição dos equipamentos, uma vez que, se o reator do sistema fluorescente compacto não integrado ou tubular queimar, o proprietário do sistema terá que contratar a mão de obra de um técnico especializado para efetuar a reposição do mesmo, o que não acontece com o sistema compacto integrado, visto que nesse sistema, como o reator já está incorporado na base da lâmpada, o próprio proprietário do sistema, pode realizar a reposição da lâmpada, portanto, os sistemas fluorescentes compactos não integrados e tubulares, não são tão práticos quanto os sistemas fluorescentes compactos integrados.

Depois disso tudo que foi dito podemos afirmar que o nosso objetivo foi alcançado uma vez que as lâmpadas fluorescentes compactas integradas apresentam boa qualidade de luz, são econômicas, são altamente eficientes e faceis de serem instaladas e substituídas.

A realização do trabalho de uma maneira geral foi cansativa por causas da inúmeras tabelas e os vários cálculos que tivemos que efetuar. Mas a maior dificuldade que surgiu durante a realização do trabalho foi definir a duração do período de tempo no qual as lâmpadas permaneceriam acesas por dia, uma vez que esse dado seria muito importante para determinarmos o custo mensal de energia que cada lâmpada proporcionaria operando durante um determinado número de horas por dia.

Como sabemos a vida mediana nominal de uma lâmpada fluorescente é afetada pelo número de horas de uso ou pela frequência de acendimento da mesma. Então, como nós queríamos trabalhar com 100% da vida mediana nominal das lâmpadas descrita em catálogo, nós não saberíamos dizer o que aconteceria com a sua vida mediana nominal se por exemplo supuséssemos que a lâmpada operou durante 7 horas por dia com apenas um acendimento.

Portanto, nós necessitávamos de dados técnicos para que pudéssemos ter certeza sobre o que acontece com a vida mediana nominal de uma determinada lâmpada fluorescente operando durante um determinado número de horas por dia. Foi então, que depois de solicitar e pedir repetidas vezes para o pessoal da área técnica dos quatros fabricantes que foram pesquisados para a realização do trabalho, a Osram respondeu a nossa solicitação e enviou a Tabela 4.1 (vide Capítulo 4, item 4.1.7.4) que apresenta dados obtidos em testes de laboratório sobre a relação que existe entre, os intervalos entre os ciclos de acendimentos, o número de acendimentos por dia e a vida mediana nominal de uma lâmpada fluorescente. E baseando-se nos dados apresentados nesta tabela conseguimos solucionar o nosso problema.

Assim sendo, como pretendíamos trabalhar com 100% da vida mediana nominal das lâmpadas fluorescentes apresentadas em catálogo tanto nos cálculos do menor múltiplo comum quanto nos cálculos com custos de energia, decidimos então calcular a duração do período de tempo no qual as lâmpadas da osram permanecem acesas durante um dia inteiro de testes. E chegamos a conclusão que para todos os casos apresentados na Tabela 4.1 as lâmpadas permanecem acesas em laboratório por 22 horas durante um dia inteiro de testes (veja análise feita no item 4.1.7.4.). E esse foi o nosso tempo base para todos os nossos cálculos relativos aos custos com energia.

As sugestões para trabalhos futuros seriam verificar se para os outros casos apresentados na Tabela 4.1, as lâmpadas fluorescentes compactas integradas ainda continuaríamos sendo as melhores alternativas para a iluminação geral de residências ou não, ou seja, se com 288, 32, 24, 03 e 01 acendimento(s) por dia as lâmpadas fluorescentes compactas integradas ainda continuaríamos sendo as melhores alternativas para iluminação geral residencial ou não.

14. Anexos

Neste capítulo vamos apresentar os anexos com as fotos das lâmpadas incandescentes e fluorescentes que foram pesquisadas para a realização desse trabalho.

14.1. Anexo 1- Alternativas da Osram

14.1.1. Fotos das lâmpadas incandescentes da Osram



Figura 1 – Classic
ou
Classic A



Figura 2 – Bellalux
Soft White



Figura 3, 4 – Vela lisa,
Vela balão
ou
Classic B



Figura 5 – Bolinha

14.1.2. Fotos das lâmpadas fluorescentes compactas integradas da Osram



Figura 6, 7 – Duluxtar,
Duluxtar
Compact



Figura 8, 9 – Duluxtar
Mini Twist,
Duluxtar
Mini twist T2



Figura 10, 11 – Duluxtar
Classic A
e B



Figura 1- Circolux
EL T5

14.1.3. Fotos das lâmpadas fluorescentes compactas não integradas da Osram



Figura 13 – Dulux
S (simples)
<2 pinos>



Figura 14 – Dulux
S/E (simples)
<4 pinos>



Figura 15 – Dulux
D (Dupla)
<2 pinos>



Figura 16 - Dulux
D/E (Dupla)
<4 pinos>



Figura 17 – Dulux
T (Tripla)
<2 pinos>



Figura 18 – Dulux
L (Longa)
<4 pinos>



Figura 19 – Dulux
F (Flat)
<4 pinos>

14.1.4. Fotos das lâmpadas fluorescentes tubulares da Osram



Figura 20 – Fluorescente
Tubular T10
20W/40W



Figura 21 – Fluorescente
Tubular T8
16W/32W



Figura 22 – Fluorescente
Tubular T8
18W/36W



**Figura 23 – Fluorescente
Tubular T5 (HE)**



Figura 24 – Circline

14.2. Anexo 2 - Alternativas da Sylvania

14.2.1. Fotos das lâmpadas incandescentes da Sylvania



Figura 1 – Standard



Figura 2 – Alvalux



Figura 3 – Vela lisa



Figura 4 - Vela balão



Figura 5 – Bolinha lustre

14.2.2. Fotos das lâmpadas fluorescentes compactas integradas da Sylvania



Figura 6 – Compacta
Mini-Lynx
Globo



Figura 7 – Compacta
Mini-Lynx
Quadrúpla



Figura 8 – Compacta
Mini-Lynx
Dupla



Figura 9 - Compacta
Mini-Lynx
Tripla



Figura 10 – Compacta
Mini-Lynx
Economy



Figura 11 – Compacta
Mini-Lynx
T- Plus



Figura 12 – Compacta
Mini-Lynx
Espiral

14.2.3. Fotos das lâmpadas fluorescentes compactas não integradas da Sylvania



Figura 13 – Compacta
Lynx-S
<2 pinos>



Figura 14 – Compacta
Lynx-SE
<4 pinos>



Figura 15 – Compacta
Lynx-D
<2 pinos>



Figura 16 - Compacta
Lynx-DE
<4 pinos>



Figura 17 – Compacta
Lynx-TE
<4 pinos>



Figura 18 – Compacta
Lynx-F
<4 pinos>

14.2.4. Fotos das lâmpadas fluorescentes tubulares da Sylvania

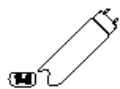


Figura 19 – Branca
Confort

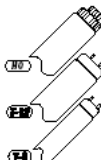


Figura 20 – Luz do
dia Plus

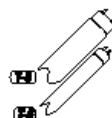


Figura 21 – Daylight

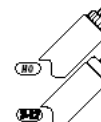


Figura 22 – Branco
luminoso

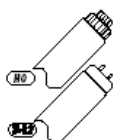


Figura 23 – Alvorada
Plus

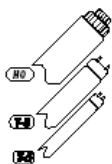


Figura 24 – Designer
3000

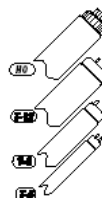


Figura 25 – Designer
4000



Figura 26 – Circline

14.3. Anexo 3 - Alternativas da Philips

14.3.1. Fotos das lâmpadas incandescentes da Philips



Figura 1 – Standard



Figura 2 – Soft



Figura 3, 4 – Vela lisa e Vela Balão



Figura 5 - Lustre

14.3.2. Fotos das lâmpadas fluorescentes compactas integradas da Sylvania



Figura 6 – Essential



Figura 7 – Twister



Figura 8 – Deco Globo



Figura 9 – Mini Essencial Genie



Figura 10 – Mini Essencial Ambiente Formato A



Figura 11 – Master PL-U



Figura 12 – Mini Essencial Ambiente Vela



Figura 13 – Deco Twist

14.3.3. Fotos das lâmpadas fluorescentes compactas não integradas da Philips



Figura 14 – Master
PL-C/2P
<2pinos>



Figura 15 – Master
PL-S/2P
<2pinos>



Figura 16 – Master
PL-L/4P
<4pinos>



Figura 17 – Master
PL-T/4P
<4pinos>

14.3.4. Fotos das lâmpadas fluorescentes tubulares da Philips



Figura 18 – Eco
Master
TLD
<Branca confort>



Figura 19 – Fluorescente
TLT
<Extra luz do dia>



Figura 20 – Fluorescente
TLTRS
Série 80



Figura 21 – Eco
Master
TLD/ TLDRS



Figura 22 – Fluorescente
Master TL5

14.4. Anexo 4 - Alternativas da General Electric

14.4.1. Fotos das lâmpadas incandescentes da General Electric



Figura 1 – Cristal



Figura 2 – Max luz

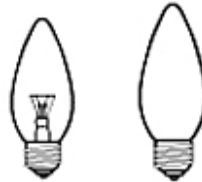


Figura 3 – Vela lisa



Figura 4 - Vela balão



Figura 5 – Bolinha

14.4.2. Fotos das lâmpadas fluorescentes compactas integradas da General Electric



Figura 6 – Eletrônica Dupla

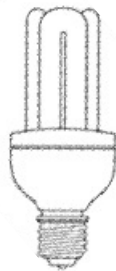


Figura 7 – Eletrônica Tripla



Figura 8 – Eletrônica Vela



Figura 9 – Eletrônica Decor



**Figura 10 – Eletrônica
Globe**



**Figura 11 – Eletrônica
Spiral**



**Figura 12 – Eletrônica
Mini Spiral T2**

14.4.3. Fotos das lâmpadas fluorescentes compactas não integradas da General Electric



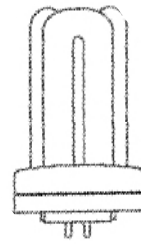
**Figura 13 – Biax S
<2pinos>**



**Figura 14 – Biax D
<2pinos>**



**Figura 15 – Biax D/E
<4pinos>**



**Figura 16 – Biax T
<2pinos>**



**Figura 17 – Biax L (longa)
<4pinos>**

14.4.4. Fotos das lâmpadas fluorescentes tubulares da General Electric



Figura 18 – Fluorescente Universal



Figura 19, 20 – Lâmpada Fluorescente T8



Figura 21 – Lâmpada Fluorescente T5

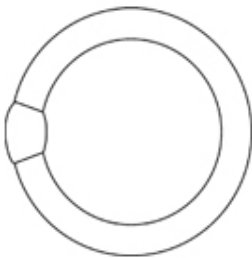


Figura 22 – Circline

15. Referências Bibliográficas

1. www.osram.com.br
2. www.luz.philips.com
3. www.GEIluminação.com
4. www.gelampadas.com.br
5. www.sylvania.com.br
6. www.itaim.com.br
7. www.light.com.br
8. www.casaraolustre.com.br
9. www.intral.com.br
10. www.relumi.com.br
11. www.elektrobras.gov.br
12. www.fazendovideo.com.br
13. Instalações Elétricas “Julio Niskier e A.J. Macintyre” (4ª edição/2000)
14. Iluminação Economica (cálculo e avaliação) – “Gilberto José Corrêa da Costa” (2ª edição/2000)
15. Iluminação Elétrica “Vinicius de Araújo Moreira” (1ª edição/1999)
16. Manual de iluminação eficiente (procel) – “Engº. Pierre Rodrigues” (1ª edição – julho/20002)
17. Anderson Soares dos Santos, “Reator eletrônico multifrequência para lâmpada fluorescente T5 com pré-aquecimento por tensão”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, Potifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Dezembro/2004.
18. Juliano Bedin, “Reatores eletrônicos dimerizáveis para lâmpada fluorescente com elevado fator de potência”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, INEP – UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), Florianópolis, Junho de 2008.
19. Álysson Ranieri Seidel, “Técnicas de projeto para reator eletrônico auto-oscilante empregando ferramentas de controle”, Tese de Doutorado em Engenharia Elétrica, UFSM (Universidade Federal de Santa Maria), Rio Grande de Sul, 2004.
20. Castellane Silva Ferreira, “Sistema de gerenciamento automático de reatores eletrônicos com ajuste do nível de luminosidade para múltiplas lâmpadas fluorescente”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, UNESP (Universidade Estadual Paulista), Campus – Ilha Solteira, São Paulo, Dezembro/2008.

21. Aziz Elias Demian Junior, “Proposta de reatores eletrônicos para iluminação com alto desempenho”, Tese de Doutorado em Engenharia Elétrica, UFU (Universidade Federal de Uberlândia), Uberlândia – MG, Janeiro/2008.
22. Leonardo de Oliveira, “Dimerização de um reator eletrônico de lâmpada T5 utilizando o CI L6574”, Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Elétrica com ênfase em Eletrônica, Universidade de São Carlos, São Carlos – SP, 2009.
23. José Eugenio Lopes de Almeida, “Utilização de lâmpadas fluorescentes compactas, associadas a outras cargas não lineares – Seus impactos em um sistema de distribuição”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Itajubá, Outubro/2004.
24. Apostila do curso de luminotécnica ministrado pela professora Dr^a Jeanine Marchiori da Luz da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Escola Politécnica, Departamento de Engenharia Elétrica.
(dicasdesomeluz.blogspot.com/2009/05/apostila-luminotecnica.html)

