

# REVISTA



**SOLUÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PAÍS**

**VOLUME 5 - Nº 52 - Abril / 2010  
ISSN - 1809-3957**

## **ARTIGOS PUBLICADOS**

---

PUBLICAÇÃO MENSAL

### **Nesta edição**

ESTUDO PARA O REAPROVEITAMENTO DE ENERGIA SOLAR – Robson Vitor Oliva e Teófilo Miguel de Souza ..... 2

SIMULADOR PARA ILUMINAÇÃO RESIDENCIAL, PÚBLICA, PREDIAL, ETC.: GASTO ESTIMADO POR MÊS EM ENERGIA, TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO, QUANTIDADE DE LÂMPADAS NECESSÁRIAS – Thais Santos Castro e Teófilo Miguel de Souza ..... 6



Atendimento:

[contato@sodebras.com.br](mailto:contato@sodebras.com.br)

Acesso:

<http://www.sodebras.com.br>



R. V. Oliva e T. M. Souza, FEG/UNESP

Resumo: Esclarecer de forma sucinta as diversas teorias envolvidas nos vários tipos de aquecedores para água usando a energia solar. Focando principalmente o aquecedor a vácuo com alta eficiência.

Palavras-chave: Aquecedores de água; Energia solar; Vácuo.

## 1. INTRODUÇÃO

O Sol é uma fonte de energia imensa que até hoje não aproveitamos, preferimos queimar combustíveis fósseis contaminando o ar e as águas, ao ponto que não conseguiremos mais sobreviver, só aí que tomaremos consciência do crime ambiental e humano que estamos cometendo e iremos incentivar mais o aproveitamento dessa fonte de energia que tem capacidade para gerar energia para todo o mundo.

O sol é uma esfera de gases incandescentes composta principalmente por átomos de hidrogênio e Hélio.

A irradiação solar é formada por ondas eletromagnéticas que compreendem todo o espectro de frequências.

A radiação eletromagnética solar é constituída por partículas designadas por fótons, que transportam o campo eletromagnético, o próprio campo eletromagnético em propagação, o que é também um fenômeno ondulatório, ou seja, a propagação de uma onda no espaço.

Igualmente a energia crescente que os fótons carregam, a radiação eletromagnética assume as designações de ondas de rádio, de microondas, radiação infravermelha, luz visível, radiação ultravioleta, raios-X e raios gama. A sua energia é inversamente proporcional ao comprimento de onda (cdo) do foton (onda que se propaga). Daí os infravermelhos terem muito menos energia que a luz visível, e esta menos que os ultravioleta.

Do ponto de vista médico temos que nos preocupar com os fótons mais abundantes na radiação solar. Estes incluem a luz visível, pois o pico da radiação está no verde-amarelo. Porém, ainda há uma contribuição ainda importante dos infravermelhos próximos e uma quantidade não desprezável de raios ultravioleta muito energéticos

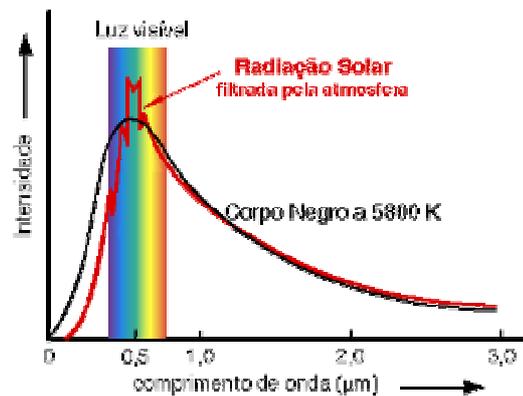


Figura 1. Espectro de frequência da radiação solar incidente na terra.

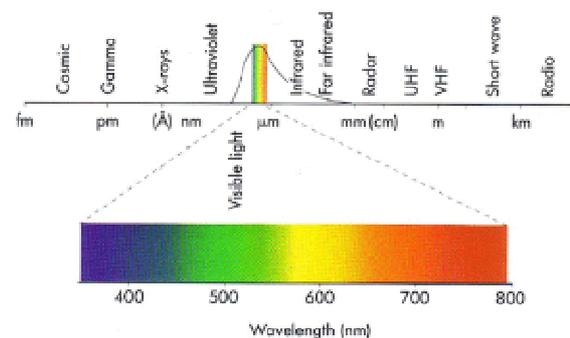


Figura 2. Subdivisão da faixa espectral.

## 2. Definição

**Luz:** forma de radiação capaz de afetar nosso sentido da visão, que se transmite através de ondas e em linha reta, sendo caracterizadas por força eletromagnética. Seu espectro visível vai do vermelho ao violeta.

### Características da luz visível:

- Se move em ondas.
- Se propaga em linha reta.
- É formada por partículas de energia chamadas fótons.
- Caminha em uma velocidade de 300.000 km por segundo.

**Comprimento de ondas:** é a distância entre duas zonas correspondentes de onda.

Atingindo determinado comprimento, as ondas tornam-se visíveis produzindo aquilo que chamamos de luz.

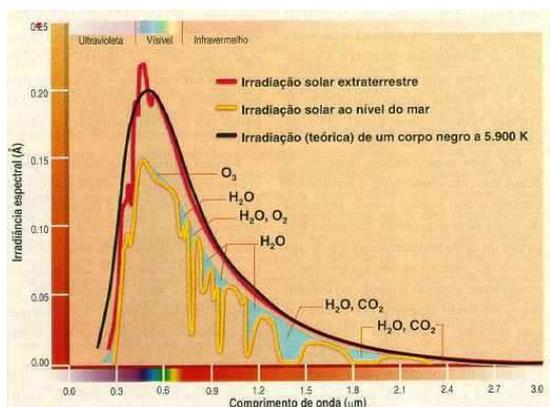


Figura 3. Gráfico da radiação solar por Irradiância espectral (Å).

O espectro representa uma irradiância espectral. Irradiância é a potência por unidade de área (medida em  $w/m^2$ ). A curva acima é uma densidade espectral (irradiância por unidade de comprimento de onda:  $w/m^2.micron$ ).

#### Definição de caloria

Por definição a caloria ou também pequena caloria, cuja origem está ligada aos conceitos de calor e calor específico, é a quantidade de energia necessária para elevar a temperatura de 1 grama de água de 14,5 para 15,5 °C.

A grande caloria ou também mais conhecida como Quilocaloria (Kcal), é a quantidade de energia necessária para elevar a temperatura de 1 Kg de água de 14,5 para 15,5 °C.

O calor específico representado por  $c$  ou  $C_p$  é definido como sendo a quantidade de calor que cada grama de uma substância necessita trocar para variar a sua temperatura de 1 °C. Quanto menor o calor específico de uma substância mais rapidamente poderá ela variar a sua temperatura.

A quantidade de calor para aquecer um determinado volume de água a uma temperatura desejada  $t_d$ , partindo de uma temperatura ambiente  $t_a$ , vem dada por:

Primeira lei da Termodinâmica.

$$Q = MC_p(t_d - t_a)$$

Onde:

$M$  é o volume de água a ser aquecida igual a litros ou Kg, já que um litro de água pesa praticamente um quilo.

$C_p$  é o calor específico da água dado em Kcal/Kg °C

$t_d$  é a temperatura desejada em °C

$t_a$  é a temperatura ambiente em °C

### 3.1 Aquecedores de placas

Esse tipo de aquecedor tem um custo acessível e visa ter um rendimento médio.

Utiliza materiais sem muita tecnologia embarcada.

Temos o desenho abaixo de um sistema solar de aquecimento formado por duas placas coletoras ligadas a um termosifão, sistema natural de deslocamento do fluxo de água pelas placas sem necessidade de bombeamento.

Figura 1 - Sistema de aquecimento solar em termosifão

1. Caixa d'água
2. Reservatório térmico
3. Coletores solares
4. Suspiro
5. Alimentação dos coletores
6. Retorno dos coletores
7. Alimentação de água fria
8. Consumo de água quente

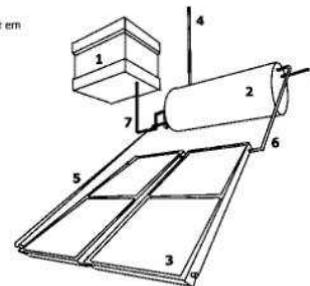


Figura 4. Esquemático do aquecedor solar de placas.

Fonte: FONTES NÃO CONVENCIONAIS DE ENERGIA . AS TECNOLOGIAS SOLAR, EÓLICA E DE BIOMASSA

3a Edição – Revista, Modificada e Ampliada- UFSC.

Neste tipo de aquecedor temos algumas formas de captação da energia solar.

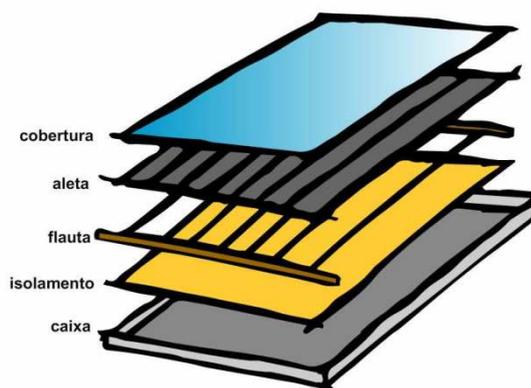


Figura 5. Detalhamento interno dos componentes do aquecedor solar de placas planas. Fonte

O mais usado é o de coletores planos:

Formado por uma cobertura de vidro ou plástico que permite a passagem da energia térmica (LUZ), incidindo nas aletas e flauta composta por placas de material pintados de negro responsáveis por absorver a radiação solar, transferindo esse calor para os tubos da flauta por onde circular a água a ser aquecida.

Para reduzir a perda de calor por condução térmica usa-se instalar isolamento térmico por baixo e o vidro também contribui para reter a temperatura na placa.

O rendimento do sistema é diretamente proporcional a qualidade do material empregado, onde o revestimento negro a ser aplicado na aleta tem que possuir uma absorvância superior a 90 %.

O rendimento médio desse sistema fica em torno de 50%, principalmente pelas perdas por dissipação térmica com o meio.

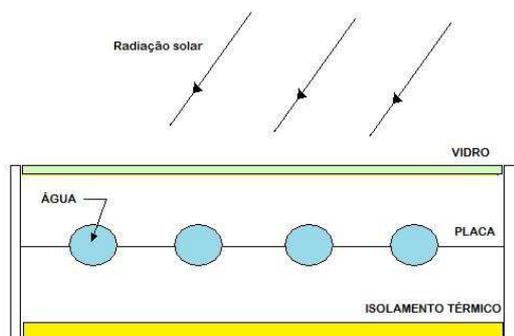


Figura 6. Detalhe de funcionamento do aquecedor solar de placas planas.

### Modelo prático para dimensionamento de um sistema de aquecimento solar de placas planas.

#### Premissas:

- Boiler: 200 litros.
- Elevação da temperatura em 70 °C
- Temperatura ambiente 27 °C

$$Q = 200 \text{ Kg} \times 1 \text{ Kcal/Kg.}^{\circ}\text{C} \times (70 \text{ }^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}) = 8.600\text{Kcal.}$$

Necessitamos de 8600 Kcal para aquecer a água até 70°C..

Para o cálculo da área do coletor usaremos a fórmula abaixo.

$$S = Q/Ix\eta$$

Onde:

Q = é a quantidade de calor necessária para aquecer a água, (8600Kcal) já calculada.

I é a intensidade de radiação solar dada por 0,86cal/cm<sup>2</sup>.min.

$\eta$  é o rendimento térmico, arbitrado em 50%.

Convertendo:

$$I = 0,86 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{Min} = 516 \text{ Kcal/m}^2 \text{ por hora}$$

Considerando uma exposição de 7 horas por dia teremos:

$$I = 3612 \text{ Kcal/m}^2$$

Deste modo a área (S) do coletor será então:

$$S = 8600 / 3612 * 0,50 = 4,76 \text{ m}^2$$

Resumindo:

Para aquecermos 200 litros de água a uma temperatura de 70°C, com uma radiação de 0,86cal/cm<sup>2</sup>.min e um rendimento térmico de 50% trabalhando o coletor durante 7 horas por dia, necessitamos de uma área de 4.76 m<sup>2</sup> de coletor solar.

Esse é um exemplo como já dissemos pode variar dependendo da qualidade térmica dos materiais utilizados, em nosso caso usamos um de rendimento de 50 %, podendo variar de caso a caso.

Não detalhamos os cálculos do rendimento o que implicaria em analisar um caso em específico não sendo o foco desse trabalho, em alguns casos temos de 2 a 15 camadas de transmissão de calor onde deveriam ser calculados todas as perdas em cada fase.

### 3.2 Aquecedores a vácuo

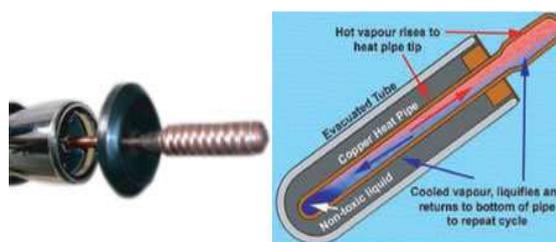


Figura 7. Aquecedor solar a vácuo – Fonte: SHENHAO Solar Energy.

O componente chave deste sistema solar são os tubos de vácuo de alta tecnologia. Estes, além de absorverem a radiação solar direta, também absorvem o calor do meio ambiente e a radiação solar difusa (céu nublado).

Cada tubo de vácuo consiste em dois tubos de vidro. O tubo exterior é feito de borossilicato transparente de alta resistência capaz de suportar o impacto de granizos com 2,5cm de diâmetro. O tubo interior, também feito de borossilicato, está coberto com nitrato de alumínio, material com uma excelente absorção de calor.

Durante o processo de fabricação do tubo, o ar entre os dois tubos de vidro é extraído para formar o vácuo, o que elimina perdas de calor por condução. Para manter este vácuo é utilizado bário a altas temperaturas para cobrir o fundo dos tubos, que solidifica numa capa prateada.

Existem outras variações de aquecedores solar a vácuo , com tubo de cobre interno, várias camadas de material para fazer a absorvância da radiação, reflexão do infra vermelho, etc, específicos para cada aplicação.

### 3.3 Aquecedores tipo PET

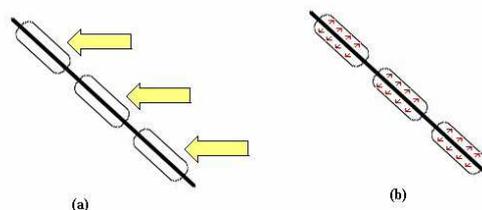


Figura 8. Funcionamento do aquecedor tipo PET – Fonte: Dimensionamento de aquecedor solar de água feito com garras PET – UNESP.

A luz incidente, principalmente infravermelho penetra pelo material transparente ficando retido no interior da garrafa, fazendo com que a garrafa retenha esse calor como uma estufa, vindo a aquecer o cano de água que passa pelas garrafas.

Com o aquecimento da água por entre o cano cria uma corrente de convecção que faz a água fluir porque ao aquecer a água, fica mais leve indo para a parte superior do cano até o reservatório, permitindo a entrada de água fria na parte inferior, reiniciando o ciclo.

O rendimento desse sistema é baixo, em torno de 15 a 30 %, mas tem um custo extremamente baixo por usar material reciclável, permitindo seu uso em locais de baixa renda ou sem nenhuma infra-estrutura.

#### Tabela comparativa:

	PET	Placa planas	Vácuo
Eficiência	15 - 30 %	50%	94%
Eficiência em dias nublados	Ruim	Médio	Bom
Temperatura	40-60° C	65 - 70° C	95 – 380° C

Tabela 1. Comparativo de eficiência entre os vários tipos de aquecedores solar

#### 4. Conclusão:

O uso dos aquecedores solar no Brasil ainda é pouco difundido, uma das causas principais é porque o Brasil como grande potência de geração hidrelétrica tem uma energia barata que viabiliza pouco o uso de gerações alternativas de energia.

A maioria dos aquecedores por energia solar de primeira linha não se paga no período de sua vida útil média, além do investimento inicial ser ainda muito alto, em torno de 4 mil reais.

Estão surgindo novos modelos de aquecedores utilizando produtos mais baratos como Isopor, canos de PVC para alta temperatura no lugar do cobre, policarbonato no lugar de vidro, etc, visando uma redução no custo e tem conseguido, temos hoje alguns modelos em torno de 1,5 mil reais, melhorando a relação custo/benefício.

O uso dos aquecedores a vácuo propiciou um equipamento de alta tecnologia e altíssima eficiência, mas a sua produção no Brasil se torna inviável devido ao custo da mão de obra e não possuímos tecnologia necessária para sua fabricação, mas hoje ele é importado da China com custo realmente baixos, já incluindo taxas temos empresas instalando com um custo de 1,2 mil reais.

Necessitamos desenvolver processos de fabricação e produtos mais baratos para viabilizar o uso dessa energia inesgotável e que não polui o meio ambiente.

#### Referência Bibliográfica:

- ABRAVA – Associação Brasileira de refrigeração, ar condicionado, ventilação e aquecimento. – Palestra Eng. Leonardo Chamome.pdf

- Fonte: FONTES NÃO CONVENCIONAIS DE ENERGIA . AS TECNOLOGIAS SOLAR, EÓLICA E DE BIOMASSA.

3ª Edição – Revista, Modificada e Ampliada- UFSC.

- Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau Mestre em Construção Civil, do Programa de Pós graduação em Construção Civil, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná. Orientador: Prof. Dr. Aloísio Leoni Schmid CURITIBA Março - ROBERTO LEVI SPRENGER

- DIMENSIONAMENTO DE UM AQUECEDOR SOLAR DE ÁGUA FEITO COM GARRAFAS PET - PEDRO HENRIQUE FONSECA BERTOLETI Centro de Energias Renováveis – UNESP, Campus Guaratinguetá TEÓFILO MIGUEL DE SOUZA Centro de Energias Renováveis – UNESP, Campus Guaratinguetá

---

- Livro – Física para cientistas e engenheiros - 4 edição, Mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica, volume 1 – Autor: Tipler, Paul A.

- [WWW.pilkington.com.br](http://WWW.pilkington.com.br)

- Solaresinf.pdf - RR Energy Solutions.

---

#### 5. Direitos autorais

Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído neste artigo.



## SIMULADOR PARA ILUMINAÇÃO RESIDENCIAL, PÚBLICA, PREDIAL, ETC.: GASTO ESTIMADO POR MÊS EM ENERGIA, TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO, QUANTIDADE DE LÂMPADAS NECESSÁRIAS

**Resumo:** Este trabalho consiste em ajudar de maneira simples, barata e eficiente o público em geral na decisão na compra das lâmpadas, qual é o melhor tipo a ser usado, mostrar que a qualidade do local interfere e muito na iluminação, o retorno do capital investido, nem sempre o que é barato inicialmente é o mais eficiente. Esse simulador tem como objetivo simplificar a decisão do tipo de iluminação, mostrando de maneira resumida as necessidades de cada lâmpada.

**Palavras Chaves:** Iluminação – Lâmpada – Watt – Gastos.

### I. INTRODUÇÃO

Hoje a busca por equipamento mais eficientes, com redução de energia, redução do capital inicial e durabilidade cada vez maior é o casamento perfeito. Nosso planeta clama por descanso, por menor invasão, por maior aproveitamento. E este simulador tem como finalidade mostrar qual tipo de lâmpada tem melhor eficiência, dependendo do local a ser iluminado. São coisas simples que por muitas vezes passam despercebidas, por ser natural a nós. Quantos de nós sofremos por não ter uma sala iluminada ou um quintal apreciável quando o sol já se pôs? Tudo que nos leve a um melhor aproveitamento energético é importante, a atenção não deve estar voltada somente para refrigeradores e chuveiros, o gasto em uma residência chega a 20% em iluminação.

### II. LÂMPADAS

A primeira lâmpada elétrica foi obra de um cientista americano, por volta de 1880, chamado, Tomas Alva Edison. Primeiramente foi empregada a energia elétrica para iluminação com as lâmpadas em arco, que, todavia, não eram práticas e serviam apenas para a iluminação das ruas e de alguns logradouros públicos. Essas lâmpadas eram constituídas por duas hastes de carvão, pontudas com os dois extremos a pouca distância: quando se passa a corrente, formava-se uma descarga elétrica, muita luminosa, entre uma ponta e outra.

Edison percebeu que as lâmpadas a arco não podiam, por certo, ter muita difusão, e teve a idéia de tornar incandescente um fio sutilíssimo de carvão, dentro de um espaço em que houvesse sido retirado o ar: de tal modo, o carvão podia arder, sem consumir-se rapidamente: assim, quando ele conseguiu realizar o

vácuo no interior de uma pequena ampola de vidro, tinha aparecido a primeira lâmpada.

### III. TIPOS DE LÂMPADAS

#### A. Incandescente



Figura 01: Lâmpada Incandescente

Vida Útil: aproximadamente 1000h  
Utilização: de uso geral, predominante no uso residencial.

#### B. Fluorescente



Figura 02: Lâmpadas Fluorescentes

Vida Útil: aproximadamente 7500h  
Utilização: Residência, Prédio, Escolas, Laboratórios, Indústrias, etc.

### C. Fluorescente Compacta



Figura 03: Lâmpadas Fluorescentes Compactas

Vida Útil: aproximadamente 8000h

Utilização: Residências, lojas, hotéis, restaurantes, indústrias, designs criativos e inovadores, etc.

### E. Mista



Figura 05: Lâmpada Mista

Vida Útil: aproximadamente 4000h

Utilização: ruas, praças, estacionamentos, postos de gasolina, oficinas, garagens e lojas.

### D. Halógena



Figura 04: Lâmpada Halógena

Vida Útil: aproximadamente 3000h

Utilização: diversos tipos de luminárias, desde pequenos spots até wallwashers, oferecendo liberdade para a criação de diversos ambientes

### F. Vapor de Sódio



Figura 06: Lâmpada de Vapor de Sódio

Vida Útil: aproximadamente 32000h

Utilização: iluminação pública e locais de difícil acesso.

### G. Vapor de Mercúrio



Figura 07: Lâmpada de Vapor de Mercúrio

Vida Útil: aproximadamente 24.000h

Utilização: iluminação pública, industrial, garagens, outdoors, galpões, depósitos.

### H. Vapor Metálico



Figura 08: Lâmpada de Vapor Metálico

Vida Útil: aproximadamente 13.000h

Utilização: iluminação pública quadras poliesportivas, clubes, shopping centers, depósitos, grandes lojas, monumentos, etc.

### I. LED



Figura 09: Lâmpada LED

A lâmpada é fabricada com material semicondutor semelhante ao usado nos chips de computador. Quando percorrido por uma corrente elétrica, emite luz. O resultado é uma peça muito menor, que consome menos energia e tem uma durabilidade maior.

Há um problema, contudo: a lâmpada LED ainda custa mais caro, apesar de seu preço cair pela metade a cada dois anos. Essa tecnologia não está se tornando apenas mais barata. Está também mais eficiente, iluminando mais com a mesma quantidade de energia.

Vida Útil: aproximadamente 50.000h

Utilização: ruas, praças, estacionamentos, postos de gasolina, oficinas, garagens e lojas.

## IV. CRITÉRIOS PARA ILUMINAÇÃO

Alguns itens devem ser observados para uma boa iluminação sem desperdício de energia.

### A. Fator de Depreciação

O fator de depreciação é quantificado em função da condição do ambiente e o tempo de manutenção, ou seja, de quanto em quanto tempo as luminárias ou a lâmpada será limpa, pois há acúmulo de poeira nas mesmas.

Condição da Fonte Luminosa	Período de Manutenção		
	2500 horas	5000 horas	7500 horas
Limpa	0,95	0,91	0,88
Normal	0,91	0,85	0,80

<b>Suja</b>	0,80	0,66	0,57
-------------	------	------	------

Tabela 01: Condição da Fonte Luminosa x Período de Manutenção

### C. Nível de Iluminação

#### B. Fator de Utilização

Este fator depende da cor do teto, parede e piso do ambiente a ser iluminado.

Tipos de Superfície			Fator de Utilização
Teto	Parede	Piso	
Claro	Clara	Claro	0,80
Claro	Clara	Escuro	0,60
Claro	Escura	Claro	0,50
Escuro	Clara	Claro	0,50
Claro	Escura	Escuro	0,40
Escuro	Clara	Escuro	0,30
Escuro	Escura	Escuro	0,20

Tabela 02: Fator de Utilização

Este fator depende da necessidade e das atividades que serão realizadas no local a ser iluminado.

Ambiente	Nível de Iluminação Desejada
Ambiente de passagem, curta permanência	50
Não usados para trabalho contínuo	75
Requisitos visuais limitados	100
Mínimo para ambiente de trabalho	150
Tarefas visuais simples e variadas (trabalho bruto)	400
Observações contínuas de detalhes (trabalho normal)	800
Tarefas visuais precisas (desenho ou semelhantes)	1500
Trabalho muito fino (iluminação local)	2000

Tabela 03: Nível de Iluminação Desejada

#### D. Cálculo do Fluxo Luminoso

Com estes requisitos pode-se calcular o fluxo luminoso do local.

$$\varphi(\text{lumens}) = \frac{S \times E}{f \times d}$$

Sendo que: S – área a ser iluminada;

E – Nível de Iluminação;

f – fator de depreciação;

#### E. Potência e Lúmens das Principais Lâmpadas

A tabela 04 mostra os tipos de lâmpadas, suas potências e o respectivo valor da sua intensidade luminosa em lúmens.

d – fator de utilização

Tipos de Lâmpadas

Tipo	Fluorescente Compacta	Lúmens	Incandescente	Lúmens	Vapor de Sódio	Lúmens	Fluorescente	Lúmens	Vapor Metálico	Lúmens	Vapor Mercúrio	Lúmens	Halógena	Lúmens	Mista	Lúmens	LED	Lúmens
Potências (W)	3	100	25	220	50	3000	15	850	70	5500	50	1800	300	5100	160	3000	8	720
	5	250	40	470	70	5500	20	1060	150	12000	80	3500	500	9500	250	5500	15	1150
	7	350	60	780	150	12500	30	2075	400	31500	125	6000	1000	22000	500	13500	19	1550
	9	400	75	960	220	18000	40	2775	1000	81000	250	12600	2000	44000				
	11	600	100	1480	250	25000	65	4950	2000	183000	400	22000						
	13	740	150	2360	350	34500	110	8900										
	15	900	200	3460	400	47000												
	18	1080	300	5310	1000	120000												
	20	1200	500	8650														
	23	1500																
	24	1565																
	35	2300																

Tabela 04: Tipos de Lâmpadas x Lumens

## V. SIMULADOR

De posse de todas essas informações, obteve-se o simulador, assim o ambiente fica iluminado adequadamente com economia de energia.

Precisam-se informar os seguintes itens:

1. Área;

Descrição	Área	Nível de Iluminação Adequada	
	[m <sup>2</sup> ]	Ambiente	[lux]
Sala de jantar	12	Mínimo para ambiente de trabalho	150
Sala de TV	18,2	Mínimo para ambiente de trabalho	150
Sala de estar	10,2	Mínimo para ambiente de trabalho	150

Figura 10: Informação da Área Desejada

2. Cor do teto, piso e parede;

Fator de Utilização			
Teto	Parede	Piso	f
Escuro	Escura	Escuro	0,2
Claro	Clara	Claro	0,8
Claro	Escura	Claro	0,5
Claro	Clara	Claro	0,6

Figura 11: Informação da Cor do Ambiente

3. Condição de limpeza do ambiente e o período de manutenção;

## V. ESTUDO DE CASO

### A. Condição Favorável

Utilizando do programa podemos observar na figura 14, que em uma residência é muito conveniente a troca de lâmpadas incandescente por lâmpadas fluorescente compacta ou LED, pois o retorno do capital investido é muito rápido.

No caso da sala de jantar utilizando lâmpadas fluorescentes compactas no lugar das incandescentes o tempo de retorno será de aproximadamente 9 meses e a economia durante toda a vida útil da lâmpada será de R\$316,00.

Já na utilização de lâmpadas LED, o tempo de retorno é praticamente o mesmo 9 meses, porem, a economia é muito maior devido à vida útil da lâmpada ser muito alta, a economia é de aproximadamente R\$ 2.600,00, todas as duas situações são ótimas opções para uma residência.

### B. Condição Desfavorável

Utilizando do programa, observando a figura 14 e analisando outra situação, podemos verificar que a troca de lâmpadas fluorescente por fluorescente compacta não é conveniente, pois é necessário investir R\$20,00 em lâmpadas, o retorno do capital é muito demorado (cerca de 130 meses) e não há economia durante a vida útil da lâmpada, pois ambas têm um consumo mensal muito próximo.

Na situação de trocar lâmpadas LED por fluorescente compactas também não é conveniente, pois nunca haverá retorno do capital investido, além e ter que fazer um investimento inicial na troca das lâmpadas.

### C. Condição Industrial

Essa situação é a que requer uma análise maior, pois geralmente, a área do galpão é grande exigindo uma grande quantidade de lâmpadas, se a escolha não for correta além de haver um investimento inicial muito alto, não há retorno na economia durante a vida útil das lâmpadas.

No exemplo da figura 14, apesar das lâmpadas fluorescentes serem muito econômica, já no galpão, elas não são convenientes, na comparação com as lâmpadas de vapor metálico, o retorno do investimento é muito alto, aproximadamente 25 anos, não há economia durante a vida útil das lâmpadas e ainda é necessário fazer um investimento inicial. Conclusão é uma situação totalmente inconveniente.

Fator de Depreciação		
Condição	Período de manutenção	d
Suja	7500 horas	0,57
Limpa	7500 horas	0,88
Normal	7500 horas	0,8
Limpa	7500 horas	0,57
Normal	7500 horas	0,57
Suja	7500 horas	0,57

Figura 12: Informação da Limpeza e Período de Manutenção do Ambiente

4. Tipo de lâmpada e a potência desejada.

Seleção de Lâmpadas			
Tipo	Potência	Lúmens	N
Incandescente	100 Watts	1.480	10,7
Fluorescente	20 Watts	1.060	3,7
LED	8 Watts	720	5,3
Fluorescente LFC	8 Watts	720	2,4
Incandescente	8 Watts	720	2,4
LED	8 Watts	720	2,4

Figura 13: Informação da Lâmpada e Potência.

O Simulador dará as seguintes informações:

1. Quantidade de lâmpadas a utilizar;
2. Quantidade de lúmens utilizados;
3. Vida média de cada lâmpada
4. Potencia total instalada
5. Consumo mensal em kWh/mês
6. Custo do Projeto
7. Retorno do capital investido

Figura 14: Resultado do Simulador

Descrição	Área [m <sup>2</sup> ]	Seleção de Lâmpadas			Preço da Lâmpada [R\$]	Comparação de Lâmpadas para Cálculo do Retorno de Investimento				Preço da Lâmpada [R\$]	Retorno do Investimento [meses]	Economia Durante a Vida Útil da Lâmpada [R\$]	Investimento Inicial [R\$]	
		Tipo	Potência	Vida Útil [horas]		Resultado	Tipo	Potência	Vida Útil [horas]					Resultado
Sala de jantar	12	Incandescente	100 Watts	1.000	3 lâmpadas	1,50	LFC	20 Watts	8.000	4 lâmpadas	10,00	✓ 9,0	✓ 315,98	✓ 35,50
Sala de TV	12	Incandescente	100 Watts	1.000	3 lâmpadas	1,50	LED	19 Watts	50.000	3 lâmpadas	15,00	✓ 8,5	✓ 2.593,56	✓ 40,50
Sala de estar	10,2	Fluorescente	20 Watts	7.500	4 lâmpadas	5,00	LFC	15 Watts	8.000	4 lâmpadas	10,00	✓ 130,2	✗ -6,35	✓ 20,00
Cozinha	3,96	LED	8 Watts	50.000	2 lâmpadas	10,00	LFC	9 Watts	8.000	4 lâmpadas	10,00	✗ -25,7	✗ -89,12	✓ 20,00
<b>Galpão Industrial</b>	<b>600</b>	<b>Vapor Metálico</b>	<b>400 Watts</b>	<b>13.000</b>	<b>14 lâmpadas</b>	<b>10,00</b>	<b>Fluorescente</b>	<b>110 Watts</b>	<b>7.500</b>	<b>49 lâmpadas</b>	<b>7,00</b>	<b>✓ 302,7</b>	<b>✗ -147,11</b>	<b>✓ 203,00</b>

## VI. CONCLUSÃO

A principal conclusão é: pequenos detalhes trazem grandes economias. Se todos se preocuparem com a economia de energia, haverá um reflexo muito grande nos recursos retirados da natureza. Economia, energia renovável, novas tecnologias, são palavras indispensáveis para a humanidade hoje.

## VII. REFERÊNCIAS

- [1] Cotrim, Ademaro Alberto M. B – Instalações Elétricas, Quarta Edição, Editora Pearson Makron Books; Brasil, 2003;
- [2] Niskier, Julio; Macintyre, A. J. – Instalações Elétricas, Quarta Edição, Editora, LTC; 2000;
- [3] Inmetro. <http://www.inmetro.gov.br>. Acesso em 30 de Novembro de 2009.
- [4] CSR. Distribuidor de lâmpadas. Disponível em <http://www.csr.com.br>. Acesso em 30 de Novembro de 2009.
- [5] Osram. Fabricante de lâmpadas. Disponível em <http://br.osram.info>. Acesso em 30 de Novembro de 2009.
- [6] Apliquim. Soluções para um mundo sustentável. Disponível em <http://www.apliquim.com.br> Acesso em 30 de Novembro de 2009.

### Direitos autorais

Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído neste artigo.

## VII. BIOGRAFIA



Thais Santos Castro nasceu em Guaratinguetá, interior do estado do São Paulo, em 25 de Novembro de 1979, obteve o título de Técnico em Eletrônica pelo Colégio Técnico Industrial de Guaratinguetá – UNESP em 1998, graduada na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP no curso de Engenharia Mecânica, campus de Guaratinguetá obtendo o título de Engenheira Mecânica em 2008, está com o mestrado em andamento Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, campus de Guaratinguetá.

Experiência profissional: Embraer S/A, onde atua como projetista aeronáutico desde junho de 2000 até hoje.

