

**UNESP-UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS EXPERIMENTAL ITAPEVA
ENGENHARIA INDUSTRIAL MADEIREIRA**

DIEGO DE SENA SANTOS

**PLANO DE ILUMINAÇÃO EXTERNA DA UNESP CAMPUS
ITAPEVA COM BASE EM LED E ENERGIA SOLAR**

Itapeva /SP
2011

DIEGO DE SENA SANTOS

**PLANO DE ILUMINAÇÃO EXTERNA DA UNESP CAMPUS
ITAPEVA COM BASE EM LED E ENERGIA SOLAR**

Trabalho de Graduação apresentado à Universidade Estadual Paulista' Campus Experimental de Itapeva no curso de Engenharia Industrial Madeireira como requisito para a conclusão do curso de Engenharia Industrial Madeireira.

Orientador: Prof. Dr. Fernando de Lima Caneppele.

Itapeva /SP
2011

Santos, Diego de Sena

S237p Plano de iluminação externa da UNESP Campus Itapeva
com base em LED e energia solar / Diego de Sena Santos – –
Itapeva, 2011
53 f.; il.

Trabalho de Graduação do Curso Engenharia Industrial
Madeireira apresentado ao Campus Experimental de Itapeva –
UNESP, 2011

Orientador: Prof. Dr. Fernando de Lima Caneppele

Banca examinadora: Prof. Dr. Marcos Tadeu Tibúrcio

Gonçalves; Prof. Alexandre Jorge Duarte de Souza

Inclui bibliografia

1. Iluminação. 2. Diodo emissores de luz. 3. Energia solar.
I. Título. II. Itapeva - Curso de Engenharia Industrial
Madeireira.

CDD 621.32

**UNESP-UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS EXPERIMENTAL ITAPEVA
ENGENHARIA INDUSTRIAL MADEIREIRA**

**PLANO DE ILUMINAÇÃO EXTERNA DA UNESP CAMPUS
ITAPEVA COM BASE EM LED E ENERGIA SOLAR**

DIEGO DE SENA SANTOS

**ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO
COMO PARTE REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
GRADUADO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL MADEIREIRA**

**APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL MADEIREIRA**

**Prof. Dr. José Cláudio Caraschi
Coordenador de Curso**

BANCA EXAMINADORA:

**Prof. Dr. Fernando de Lima Caneppele
Orientador – Campus Experimental de Itapeva/UNESP**

**Prof. Dr. Marcos Tadeu Tibúrcio Gonçalves
Campus Experimental de Itapeva/UNESP**

**Prof. Dr. Alexandre Jorge Duarte de Souza
Campus Experimental de Itapeva/UNESP**

Dedico este trabalho a minha mãe por toda paciência e dedicação que ela teve com a continuidade de meus estudos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe (Dona Lourdes) e minha mulher (Ana Lucia), pois essas foram as pessoas que estiveram a meu lado nos dias mais difíceis, principalmente minha mãe que sempre me ensinou junto com a vida a continuar.

Aqui também faço questão de agradecer meu orientador por ceder seu tempo para me orientar e ensinar sobre esse e outros temas.

“Cada dia é o dia do julgamento, e nós, com nossos atos e nossas palavras, com nosso silêncio e nossa voz, vamos escrevendo continuamente o livro da vida. A luz veio ao mundo e cada um de nós deve decidir se quer caminhar na luz do altruísmo construtivo ou nas trevas do egoísmo. Portanto, a mais urgente pergunta a ser feita nesta vida é: O que fiz hoje pelos outros?”

Martin Luther King

RESUMO

Este trabalho consiste na elaboração do Plano de Iluminação Externa da UNESP Campus Itapeva com base em LED e Energia Solar. Para isso, primeiramente foi feita uma coleta de dados das medidas dos locais de trânsito através do software Google Earth 6 e assim dividir o local em setores, para depois realizar uma análise das características e da faixa etária do local. Com esses dados foi possível determinar a necessidade do iluminamento médio do local igual a 30 lux. Após esses procedimentos foi possível determinar o tipo de conjuntos que iria realizar o papel de fonte de iluminação, sendo escolhido o kit 20/20 LED do fabricante Sol, que contém desde a luminária com a placa solar até o poste. Sendo assim foi determinado o número de postes para cada setor, que ficou no total de 72 e após isso a determinação do local de cada ponto de iluminação.

Palavras-chave: iluminação externa, LED, energia solar, UNESP Itapeva, luminotécnica.

ABSTRACT

This work presents the development of the External Lighting Plan UNESP in the Itapeva Campus based LED and Solar Energy. Firstly it was made a collection of data from measurements of the local transit through the Google Earth 6 software and divide the local in sectors, and then perform an analysis of characteristics and age of the site. With these data it was possible to determine the average luminance the place, in 30 lux. After these procedures was possible to determine the type of sets that would perform the role of bridge lighting the kit chosen was the 20/20 Sun LED manufacturer, since it contains the luminaire with the solar panel to the pole. Therefore we determined the number of poles for each sector, which was 72 in total and. After the determination of the location of each point lighting.

Keywords: external lighting, LED, solar energy, UNESP Itapeva, illumination.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Faixa visível ao olho humano	17
Figura 2: representação de fluxo luminoso	18
Figura 3: Intensidade Luminos	19
Figura 4: Tempera de cor.	20
Figura 5: Representação de uma lâmpada incandescente.....	21
Figura 6: Corte de uma lâmpada fluorescente	22
Figura 7: Tipos de LED	23
Figura 8: Corte de um LED	23
Figura 9: Luminária	24
Figura 10: Desenho esquemático de uma turbina eólica moderna	27
Figura 11: Célula fotovoltaica	30
Figura 12: Representação célula fotovoltaica.....	31
Figura 13: Vista aérea do Campus Experimental de Itapeva	32
Figura 14: Tela do Google Earth 6	33
Figura 15: Representação do Campus da UNESP Itapeva dividido em setores.....	34
Figura 16: Medidas da luminária 20/20 LED	41
Figura 17: Kit 20/20 LED.....	42
Figura 18: Luminária 20/20 LED instalada no poste	42
Figura 19: Disposição dos pontos de iluminação do setor I	46
Figura 20: Disposição dos pontos de iluminação do setor II.....	46
Figura 21: Disposição dos pontos de iluminação do setor III	46
Figura 22: Disposição dos pontos de iluminação do setor IV	47
Figura 23: Disposição dos pontos de iluminação do setor V	47
Figura 24: Disposição dos pontos de iluminação do setor VI	48
Figura 25: Disposição dos pontos de iluminação do setor VII.....	48
Figura 26: Disposição dos pontos de iluminação do setor VIII	48
Figura 27: Disposição dos pontos de iluminação do setor IX	49
Figura 28: Disposição dos pontos de iluminação do setor X	49
Figura 29: Disposição dos pontos de iluminação do setor XI	49
Figura 30: Disposição dos pontos de iluminação do setor XII.....	50

Figura 31: Disposição dos pontos de iluminação do setor XIII	50
Figura 32: Disposição dos pontos de iluminação do setor XIV	50

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Classificação de luminária segunda a CIE	25
Tabela 2: Iluminâncias por classes de tarefas visuais	35
Tabela 3: Fatores determinantes da iluminância adequada	35
Tabela 4: Fator de Depreciação	37
Tabela 5: Medidas dos setores do Campus UNESP Itapeva	39
Tabela 6: Tabela do Fator de Utilização da luminária 20/20 LED	43
Tabela 7: Valores do fator de local e fator de utilização para cada setor.....	44
Tabela 8: Número de luminárias para cada setor.....	45

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	14
2- OBJETIVO	16
2.1- Objetivos Gerais	16
2.2- Objetivos Específicos	16
3- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1- Luminotécnica	17
3.1.1- Luz	17
3.1.1.1- Radiação Ultravioleta (UV)	17
3.1.1.2- Radiação Infravermelha (IV)	18
3.1.2. Grandezas de Luminotécnica	18
3.1.2.1- Lúmen (lm)	18
3.1.2.2- Fluxo Luminoso	18
3.1.2.3- Intensidade Luminosa	19
3.1.2.4- Eficiência Luminosa	19
3.1.2.5- Fator de Local (K)	19
3.1.2.6- Temperatura de Cor	20
3.1.3- Tipos de Lâmpada	21
3.1.3.1- Lâmpada Incandescente	21
3.1.3.2- Lâmpada Fluorescente	21
3.1.3.3- Lâmpada de LED	23
3.1.4- Luminária	23
3.2- Energia	25
3.2.1- Energias Alternativas	26
3.2.1.1- Energia Eólica	26
3.2.1.2- Energia Solar	28
3.2.1.2.1- Energia Heliotérmica	29
3.2.1.2.2- Célula Fotovoltaica	29
4- MATERIAIS E MÉTODOS	32
4.1- Local de Estudo	32
4.2- Obtenção de Dados	33

4.3- Formas de Cálculo.....	34
4.3.1- Determinação do Iluminamento Médio do Local	35
4.3.2- Determinação da Luminária e Lâmpada	36
4.3.3- Determinação da Placa Solar, Poste e Acessórios	36
4.3.4- Determinação do Fator de Utilização (F_u)	37
4.3.5- Determinação do Fator de Depreciação (F_d)	37
4.3.6- Determinação do Número de Luminárias (N_l).....	37
4.3.7- Distribuição dos Pontos de Iluminação.....	38
5- RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
5.1- Obtenção dos Dados.....	39
5.2- Cálculo	40
5.2.1- Determinação do Iluminamento Médio do Local	40
5.2.2- Determinação da Luminária e Lâmpada	40
5.2.3- Determinação da Placa Solar, Poste e Acessórios	41
5.2.4- Determinação do Fator de Utilização (F_u)	43
5.2.5- Determinação do Fator de Depreciação (F_d)	44
5.2.6- Determinação do Número de Luminárias (N_l).....	44
5.2.7- Distribuição dos Pontos de Iluminação.....	45
6- CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

1. INTRODUÇÃO

Desde a era pré-histórica o ser humano tem a necessidade de obter fontes de iluminação artificiais para aumentar sua segurança, ou até mesmo, realizar suas atividades à noite com maior precisão.

Com a descoberta do fogo o homem percebeu que com ele não apenas conseguiria se aquecer e cozinhar os alimentos, mas também conseguiria enxergar a noite, com isso o homem começou a dotar suas habitações de sistemas de iluminação artificial. No início eram tochas rudimentares (pedaços de pau com pano na ponta embebido em alguma forma de óleo), método esse nada eficiente e duradouro, com o tempo surgiram as lamparinas e com a modernidade vieram sistemas elétricos como as lâmpadas, estando essas evoluindo até hoje sem parar.

A primeira lâmpada elétrica que se tem notícia, diferente que as pessoas acham, foi a lâmpada de arco voltaico, criada no final do século XIX por Humphry Davy (SNEF, 2011), consistia de dois bastões pontiagudos de carbono que ao ser energizado por uma bateria gera um arco voltaico com alta luminosidade, sendo esse fator e alta necessidade de manutenção o impedimento no uso de ambientes residenciais e comerciais.

Apesar de vários outros inventores já tivessem criados lâmpadas incandescentes antes o primeiro a criar uma lâmpada viável para comercialização foi Thomas Alva Edison (LUZ, 2003), em 1879, no qual consistia de um fio de linha carbonizado em um invólucro de vidro hermeticamente fechado que quando energizado produzia uma luz amarela bem fraca.

A primeira lâmpada com boa eficiência energética foi aparecer no mercado consumidor em 1938, criada por Nikola Tesla foi chamada de lâmpada fluorescente. Diferente das outras lâmpadas antes criada, basicamente, ela funciona pela ionização de gases, que emite mais energia eletromagnética em forma de luz do que calor, dotando-a assim de maior eficiência.

Outro tipo de lâmpada que tem grande eficiência energética é a lâmpada de LED, esse diodo emissor de luz é a tendência do futuro, em questão de iluminação, por apresentar baixíssimo consumo de energia comparada as lâmpadas convencionais e proporcionar alta qualidade de iluminação

Com a necessidade de melhorar a qualidade e aumentar a eficiência dos sistemas de iluminação surgiu a luminotécnica. Luminotécnica ou luminotecnia é a ciência que estuda a aplicação da luz artificial tanto em espaços internos como externos e com isso definiu a

quantidade e qualidade de distribuição de luz suficiente para a natureza dos trabalhos a realizar.

No caminho de aumentar a qualidade de iluminação e reduzir o consumo energético o homem teve que procurar novas formas mais ecologicamente correta e baratas para fornecer energia para sua iluminação e hoje a tendência é a instalação de placas solares. Esse tipo de equipamento consiste de células fotovoltaicas que ao ser irradiada por luz solar produzem energia elétrica.

2. OBJETIVO

2.1. Objetivos Gerais

O intuito desse trabalho é elaborar um plano de iluminação externa (áreas de locomoção) para o Campus da UNESP Itapeva utilizando lâmpadas de LED e o fornecimento de energia através de placas solares.

2.2. Objetivos Específicos

Especificamente o intuito desse trabalho é determinar:

- o iluminamento médio do local;
- o tipo de luminária e lâmpada;
- o tipo de placa solar necessária;
- o número de luminárias.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Luminotécnica

Luminotécnica ou luminotecnia é a ciência que estuda a aplicação da luz artificial tanto em espaços internos como externos (UNICAMP, 2004) e com isso define quantidade e qualidade de distribuição de luz suficiente para a natureza dos trabalhos a realizar.

3.1.1. Luz

A luz é uma forma de onda eletromagnética visível ao olho humano na faixa entre 380 e 780 nm (LUZ, 2003), conforme a Figura 1.

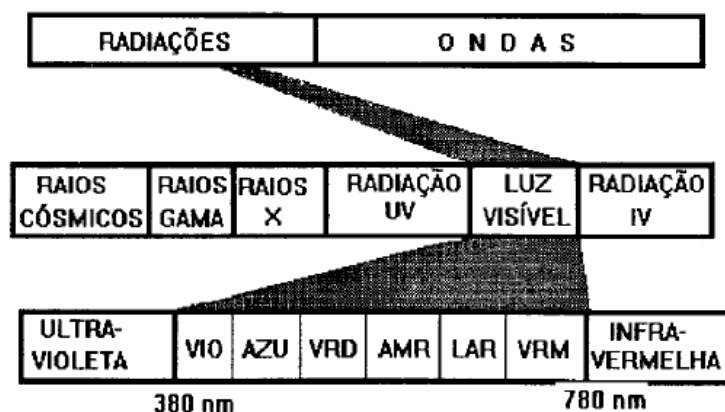


Figura 1: Faixa visível ao olho humano (LUZ, 2003).

Apesar do olho humano só conseguir captar uma pequena faixa do espectro das ondas eletromagnéticas elas existem em uma faixa muito maior, como a radiação ultravioleta e a infravermelha.

3.1.1.1. Radiação Ultravioleta (UV)

Esse tipo de radiação está na faixa de frequência de 15 a 380 nm e se caracteriza, segundo Luz (2003) “por sua elevada ação química e pela excitação da fluorescência de diversas substâncias”.

3.1.1.2. Radiação Infravermelha (IV)

Esse tipo de radiação está na faixa de frequência de 780 a 10.000 nm. Apesar de não ser uma forma de luz visível pelos vertebrados ela pode ser percebida na forma de calor ou traduzida para os olhos humanos através de aparelhos que interpretam essa intensidade de calor utilizando cores (DANO & et al., 2001).

3.1.2. Grandezas de Luminotécnica

Nessa parte será abordado algumas grandezas da luminotécnica para facilitar a compreensão do trabalho.

3.1.2.1. Lúmen (lm)

Nada mais é que uma quantidade de medida relacionada à óptica, ou seja, é o fluxo luminoso dentro de um cone de 1 esterradiano (ângulo sólido de um cone que, tendo o vértice no centro de uma esfera, intersecta na superfície dessa esfera uma área igual à de um quadrado cujo lado tem um comprimento igual ao raio da esfera), emitido por um ponto luminoso com intensidade de 1 candela (intensidade luminosa emitida por uma fonte, em uma dada direção, de luz monocromática de frequência 540×10^{12} hertz e cuja intensidade de radiação em tal direção é de 1/683 watts por esterradiano) em todas as direções (ANSI, 1993).

3.1.2.2. Fluxo Luminoso

É a radiação total emitida por uma fonte luminosa, Figura 2.



Figura 2: representação de fluxo luminoso (PHILIPS, 2007).

Também podemos definir como a quantidade total de luz emitida a cada segundo por uma fonte luminosa (PHILIPS, 2007), essa grandeza tem como unidade o lúmen (lm).

3.1.2.3. Intensidade Luminosa

É o fluxo luminoso irradiado na direção de um ponto específico (OSRAM, 2004), representado na Figura 3.

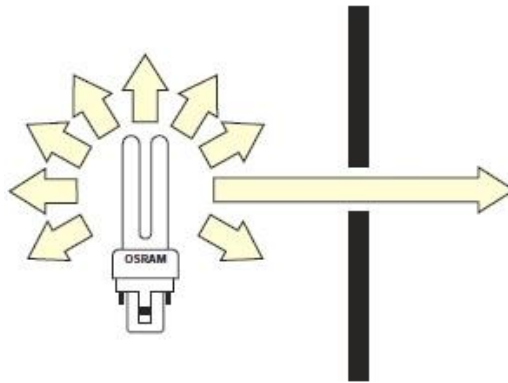


Figura 3: Intensidade Luminosa (OSRAM, 2004).

3.1.2.4. Eficiência Luminosa

É o quociente entre o fluxo luminoso emitido pela potencia consumida (LUZ, 2003). Dessa maneira a eficiência luminosa mostra quanto de luz produz varias fontes luminosas com um mesmo consumo, sendo que, quanto maior for esse índice maior é a eficiência.

3.1.2.5. Fator de Local (K)

Segundo Freitas (2009) o fator de local (equação I) permite diferenciar locais com mesma superfície total, mas com formato diferente (quadrado, retangular, alongado, entre outros), e também incorpora a influência da distância entre o plano das luminárias e o plano de trabalho.

$$K = \frac{C \cdot L}{H(C + L)} \quad \text{Equação I}$$

Onde:

- K : fator do local;
- C : comprimento do local (m);
- L : largura do local (m);
- H : altura de montagem das luminárias (m).

3.1.2.6. Temperatura de Cor

Expressa a aparência de cor da luz emitida pela fonte de luz, tendo como unidade de medida o Kelvin (K). Quando falamos em luz quente ou fria, não estamos nos referindo ao calor físico da lâmpada, e sim a tonalidade de cor que ela apresenta ao ambiente (PHILIPS, 2007).

Quanto mais amarela a cor da fonte de luz mais quente é a luz e quanto mais branco a cor da fonte de luz mais fria é a luz, Figura 4, (OSRAM, 2004). Luz com tonalidade de cor mais suave torna-se mais aconchegante e relaxante, luz mais clara mais estimulante.

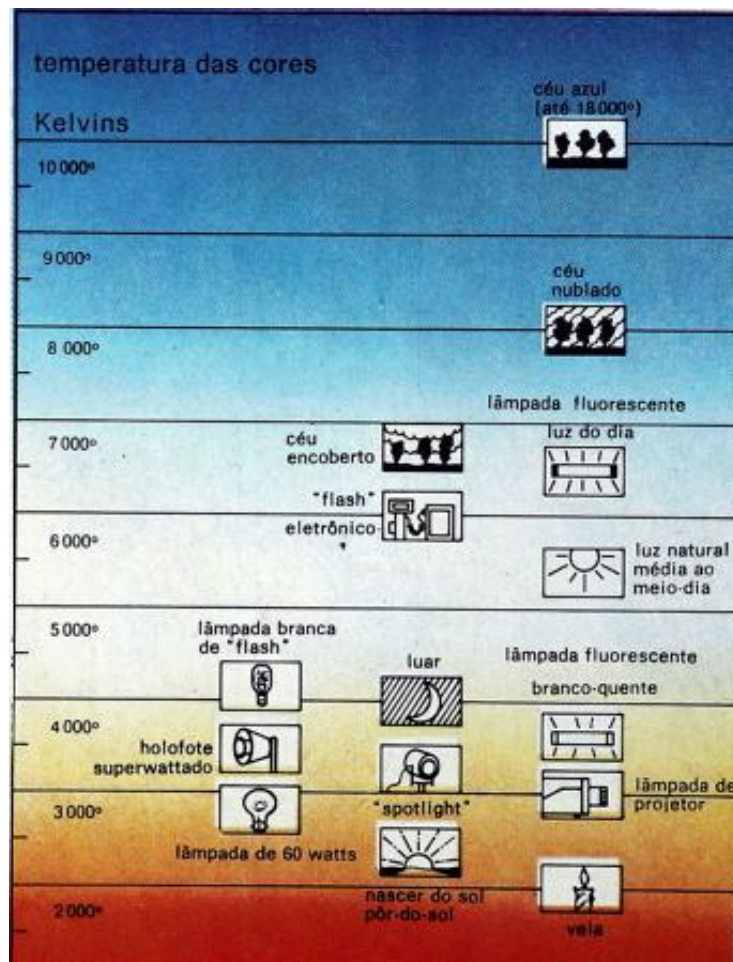


Figura 4: Temperatura de cor.

3.1.3. Tipos de Lâmpada

Basicamente existem três tipos de lâmpadas, as incandescentes, as fluorescentes e as de LED. Sendo que cada uma tem suas particularidades quanto a construção e funcionamento.

3.1.3.1. Lâmpada Incandescente

De um modo geral esse tipo de lâmpada através de um filamento transforma energia elétrica em energia luminosa e térmica (efeito Joule).

Em um bulbo selado cheio de gás, normalmente inerte, em conjunto com a rosca que se encontra os contatos, uma corrente elétrica atravessa um filamento de tungstênio que o faz brilhar (Figura 5). Com esse método de geração de luz, apenas cerca de 5% da energia consumida é convertida em luz, e o resto é perdido como calor.

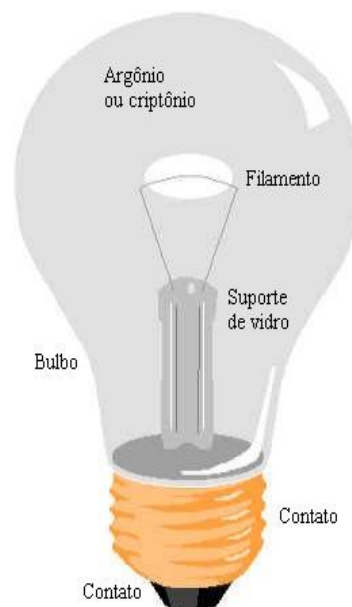


Figura 5: Representação de uma lâmpada incandescente (LUZ, 2003).

Segundo o INMETRO uma lâmpada incandescente tem uma vida útil aproximada de 3500 h, muito menor em comparação com outros tipos.

3.1.3.2. Lâmpada Fluorescente

Em condições normais de temperatura e pressão os gases dificilmente conduzem

correntes elétricas. Mas gases e vapores rarefeitos, contudo, permitem a passagem de eletricidade com relativa facilidade, provocando efeitos luminosos como a emissão de luz.

Dessa forma, esse é o princípio da lâmpada fluorescente (Figura 6), dentro de um envoltório de vidro de uma lâmpada fluorescente há argônio e vapor de mercúrio, no estado rarefeitos. Em cada extremidade do tubo há um eletrodo sob a forma de um filamento, revestido com um óxido. Quando se liga a lâmpada, os filamentos se aquecem e emitem elétrons, esse processo inicia a ionização do gás. Um starter (disparador) interrompe então o circuito, automaticamente, e desliga o aquecimento dos filamentos. O reator, ligado à lâmpada, produz imediatamente um impulso de alta voltagem, que inicia a descarga no argônio. Essa descarga aquece e vaporiza o mercúrio, cuja maior quantidade está inicialmente sob estado líquido.

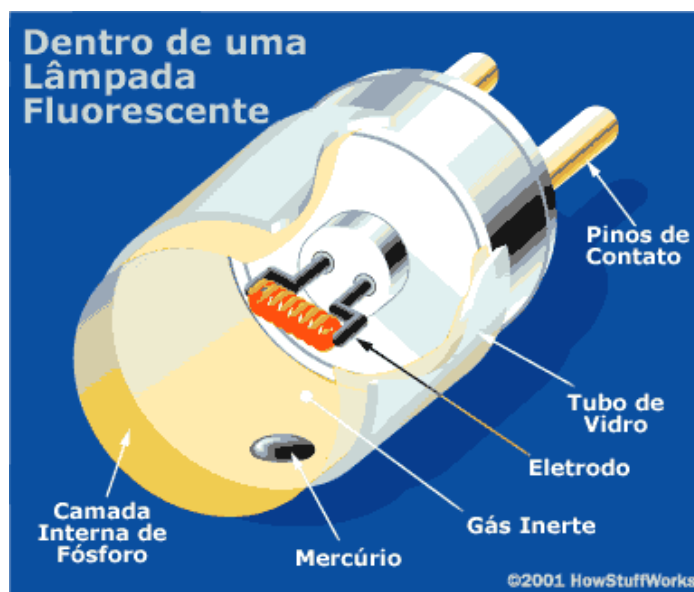


Figura 6: Corte de uma lâmpada fluorescente.

Os elétrons provenientes do filamento chocam-se com as moléculas de gás mercúrio contidas no tubo, o que produz não só a excitação como também a ionização dos átomos. Ionizados, os átomos do gás são acelerados pela diferença de voltagem entre os terminais do tubo, e ao se chocarem com outros átomos provocam outras excitações.

O retorno desses átomos ao estado fundamental ocorre com a emissão de fótons de energia correspondente à radiações visíveis e ultravioleta (invisíveis). A radiação ultravioleta, ao se chocar com o revestimento fluorescente do tubo (fósforo), produz luz visível.

Segundo o INMETRO uma lâmpada fluorescente tem uma vida útil aproximada de

10000 h, uma evolução em relação às incandescentes.

3.1.3.3. Lâmpada de LED

O LED, Figura 7, (*Light Emitting Diode* ou em português Diodo Emissor de Luz) é um diodo semicondutor (junção P-N), quando energizado emite luz visível. Apesar da luz não ser monocromática ela consiste de uma banda espectral relativamente estreita e é produzida pelas interações energéticas dos elétrons (STEVEN, 2002).



Figura 7: Tipos de LED.

O funcionamento do LED é relativamente simples (figura 8). Diferente da maioria dos componentes eletrônicos, que liberam energia através do calor, o LED consegue liberar a energia excedente na forma de luz. Antigamente, os LED's só emitiam luzes coloridas, porque tinham uma carcaça colorida, a qual quando iluminada pelo raio produzido pelo LED, fornecia uma cor específica.

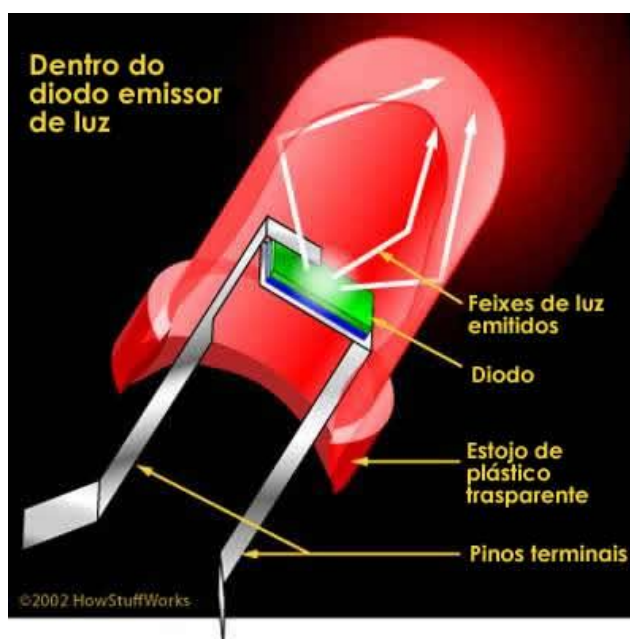


Figura 8: Corte de um LED.

Com a evolução do processo de construção do LED, estes componentes passaram a emitir luzes em cores diferentes, mesmo tendo uma carcaça transparente. Além disso, surgiram os LED's capazes de reproduzir várias cores, sendo assim, um mesmo componente poderia criar centenas ou até milhares de cores diferentes. Claro que para isso, a tecnologia no componente evoluiu muito, mas o modo de funcionamento continuou quase o mesmo. Através de um controle de alta precisão na corrente elétrica, o LED consegue emitir tonalidades de cores diferentes, o que se tornou um fator muito importante para as novas tecnologias que têm aderido este pequenino item da eletrônica (MORAES, 2002).

A cor, portanto, depende do cristal e da impureza de dopagem com que o componente é fabricado. O LED que utiliza o arsenieto de gálio emite radiações infravermelhas. Dopando-se com fósforo, a emissão pode ser vermelha ou amarela, de acordo com a concentração. Utilizando-se fosfeto de gálio com dopagem de nitrogênio, a luz emitida pode ser verde ou amarela. Hoje em dia, com o uso de outros materiais, consegue-se fabricar LED's que emitem luz azul, violeta e até ultravioleta. Existem também os LED's brancos, mas esses são geralmente LED's emissores de cor azul, revestidos com uma camada de fósforo do mesmo tipo usado nas lâmpadas fluorescentes, que absorve a luz azul e emite a luz branca, essa última muito utilizada na iluminação tanto industrial como residencial.

3.1.4. Luminária

As luminárias (Figura 9) são aparelhos muito simples com a função de proteger as lâmpadas, concentrar o fecho luminoso, orientar, difundir a luz, minimizar o ofuscamento, além de proporcionar um efeito decorativo, normalmente são constituídas de um corpo refletor (controlador de luz) e um vidro de proteção.



Figura 9: Luminária (PHILIPS, 2010).

A parte mais importante da luminária é controlador de luz, segundo PROCEL (2007) o controlador de luz é a parte da luminária projetada para modificar a distribuição espacial das lâmpadas, podendo ser do tipo refletor, refrator, difusor, lente e colmeia. Tipo de refletor utilizado irá influenciar no rendimento do sistema de iluminação.

No caso de luminárias para edificações, embora se utiliza basicamente lâmpadas fluorescentes, a diversidade de tipos é extensa e variada, variedade esta provocada não só pelo número e potência das lâmpadas utilizadas e pelos modos de instalação e montagem, mas principalmente pela forma de controle de luz.

Devido a esta diversidade, a classificação dos tipos de luminárias é bastante problemático, porém será apresentado aqui a classificação feita pela CIE (Comission Internacionale de L'Eclairage) baseada na percentagem do fluxo luminoso total dirigido para cima ou para baixo de um plano horizontal de referência (LUZ, 2003).

Para melhor compreender os diversos tipos de luminárias, é importante observar a Tabela 1.

Tabela 1: Classificação de luminária segunda a CIE (LUZ, 2003)

Classificação da Luminária	Fluxo Luminoso em Relação ao Plano Horizontal (%)	
	Para o Teto	Para o Plano de Trabalho
Direta	0-10	90-100
Semi-direta	10-40	60-90
Indireta	90-100	0-10
Semi-indireta	60-90	10-40
Difusa	40-60	60-40

3.2. Energia

A energia é o fator determinante para o desenvolvimento econômico e social ao fornecer apoio mecânico, térmico e elétrico às ações humanas (ANEEL, 2008). Isso ocorre, pois para movimentar maquinários, ou até mesmo, funcionar aparelhos eletrônicos é necessário ter alguma forma de energia. Sendo o funcionamento desses elementos essenciais para produção de produtos e serviços.

Mas geralmente a produção de energia está associada a geração de poluição que com o passar do tempo vem gerando inúmeros problemas a sociedade, devido a esse fato na

atualidade vem crescendo a pesquisa de formas alternativas e não poluentes para geração de energia.

3.2.1. Energias Alternativas

Na busca de novas formas de reduzir o consumo de energia na área de iluminação surgiram novas formas de fornecer energia para essa área. Dentre elas temos a energia eólica e a energia solar como fontes alternativas. Sendo que, nos últimos anos a que mais gera energia no país é a eólica (concentrada no estado no Ceará, devido a alta qualidade dos ventos) que gera por volta de 272650 KW/ano, cerca de 0,26% da produção nacional, já a solar que produz apenas 20 KW/ano vem se adaptando muito bem devido a sua fácil instalação e o poder de se obter em qualquer lugar, sendo a mais cotada para crescer (ANEEL, 2008).

3.2.1.1. Energia Eólica

Segundo ANEEL (2008), a energia eólica é, basicamente, aquela obtida da energia cinética (do movimento) gerada pela migração das massas de ar provocada pelas diferenças de temperatura existentes na superfície do planeta. Não existem informações precisas sobre o período em que ela começou a ser aplicada, visto que desde a antiguidade dá origem à energia mecânica utilizada na movimentação dos barcos e em atividades econômicas básicas como bombeamento de água e moagem de grãos.

O maquinário fundamental para proporcionar a existência da produção de energia eólica é a turbina eólica, melhor visto na Figura 10. Geração eólica ocorre pelo contato do vento com as pás do cata-vento, elementos integrantes da usina. Ao girar, essas pás dão origem à energia mecânica que aciona o rotor do aerogerador, que produz a eletricidade. A quantidade de energia mecânica transferida – e, portanto, o potencial de energia elétrica a ser produzida – está diretamente relacionada à densidade do ar, à área coberta pela rotação das pás e à velocidade do vento (ANEEL, 2008).

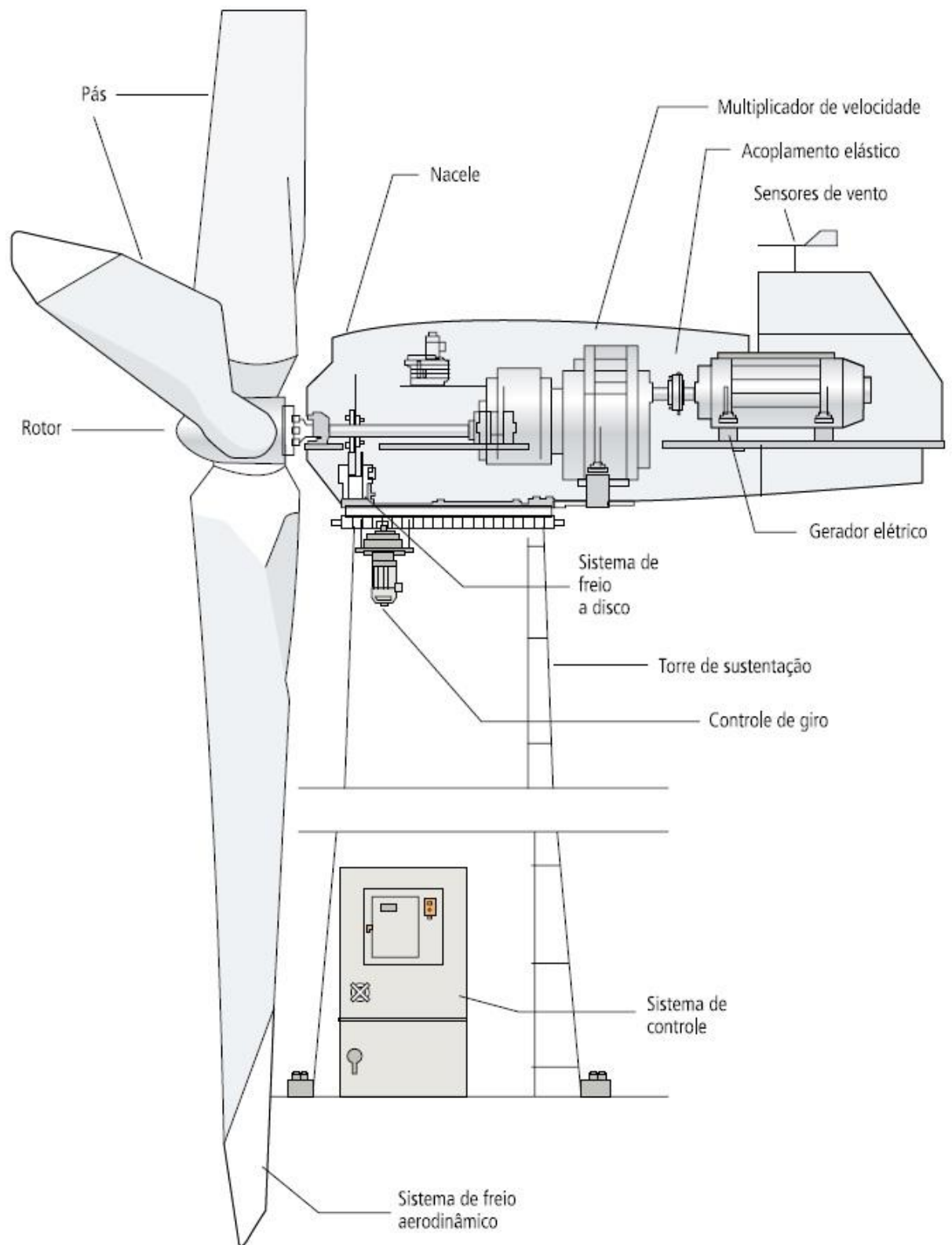


Figura 10: Desenho esquemático de uma turbina eólica moderna (ANEEL, 2008).

3.2.1.2. Energia Solar

A energia solar é a forma mais abundante de energia disponível do mundo, mas também é uma das formas mais diluídas e intermitentes que existe na atualidade (KREIDER & KREITH, 1985).

Sendo assim, ocorre com ela, assim como as demais participantes do grupo de alternativas, o fato da participação da energia solar ser pouco expressiva na matriz mundial. Ainda assim, ela aumentou mais de 2.000% entre 1996 e 2006. Em 2007, a potência total instalada atingiu 7,8 mil MW, conforme estudo do *Photovoltaic Power Systems Programme*, da IEA. Para se ter uma idéia, ela corresponde a pouco mais de 50% da capacidade instalada da usina hidrelétrica de Itaipu, de 14 mil MW (ANEEL, 2008).

Segundo a ANEEL (2008) “a energia solar chega à Terra nas formas térmica e luminosa. Segundo o estudo sobre outras fontes constante do Plano Nacional de Energia 2030, produzido pela Empresa de Pesquisa Energética, sua irradiação por ano na superfície da Terra é suficiente para atender milhares de vezes o consumo anual de energia do mundo. Essa radiação, porém, não atinge de maneira uniforme toda a crosta terrestre. Depende da latitude, da estação do ano e de condições atmosféricas como nebulosidade e umidade relativa do ar.

Ao passar pela atmosfera terrestre, a maior parte da energia solar manifesta-se sob a forma de luz visível de raios infravermelhos e de raios ultravioleta. É possível captar essa luz e transformá-la em alguma forma de energia utilizada pelo homem: térmica ou elétrica. São os equipamentos utilizados nessa captação que determinam qual será o tipo de energia a ser obtida.

Se for utilizada uma superfície escura para a captação, a energia solar será transformada em calor. Se utilizadas células fotovoltaicas (painéis fotovoltaicos), o resultado será a eletricidade. Os equipamentos necessários à produção do calor são chamados de coletores e concentradores – pois, além de coletar, às vezes é necessário concentrar a radiação em um só ponto. Este é o princípio de muitos aquecedores solares de água.

Para a produção de energia elétrica existem dois sistemas: o heliotérmico e o fotovoltaico. No primeiro, a irradiação solar é convertida em calor que é utilizado em usinas termelétricas para a produção de eletricidade. O processo completo compreende quatro fases: coleta da irradiação, conversão em calor, transporte e armazenamento e, finalmente, conversão em eletricidade. Já no sistema fotovoltaico, a transformação da radiação solar em eletricidade é direta. Para tanto, é necessário adaptar um material semicondutor (geralmente o

silício) para que, na medida em que é estimulado pela radiação, permita o fluxo eletrônico (partículas positivas e negativas)”.

3.2.1.2.1. Energia Heliotérmica

Esse tipo de energia basicamente recebe a energia térmica vinda do sol e aquece um fluido de transporte, sendo assim usado em uma usina termoelétrica.

Segundo Cavalcanti & Brito (1999) “no desenvolvimento de tecnologias heliotérmicas a atenção tem se voltado para o aperfeiçoamento de vários processos, a saber: a captação da radiação solar; sua conversão para aquecer; o transporte e armazenamento do calor e sua conversão final para eletricidade. Assim, as tecnologias de heliotérmicas (cilindros parabólicos, torres centrais, e discos parabólicos) baseiam-se em quatro componentes básicos: coletor, receptor, transporte-armazenamento, e conversão de potência. O coletor captura e concentra a radiação solar que é entregue então ao receptor. O receptor absorve a luz solar concentrada e transfere a energia térmica a alta temperatura para um fluido de trabalho. O sistema de transporte-armazenamento leva o fluido do receptor para o sistema de conversão de potência; em algumas plantas heliotérmicas uma parte da energia térmica é armazenada para uso posterior. O sistema de conversão de potência consiste de uma máquina térmica que aciona um gerador elétrico assegurando a conversão da energia térmica em energia elétrica, de forma semelhante a geração de eletricidade convencional a partir de combustíveis fósseis ou fontes nucleares.

As tecnologias heliotérmicas concentram radiação solar por meio de refletores ou lentes que rastream o sol, focalizando os raios solares sobre um receptor, onde a energia solar é absorvida como calor para em seguida ser convertida em eletricidade ou incorporada a produtos na forma de energia química, como no caso da produção do gás de síntese”.

3.2.1.2.2. Célula Fotovoltaica

Células fotovoltaicas (Figura 11) também denominadas de célula solar, são placas normalmente a base de silício (semicondutor), com a função de converter raios do sol em energia elétrica.



Figura 11: Célula fotovoltaica.

De uma forma básica o processo de obtenção de energia solar ocorre da seguinte maneira, quando a luz do sol atinge o semiconductor na região dessa junção, o campo elétrico existente permite o estabelecimento do fluxo eletrônico, antes bloqueado, e dá início ao fluxo de energia na forma de corrente contínua. Quanto maior a intensidade de luz, maior o fluxo de energia elétrica. Um sistema fotovoltaico não precisa do brilho do sol para operar. Ele também pode gerar eletricidade em dias nublados (ANEEL, 2008).

O silício apresenta-se normalmente como areia e só através de métodos adequados obtém-se o silício em forma pura. O cristal de silício puro não possui elétrons livres e, portanto é mau condutor elétrico, para alterar isto acrescentam-se porcentagens de outros elementos, processo esse denominado de dopagem. A dopagem do silício com o fósforo obtém-se um material com elétrons livres ou materiais com portadores de carga negativa (silício tipo N).

Realizando o mesmo processo, mas agora acrescentado boro ao invés de fósforo, obtém-se um material com características inversas, ou seja, falta de elétrons ou material com cargas positivas livres (silício tipo P).

Cada célula solar é composta de uma camada fina de material tipo N e outra com maior espessura de material tipo P (Figura 12).

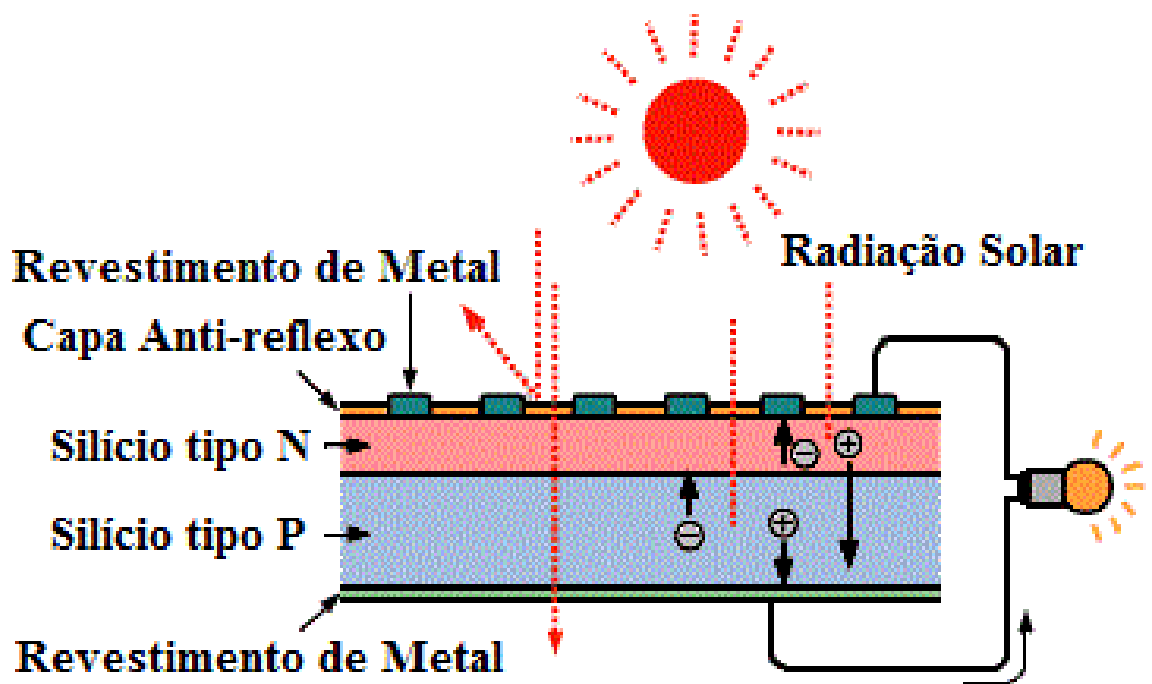


Figura 12: Representação célula fotovoltaica.

Separadamente, ambas as capas são eletricamente neutras. Mas ao serem unidas, na região P-N, forma-se um campo elétrico devido aos elétrons livres do silício tipo N que ocupam os vazios da estrutura do silício tipo P. Ao incidir luz sobre a célula fotovoltaica, os fótons chocam-se com outros elétrons da estrutura do silício fornecendo-lhes energia e transformando-os em condutores. Devido ao campo elétrico gerado pela junção P-N, os elétrons são orientados e fluem da camada “P” para a camada “N”.

Por meio de um condutor externo, ligando a camada negativa à positiva, gera-se um fluxo de elétrons (corrente elétrica). Enquanto a luz incidir na célula, manter-se-á este fluxo.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Para melhor facilidade de análise, essa parte será dividida em local estudado, obtenção de dados e formas de cálculo.

4.1. Local de Estudo

A área estuda foi a Universidade Estadual Paulista (UNESP) “Julio de Mesquita Filho”, Campus Experimental de Itapeva (Figura 13), que hoje abriga o curso de Engenharia Industrial Madeireira e está situada na Rua Geraldo Alckmin, nº 519, na Vila Nossa Senhora de Fátima, na cidade de Itapeva-SP. Segundo Scarpelli (2011) a universidade apresenta 88.973,33 m² e área total, sendo que 9.254,1 m² são de área construída por onde circulam cerca de 300 pessoas por dia.



Figura 13: Vista aérea do Campus Experimental de Itapeva.

4.2. Obtenção de Dados

Devido a falta de acesso a planta baixa do local estudado e mediante a possibilidade de utilizar softwares que trabalham com imagens via satélite foi utilizado o software Google Earth 6 (programa que tem a função principal de gerar um modelo tridimensional da terra a partir de imagens aéreas e com isso gerar desde imagens mapas bidimensionais a simular diversas paisagens) para obter as medidas do local.

O primeiro procedimento a ser realizado foi através do programa Google Earth 6 (Figura 14) obter uma foto com proporção do terreno.



Figura 14: Tela do Google Earth 6.

Logo em seguida foi feita a divisão da área estudada em 14 setores retangulares, conforme a Figura 15, para que adiante possa obter, através da ferramenta régua do software Google Earth 6, a largura e o comprimento de cada um dos setores. Os setores são a divisão das áreas de trânsito em retângulos, sendo o primeiro setor na lateral da Serraria e o último na frente da Secretaria.

Os números de 1 a 12 na Figura 15 representam os prédios do campus, sendo o 1 o Laboratório de Mobiliário e Propriedade Mecânica, 2 a Serraria, 3 o Laboratório de Anatomia e Ambiental, 4 o Laboratório dos Professores, 5 a Quadra, 6 a Sala de Madeira, 7 o Centro Acadêmico, 8 o Prédio Laranja, 9 o Prédio Vermelho, 10 a Secretaria, 11 a Biblioteca e 12 o Prédio Azul.

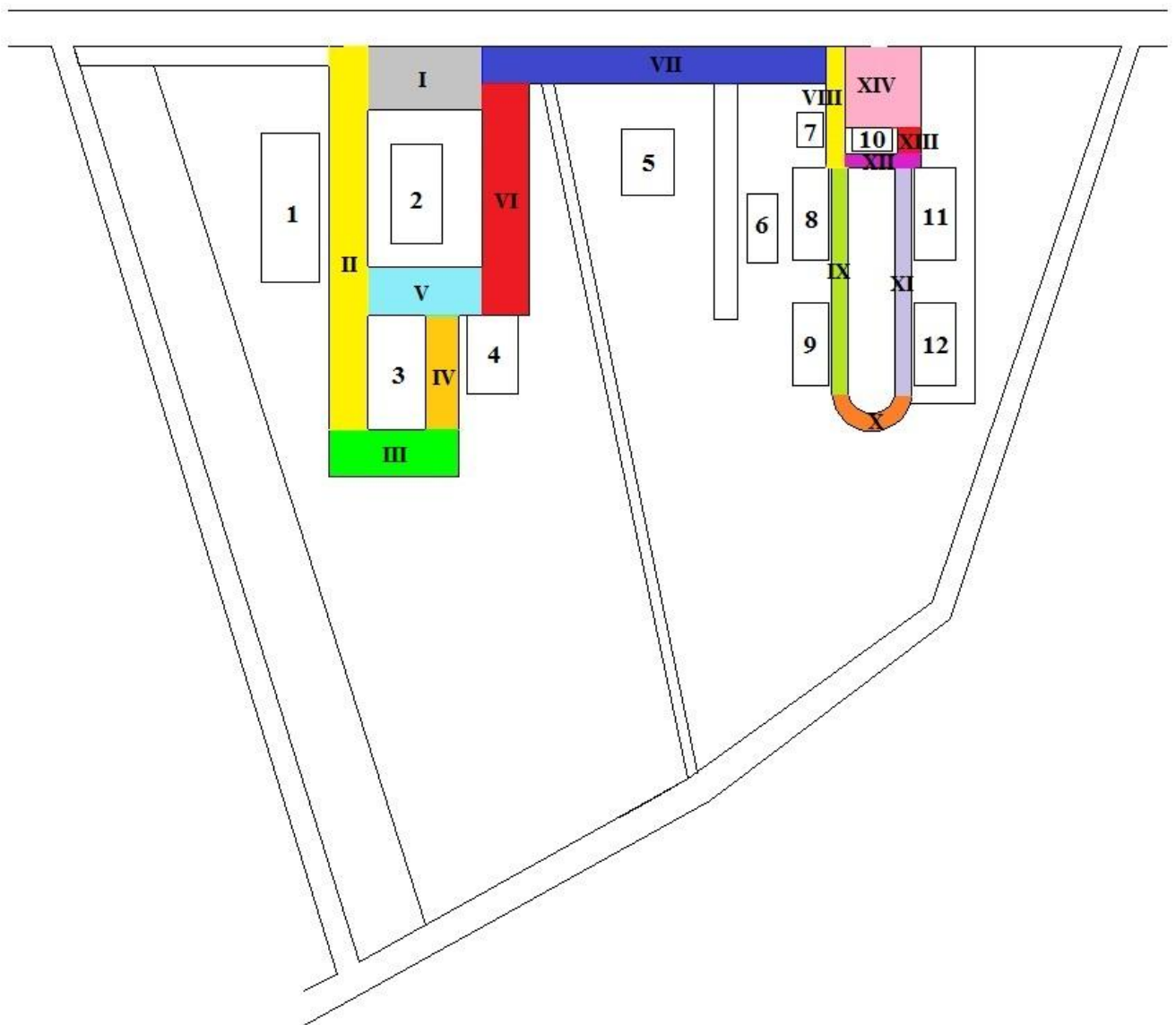


Figura 15: Representação do Campus da UNESP Itapeva dividido em setores.

4.3. Formas de Cálculo

Para realizar essa parte do trabalho será utilizado o Método dos Lumens, também chamado de Método do Fluxo Luminoso, pois o mesmo tem a função principal de determinar o número de luminárias necessárias para garantir um valor médio do iluminamento adequado.

Sendo assim o processo será dividido em 7 passos.

4.3.1. Determinação do Iluminamento Médio do Local

Nesse passo será determinado o iluminamento médio do local e para isso será utilizado a NBR 5413 (Iluminação de Interiores), visto que a NBR 05101 (Iluminação Pública) não aborda esse tema de forma aprofundada.

Segundo a NBR 5314 (1992) a determinação da iluminância é dada por classes de tarefa, mostrada da Tabela 2.

Tabela 2: Iluminâncias por classes de tarefas visuais (NBR 5413, 1992).

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

Já o uso adequado de iluminância específica é determinado por três fatores, mostrados na Tabela 3.

Tabela 3: Fatores determinantes da iluminância adequada (NBR 5314, 1992).

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

Para se escolher os valores corretos de iluminância da Tabela 2 deve-se utilizar o seguinte procedimento com os dados da Tabela 3.

1° analisar as características como idade das pessoas no local, velocidade de precisão das tarefas no local e refletância do fundo da tarefa, para determinar o seu peso (-1, 0, +1);

2° somar o valor dos pesos encontrados;

3° e por ultimo utilizar a iluminância inferior do grupo (Tabela 2), quando o valor total for igual a -2 ou -3; a iluminância superior, quando a soma for +2 ou +3; e a iluminância média, nos outros casos.

A NBR 5314 também recomenda que para cada tipo de local ou atividade existem três iluminâncias indicadas, sendo a seleção do valor recomendado feito da seguinte maneira:

Das três iluminâncias, considerar o valor do meio, devendo este ser utilizado em todos os casos.

O valor mais alto, das três iluminâncias deve ser utilizado quando:

- a) A tarefa se apresenta com refletâncias e contrastes bastante baixos;
- b) Erros são de difícil correção;
- c) O trabalho visual é crítico;
- d) Alta produtividade ou precisão são de grande importância;
- e) A capacidade visual do observador esta abaixo da media.

O valor mais baixo, das três iluminâncias, pode ser utilizado quando:

- a) Refletâncias ou contrastes são bastante altos;
- b) A velocidade e/ou não são importantes;
- c) A tarefa é executada ocasionalmente.

4.3.2. Determinação da Luminária e Lâmpada

Nesse passo é feito a determinação do tipo de lâmpada e luminária, que por ser de LED nesse caso vai ser um conjunto único.

4.3.3. Determinação da Placa Solar, Poste e Acessórios

Para essa determinação deve-se considerar a luminária e lâmpada escolhida, pois para a placa solar se seleciona uma placa que forneça energia suficiente para lâmpada, e poste e acessórios um que aloje o conjunto corretamente.

4.3.4. Determinação do Fator de Utilização (F_u)

Com o tipo de luminária e lâmpada em mãos pode-se calcular o fator de utilização (F_u), fator esse que representa uma ponderação que leva em conta as dimensões do local e a quantidade de luz refletida por paredes e teto.

Esse fator é dado pelo cruzamento do valor do fator local com os valores dos índices de refletância do ambiente a ser iluminado na tabela do fator de iluminação da luminária escolhida.

Vale salientar que também existem alguns fabricantes que utilizam nas tabelas os valores 30, 50, 70 e 80 correspondem respectivamente a reflexão nas superfícies escuras, médias, claras e brancas e considere o primeiro algarismo do cabeçalho como representando a reflexão do teto, a segunda linha a reflexão da parede e a terceira a do piso.

4.3.5. Determinação do Fator de Depreciação (F_d)

Devido, de com o tempo paredes e teto ficarem sujos e os equipamentos de iluminação acumularão poeira e assim as lâmpadas terão a eficiência reduzida, pode-se adotar, para amenizar o efeito desses fatores, admitindo-se uma boa manutenção periódica, adotar os valores de fator de depreciação de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4: Fator de Depreciação (PHILIPS, 2007).

Fator de Depreciação			
Ambiente	Período de Manutenção (h)		
	2500	5000	7500
Limpo	0,95	0,91	0,88
Normal	0,91	0,85	0,80
Sujo	0,80	0,66	0,57

4.3.6. Determinação do Número de Luminárias (N_l)

Com esses dados é possível calcular o número de luminárias (N_l) dado pela Equação II.

$$N_l = \frac{L \cdot C \cdot E}{\Phi \cdot F_u \cdot F_d}$$

Equação II

Onde:

N_l : número de luminárias;

E : iluminamento médio do local (lux);

Φ : fluxo total das lâmpadas utilizada pela luminária.

4.3.7. Distribuição dos Pontos de Iluminação

Nesse passo ajustasse as luminárias na área calculada de forma harmoniosa, visando ter entre elas um espaçamento igualitário.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Obtenção dos Dados

Com a divisão da área estudada em 14 setores e o uso da ferramenta régua do software Google Earth 6 foi obtido o valor da largura e comprimento de cada setor, conforme a Tabela 5.

Tabela 5: Medidas dos setores do Campus UNESP Itapeva.

Setor	Largura (m)	Comprimento (m)
I	11,31	41,28
II	5,4	119,1
III	5,72	37,26
IV	5,38	48,82
V	5,73	27,76
VI	9,4	51,00
VII	7,06	160,98
VIII	4,56	43,75
IX	4,14	104,17
X	4,08	29,75
XI	4,06	105,48
XII	8,5	48,67
XIII	8,52	15,74
XIV	18,67	42,56

Para realizar a obtenção das medidas dos setores I, III, VIII e XII foi feito, com o intuito de obedecer as recomendações do Método do Fluxo Luminoso, uma adaptação de sua geometria considerando-os todos retangulares, visto que, esses setores não eram perfeitamente retangulares apresentados em alguns de seus lados formas arredondadas.

Visando não obter perda de luminosidade, visto que, os cálculos são com base na área de cada setor, decidiu-se englobar retângulos sobre a área toda obtendo um pouco mais de área.

Já para o setor X, por ele ser a metade de uma circunferência, também foi adaptado para ele um retângulo. Foi adotado como o comprimento a medida interna dessa circunferência e a largura da medida de uma sarjeta a outra. Para verificar se tal adaptação foi

correta, foi calculada com a ferramenta régua a área do local e verificou-se que é muito próxima da estimativa.

5.2. Cálculo

5.2.1. Determinação do Iluminamento Médio do Local

Para esse processo considerou-se a NBR 5413, primeiro a tabela 4 e depois a Tabela 5.

O primeiro passo é analisar as características como idade das pessoas no local, velocidade de precisão das tarefas no local e refletância do fundo da tarefa utilizando a tabela 4 para assim atribuir pesos. Como é uma universidade verifica-se que a maioria das pessoas detém uma faixa etária menor que 40 anos, como é uma área de tráfego de pessoas e manobra de carros detemos de uma velocidade de tráfego importante e por ter um piso de asfalto obtêm uma refletância do fundo da tarefa inferior a 30%, sendo assim temos os pesos de -1, 0, +1, respectivamente dando uma somatória igual a 0.

Com a somatória da Tabela 3 igual a 0 na Tabela 2 e por ser área classe A (iluminação geral para áreas usadas intermitentemente ou com tarefas visuais simples) e por ser considerada uma área pública com arredores escuros podemos pegar a iluminância de 30 lux na Tabela 3.

5.2.2. Determinação da Luminária e Lâmpada

Mediante a necessidade de baixo consumo de energia, devido à utilização de alimentação por energia solar, e de um sistema adaptado para energia solar foi escolhido o conjunto lâmpada luminária 20/20 LED (Figura 16) da marca Sol que apresenta 48 LED's, com consumo de 39,8 W, para 13 V, produz 3653 lm, temperatura de cor igual a 5000 K (JUMOY, 2011).

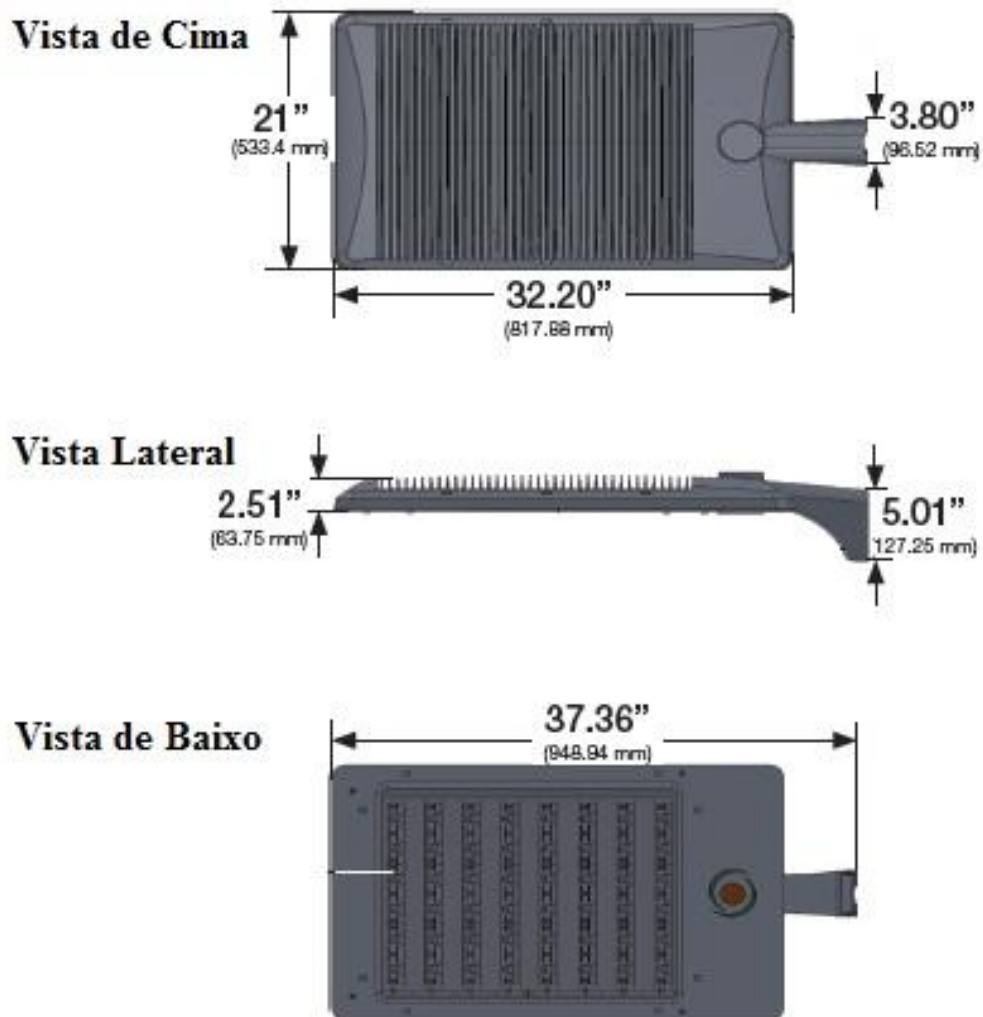


Figura 16: Medidas da luminária 20/20 LED (SOL, 2010).

5.2.3. Determinação da Placa Solar, Poste e Acessórios

Devido à seleção da luminária 20/20 LED decidiu-se o selecionar o kit 20/20 da marca Sol, pois assim não será necessário adaptar as ligações poste luminária e visto que o conjunto é articulado.

O kit é composto, basicamente, por uma luminária, uma placa solar, um controlador, um suporte do conjunto e um poste, apresentado na Figura 17.

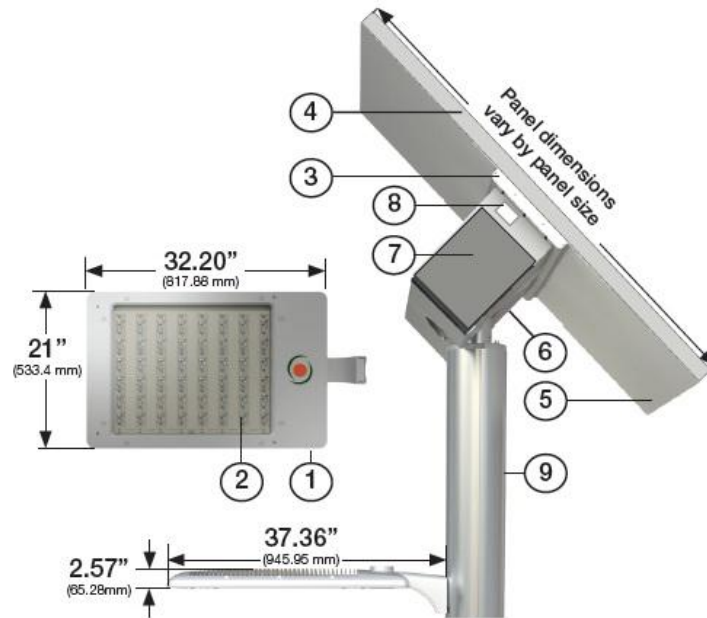


Figura 17: Kit 20/20 LED (SOL, 2011).

Segundo o Sol (2011) o kit apresenta tais características:

1-Luminária: luminária (Figura 18) fundida com tampa características e lente selada para resistência à corrosão e à prevenção de condensação. É montada diretamente ao poste sem fixadores visíveis.



Figura 18: Luminária 20/20 LED instalada no poste (SOL, 2011).

2-Lâmpadas: 48 LED's com fonte de luz branca de temperatura de cor de 5000 K e vida útil de mais de 65000 h, consumindo 39,8 W.

3-Panel Mount: moldura de alumínio resistente à corrosão suporta painel solar e caixa de bateria. Permite a orientação adequada de painel solar. Painéis de bandejas padrão para facilitar a instalação mais rápida e proteger módulo solar.

4-Painéis Solares: módulo fotovoltaico poli-cristalino, em módulos simples ou duplo produzindo 180 W.

5-Painel de União: painel de alumínio resistente à corrosão o qual cobre a parte de trás do módulo solar.

6-Caixa da Bateria: unidade de alumínio resistente à corrosão com controlador de bateria inteligente. Tampa articulada para fácil acesso.

7-Bateria NRGLife: bateria selada a gel 100% livre de manutenção, reciclável 100Ah avaliado, que fornece um mínimo de 5 noites de bateria em estado back-up.

8- Controlador Etern O 4: driver com um LED solar integrado com controlador de carga, que monitora e regula o fornecimento e descarga das baterias, bem como controlar e o nível de escurecimento do LED luminária. Programáveis para controlar horário de funcionamento e os requisitos de nível de luz. Acessível através da tampa da caixa da bateria.

9-Poste: extrudado em liga de alumínio de alta resistência com canaleta para inserir e posicionar em diversas alturas a luminária, com 6,10 m de altura e 20,32 cm de diâmetro. Poste projetado exclusivamente para atender às demandas dos ventos fortes e aplicações solares.

5.2.4. Determinação do Fator de Utilização (F_u)

Para essa determinação deve primeiro calcular o valor do fator de local, dado pela Equação I e a Tabela 5 que dá os valores das larguras, comprimentos do local e adotam-se uma altura das luminárias de 4 m. Com os valores do fator local pode-se determinar o valor do fator de utilização através da Tabela 6 (tabela que o fabricante fornece com o fator de utilização), cruzando os dados do fator de local com a coluna total (adotando sempre o valor mais próximo), criando assim a Tabela 7.

Tabela 6: Tabela do Fator de Utilização da luminária 20/20 LED (JUMOY, 2011).

Fator de Local (K)	Lado da Casa	Lado da Rua	Total
0,5	0,242	0,243	0,485
1,0	0,388	0,384	0,772
1,5	0,450	0,441	0,892
2,0	0,477	0,467	0,944
2,5	0,490	0,479	0,969
3,0	0,495	0,485	0,980
3,5	0,499	0,488	0,988
4,0	0,501	0,490	0,991
5,0	0,504	0,493	0,996

Tabela 7: Valores do fator de local e fator de utilização para cada setor.

Setor	Fator de Local	Fator de Utilização
I	1,48	0,892
II	0,86	0,772
III	0,83	0,772
IV	0,81	0,772
V	0,79	0,772
VI	1,32	0,892
VII	1,13	0,772
VIII	1,69	0,772
IX	0,66	0,485
X	0,60	0,485
XI	0,65	0,772
XII	1,21	0,772
XIII	0,92	0,772
XIV	2,16	0,944

5.2.5. Determinação do Fator de Depreciação (F_d)

Para esse passo deve-se primeiro analisar as características de higiene do local e período de manutenção. Considerando que o local é ao ar livre e período de manutenção o tempo de vida ideal pode-se considerar, respectivamente, um local normal e período de manutenção de 2500 h. Sendo assim, com o cruzamento dessas características do local na tabela 4 obtêm-se um fator de depreciação igual a 0,91.

5.2.6. Determinação do Número de Luminárias (N_l)

Com os valores do comprimento e largura de cada setor (presentes na Tabela 5), do iluminamento médio do local determinado no item 5.2.1 (30 lux), o fluxo total das lâmpadas utilizada pela luminária fornecido pelo fabricante (3653 lm), fator de utilização (presente Tabela 7), fator de depreciação determinado no item 5.2.4 (0,91) alocados na Equação II é determinado o número de luminárias para cada setor, mostrado na Tabela 8.

Tabela 8: Número de luminárias para cada setor.

Setor	Número de Luminárias
I	5
II	8
III	2
IV	3
V	2
VI	5
VII	13
VIII	2
IX	8
X	2
XI	5
XII	5
XIII	2
XIV	8
TOTAL	72

5.2.7. Distribuição dos Pontos de Iluminação

Segundo a NBR 5101 (1992) não há um espaçamento exato para disposição dos pontos de luz, sendo assim ficando por conta do projetista a melhor disposição.

Nesse projeto será considerada a distância da parede do setor ao poste igual a zero, sendo assim os postes serão instalados no limiar de cada setor.

Visando facilitar a compreensão da localização das figuras serão adicionados as imagens de cada setor notas como localização de rua e números dimensionais referentes a Figura 15, para assim olhando as figuras saiba em que calçada colocar as luminárias.

Para o setor I se considerou a disposição dos postes bilateral, devido a sua largura, conforme a Figura 19, sendo nesse caso “a” igual a 4,13 m, “b” igual a 16,51 m e “c” igual a 12,38 m.

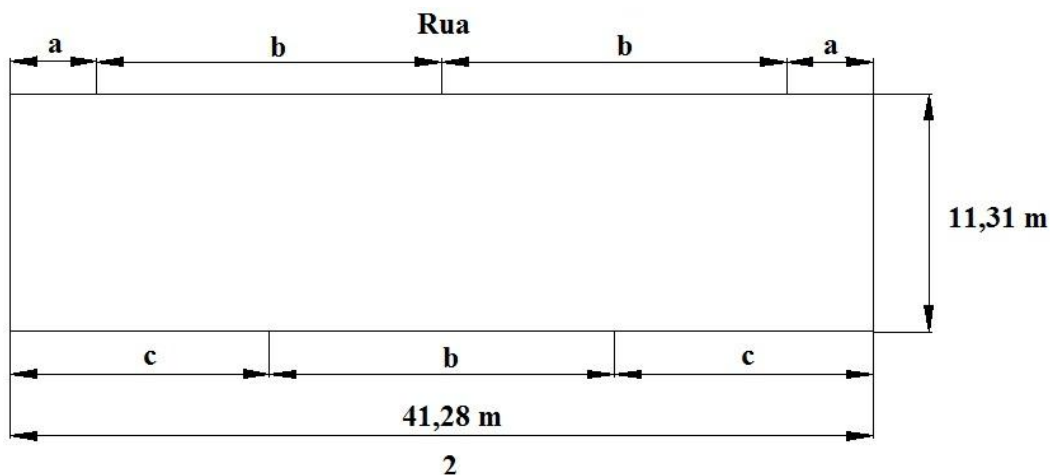


Figura 19: Disposição dos pontos de iluminação do setor I.

Para o setor II se considerou a disposição dos postes unilateral, conforme a Figura 20, sendo nesse caso “a” igual a 7,38 m e “b” igual a 14,88 m.

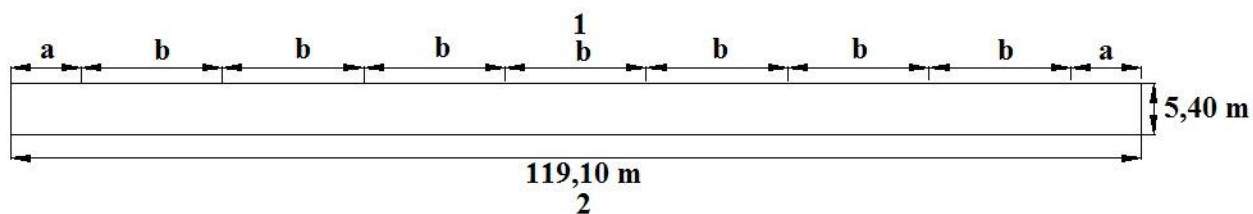


Figura 20: Disposição dos pontos de iluminação do setor II.

Para o setor III se considerou a disposição dos postes conforme a Figura 21, sendo nesse caso “a” igual a 9,32 m e “b” igual a 18,63 m.

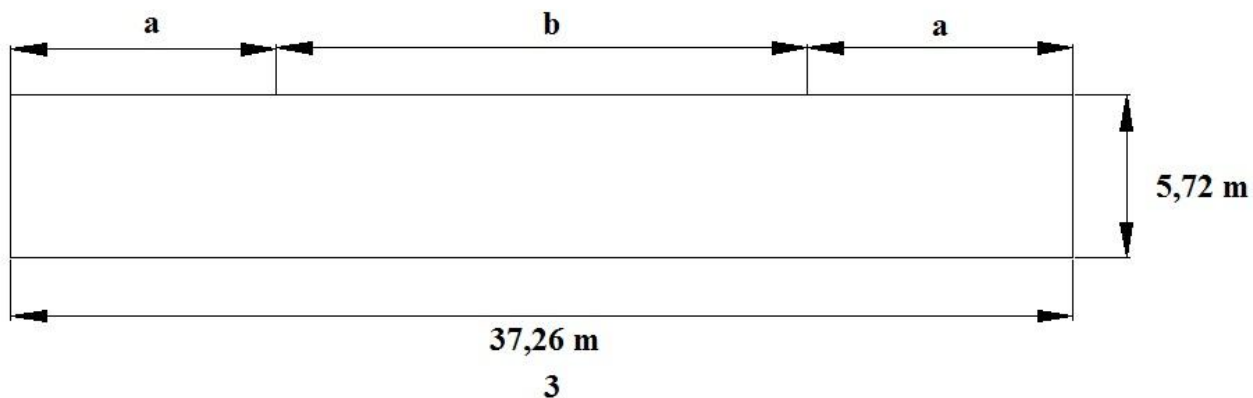


Figura 21: Disposição dos pontos de iluminação do setor III.

Para o setor IV se considerou a disposição dos postes unilateral, conforme a Figura 22, sendo nesse caso “a” igual a 8,14 m e “b” igual a 16,27 m.

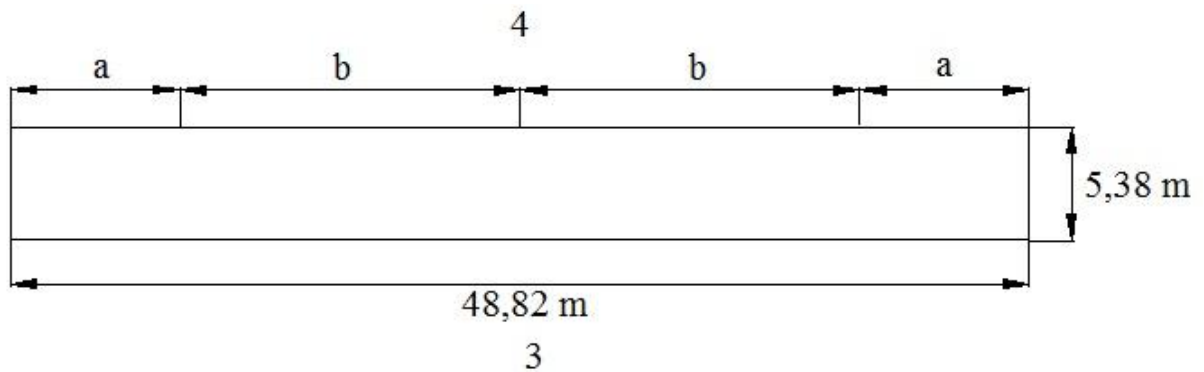


Figura 22: Disposição dos pontos de iluminação do setor IV.

Para o setor V se considerou a disposição dos postes unilateral, conforme a Figura 23, sendo nesse caso “a” igual a 6,94 m e “b” igual a 13,88 m.

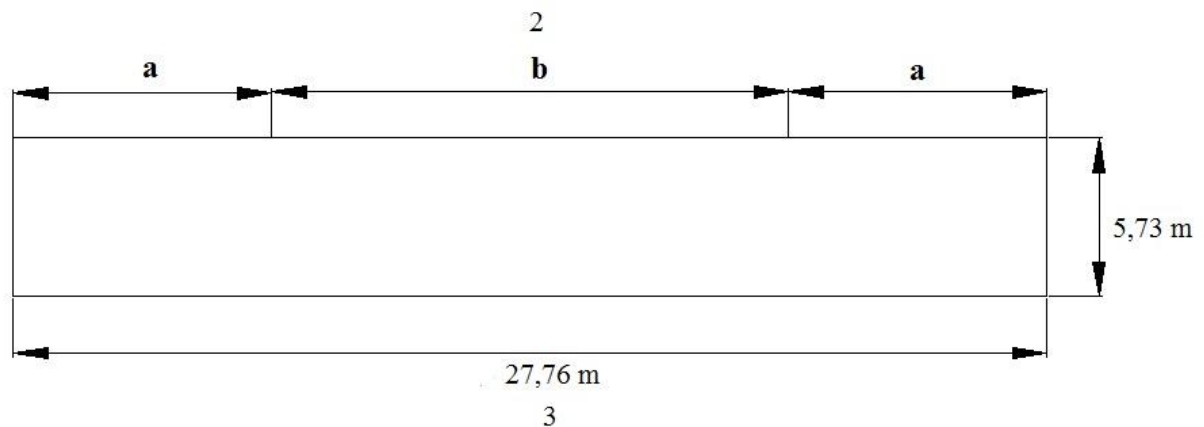


Figura 23: Disposição dos pontos de iluminação do setor V.

Para o setor VI se considerou a disposição dos postes bilateral, por ser um estacionamento, conforme a Figura 24, sendo nesse caso “a” igual a 8,50 m e “b” igual a 17,00 m.

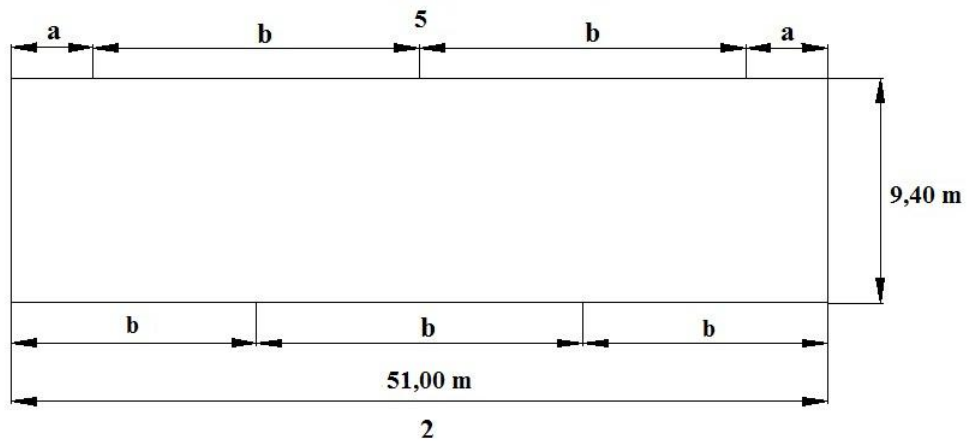


Figura 24: Disposição dos pontos de iluminação do setor VI.

Para o setor VII se considerou a disposição dos postes unilateral, conforme a Figura 25, sendo nesse caso “a” igual a 6,19 m e “b” igual a 12,38 m.

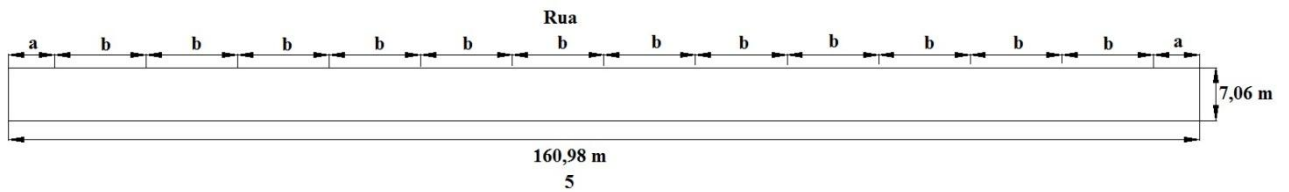


Figura 25: Disposição dos pontos de iluminação do setor VII.

Para o setor VIII se considerou a disposição dos postes unilateral, conforme a Figura 26, sendo nesse caso “a” igual a 10,94 m e “b” igual a 21,87 m.

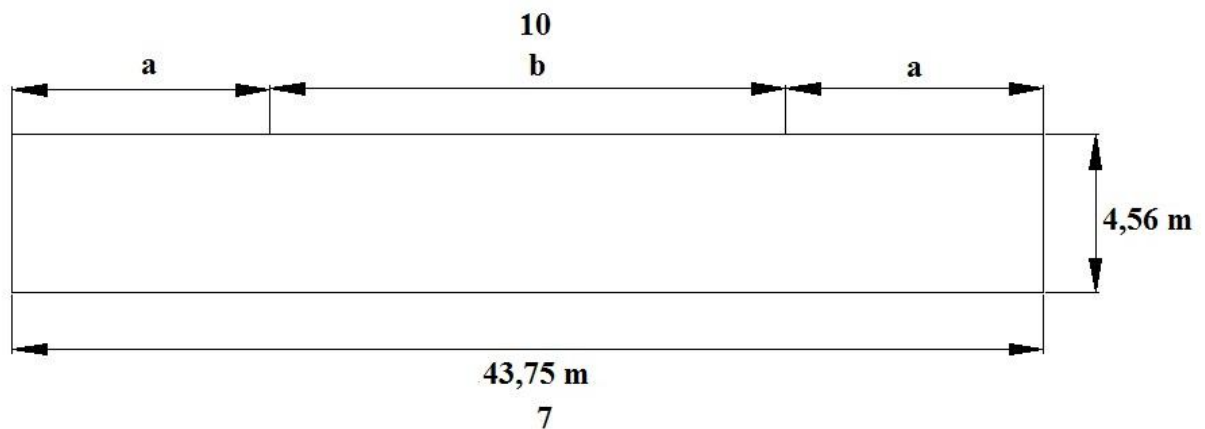


Figura 26: Disposição dos pontos de iluminação do setor VIII.

Para o setor IX se considerou a disposição dos postes unilateral, conforme a Figura 27, sendo nesse caso “a” igual a 6,51 m e “b” igual a 13,02 m.

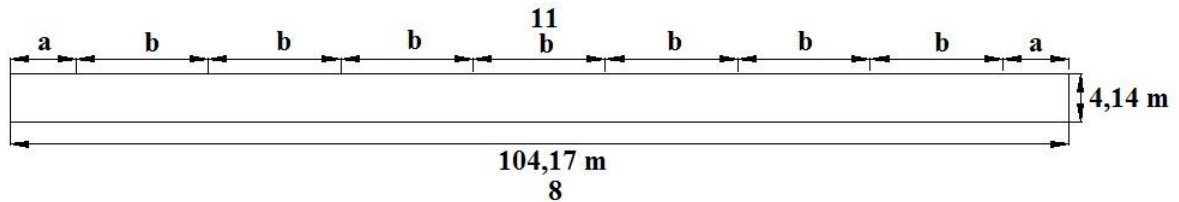


Figura 27: Disposição dos pontos de iluminação do setor IX.

Para o setor X se considerou a disposição dos postes unilateral, conforme a Figura 28, sendo nesse caso “a” igual a 7,44 m e “b” igual a 14,88 m.

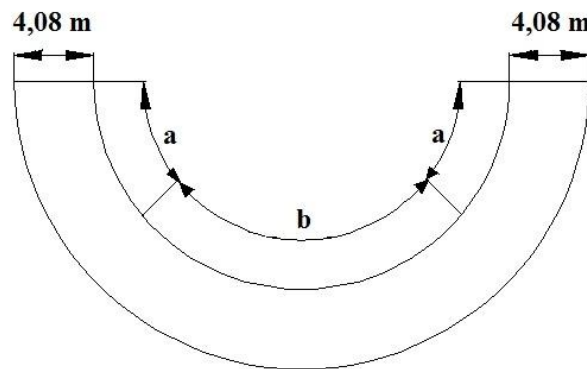


Figura 28: Disposição dos pontos de iluminação do setor X.

Para o setor XI se considerou a disposição dos postes unilateral, conforme a Figura 29, sendo nesse caso “a” igual a 6,59 m e “b” igual a 13,16 m.

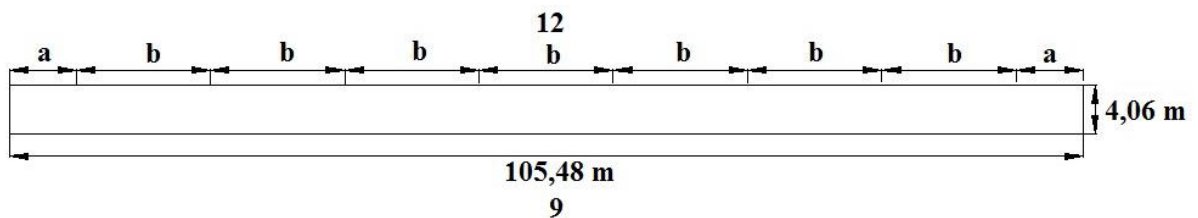


Figura 29: Disposição dos pontos de iluminação do setor XI.

Para o setor XII se considerou a disposição dos postes unilateral, conforme a Figura 29, sendo nesse caso “a” igual a 4,88 m e “b” igual a 9,73 m.

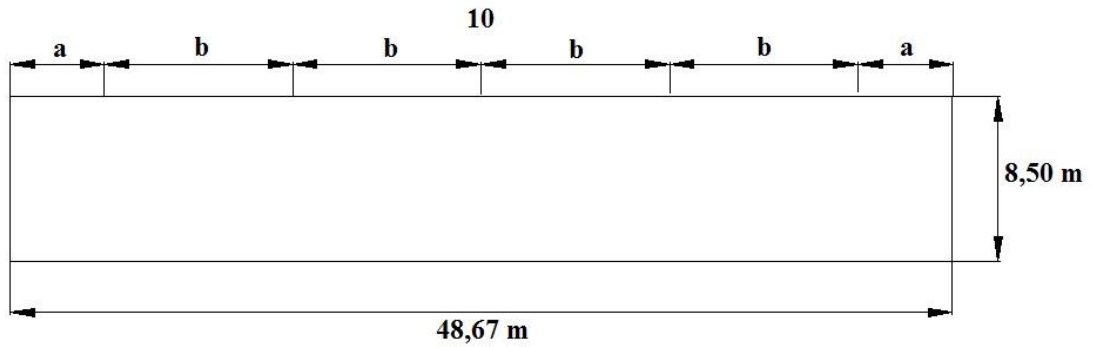


Figura 30: Disposição dos pontos de iluminação do setor XII.

Para o setor XIII se considerou a disposição dos postes unilateral, conforme a Figura 31, sendo nesse caso “a” igual a 3,94 m e “b” igual a 7,87 m.

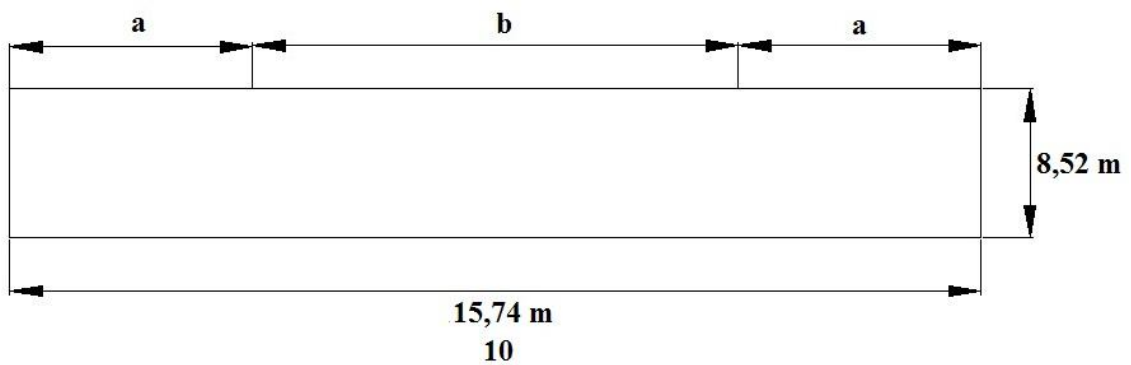


Figura 31: Disposição dos pontos de iluminação do setor XIII .

Para o setor XIV se considerou a disposição dos postes bilateral, por ser um estacionamento, conforme a Figura 32, sendo nesse caso “a” igual a 5,32 m e “b” igual a 10,64 m.

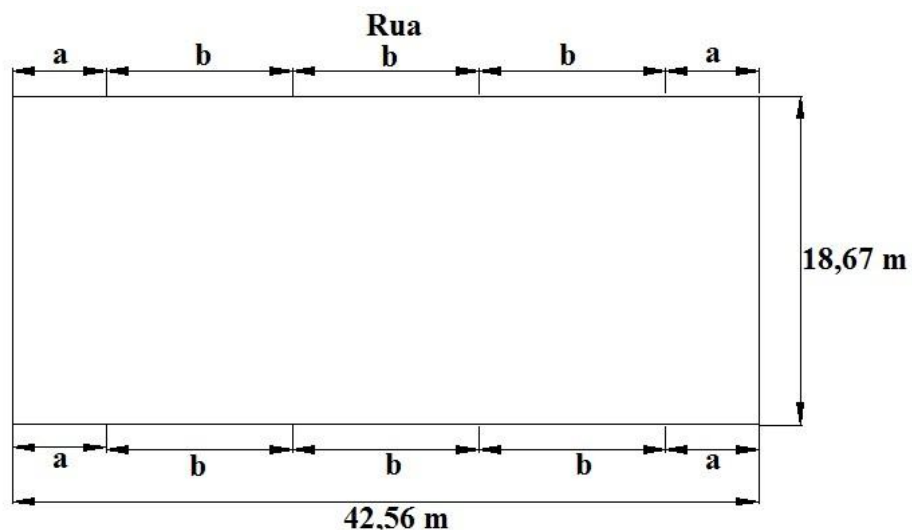


Figura 32: Disposição dos pontos de iluminação do setor XIV.

6. CONCLUSÃO

Com o levantamento inicial dos dados, com software Google Earth 6, foi possível realizar o Plano de Iluminação Externa da UNESP Campus Itapeva com Case em LED e Energia Solar.

Considerando as características do campus foi possível determinar a iluminação médio do local que foi igual a 30 lux.

Mediante a esse dado foi possível determinar o tipo de luminária e lâmpada escolhida, fator esse que facilitou o trabalho, pois mediante a escolha da luminária 20/20 LED do fabricante Sol foi possível escolher o kit 20/20 LED. Esse kit acompanha uma luminária de LED (com 48 LED's, com consumo de 39,8 W), um poste com canaleta para poder ficar a luminária a diferentes alturas, uma placa solar com 90 W de produção, suporte, bateria de gel e sistema de controle.

Após escolhida a luminária foi possível determinar a quantidade de luminárias no campus igual a 72 luminárias, sendo que o maior número de luminárias instaladas foi no setor XVII, fato esse já esperado, devido ao seu maior comprimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3. ed. Brasília : Aneel, 2008. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2011.

ANSI. **ANSI method of light output measurement**. 1993. Disponível em: <<http://www.hometheater1.com/tech/TB93-2.doc>>. Acesso em: 3 jan. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5101**: iluminação pública. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413**: iluminação de interiores. Rio de Janeiro, 1992.

CAVALCANTI, Evandro Sérgio Camêlo; BRITO, Rubem Bastos Sanches de. **Geração heliotérmica**: uma nova opção de energia limpa para o Brasil. Rio de Janeiro: CBE, 1999. Disponível em: <<http://www.fbds.org.br/IMG/Backup/pdf/doc-38.pdf>>. Acesso: 11 nov. 2011.

Danno, K.; Mori, N.; Toda, K-I.; Kobayashi, T.; Utani, A.: **Near-infrared irradiation stimulates cutaneous wound repair**: laboratory experiments on possible mechanisms. Shiga University of Medical Science, Otsu, Japan, 2001.

FREITAS, Paula Campos Fadul de. **Luminotécnica e lâmpadas elétricas**. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

JUMOY, Ripbr. **Independent test laboratory report no. 29014**. Lighting Sciences Inc, Scottsdale, 2011. Disponível em: <<http://solarlighting.com/sites/default/files/docs/TST-TT-T5-A-40.PDF>>. Acesso em: 1 out. 2011.

KREIDER, Jan F. & KREITH, Frank. **Solar Heating and Cooling**: Engineering, Practical Design and Economics. McGraw-Hill, New York, 1985

LUZ, Jeanine Marchiori da. **Luminotécnica**: manual de luminotécnica. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

MORAES, Elisabete Nakoneczny. **Setor de acionamentos**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

OSRAM. **Manual Luminotécnico Prático**. Osasco, 2004. Disponível em: <<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Livros/ManualOsram.pdf>>. Acesso em: 7 jan. 2011.

PHILIPS. **Guia de iluminação**: lâmpadas, luminárias, reatores e LEDs. 2007. Disponível em: < http://www.luz.philips.com/latam/archives/Guia_Iluminacao_maio2007.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2011.

PHILIPS. **Iluminação Philips para Áreas Públicas**. 2010. Disponível em: <http://www.catalogosiluminacao.philips.com.br/imagem/ambiente/manual/brochura_iluminacao_publica_final.pdf>. Acesso em: 19 out. 2011.

PROCEL - PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **Eficiência energética**: Teoria & prática. 1. ed. Itajubá: Ministério de Minas e Energia, 2007.

SCARPELLI, Marcos. **Análise do consumo de energia elétrica no Campus Experimental da UNESP de Itapeva**. Universidade Estadual Paulista, Itapeva, 2011.

STEVEN, Kleinedler; et al. **The American heritage science dictionary**. 3. ed. New York: Houghton Mifflin, 2002.

SNEF - SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA. **O acervo da banca da ciência**: divulgação científica e sua integração aos espaços de educação formal. Manaus, 2011. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0646-1.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2011.

SOL. **20/20™ LED Luminair**. Palm City, 2011. Disponível em: <<http://solarlighting.com/sites/default/files/docs/20-20%20LED.pdf>>. Acesso em: 1 out. 2011.

SOL. **20/20™ Series (TT)**. Palm City, 2011. Disponível em: <<http://solarlighting.com/sites/default/files/docs/20-20%20LED.pdf>>. Acesso em: 1 out. 2011.

UNICAMP - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **Luminotécnica**. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004. Disponível em: <http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/manuais/luminotecnica_wikipedia.pdf#page=4>. Acesso em: 9 jan. 2011.