

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELÉTRICA
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

MARCIO ANDRE NAZARENO MARQUES

**ESTUDO PARA REVITALIZAÇÃO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO A LED
ALIMENTADO POR PAINÉIS FOTOVOLTAICOS NA PISTA DE ATLETISMO DA
UTFPR- CÂMPUS PATO BRANCO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2014

MARCIO ANDRE NAZARENO MARQUES

**ESTUDO PARA REVITALIZAÇÃO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO A LED
ALIMENTADO POR PAINÉIS FOTOVOLTAICOS NA PISTA DE
ATLETISMO DA UTFPR- CÂMPUS PATO BRANCO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Elétrica da Coordenação de Engenharia Elétrica – COELT – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: Beatriz Antonina Fontana de Vargas

PATO BRANCO

2014

TERMO DE APROVAÇÃO

O trabalho de Conclusão de Curso intitulado **ESTUDO PARA REVITALIZAÇÃO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO A LED ALIMENTADO POR PAINÉIS FOTOVOLTAICOS NA PISTA DE ATLETISMO DA UTFPR- CÂMPUS PATO BRANCO**, do aluno **MARCIO ANDRE NAZARENO MARQUES** foi considerado **APROVADO** de acordo com a ata da banca examinadora N° 42 de 2014.

Fizeram parte da banca os professores:

Beatriz Antonina Fontana de Vargas

Ivo de Lourenço Junior

José Paulo de Barros Neto

A minha querida mãe Eli e minha irmã Marcia

AGRADECIMENTOS

À professora Beatriz Antonina Fontana de Vargas, por aceitar o desafio de realizar este projeto.

Ao professor Cesar Augusto Portolann por todo o apoio e suporte prestado durante a graduação.

À colega Mariana Machado pelo incentivo e ajuda prestada ao longo de toda a graduação.

Sometimes the hardest thing to admit is that someone really does care.

(Unknown author).

Às vezes o mais difícil é admitir que alguém realmente se importa.

(Autor Desconhecido)

RESUMO

MARQUES, Marcio A.N. Estudo para revitalização do sistema de iluminação a LED alimentado por painéis fotovoltaicos na pista de atletismo da UTFPR– Câmpus Pato Branco. 2013. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2013.

Este documento discorre sobre a pesquisa de um tema relevante atualmente, o uso de energia renovável e sua aplicação eficiente. Neste documento, o enfoque é um projeto de pesquisa de revitalização da iluminação de uma pista de atletismo, a qual já possui instalado um sistema de iluminação, porém não eficaz. O sistema atual é composto de painéis fotovoltaicos e luminárias LED, sendo este último apontado como uma tendência para a possível solução dos problemas no setor de iluminação pública. O documento possui um referencial teórico sobre energia fotovoltaica e iluminação a LED, sendo finalizado com a elaboração de um projeto para um novo sistema de iluminação seguido de uma pesquisa feita com usuários sobre a pista de atletismo.

Palavras-chave: iluminação de estado sólido, energia fotovoltaica, iluminação pública.

ABSTRACT

MARQUES, Marcio A.N. Study for revitalization of the LED lighting system powered by photovoltaic panels on the athletics track UTFPR-Campus Pato Branco.2013. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2013.

This document broaches about the research of a relevant theme nowadays, the use of renewable energy and its efficient application. In this document, the focus is a research of revitalization of a athletics track project, which already have installed an illumination system, however not operating. The actual system is composed of photovoltaic panels and LED bulbs, this being considerate one of ways appointed as a possible solution for street light. The document has a theorist referential about photovoltaic energy and LED illumination, being finished with preparation of a new illumination system followed by a research done with users about the athletic track.

Keywords: solid state lighting, photovoltaic, street light.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Visão Geral Da Pista de Atletismo.	19
Figura 2 – Detalhe Do Revestimento Especial Da Pista.	20
Figura 3 – Luminária Do Sistema De Iluminação Atual.	21
Figura 4 – Exemplos De Energia Solar Fototermica.	23
Figura 5 – Ilustração Do Efeito Fotovoltaico.	26
Figura 6 – Conversão De Energia Luminosa Em Uma Célula De Silício.	26
Figura 7 – Exemplo De Painel Com Silício Monocristalino	28
Figura 8 – Exemplo De Painel Com Silício	29
Figura 9 – Exemplo De Uma Estrutura Com Tecnologia De Filme Fino	30
Figura 10 – Representações Do LED	38
Figura 11 – Caracterização Da Malha De Inspeção	44
Figura 12 – Sistema De Iluminação Atual	47
Figura 13 – Detalhes Da Luminária	48
Figura 14 – Bateria Que Compõe O Conjunto	49
Figura 15 – Painel Fotovoltaico	50
Figura 16 – Imagens Térmicas do Painel Fotovoltaico	50
Figura 17 – Radiação Solar Em Pato Branco	51
Figura 18 – Iluminamento Sobre Um Plano Horizontal	53

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparativo da eficiência de conversão	27
Gráfico 2 - Variação de potência em função da temperatura	32
Gráfico 3 - Efeito causado pela temperatura da célula na curva característica IxV	33
Gráfico 4 - Corrente de curto circuito e tensão em vazio em função da irradiação	34
Gráfico 5 - Característica corrente-tensão de uma célula cristalina de silício	34
Gráfico 6 - Curva IxV do painel fotovoltaico levantada experimentalmente	49
Gráfico 7 - Radiação solar no plano horizontal para a cidade de Xanxarê - sc	56
Gráfico 8 - Avaliação dos usuários sobre o piso sintético.	61
Gráfico 9 - Avaliação dos usuários sobre a infraestrutura atual	61
Gráfico 10 - Avaliação dos usuários sobre a iluminação atual	62
Gráfico 11 - Avaliação dos usuários sobre o estado de conservação	62
Gráfico 12 - Avaliação geral dos usuários sobre a pista	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Eficiência de conversão de diversos tipos de células fotovoltaicas	30
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fornecedores e custos

59

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

CA	Corrente alternada
CBAAt	Confederação Brasileira de Atletismo
CC	Corrente Continua
Cepel	Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
CRECESB Salvo Brito	Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de
Dirplad	Diretoria de Planejamento e Administração
IAAF	<i>International Association of Athletics Federations</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IES	<i>Illuminating Engineering Society</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
LM	<i>Light Manual</i>
NBR	Norma Brasileira
Procel	Programa Nacional De Conservação De Energia Elétrica
Prograd	Pró-Reitoria de Graduação e Educação Profissional
SI	Sistema Internacional
TM	<i>Technical Manual</i>
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UV	Ultravioleta

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A – Imagem aérea pista de atletismo.

ANEXO B – Eventos chave no desenvolvimento da energia solar.

ANEXO C – Módulos fotovoltaicos.

ANEXO D – Tabela de medidas de tensão e corrente.

ANEXO E – Medidas de radiação solar.

ANEXO F – Comprimento máximo de cabos com perda máxima de 1%.

ANEXO G – Comprimento máximo de cabos com perda máxima de 3%.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVOS	17
1.1.1 Objetivo Geral	17
1.1.2 Objetivos Específicos	17
2 PISTA DE ATLETISMO	19
3 RADIAÇÃO SOLAR	22
3.1 ENERGIA SOLAR FOTOTÉRMICA	22
3.2 ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA	24
3.3 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	24
3.3.1 O Efeito Fotovoltaico	25
3.3.2 Eficiência de Conversão	27
3.3.3 Células Fotovoltaicas	28
3.3.3.1 Silício Monocristalino	28
3.3.3.2 Silício Policristalino ou Multicristalino	29
3.3.3.3 Filmes Finos	29
3.3.4 Módulos Fotovoltaicos	30
3.3.4.1 Degradação	31
3.3.4.2 Temperatura Nominal De Operação	32
3.3.4.3 Curvas de Corrente-Tensão	33
3.4 SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICO ISOLADO	35
3.4.1 Controlador De Carga	35
3.4.2 Carga CC Com Armazenamento	35
3.4.3 Inversor	36
4 ILUMINAÇÃO DE ESTADO SÓLIDO	37
5 CONCEITOS IMPORTANTES SOBRE LUMINOTÉCNICA	40
6 NORMAS TÉCNICAS	41
7 MATERIAIS E MÉTODOS	43
7.1 METODOLOGIA	43
7.1.1 Medidas de Iluminamento	43
7.1.2 Baterias	44
7.1.3 Módulos Fotovoltaicos	45
8 RESULTADOS E DISCUSSÕES	46
8.1 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA ATUAL	46
8.1.1 Luminária	47
8.1.2 Bateria	48
8.1.3 Módulo Fotovoltaico	49
8.2 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE ILUMINAÇÃO	52
8.2.1 Dimensionamento Da Luminária	52
8.2.2 Dimensionamento Da Bateria	54
8.2.3 Dimensionamento Do Painel Fotovoltaico	55
8.2.4 Dimensionamento do controlador de carga	57
8.3 COMPARATIVO ENTRE CENTRAL INDIVIDUAL E CENTRAL DISTRIBUÍDA	57
8.4 RELAÇÃO DE FORNECEDORES E CUSTOS	58
9 PESQUISA DE SATISFAÇÃO	61
10 CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
REFERÊNCIAS	66

1 INTRODUÇÃO

A curiosidade é a chave do conhecimento. Com base neste argumento e atendendo ao clamor da sociedade pato-branquense, o presente trabalho se propõe a elucidar e reforçar conceitos obtidos durante a graduação de engenharia elétrica, bem como aplicar estes conceitos a um projeto que possibilite um retorno a sociedade por parte do acadêmico.

Um espaço que tem sido aproveitado pela população pato-branquense para a prática de exercícios físicos é a Pista de Atletismo, localizada na UTFPR, câmpus Pato Branco, uma das cinco pistas oficiais de atletismo, instaladas no Brasil. A Pista, com 400 metros, fica aberta em tempo integral, é revestida com um piso especial sintético, que diminui o impacto e favorece a realização dos exercícios. Outro aspecto é que a comunidade pode usufruir de aparelhos para alongamento e flexibilidade do corpo, instalados em anexo à Pista. (UTFPR, 2012).

O sistema de iluminação existente na pista é composto por luminárias com lâmpadas a LED (Diodo Emissor de Luz), alimentado por um painel solar fotovoltaico individual, associado a uma bateria e uma fotocélula para acionamento. Segundo informações obtidas junto a Diretoria de Planejamento e Gestão da UTFPR (DIRPLAD), a manutenção é deficiente e o sistema requer também melhoria do nível de iluminação para permitir maior utilização do espaço no período noturno. Segundo dados obtidos junto a este órgão, o sistema de iluminação existe há pelo menos cinco anos, e desde sua implementação nunca houve um contrato específico com respeito à manutenção necessária.

Os sistemas de energia fotovoltaica para postes de iluminação externa para uso comum revelaram-se como uma das grandes aplicações da energia solar, sendo uma alternativa viável para locais onde não há energia elétrica e para pequeno consumo. Equipamentos são especialmente projetados para esse sistema, capazes de iluminarem locais isolados da rede pública, com custos mínimos e manutenção reduzida. (BLAUWELT, 2012).

A energia fotovoltaica é fornecida por painéis contendo células fotovoltaicas que quando expostas ao sol geram energia elétrica. O efeito fotovoltaico foi relatado pela primeira vez por Edmond Becquerel em 1839 e consiste no aparecimento de

uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor devido à absorção de luz.

As células fotovoltaicas realizam essa conversão. Elas são construídas de um material semicondutor, geralmente de silício, que é tratado quimicamente para criar uma camada de carga positiva e uma camada de carga negativa. Quando a luz solar atinge uma célula fotovoltaica, um elétron é desalojado. Estes elétrons são recolhidos por fios ligados à célula, dando origem a uma corrente elétrica. Um certo número de células dispostas lado a lado formam um módulo ou painel fotovoltaico, vários módulos juntos formam um arranjo de painéis fotovoltaicos.

A energia gerada pelos painéis é armazenada em bancos de bateria, para que seja usada em período de baixa radiação e durante a noite. O sistema de armazenamento deve ser dimensionado para atender condições pré-determinadas de desempenho e autonomia, quando não há incidência de luz solar.

Os sistemas que utilizam LEDs têm sido apontados como o futuro da iluminação. Sua tecnologia atingiu um patamar em que a eficiência e a vida útil os tornam fontes ideais para aplicações que não eram viáveis há pouco tempo, desafiando as soluções tradicionais. Uma das principais aplicações a serem consideradas atualmente é na iluminação pública, a qual tem sido implementada em avenidas, túneis, etc. (VIEGAS, 2013).

O uso de lâmpadas de LED reduz de forma sensível às intervenções nas manutenções convencionais, reduzindo conseqüentemente os custos com serviços especializados. Os LEDs são ambientalmente mais corretos se comparados às lâmpadas tradicionais de sódio e mercúrio, pois não utilizam componentes tóxicos na sua fabricação, o que simplifica consideravelmente o processo de descarte. Segundos dados da fabricante OSRAM a vida útil teórica de uma lâmpada a LED é de pelo menos 50 mil horas, isso permitirá reduzir o número de manutenções, eliminando custos e aumentando a disponibilidade do sistema. Permitem ainda uma reprodução de cores muito superior à das lâmpadas de sódio.

Novos aspectos como gestão térmica em ambientes fechados e qualidade de energia tornam-se variáveis novas a serem analisadas na construção de sistemas de iluminação e determinam a qualidade do projeto, bem como a eficiência e durabilidade do sistema.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O presente documento tem por objetivo desenvolver uma proposta para revitalizar o sistema de iluminação a LED, alimentado por painéis fotovoltaicos, da pista de atletismo da UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) bem como contribuir com a disseminação do uso de energia solar e reforçar a imagem da UTFPR como incentivadora de ações voltadas ao uso da energia renovável.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realização de um estudo teórico referente à energia solar fotovoltaica, sistemas de iluminação a LED e normas técnicas pertinentes a projetos de iluminação de ambientes externos de uso comum;

- Elaboração de um diagnóstico da situação atual do sistema de iluminação da pista, abrangendo a avaliação do estado dos componentes;

- Desenvolvimento de um projeto de iluminação de acordo com as normas pertinentes ao projeto, em concordância com as condições do local e com base no diagnóstico obtido;

- Realização de um estudo comparativo entre alimentação CC (Corrente Contínua), painel fotovoltaico individual e independente para cada ponto de iluminação e alimentação através de uma central fotovoltaica.

- Especificação de materiais necessários para execução do projeto;

- Levantamento dos fornecedores dos materiais e equipamentos necessários, com respectivas características técnicas para a seleção dos materiais adequados;

- Desenvolvimento e apresentação de uma proposta orçamentária para um novo e funcional sistema de iluminação para a pista;

- Elaboração de uma pesquisa de satisfação com os usuários da pista.

Para tal fim o presente documento é dividido da seguinte forma: inicialmente é caracterizada a pista de atletismo e a iluminação existente, na sequência tem-se tópicos relevantes sobre energia solar e também sobre a tecnologia de iluminação em estado sólido e alguns conceitos de luminotécnica que serão utilizados no decorrer do projeto. Posteriormente, tem-se um referencial comentado sobre as normas e padronizações pertinentes ao setor seguida do diagnóstico atual da iluminação da pista, na sequência aborda-se a metodologia que será aplicada ao projeto, e o projeto em si. Para finalizar, apresenta-se uma planilha com fornecedores e custos dos equipamentos do projeto e uma pesquisa de satisfação com os usuários da pista de atletismo.

2 PISTA DE ATLETISMO

A pista de atletismo constitui parte das instalações do câmpus da UTFPR situado na cidade de Pato Branco. Suas instalações contam ainda com vários blocos destinados a salas de aula, biblioteca, órgãos administrativos, restaurante universitário, ginásio de esportes além de amplos estacionamentos para alunos e servidores. Na figura 1 pode-se observar uma visão geral da pista de atletismo.

Este câmpus detém o segundo maior número de alunos da instituição, ficando atrás apenas do câmpus Sede. Segundos dados da Pró-Reitoria de Graduação e Educação Profissional (PROGRAD), este câmpus possuía 2796 alunos matriculados no segundo semestre de 2011.



Figura 1 – Visão Geral Da Pista de Atletismo.

Fonte: Autoria Própria.

Segundo a CBAAt (Confederação Brasileira de Atletismo), recomenda-se unicamente a construção de pistas com piso sintético e com oito raias na pista de corridas. Uma pista de Atletismo para ser oficial, deve atender a todas as dimensões oficiais determinadas nas Regras Oficiais de Competição da IAAF (*International Association of Athletics Federations*), além disso, para ser reconhecida como uma pista como oficial pela CBAAt, o piso da pista deve possuir Certificado de Aprovação da IAAF.

O piso do qual é revestida a pista do campus Pato Branco, que pode ser visualizado na figura 2, é certificado pela IAAF, pois é um piso do tipo Mondo de origem italiana com 13 mm de espessura, e as dimensões da pista também atendem aos critérios deste órgão. Abaixo citam-se algumas das especificações atendidas pela pista.

-8 (oito) raias, com uma dimensão de 400 (quatrocentos) metros medidos a 30 (trinta) centímetros da base interna da primeira raia.

-Características técnicas específicas da borracha de revestimento, como espessura, resistência, dilatação, que cumprem plenamente as exigências da IAAF.

-A planicidade da base onde é colado o revestimento atende aos critérios exigidos.



Figura 2 – Detalhe Do Piso Da Pista.
Fonte: Autorial Própria.

Uma foto aérea para a melhor visualização da pista pode ser visualizada no anexo A.

A iluminação atual é composta de 14 postes, com uma luminária contendo duas lâmpadas de LED por poste e com alimentação fotovoltaica individual. Como a pista não possui cobertura, a iluminação noturna é provida apenas por estes pontos de luz.

Atualmente a pista é utilizada apenas para práticas esportivas da própria UTFPR, de atletas profissionais e amadores e da população em geral que a utilizam para suas caminhadas e treinos, sendo inviável a sua inserção no âmbito de competições oficiais, devido a falta de infraestrutura adequada (faltam vestiários,

banheiros, bebedouros). Na figura 3(a) e 3(b) pode-se visualizar duas luminárias do sistema atual.



Figura 3 – Luminária Do Sistema De Iluminação Atual.
Fonte: Autoria Própria.

3 RADIAÇÃO SOLAR

O sol é responsável por quase todas as outras fontes de energia direta ou indiretamente, seja através do calor, do fenômeno da fotossíntese, da radiação solar captada de alguma maneira e transformada ou utilizada diretamente, ou até mesmo do petróleo que é gerado através de resíduos de plantas e animais que retiraram energia necessária para seu desenvolvimento da radiação solar. Em última instância pode-se dizer que quase todos os tipos de energia são derivadas do sol. Atualmente o homem está utilizando essa energia, que é inesgotável se considerada a escala terrestre de tempo, tanto como fonte de calor como fonte de luz.

A energia do sol é transmitida para a terra na forma de radiação eletromagnética, sendo que esta se constitui de ondas eletromagnéticas de diferentes frequências e comprimentos de onda. A energia que uma onda pode transmitir está associada a sua frequência, sendo que a energia é proporcional a frequência, ou seja, quanto maior a frequência, maior a energia transmitida.

O espectro de radiação solar é o nome dado ao conjunto de todas as frequências de ondas eletromagnéticas emitidas pelo Sol, vale ainda ressaltar que todas essas ondas transportam energia.

Quando as ondas eletromagnéticas incidem sobre um corpo que tem a capacidade de absorver radiação a energia eletromagnética é convertida em energia cinética e transmitida para as moléculas e átomos deste corpo.

As principais formas de utilização da energia solar pela humanidade atualmente podem ser elencadas como fototérmica, e fotovoltaica, além da arquitetura bioclimática.

3.1 ENERGIA SOLAR FOTOTÉRMICA

Este conceito é baseado na quantidade de energia que um determinado corpo é capaz de absorver sob a forma de calor, a partir da radiação solar incidente nele próprio. Tendo alguma forma de captá-la e armazená-la, pode-se fazer uso deste conceito, e atualmente o modo mais difundido são os coletores solares.

Nos coletores solares fluidos (líquidos ou gasosos) são aquecidos, e posteriormente devidamente acondicionados em reservatórios termicamente isolados até seu uso final. Podem-se dividir estes coletores em coletores concentrados ou coletores planos devido a sua fabricação com ou sem dispositivos de concentração solar.

Atualmente o grande uso de coletores solares planos se dá no âmbito residencial para aquecimento de água, a qual fica acondicionada em um reservatório conhecido como Boiler. Este sistema de aquecimento ajuda a economizar energia elétrica, que seria utilizada para aquecer a água, podendo esta parcela da energia ser utilizada para outros fins ou não sendo consumida, apesar de disponível.

Coletores concentrados são utilizados nos dias de hoje, principalmente em sistemas para a obtenção de eletricidade. Um bom exemplo é a usina *Solar Energy Generating Systems*, na Califórnia EUA, com 354 MW de capacidade instalada. A geração é obtida através do aquecimento de óleo sintético a uma temperatura de 400°C e posteriormente aquecimento de água para a utilização em uma turbina a vapor. Outro bom exemplo é a PS20 localizada em Sevilla na Espanha, com 20MW de capacidade instalada. A geração ocorre através de 1255 heliostatos focados em uma torre de 165 m a qual possui em seu interior um sistema com fluido que é aquecido a 400°C que posteriormente é utilizado em uma turbina a vapor. Na figura 4 pode-se observar as referidas usinas.

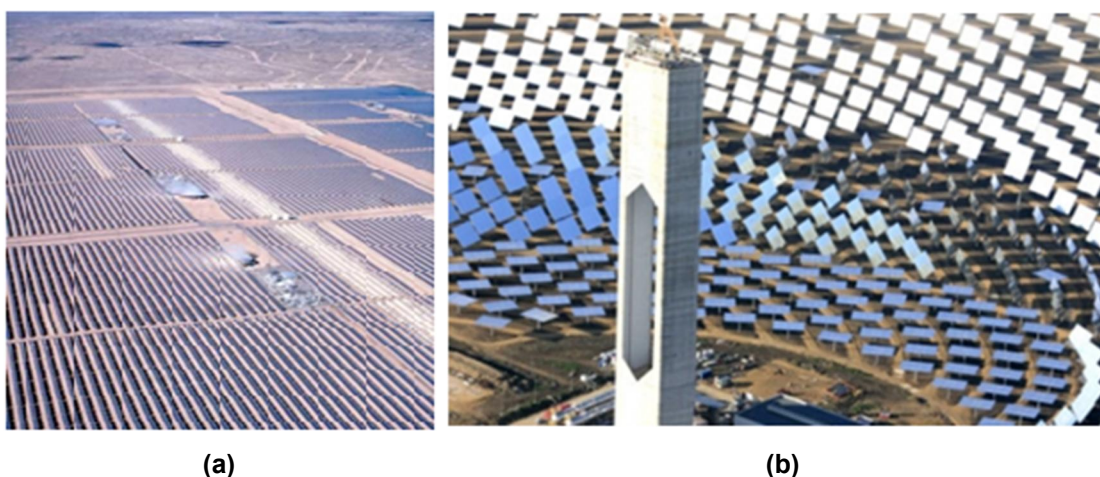


Figura 4- Exemplos De Energia Solar Fototermica.
Em (a) *Solar Energy Generating Systems*. Em (b) PS20.
Fonte: (SOLAR 2009).

3.2 ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA

O estudo para harmonizar as construções ao clima e características locais, visando seu uso para fins de trabalho ou habitação recebe o nome de arquitetura bioclimática. Através de medidas como o uso de correntes convectivas naturais, microclimas criados por vegetação apropriada e fazendo uso da energia solar pode-se adotar medidas arquitetônicas e urbanísticas para um melhor aproveitamento da energia.

Maximizando o uso da luz e calor provenientes da radiação solar incidente, consegue-se uma redução no consumo de energia elétrica destinada a iluminação e adequando o projeto arquitetônico a orientação espacial (dimensões de abertura de janelas e transparência na cobertura das mesmas) tem-se uma menor utilização de equipamentos de climatização como ar-condicionado, ventiladores, etc.

3.3 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

O efeito fotovoltaico, transformação da energia solar em energia elétrica, foi descoberto em 1839 pelo físico Edmond Becquerel. Este fenômeno engloba três fenômenos físicos intimamente ligados e simultâneos: A absorção da luz pelo material, a transferência de energia dos fótons para as cargas elétricas, a criação de corrente elétrica.

Em 1876 foi concebido o primeiro aparato fotovoltaico advindo dos estudos das estruturas de estado sólido, e apenas em 1956 iniciou-se a produção industrial seguindo os avanços da microeletrônica. No anexo B, tem-se uma figura com a representação dos eventos chave no desenvolvimento das células solares.

3.3.1 O Efeito Fotovoltaico

Os semicondutores são materiais que possuem uma banda de valência totalmente preenchida por elétrons e uma banda de condução totalmente “vazia” quando expostos a temperaturas muito baixas. O *gap* de energia, separação entre as duas bandas de energia, dos semicondutores é da ordem de 1eV. Essa característica faz com que a condutividade do material aumente conforme o aumento da temperatura. Outro aspecto do *gap* de energia é observado nas células fotovoltaicas pela possibilidade de fótons, na faixa da luz visível, com energia superior ao *gap* do material, excitarem os elétrons que estão na banda de condução. Esse é o primeiro passo para o funcionamento das células fotovoltaicas. Contudo, existe a necessidade de uma estrutura que faça a coleta dos elétrons excitados.

O material semicondutor mais empregado no planeta é o silício, que possui quatro elétrons na sua banda de valência. Para a construção das células fotovoltaicas utiliza-se geralmente o silício “dopado”, metade com elementos químicos que possuam cinco elétrons na banda de valência (dopantes n) e na outra metade com elementos que possuam três elétrons na banda de valência (dopante p), gerando uma junção pn. O dopante n quando ligado ao silício, acaba tendo um elétron “sobrando”. Enquanto isso, o dopante p quando ligado ao silício, acaba tendo uma lacuna “sobrando”. Na junção pn os elétrons livres do lado n passam para o lado p para ocuparem as lacunas, gerando um acúmulo de elétrons no lado p e conseqüentemente negativamente carregado. Enquanto que no lado n existe uma redução dos elétrons, tornando-o positivamente carregado. As cargas dão origem a um campo elétrico permanente que dificulta a passagem de elétrons do lado n para o p, alcançando um equilíbrio quando não é possível mais o trânsito dos elétrons de um lado para o outro.

A base do funcionamento das células fotovoltaicas é a seguinte: se a junção pn descrita anteriormente for exposta a fótons com energia maior que o *gap* serão gerados pares elétron-lacuna. Caso exista um campo elétrico diferente de zero, as cargas são aceleradas, gerando uma corrente. O deslocamento de cargas origina a uma diferença de potencial, ao qual é conhecido por Efeito Fotovoltaico. Conectando as duas extremidades do silício através de um condutor, haverá uma circulação de elétrons. Uma ilustração deste efeito pode ser observada na figura 5.

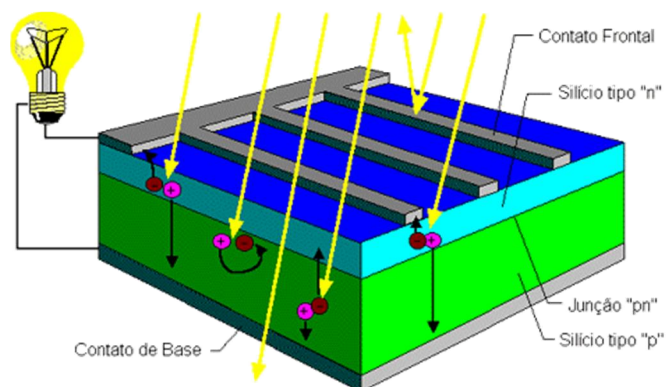


Figura 5 – Ilustração Do Efeito Fotovoltaico.
Fonte: (EFEITO FOTOVOLTAICO, 2008).

Como todo processo de conversão de energia, existe fatores limitantes. O primeiro deles é o espectro da radiação solar, que é amplo. Apenas os comprimentos de onda aproximadamente de $1\mu\text{m}$ são capazes de excitar os elétrons em células de silício, como ilustra a figura 6.

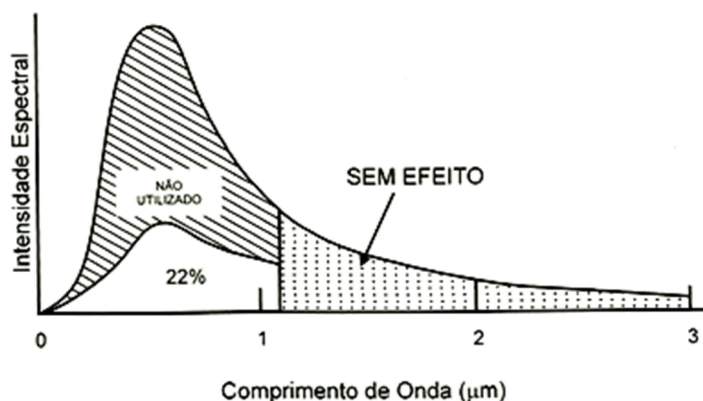


Figura 6- Conversão De energia luminosa em uma célula de silício.
Fonte: Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (1999 p.17).

Outro limitador é que cada fóton só consegue excitar um elétron. Então, para fótons com energia superior à do *gap*, existirá um excesso de energia que será convertido em calor. Além disso, existe a possibilidade do não recolhimento dos elétrons excitados e da não contribuição destes para a corrente. O último efeito descrito é o que é reduzido através da tecnologia de fabricação das células voltaicas.

3.3.2 Eficiência de Conversão

Por eficiência de conversão (η) entende-se a razão entre a potência elétrica útil da célula (P_{mp}) e a potência útil da radiação solar incidente. Para o cálculo da potência útil da radiação solar incidente, deve-se multiplicar a área da superfície irradiada (A) pela radiação (P). A equação 1 demonstra essa relação.

$$\eta = \frac{P_{mp}}{A * P} \quad (1)$$

Sendo este valor expresso em % e quanto mais alto esse valor, melhor o aproveitamento da irradiação solar global disponível. Este conceito será de suma importância para o entendimento das curvas de corrente-tensão. No gráfico 1 pode-se observar as eficiências de alguns tipos de módulos fotovoltaicos.

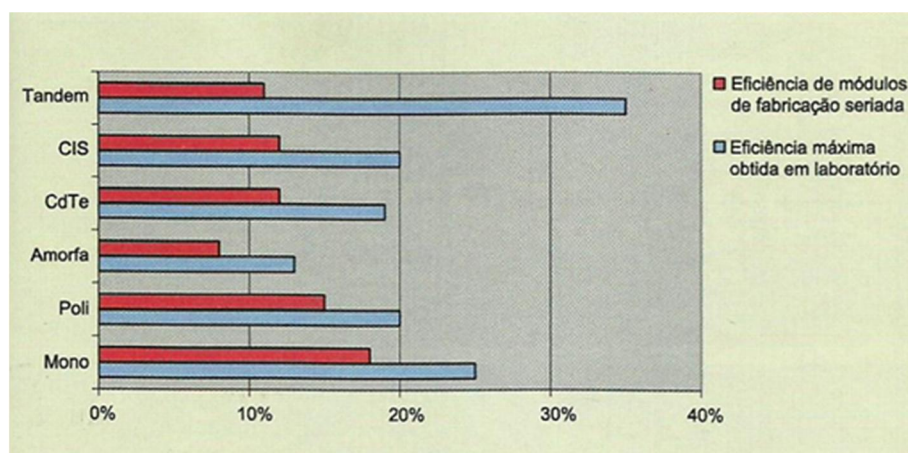


Gráfico 1 - Comparativo Da Eficiência de Conversão.
Fonte (ELETRICIDADE, 2013)

Nota-se nitidamente a discrepância entre valores obtidos em laboratórios e de fabricação seriada, bem como entre os diversos tipos de células.

Com base no gráfico 1, pode-se analisar que a eficiência é um parâmetro decisivo na questão financeira envolvida nos projetos, pois se a eficiência for baixa, tem-se a necessidade, para um mesmo rendimento, de uma área irradiada maior.

3.3.3 Células Fotovoltaicas

Conforme citado anteriormente a conversão de energia solar em energia elétrica se dá através do uso de material semicondutor como elemento transformador. Os principais tipos de células presentes na atualidade são as de silício monocristalino, silício policristalino e filmes finos.

3.3.3.1 Silício Monocristalino

É o mesmo material utilizado na fabricação de circuitos integrados para microeletrônica, onde as células são formadas em fatias de um único grande cristal previamente crescido e enfatiado. A experiência com trabalhos deste material e a grande pureza garantem uma alta confiabilidade e alta eficiência de conversão. Porém devido a energia envolvida em sua fabricação e as altas quantidades de material envolvido, esta tecnologia apresenta custos muito elevados mesmo em grandes escalas de produção. Atualmente este tipo de material é o que consegue garantir os maiores níveis de eficiência de conversão quando empregados na fabricação em larga escala de painéis (níveis comerciais), mesmo com a existência de outras tecnologias disponíveis. Na figura 7 pode-se observar um exemplo de aplicação do silício monocristalino.

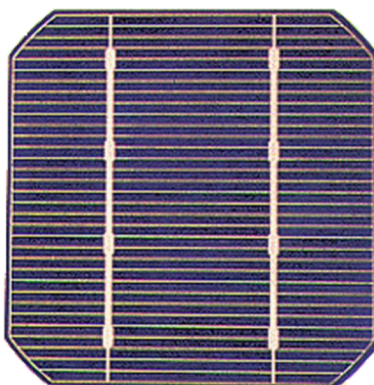


Figura 7 – Exemplo De Painel Com Silício Monocristalino.

Fonte: (TIPOS DE CÉLULAS, 2008).

3.3.3.2 Silício Policristalino ou Multicristalino

As células são fabricadas a partir do mesmo material, mas ao contrário do silício monocristalino, é solidificado em forma de um grande bloco composto de muitos pequenos cristais e a partir deste bloco são obtidas as fatias e fabricadas as células, contudo a presença de interface entre os vários cristais reduz a eficiência destas células. A energia utilizada nesta técnica é significativamente menor que a utilizada no silício monocristalino. Na figura 8 pode-se observar um exemplo de aplicação do silício policristalino.

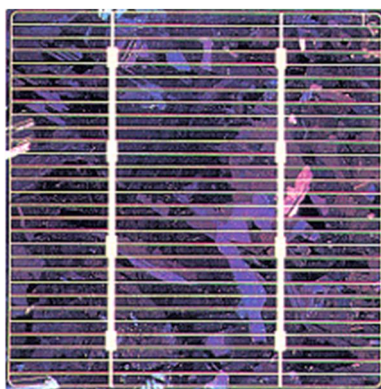


Figura 8 – Exemplo De Painel Com Silício Policristalino.

Fonte: (TIPOS DE CÉLULAS, 2008).

3.3.3.3 Filmes Finos

O objetivo desta técnica é obter células fotovoltaicas confiáveis utilizando pouco material semicondutor, apresentando custos mais baixos e passíveis de serem produzidos em larga escala. Basicamente os estudos são voltados para diferentes materiais semicondutores e técnicas de deposição destes em camadas finas com espessuras de poucos microns. Entre os materiais mais estudados estão o silício amorfo hidrogenado (a-Si:H), o disseleneto de cobre e índio(CIS), o telureto de cadmio (CdTe), células de dupla camada (Tandem). Na figura 9 pode-se observar um exemplo de aplicação da tecnologia de filmes finos.

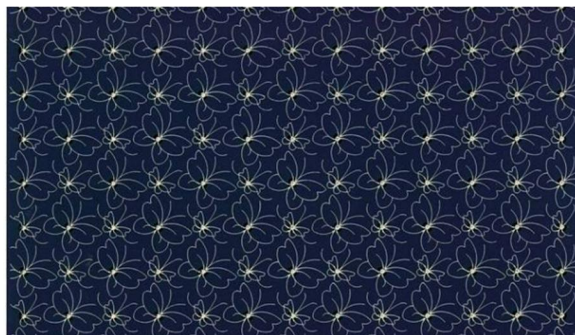


Figura 9 – Exemplo De Uma Estrutura Com Tecnologia De Filme Fino.
Fonte: (NANOSOLAR, 2013)

No quadro 1 tem-se um comparativo das vantagens e desvantagens dos tipos de células fotovoltaicas abordados anteriormente.

Tipos de célula	Vantagens	Desvantagens
Monocristalina	Alta eficiência	Processo de produção dispendioso
Policristalina	Custo de produção mais econômico	Requer maior área do que as células monocristalinas
Filme fino (Amorfo)	Economia de material devido as camadas (μm)	Baixa eficiência

Quadro 1 - Eficiência De Conversão De Diversos Tipos De Células Fotovoltaicas
Fonte: Revista Eletricidade Moderna Março 2013.

3.3.4 Módulos Fotovoltaicos

Consistem em arranjos de diversas células fotovoltaicas dispostas de maneira a permitir passagem de corrente e reunidas em uma única estrutura, fazendo assim com que se tenha a geração de eletricidade em corrente contínua obtida da luz solar. Quando montados de modo a formar uma estrutura única, esses

módulos, também interligados eletricamente, resultam na construção do então chamado painel solar fotovoltaico.

Estes painéis captam a luz solar e fazem a corrente elétrica fluir entre duas camadas com cargas opostas. Apesar de cada célula solar fornecer uma quantidade relativamente pequena de energia (geralmente algo menor de 1,6W), um conjunto de células solares espalhadas numa grande área pode gerar uma quantidade de energia suficiente para abastecer, por exemplo, uma residência.

A eficiência dos módulos está atrelada ao tipo de tecnologia das células que os compõem, ou seja, é a tecnologia utilizada que dirá o quanto o módulo irá aproveitar da irradiação solar incidente sobre ele para transformar em energia elétrica. Sendo assim, um módulo com eficiência de 13% consegue transformar esse percentual da energia do sol incidente sobre o painel em energia elétrica. Entre os módulos avaliados, os mais eficientes são destacados com o Selo PROCEL Eletrobrás.

Os módulos e seus componentes já eram etiquetados pelo Inmetro de forma voluntária desde 2008. Mas, em julho de 2012, o programa foi revisado e se tornou compulsório, de forma que fabricantes e importadores só poderiam comercializar, no país, produtos etiquetados e registrados pelo Instituto (VARELA, 2012). No anexo C têm-se uma tabela com a eficiência energética e alguns dos módulos fotovoltaicos certificados com o selo PROCEL.

3.3.4.1 Degradação

As fotocélulas perdem um determinado percentual da potência nas primeiras horas que são expostas a luz, ou seja, as radiações UV. Em células cristalinas este efeito cessa aproximadamente após 50 horas de exposição ao sol. Já nas células amorfas este efeito pode persistir por até 3 meses e reduzir a eficiência de conversão em até 2 pontos percentuais. Ao longo de sua vida útil, as células continuam perdendo potência devido a queda da vida útil do material empregado em sua fabricação, porém outros fatores como poluição dos vidros dos módulos, crescimento de algas junto a moldura dos módulos, sombreamento parcial das

células ou crescimento da vegetação podem aumentar a queda na geração de energia.

3.3.4.2 Temperatura Nominal De Operação

Consiste na temperatura da célula solar onde se verifica a condição nominal de serviço. Porém esta temperatura baseia-se em um dia de primavera europeia considerando a irradiação solar de 800 w/m^2 , temperatura de 20°C , *Air-Mass* de 1,5 e velocidade do vento de 1 m/s . A temperatura da célula situa-se em geral entre 45°C e 50°C . Convém mencionar que os valores de irradiação solar global incidente em qualquer região do território brasileiro, segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar, varia de 4200 a 6700 kwh/m^2 . O gráfico 2 ilustra a variação de potência em função da temperatura. (Lembrando que NOCT vem do termo em inglês *Nominal Operating Cell Temperature*).

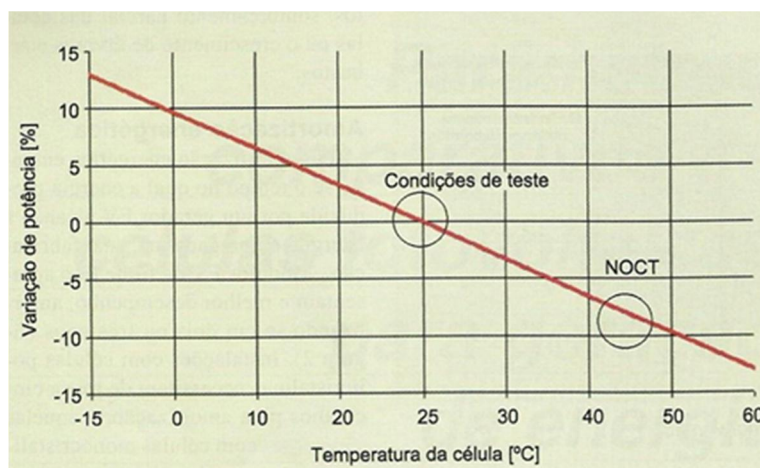


Gráfico 2 - Variação De Potência Em Função Da Temperatura.
Fonte (ELETRICIDADE, 2013)

Como pode ser observado no gráfico 2, um aumento de temperatura na célula, não ocasiona uma maior potência de geração, pelo contrário, observa-se que para um acréscimo de 25°C na temperatura temos uma redução da potência de aproximadamente 10%.

A incidência de um nível de insolação e variação de temperatura ambiente implica em uma variação na temperatura das células que compõe o modulo. O

gráfico 3 mostra curvas de $I \times V$ para diversas temperaturas da célula. A tensão diminui significativamente com o aumento da temperatura enquanto a corrente sofre uma elevação quase desprezível (CEPEL).

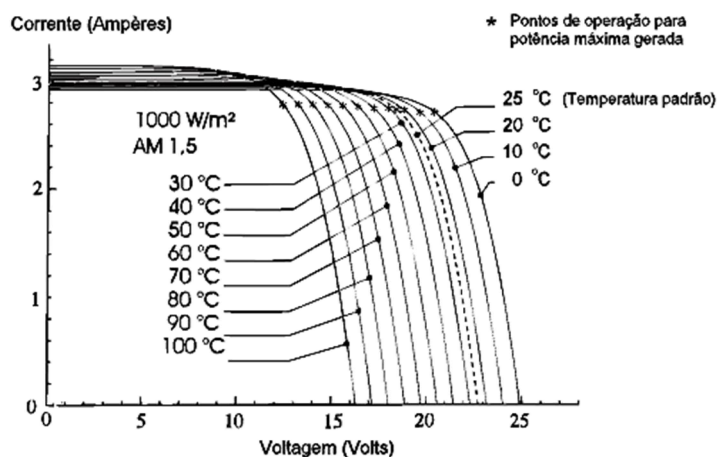


Gráfico 3 - Efeito Causado Pela Temperatura Da Célula Na Curva Característica $I \times V$. (para 1000 W/m²) Em Um Módulo Fotovoltaico De Silício Cristalino. Fonte: Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (1999 p.50).

O gráfico 3 foi elaborado com base na equação 2. Esta equação é conhecida como Lei de Stefan-Boltzmann, onde "A intensidade da radiação varia com a quarta potência da temperatura absoluta." (PORTUGAL, 2007).

$$I = e * \sigma * T^4 \quad (2)$$

Onde:

I : intensidade total da radiação térmica.

e : emissividade, (0 para o refletor perfeito e 1 para o corpo negro).

σ : constante de Stefan-Boltzmann, e igual a $5,67 \times 10^{-8} \text{ w m}^{-2} \text{ K}^{-4}$.

T : temperatura absoluta.

3.3.4.3 Curvas de Corrente-Tensão

São curvas que representam as características elétricas e de potência das células solares. A corrente nominal da célula solar situa-se cerca de 5% abaixo da corrente de curto-circuito. Já a tensão da célula, que depende do material, situa-se em torno de 20% abaixo da tensão de vazio. O ponto de potência máxima é o ponto

de operação ideal de uma célula, no qual se atinge a potência máxima que pode ser oferecida, produto da tensão pela corrente da célula. O gráfico 4 ilustra a corrente de curto circuito e tensão em vazio em função da irradiação

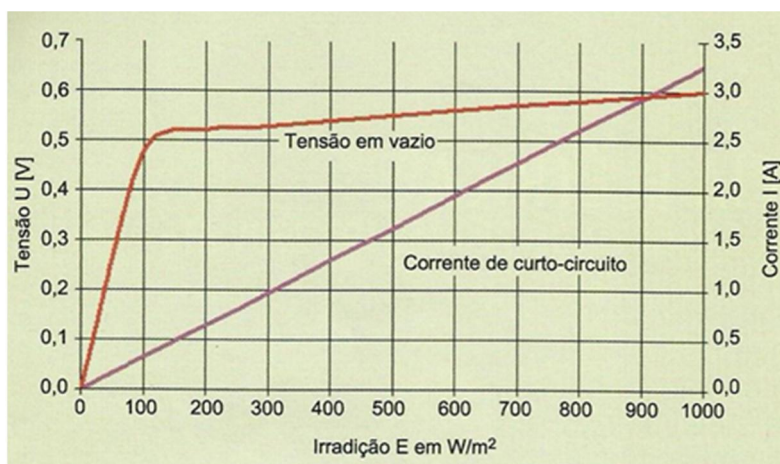


Gráfico 4 - Corrente De Curto-Circuito e Tensão Em Vazio Em Função Da Irradiação.

Fonte: (ELETRICIDADE, 2013)

A tensão já surge na célula com uma pequena radiação solar, e permanece quase constante. A corrente de curto-circuito se comporta proporcionalmente a radiação (característica de materiais semicondutores como o silício). Para que a máxima potência seja entregue pela célula, a carga deve ser ajustada de modo que o ponto de operação coincida com o ponto de máxima potência da célula. O gráfico 5 apresenta a característica corrente-tensão de uma célula cristalina de silício.

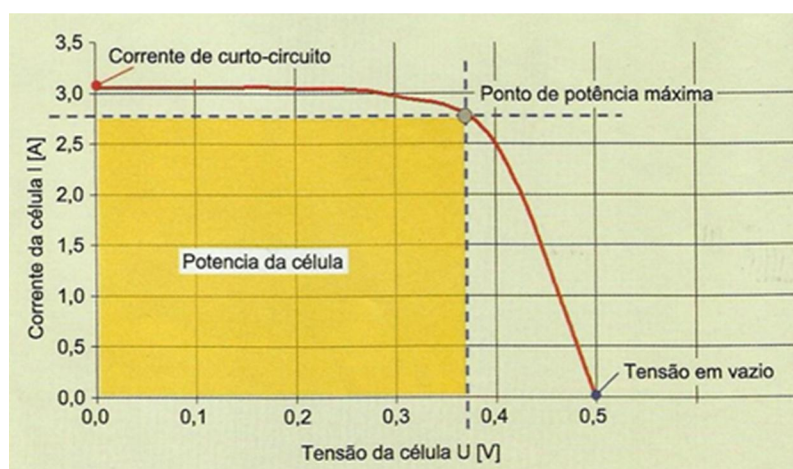


Gráfico 5 - Característica Corrente-Tensão De Uma Célula Cristalina De Silício.

Fonte (ELETRICIDADE, 2013)

3.4 SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICO ISOLADO

Um sistema fotovoltaico de energia funcionando isoladamente é composto por um conjunto de módulos fotovoltaicos e por um conjunto de equipamentos complementares, incluindo baterias, controladores de carga e inversores quando, necessário.

3.4.1 Controlador De Carga

O controlador de carga é um dispositivo instalado entre os módulos e as baterias para gerenciar o processo de carga e descarga das baterias, evitando que as mesmas sejam sobrecarregadas ou descarregadas além de limites pré-determinados, aumentando assim sua vida útil. Obviamente este sistema está presente quando tem-se a necessidade de armazenamento da energia e não quando a utilização da energia é utilizada imediatamente, como no caso de muitas máquinas de calcular simples existentes no mercado ou no processo de bombeamento de água.

3.4.2 Carga CC Com Armazenamento

É situação encontrada quando se pretende usar equipamentos elétricos, em corrente contínua, independentemente de existir ou não geração fotovoltaica simultânea. A alimentação do equipamento é viabilizada através do armazenamento de energia em baterias. Para proteger as baterias de possíveis danos – como por sobrecarga ou descarga profunda - geralmente utiliza-se um controlador de carga.

Porém, existem algumas situações em que é possível abrir mão dos controladores: quando a capacidade de armazenamento das baterias é superior a geração e quando os módulos fotovoltaicos possuem uma característica de curva V_{xl} em que a corrente é baixa na tensão de carga plena das baterias, por consequência, provocando um desperdício de energia. É importante, para os casos

descritos, levar em consideração os impactos do não uso do controlador para proteção da bateria por sobrecarga.

Como exemplos, citam-se: iluminação, sistemas de comunicação, dentre outros.

3.4.3 Inversor

O inversor é necessário em um sistema fotovoltaico quando necessita-se alimentar cargas em corrente alternada. O inversor transforma a corrente contínua em corrente alternada, podendo, portanto, alimentar os aparelhos eletroeletrônicos convencionais. No projeto proposto por este documento, não será necessário o uso de um inversor, visto que a carga utiliza apenas CC.

4 ILUMINAÇÃO DE ESTADO SÓLIDO

Segundo dados do PROCEL, a iluminação pública é responsável por aproximadamente 4,5% da demanda nacional (cerca de 2,2GW) e 3% do consumo de energia elétrica no Brasil, algo em torno de 9,7 TWh por ano. Os custos de iluminação pública não se limitam apenas a energia elétrica necessária para seu funcionamento, mas também os custos de manutenção e operação do sistema.

Uma alternativa tem sido muito difundida na questão da iluminação pública com o intuito de minimizar estes gastos, esta alternativa é o emprego de LEDs de alta potência. Estes dispositivos são componentes eletrônicos de estado sólido compostos por materiais semicondutores formados por uma junção pn que ao ser diretamente polarizada (inserção de uma fonte elétrica de energia em seus terminais correspondentes), faz com que os elétrons cruzem a barreira de potencial e se recombinem com as lacunas, ao se recombinar há a emissão de energia na forma de luz visível, este processo é denominado eletroluminescência. (BOYLESTAD, 2004).

Assim como os diodos comuns, os LEDs apresentam parâmetros de funcionamento que devem ser rigorosamente respeitados, sob risco do não funcionamento ou até da inutilização do componente, se forem ultrapassados. Dentre estes parâmetros podemos destacar: tensão máxima inversa: a tensão que o LED suporta, quando inversamente polarizado, tensão direta: é a tensão que deve ser aplicada em polarização direta para que o dispositivo funcione adequadamente e também é chamado de queda de tensão através do LED, corrente máxima direta: o mais importante dos parâmetros, pois é responsável pela luminosidade máxima que se pode obter do componente.

A figura 10 simboliza o processo de luminescência e também o símbolo gráfico de um LED.

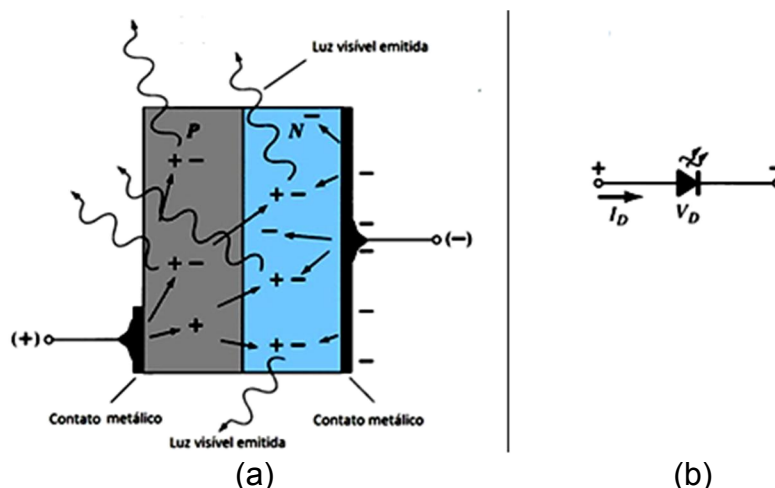


Figura 10 – Representações Do LED. Em (a) Processo De Eletroluminescência. Em(b) símbolo gráfico.
Fonte: (BOYLESTAD, 2004).

Com a portaria n.º 489, de 08 de dezembro de 2010 do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior que versa sobre a revisão dos Requisitos de Avaliação da Conformidade para Lâmpadas Fluorescentes Compactas com Reator Integrado à Base e a portaria interministerial Nº 1.007, de 31 de dezembro de 2010, que define os níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética para lâmpadas incandescentes, o Brasil deu um importante passo no setor de eficiência energética.

O uso racional e eficiente de energia é um tema muito pertinente nos dias atuais, e a iluminação a LED é apontada por vários setores como uma das principais tendências do mercado, e tem sido empregado bastante esforço para o avanço dessa tecnologia.

Segundo Gilberto Grosso, presidente comercial da Avant, (ELETRICIDADE, 2012, p.258) “o principal benefício do LED é o baixo consumo de energia elétrica, que pode chegar a 88% a menos que o consumo de lâmpadas incandescentes e a durabilidade de até 25 vezes em detrimento as incandescentes comuns”. Porém, ele ressaltou que (ELETRICIDADE, 2012, p.258) “embora aparentemente os produtos com LED sejam iguais, há grandes diferenças no que se refere a qualidade imbuída em cada item pois os problemas surgem depois da instalação com a queda abrupta na intensidade luminosa, queima precoce (em torno de 2 mil horas de uso), baixa intensidade luminosa de um ou outro diodo, perda de cor da luz emitida e que as razões pelo não embasamento de qualidade é a falta de normas mundiais de desenvolvimento e fabricação de itens com tecnologia LED”.

Porém, a iluminação a LED tem alguns casos de emprego bem sucedidos no Brasil. No ano de 2012, a cidade de Florianópolis instalou 366 luminárias LED na ciclovia da Avenida Beira Mar Norte como parte do programa de comemoração do 286º aniversário da cidade. O projeto trouxe uma economia no consumo de energia, de 50%, quando comparada à iluminação anterior, com lâmpadas de vapor metálico. Outro bom exemplo é a ciclovia da Lagoa Rodrigo de Freitas, no Rio de Janeiro, onde foram instaladas 540 luminárias LED de 90 watts em detrimento a antigos pontos de luz de vapor de sódio de 150 watts, que além de mais beleza trouxe mais segurança ao longo dos 7,5 quilômetros de ciclovia da Lagoa, que será a sede das provas de remo nos Jogos Olímpicos de 2016. Já na Rua Avanhandava, no centro de São Paulo, a instalação de luminárias LED em 2010 gerou uma economia de até 46% no consumo de energia elétrica (ILUMINAÇÃO, 2012).

Existe ainda o programa PROCEL RELUZ que tem por objetivo promover o desenvolvimento de sistemas eficientes de Iluminação Pública e sinalização semaforica, bem como a valorização dos espaços públicos urbanos, melhorando a segurança da população. Este projeto ainda propõe financiamento da Eletrobrás de até 75% do valor total do projeto. Os 25% restantes deverão constituir a contrapartida dos entes federativos e/ou das concessionárias de energia elétrica. (APRESENTAÇÃO, 2013).

Para o gerente da Divisão de Eficiência Energética no Setor Público, Marcel da Costa Siqueira, o LED é uma alternativa para a iluminação pública onde se deve investir (MELO, 2012).

Sem dúvida o LED é a tecnologia mais promissora que está disponível no mercado e provavelmente será uma importante alternativa para substituir as tecnologias convencionais e aumentar a eficiência energética dos sistemas de iluminação pública.

Inúmeros estudos vêm sendo feitos neste campo, e todos eles apontam uma série de vantagens da tecnologia LED. Dentre eles podemos citar: a utilização de menos energia para uma mesma iluminação (em detrimento das lâmpadas atuais), as lâmpadas LED não contém mercúrio em sua composição, não poluindo o meio ambiente com metais pesados quanto ao seu descarte, possuem maior vida útil e tem alto índice de reprodução de cores.

5 CONCEITOS IMPORTANTES SOBRE LUMINOTÉCNICA

Inicialmente para o desenvolvimento de um projeto de iluminação, deve-se ter o conhecimento de alguns termos e conceitos pertinentes a esta área. Estes conceitos são estabelecidos pela NBR 5461 e NBR 5101.

Luz: É o aspecto da energia radiante que um observador humano constata pela sensação visual pelo estímulo da retina ocular. A faixa das radiações eletromagnéticas capazes de serem percebidas pelo olho humano se situa entre os comprimentos de onda de 2800 a 7600 angstroms.

Fluxo Luminoso: simbolizado por Φ , representa a potência da radiação efetivamente sensível ao olho. Sua unidade no SI é o lúmen (lm).

Intensidade luminosa: simbolizado pela letra I, representa a potência sensível emitida por uma fonte luminosa que é detectada em determinada direção. Sua unidade no SI é candela (cd).

Iluminância: simbolizado pela letra E, representa a intensidade da luz incidente em uma superfície. Sua unidade no SI é lux (lx).

Luminância: simbolizado pela letra L representa a quantidade de luz emitida por uma área iluminada. Sua unidade no SI é candela /metro quadrado (cd/m²).

Eficiência luminosa: representa o fluxo luminoso resultante da conversão de 1 watt de potência elétrica em luz. Sua unidade no SI é lúmen/watt (lm/W).

Fator de uniformidade da iluminância em determinado plano: representado pela letra U, representa a razão entre a iluminância mínima e a iluminância média em um plano especificado. A equação 3 representa essa razão.

$$U = \frac{\text{iluminancia minima}}{\text{iluminancia média}} \quad (3)$$

6 NORMAS TÉCNICAS

Como citado anteriormente, os módulos fotovoltaicos, para serem comercializados no Brasil, devem possuir a etiqueta do Inmetro. A maioria dos fabricantes se baseia na IEC 61215:2005 (*Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval*). As normas brasileiras NBR 11876:2010 Módulos fotovoltaicos — Especificação, NBR 10889:2006 - Energia solar fotovoltaica – Terminologia e NBR 11704:2008 - Sistemas fotovoltaicos – Classificação, são as mais pertinentes quanto a realização deste projeto.

Atualmente não existe no Brasil uma norma específica para luminárias e lâmpadas a LED que defina potência, durabilidade, espectro, etc. Porém, existem duas normativas nacionais relacionadas apenas aos dispositivos de controle eletrônicos que acionam os LEDs, a NBR 16026:2012 e a NBR IEC 61347-2-13:2012, conhecidos também por *drivers*. Estas normas ainda não são suficientes para definir um nível mínimo de qualidade para um equipamento mais complexo como uma luminária, por exemplo. Portanto, para uma aplicação em uma escala maior, deve ser estudada uma padronização mais eficaz e, como o custo desta tecnologia ainda é elevado em comparação com as lâmpadas tradicionais, como as de descarga, uma análise econômica criteriosa, envolvendo pelo menos os custos com a aquisição, manutenção e economia de energia propiciada por estes equipamentos, deve ser feita para se comprovar a viabilidade de se empregar luminárias com LED na iluminação pública. (COPEL, 2012, p.19).

No cenário internacional, os documentos técnicos mais relevantes para iluminação de estado sólido incluem as recomendações LM-79 (IES, 2008a) e a LM-80 (IES, 2009a), bem como o recente memorando técnico TM-21, também da IES publicado em 2011.

Em se tratando de iluminação pública, a metodologia para medição e verificação de projetos é definida na norma da Associação Brasileira de Normas técnicas Norma Brasileira (NBR) 5101, que foi revisada no ano de 2012 e cujas principais novidades são os aspectos de luminância e a classificação das vias de acordo com o Código Brasileiro de Trânsito (CBT). No tangente a luminárias o que se tem é a Norma Brasileira (NBR) 16026, que trata dos requisitos de desempenho de dispositivos de controle eletrônico CC ou CA para módulos de LED e a Norma

Brasileira NBR IEC 61347-2-13 que versa sobre os requisitos particulares para dispositivos de controle eletrônico alimentados em CC ou CA para os módulos de LED.

No referente a baterias e acumuladores, tem-se a NBR 15641:2008 - Bateria chumbo-ácida estacionária regulada por válvula – Manutenção e a NBR 15389:2006 - Bateria chumbo-ácida estacionária regulada por válvula - Instalação e montagem.

A Norma Brasileira (NBR) 15129 (luminárias para iluminação pública: Requisitos particulares) versa sobre luminárias para a iluminação pública com equipamentos auxiliares integrados ou não, com altura mínima de 2,5 metros e para uso de outras fontes elétricas de iluminação com tensões de alimentação não superiores a mil volts.

7 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração deste trabalho primeiramente fez-se necessária uma revisão literária sobre geração de energia fotovoltaica, iluminação a LED bem como as normas nas quais o projeto deve se basear. Após, realizou-se o diagnóstico do sistema de iluminação atual da pista e na sequência definiu-se qual seria a metodologia aplicada ao projeto. De posse destas informações deu-se início ao projeto e a posterior especificação de materiais.

7.1 METODOLOGIA

Inicialmente, com o uso de uma trena e de uma máquina fotográfica, registraram-se algumas imagens do sistema de iluminação atual e coletaram-se as medidas das alturas dos postes, alturas das luminárias e distância entre os postes.

Para o diagnóstico dos materiais existentes na pista, a metodologia adotada foi a seguinte: inspeção visual e medições do nível de iluminância para as luminárias, Inspeção visual e medições de tensão e corrente antes e depois do ciclo de carga para as baterias, inspeção visual, imagem termográfica e medição de parâmetros para Levantamento da curva IxV nos módulos fotovoltaicos.

7.1.1 Medidas de Iluminamento

Inicialmente procedeu-se a coleta de dados para a obtenção do índice de iluminância médio. Para tal fim realizou-se a confecção da malha de inspeção conforme a NBR 5101. Esta malha de inspeção é composta de 210 pontos, conforme se observa na figura 11.

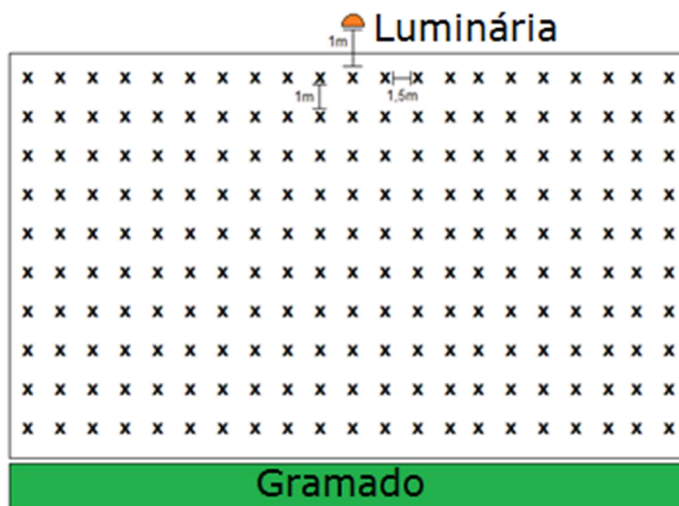


Figura 11- Caracterização Da Malha De Inspeção.
Fonte: Autoria Própria.

Em todos os pontos onde se observa o símbolo x, foi executada uma medição de iluminação com o luxímetro.

Posteriormente retirou-se uma luminária do poste e levou-se a mesma ao laboratório para a inspeção visual e retirada dos demais materiais que compõe o kit e que estão alojados na luminária.

7.1.2 Baterias

Inicialmente, com a luminária que contém a bateria em seu interior na bancada do laboratório, procedeu-se a inspeção visual, e com um amperímetro mediu-se a corrente fornecida pela bateria, através de um teste de curto-circuito. Posteriormente mediu-se com um voltímetro a tensão a vazio.

Submeteu-se a bateria então a um ciclo de carga de 8 horas, e ao final realizaram-se as mesmas medidas de corrente e tensão.

7.1.3 Módulos Fotovoltaicos

Como a luminária e o módulo fotovoltaico são interligados por uma série de cabos, no momento em que se retirou a luminária, o módulo, também foi retirado e levado ao laboratório para inspeção visual e medições.

Para as medidas de corrente e tensão (para o posterior levantamento da curva IxV), posicionou-se o módulo em uma superfície a 30 graus de inclinação com relação a horizontal, instalou-se uma bateria descarregada em seus respectivos terminais e em série com esta um amperímetro digital que realizava leituras a cada 244 segundos registrando seus valores em uma memória interna. Também conectou-se um voltímetro digital em paralelo com a bateria para o registro da leitura das tensões, tendo a mesma base de tempo para as aquisições. As medidas foram coletadas no dia 24 de Julho durante 10 horas e segundo dados do Simepar, a uma temperatura ambiente média de 15 °C, velocidade média do vento de 6,8 m/s.

Para finalizar o diagnóstico, registraram-se imagens térmicas do painel, tanto da parte posterior (onde não há vidro de proteção) quanto da parte frontal (onde possui vidro protetor). Também se registrou a imagem de um corpo negro nas mesmas condições para servir de referência. As imagens foram registradas no dia 12 de agosto de 2013 próximo às 12 horas.

Ainda cabe ressaltar que as medidas térmicas feitas na superfície com o vidro, detectaram somente a temperatura neste corpo, o que não determina necessariamente a temperatura da célula, por isso, executou-se a medição da parte posterior do painel.

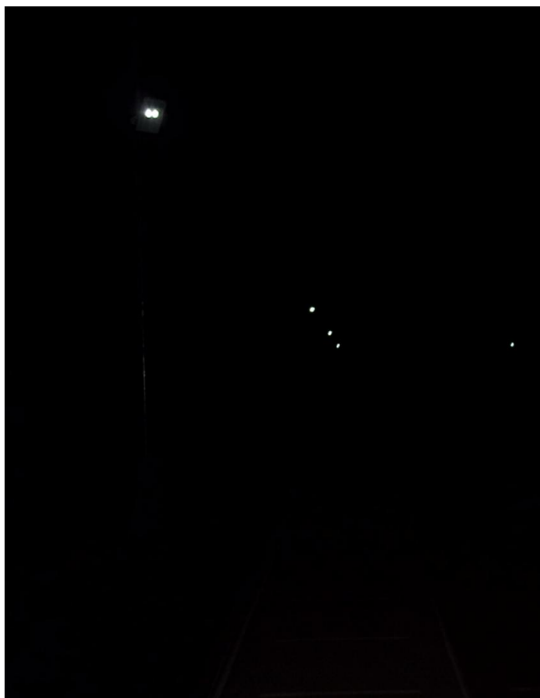
8 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo apresentam-se o dados obtidos durante a etapa de diagnóstico bem como ao desenvolvimento do projeto proposto no trabalho finalizando com uma relação de possíveis fornecedores e respectivos custos.

8.1 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA ATUAL

Através de observações em campo, pode-se constatar que o sistema de iluminação atual é falho e por muitas vezes inoperante, visto que quando se iniciou este projeto, apenas uma das 14 luminárias estava funcionando (e esta que estava funcionando não era suficiente para iluminar um espaço significativo, logo a pista não contava com praticamente nenhuma iluminação), dificultando muito o uso da pista no período noturno. Porém, durante o decorrer deste projeto, foi realizada a manutenção da iluminação pelo órgão responsável, tendo-se posto a pleno funcionamento todas as luminárias. Na figura 12 tem-se uma noção da iluminação da pista. Nota-se nitidamente o quão insuficiente está o sistema.

Através da coleta de dados, verificou-se que cada poste possui a altura de 4 metros (sendo 1 metro de base de concreto e o restante de tubo de alumínio), ao final do qual está posicionado um painel solar de 20W. Na figura 13 tem-se a imagem da luminária contendo 2 lâmpadas de LED com potência de 3W. A distância média medida (vão) entre os postes é de 30,4 metros e as luminárias estão posicionadas a 3,10 metros de altura.



**Figura 12 - Sistema De Iluminação Atual.
Fonte: Aatoria Própria.**

8.1.1 Luminária

Como a pista não é coberta e não abriga competições oficiais, não se tem uma norma específica que defina os índice de iluminância média mínima, então adotou-se por prudência, segundo a NBR 5101, a classificação da pista como sendo uma via do grupo C1 (vias urbanas principais) no qual são incluídas avenidas, ruas pavimentadas e calçadas, onde há predominância de construções comerciais e tráfego de pedestres. Segundo a norma e, considerando o tráfego de pedestres e veículos como leve, temos um nível de iluminância média mínima de 5 lux e um fator de uniformidade de iluminância mínimo de 0,2. Fazendo do uso da equação 2 e destes valores, obtem-se a um nível de iluminância médio de 25 lux.

Porém, a coleta de dados com a malha de inspeção descrita anteriormente resultou-nos iluminância média mínima medida de 0,78 lux, valor bem abaixo do indicado pela norma adotada.

As lâmpadas atuais tem uma potência indicada pelo fabricante de 3W cada, ou seja, uma luminária tem 6W de potência.

Através da inspeção visual, constatou-se que as lâmpadas das luminárias estavam em perfeito estado. Conectou-se as luminárias a uma fonte de tensão contínua externa, e verificou-se que as luminárias funcionam perfeitamente. No entanto com base na iluminância mínima, são insuficientes para a aplicação atual. Na figura 13 tem-se a imagem de uma das luminárias atuais.

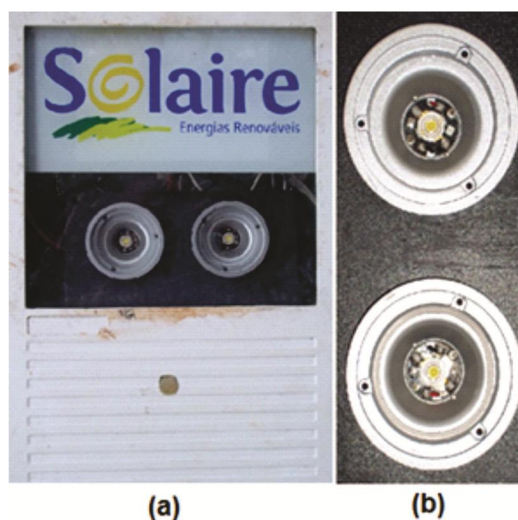


Figura 13 - Detalhes Da Luminária. Em (a) Luminária Completa. Em (b) Detalhe Das Lâmpadas. Fonte: Autoria Própria.

8.1.2 Bateria

Através da inspeção visual constatou-se que as baterias dos kits apresentavam avarias em suas carcaças. Como pode ser observado na figura 14, vê-se que a bateria que compõe o sistema e que é responsável pelo fornecimento de energia durante a noite, estava danificada e não funcionava.

Já nas medidas elétricas obteve-se um valor de corrente médio de 0,492 mA, valor este muito baixo do valor de 2,7 A especificado pelo fabricante. Constatou-se com isso que não houve uma leitura significativa de corrente. Na leitura de tensão, obteve-se a tensão média de 8,167 V. Valor considerado baixo se comparado com a tensão nominal de 12 V.



Figura 14 - Bateria Que Compõe O Conjunto.
Fonte: Autoria Própria.

8.1.3 Módulo Fotovoltaico

Através da inspeção visual constatou-se apenas a presença de sujeira e não foram constatados danos ao vidro ou à moldura e suporte dos painéis.

O registro das coletas de tensão e corrente podem ser visualizados no anexo D. Com base nas medidas traçou-se a curva de corrente versus tensão mostrada no gráfico 6.

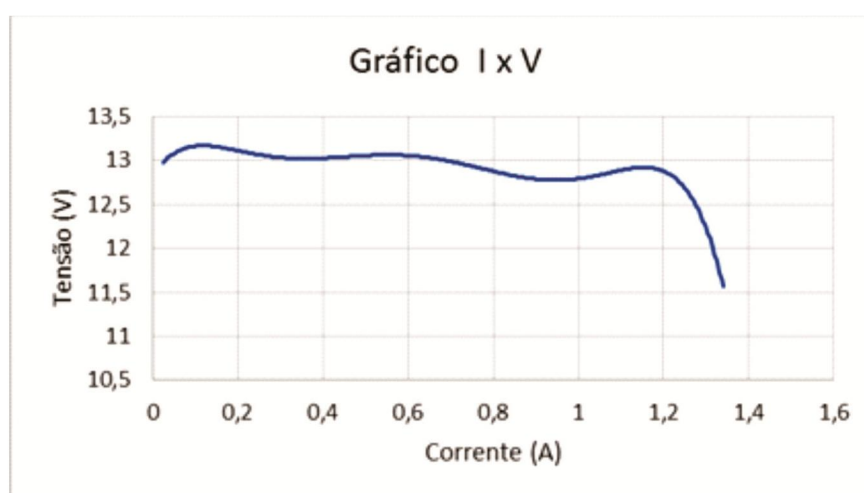


Gráfico 6 - Curva I x V Do Painel Fotovoltaico Levantada Experimentalmente.
Fonte: Autoria Própria.

Nota-se que o valor de tensão se encontra dentro dos limites de carga da bateria, e a corrente desenvolvida está na faixa indicada pelo fabricante, conforme indica a figura 15 que contem os dados de placa especificados pelo fabricante.

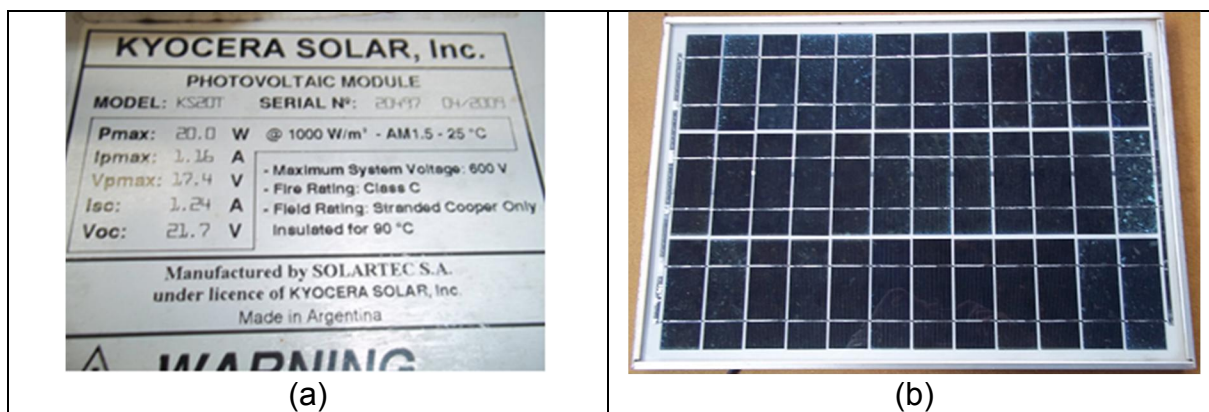


Figura 15 - Pannel Fotovoltaico. Em (a) Placa De Identificação Do Módulo Fotovoltaico, Onde Pmax Corresponde A Potência Máxima, Ipmáx A Corrente De Pico Máxima, Vpmax A Tensão De Pico Máxima, Isc A Corrente De Curto-Circuito E Voc A Tensão De Circuito Aberto. Em (b) Parte Frontal Onde Se Localizam As Células Fotovoltaicas.
Fonte: Aatoria própria.

A figura 16 mostra as imagens térmicas captadas. Como as imagens foram capturadas em um horário de sol mais intenso, ou seja, próximo ao meio dia. As diferentes temperaturas presentes no pannel podem ser identificadas através da escala de cores contida na figura. O índice de 0,93 seria correspondente ao emissor perfeito.

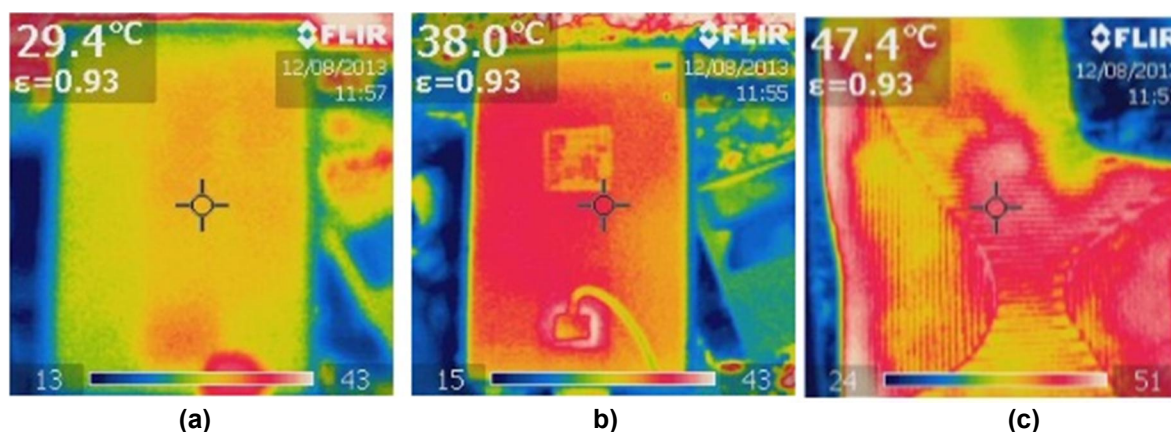


Figura 16 - Imagens Térmicas do Pannel Fotovoltaico. Em (a) Vista Frontal Contendo o vidro Protetor. Em (b) Vista Posterior. Em (c) Corpo Negro Usado Como Referência.
Fonte: Aatoria Própria.

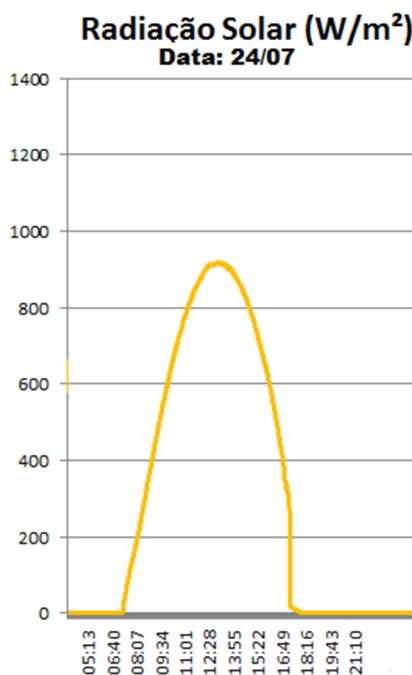
Nota-se pela imagem, apresentada na figura 16, a presença de variações significativas de temperatura. Para Buerhop et al. (2012, p.191)

Dependendo do mecanismo de falha, o aumento de temperatura medido, em comparação com as células regulares adjacentes, situa-se na faixa de 1°C a 45°C. As características de corrente vs. tensão desses módulos defeituosos mostram um impacto significativo sobre os dados elétricos.

A isso, somado com o envelhecimento do painel juntamente com os índices de radiação, temperatura ambiente, velocidade do vento, tem-se uma diminuição da eficiência e da potência de geração do painel. Segundo os dados contidos na placa de identificação, o painel deveria fornecer uma potência de 20 W de pico, como pode ser observado na figura 15, porém constatou-se uma potência média de 9,9 W. A potência média foi calculada com base na tensão média e na corrente média obtidas das leituras constantes no anexo D.

Alguns dados coletados referentes à irradiação solar no município de Pato Branco constam no anexo E. Segundo Grandó (2013, p. 38) Estes dados foram obtidos através do piranômetro modelo SPLite da fabricante Kipp & Zonen, o qual utiliza um detector de fotodiodo para criar uma saída de tensão proporcional à radiação de entrada. Sua sensibilidade (variando de 60 a 100 $\mu\text{V}/\text{W}\cdot\text{m}^2$) é proporcional ao cosseno do ângulo de incidência da radiação. Sua capacidade de medição é de até 2000 W/m^2 .

Embora estes dados sejam apenas de alguns dias, foi exatamente neste período que se realizaram a coleta dos dados com o painel solar. Nota-se que no dia 24, dia da coleta, tivemos em torno de 4 horas com radiação solar acima 800 W/m^2 , como pode ser observado na figura 17.



**Figura 17 - Radiação Solar Em Pato Branco
No Dia 24 de Julho de 2013.**

Fonte: (GRANDO, 2013)

Através dos dados coletados e calculados, propõe-se a troca do sistema de iluminação e geração, com base nos critérios citados anteriormente, fazendo com que o novo sistema fique de acordo com as normas de iluminação pertinentes e totalmente funcional.

8.2 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE ILUMINAÇÃO

Conforme verificado na etapa de diagnóstico, a iluminação atual é insuficiente para atender os requisitos estabelecidos neste documento, portanto há a necessidade de um novo sistema de iluminação.

8.2.1 Dimensionamento Da Luminária

Para o cálculo do iluminamento optou-se pelo método ponto por ponto, também conhecido como método das intensidades luminosas, que permite o cálculo do iluminamento em qualquer ponto da superfície, para cada projetor individualmente, desde que o fecho atinja o ponto desejado. O iluminamento total será a soma dos iluminamentos proporcionados pelas unidades individuais. Além disso, considerou-se o feixe paralelo de luz, e o iluminamento sobre um plano horizontal, conforme observa-se na figura 18. Através da equação 4 é possível a realização deste cálculo.

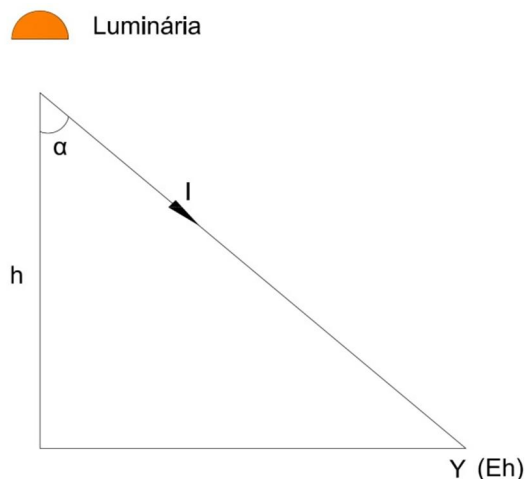


Figura 18 - Iluminamento Sobre Um Plano Horizontal.
Fonte: Autoria própria.

$$Eh = \frac{I \cdot \cos^3(\alpha)}{h^2} \quad (4)$$

Onde:

- α:** ângulo de abertura da luminária;
- Eh:** iluminamento horizontal em lux;
- I:** intensidade luminosa em candelas;
- Y:** ponto onde se deseja iluminar;
- h:** altura da luminária;

Como mencionado anteriormente, segundo a NBR 5101, recomenda-se um iluminamento médio de 25 lux.

Em pesquisa realizada, constatou-se que os refletores disponíveis atualmente no mercado têm seu ângulo de fecho máximo de 120° e sendo α a bissetriz deste ângulo, adotar-se-á o valor máximo para α de 60°. Tomando-se como base a altura de fixação da luminária em 6 metros e o ponto onde queremos garantir o nível mínimo de iluminamento, ou seja, o ponto Eh, estando aproximadamente 10 metros. Substituindo Eh por 25 lux, h por 6 metros e α por 57° na equação (4), obtém-se um valor de intensidade luminosa de aproximadamente 5500 candelas, o que significaria um pouco mais de 4000 Lumens. Com base nas luminárias disponíveis no mercado, recomenda-se o uso de uma luminária LED de no mínimo 35 W.

Outro dado relevante é a distância entre os postes. Como foi levantado, cada luminária será responsável pela iluminação de aproximadamente 10 metros adjacentes ao poste ao qual a luminária está fixada. Atualmente a distância entre esses postes, como citada anteriormente, é de 30,4 metros, porém, essa distância deverá ser de no máximo 20 metros, o que implicará na instalação de mais postes, passando dos atuais 14 para 21. A altura dos postes também deverá ser diferente da atual. Recomenda-se a utilização de postes de no mínimo 6 metros já que no local onde serão fixados os postes, há uma base de concreto com altura de 1 metro.

8.2.2 Dimensionamento Da Bateria

Com base no resultado da potência calculada haverá a necessidade de uma fonte de energia capaz de prover o funcionamento do sistema. Como a proposta deste documento visa a integração da geração fotovoltaica e iluminação por LED, tem-se a necessidade de algum dispositivo para armazenar a energia gerada, e como mencionado anteriormente este dispositivo é a bateria.

Para o correto funcionamento desse sistema, tem-se a necessidade de que a bateria supra a carga por um tempo suficiente, para que seja realizado outro ciclo de carga e com a bateria carregada novamente se inicie o processo.

O consumo diário de uma luminária é dado pela equação 5. (CEPEL).

$$\text{Consumo} = \text{horas de funcionamento} * \frac{\text{potência}}{\text{Volts}} \quad (5)$$

Com base na equação 5, e considerando o funcionamento médio diário de 10 horas e a tensão de alimentação de 12Vcc, tem-se que o consumo diário aproximado da luminária de 35 watts é de aproximadamente 30 Ah.

Para a escolha da bateria deve-se levar em consideração a profundidade máxima de descarga, a autonomia, a capacidade necessária para o projeto, além da temperatura de operação.

A profundidade de descarga é um conceito que indica, em termos percentuais, quanto da capacidade nominal da bateria foi retirada a partir do estado

de plena carga. Por exemplo, a remoção de 25 Ah de uma bateria de capacidade nominal de 100Ah resulta em uma profundidade de descarga de 25%. A profundidade de descarga máxima é um fator que depende do seu tamanho e tipo.

A autonomia refere-se ao número de dias em que se prevê uma diminuição ou a não existência de geração. Para sistemas domésticos usualmente utiliza-se 3 a 5 dias e para sistemas de comunicações remotos de 7 a 10 dias de autonomia. (CEPEL).

Para o cálculo do banco de baterias ou bateria do sistema, fazemos uso da equação 6. (Energia)

$$B = 1,66 * C * A \quad (6)$$

Onde B é o valor do banco ou bateria, 1,66 é o fator de correção de que leva em conta a profundidade de descarga admitida, o envelhecimento e um fator de temperatura, C é o consumo total de energia da instalação em Ah/dia e A corresponde aos dias de autonomia

Com base no resultado obtido através da equação 5, e fazendo uso da equação 6 utilizando-se 3 dias de autonomia, recomenda-se o uso de uma bateria selada, podendo ser gelificada, de eletrólito absorvido, Níquel-Cádmio (NiCd) ou Níquel Metal Hidreto (NiMH) com tensão nominal mínima de 12V de pelo menos 150Ah.

8.2.3 Dimensionamento Do Painel Fotovoltaico

Para o dimensionamento do painel fotovoltaico optou-se pelo método da insolação, onde deve-se levar em conta a corrente nominal do módulo desejado e principalmente os níveis de radiação solar típicos da região.

Para ter ciência do nível de radiação solar da região recorreu-se ao programa SunData disponível no site do CRESESB. Porém, a cidade de Pato Branco não está contemplada no programa, então fez –se uso dos dados da cidade de Xanxerê que possui altitude muito próxima ao local desejado, distante aproximadamente 71 km. Os dados obtidos podem ser visualizados no gráfico 7.

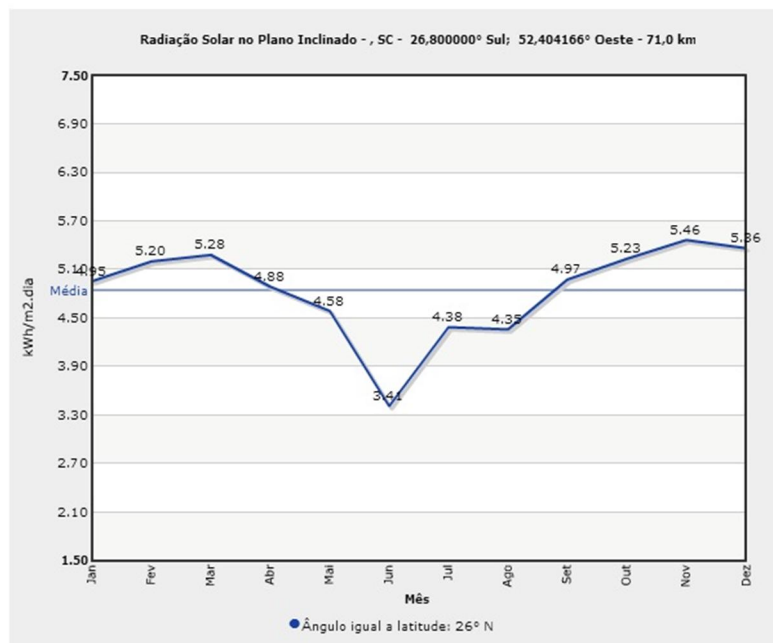


Gráfico 7 - Radiação Solar No Plano Horizontal Para A Cidade De Xanxaré - SC.
Fonte: (SUNDATA, 2013).

Com base nos dados referidos, calculou-se a média simples, o que retornou um valor de 4,84KWh/m²dia. A fórmula para o cálculo de geração diária do módulo é dada pela equação 7 (Energia). Ainda é importante ressaltar que o valor mínimo da geração diária deverá ser da mesma magnitude da potência requerida pela carga.

$$Geração\ diária = Radiação(em\ kWh/m^2\ dia) * Corrente\ Nominal \quad (7)$$

Utilizando o valor da radiação média citado anteriormente e do consumo diário da luminária (30 Ah), deve-se ter a corrente nominal do módulo, segundo a equação 7 de pelo menos 6,2 A.

Logo o painel solar deverá ser de pelo menos 14 Volts e com uma corrente nominal de pelo menos 6,2 A que resulta em uma potência mínima de aproximadamente 87 Watts.

8.2.4 Dimensionamento do controlador de carga

Os controladores de cargas podem ser de diversos tipos. O controle mais simples é aquele que envolve apenas uma etapa que verifica constantemente a tensão da bateria. No momento que a bateria alcança o valor de tensão ajustado para ser considerada carregada (geralmente em torno de 14 Vcc para baterias de 12Vcc nominal) o dispositivo se encarrega de cessar o processo de carga. Quando a carga começar a solicitar energia da bateria e essa energia for retirada da bateria, ter-se-á uma diminuição de carga na bateria, fazendo com que com o decorrer do tempo a tensão disponível seja menor que o valor pré-ajustado, fazendo com que o controlador libere novamente, se possível, o processo de carga.

Para o dimensionamento do controlador deve-se apenas utilizar a corrente de curto-circuito do módulo e sua tensão nominal de operação. Esta etapa está atrelada apenas a escolha do módulo em questão.

8.3 COMPARATIVO ENTRE CENTRAL INDIVIDUAL E CENTRAL DISTRIBUÍDA

Neste projeto, em particular, não se recomenda o uso de central de distribuição, embora a utilização deste equipamento elevasse o nível de confiabilidade do sistema. Primeiramente pela falta de local físico disponível para a instalação da central, visto que a mesma deveria comportar a instalação de vários painéis adjacentes, e para tal fim ter-se-ia apenas as partes curvas da pista, que possuem medidas reduzidas, no ponto 1 tem-se apenas 41 m² e no ponto 2 apenas 27 m². Estes pontos podem ser observados no anexo A.

Outro motivo, e talvez o mais importante, é a queda de tensão devida ao comprimento dos cabos da central até as baterias nos postes contendo as lâmpadas. Nos anexos F e G tem-se tabelas com o comprimento máximo dos cabos para a queda de tensão aceitável. Pode-se constatar na tabela, por exemplo, que para uma corrente de 4 A e 12 V e com a queda de 1% e utilizando um cabo com 6 mm² de seção, pode-se ter uma distância de 4 m. Se a distância for de 10 m deve-

se utilizar um cabo com 16 mm² de seção. Dimensionamento dos cabos deve obedecer a equação 8. (VILLALVA, 2012)

$$\text{corrente cabo} \geq \text{corrente curto modulo}(stc) * 1,25 \quad (8)$$

Além disso, tem-se a questão mecânica dos módulos envolvida. Vale ressaltar que na opção por uma central, ter-se-á a necessidade da construção de um suporte para a central e que no centro da pista temos um campo de futebol sem telas de proteção lateral.


8.4 RELAÇÃO DE FORNECEDORES E CUSTOS

Como calculado anteriormente, tem-se a necessidade de uma luminária LED de no mínimo 35W, uma bateria de 150 Ah e um painel solar de no mínimo 87 Watts, além do controlador de carga compatível com as escolhas. Ainda vale lembrar que tem-se a necessidade da aquisição de 21 postes novos, pois os atuais tem altura insuficiente.

Optou-se pela escolha de kits prontos devido a sua funcionalidade e compatibilidade de equipamentos. Poderia ser feita a escolha de peças avulsas, sendo o módulo fotovoltaico de um fabricante, a bateria de outro, a luminária de um terceiro e assim sucessivamente. Porém corre-se o risco de incompatibilidade de dimensões ou de especificações técnicas, o que pode ocasionar uma necessidade adicional da aquisição de peças diversas para que o projeto seja executado encarecendo o projeto e sem mencionar que as peças exigidas possam ser de difícil obtenção ou nem existirem.

A tabela 1 apresenta uma relação de possíveis fornecedores com respectivos preços. Ainda é importante salientar que estes valores referem-se apenas ao material, não estando incluso o transporte e a mão de obra necessária.

Tabela 1 - Fornecedores e Custos

Fabricante	Componentes do <i>kit</i>	Preço unitário (R\$)	Total R\$)
Tecnometal energia solar	- 2 módulos fotovoltaicos SV-140 D12 com: P _{máx} :140W V _{oc} :22,2V I _{sc} :8,36A V _{pmáx} : 18V I _{lpmáx} : 7,67A Dimensões (LxAxP em mm): 655x1485x34;	6.519,00	136.899,00
	- 2 luminária LED 24W/12V com 2280 Lumens cada; - 1 controlador de 20A/12-24V; - 1 Bateria Freedom 12V/240Ah; - 1 poste altura 6 metros contendo 2 braços p/luminária - caixa de bateria, suporte, cabos, conj. Chumbadores;		
Unitron	- 1 módulo solar Hanwha de 235W com: P _{máx} :235W V _{oc} :36,8V I _{sc} :8,44A V _{pmáx} :30,1V I _{lpmáx} :7,81A Dimensões (LxAxP em mm): 1000x1652x45;	7.381,80	155.017,80
	- 1 luminária LED Unitron 50W 12Vcc 4400 Lumens; - 1 controlador de carga; - 2 baterias estacionárias 12V/ 170 Ah; - 1 Poste simples de 6 metros;		
SG	- 1 Painel solar fotovoltaico 100W com: P _{máx} :100W V _{oc} :22V I _{sc} :7,54A V _{pmáx} :18V I _{lpmáx} :5,8A Dimensões (LxAxP em mm): 590x1230x26;	5.100,00	107.100,00
	- 1 Controlador 10A/12V; - 2 Baterias Recarregáveis 12V/100Ah; - 1 Luminária Superled 36W 3960 Lumens; - 1 Poste 6 metros;		

Levando-se em conta os valores presentes na tabela e a descrição dos elementos, sugere-se a escolha do primeiro kit, da empresa Tecnometal, mesmo

não sendo o mais econômico, é o que apresenta uma melhor relação custo x benefício pois possui uma maior flexibilidade de arranjo, devido ao fato de possuir 2 luminárias e 2 módulos solares, além de materiais necessários a instalação, como caixa, chumbadores, etc.

9 PESQUISA DE SATISFAÇÃO

Foi elaborada uma pesquisa com alguns usuários da pista, sobre qual a opinião dos mesmos em relação às condições atuais. Os itens avaliados foram: Piso sintético, Instalações atuais, Iluminação atual, Estado de conservação atual. Além disso, foi solicitado que os usuários dessem uma nota geral para a pista. Pediu-se que os entrevistados avaliassem a pista com notas de 1 a 5, sendo 1 para péssimo, 2 para ruim, 3 para regular, 4 para bom e 5 para ótimo. Foram entrevistadas 50 pessoas entre os dias 20 e 21 de agosto de 2013. Os dados obtidos podem ser observados nos gráficos de 8 a 12.

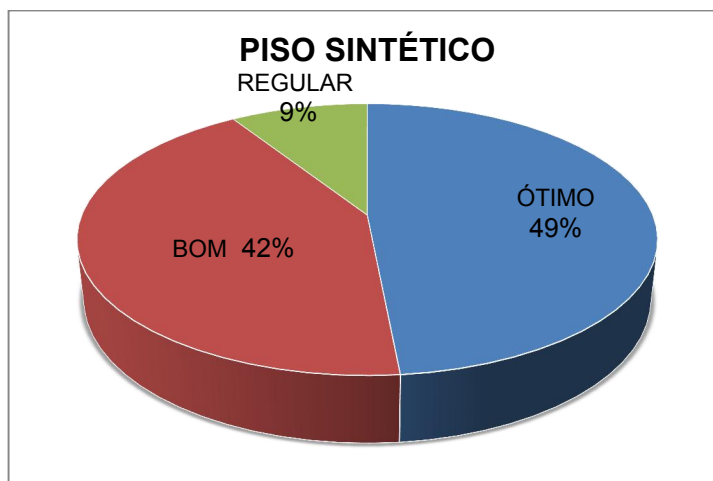


Gráfico 8 - Avaliação Dos Usuários Sobre O Piso Sintético.
Fonte: Autoria Própria.

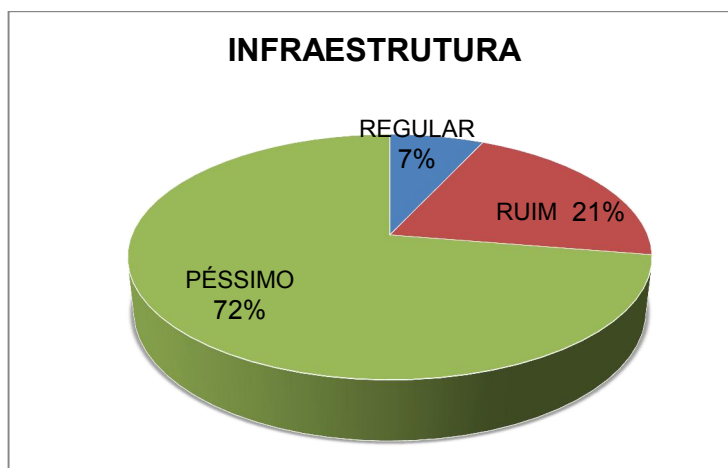


Gráfico 9 - Avaliação Dos Usuários Sobre A Infraestrutura Atual.
Fonte: Autoria Própria.

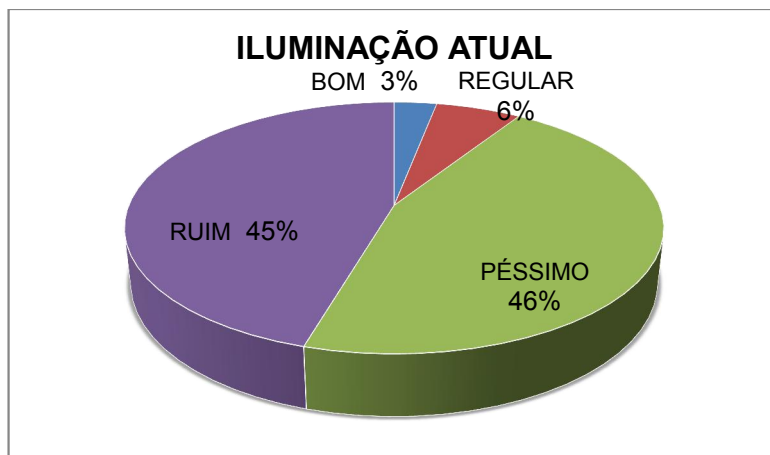


Gráfico 10 - Avaliação Dos Usuários Sobre A Iluminação Atual.
Fonte: Autoria Própria.

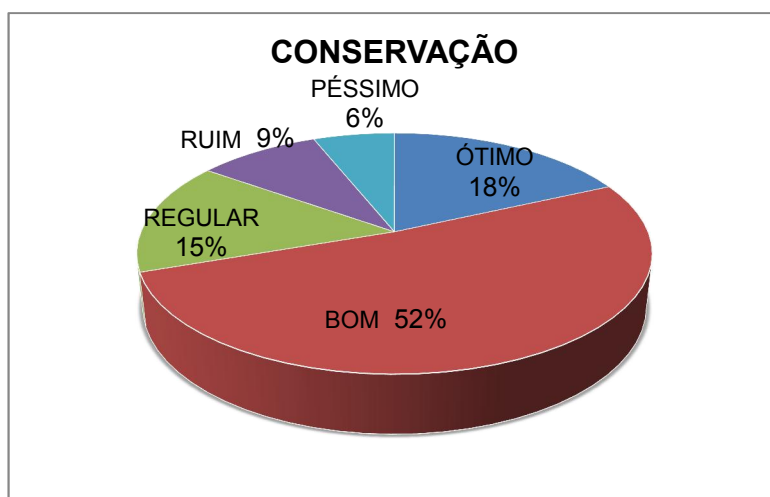


Gráfico 11 - Avaliação Dos Usuários Sobre O Estado De Conservação.
Fonte: Autoria Própria.

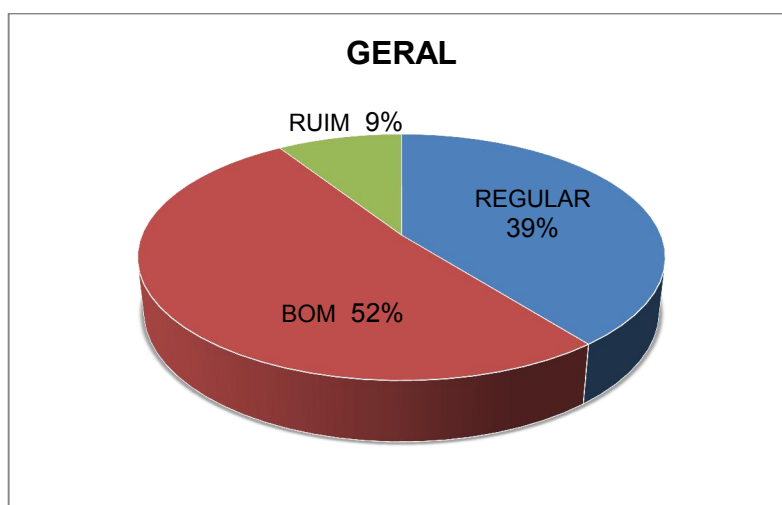


Gráfico 12 - Avaliação Geral Dos Usuários Sobre A Pista.
Fonte: Autoria Própria.

Pode-se notar pelos gráficos apresentados, que as opiniões divergem, e que determinados itens obtêm avaliações positivas e outros nem tanto. Porém pode-se observar que o maior percentual de avaliações classificadas como ótimo (49%) é bem inferior ao percentual de avaliações péssimo (72%).

Porém, há de se ressaltar que o item com o segundo pior desempenho foi o de iluminação. Mais de 90% dos entrevistados avaliou o estado atual como ruim ou péssimo. Este foi um dos aspectos mais pungentes que determinou a elaboração deste trabalho de conclusão de curso.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente documento é fruto de uma pesquisa embasada em referenciais contidos em vários meios a que se teve acesso. Os objetivos foram alcançados, mesmo contendo conceitos que não são enfocados na graduação, ou que não tiveram um aprofundamento maior, devido a enorme carga de conhecimento adquirido durante o decorrer do curso.

As normas que tratam tanto da iluminação a LED quanto da geração de energia fotovoltaica são relativamente novas e fruto de pesquisas recentes, sendo ainda objetivos de pesquisas atuais. Porém, não apenas no Brasil, tem-se realizados esforços para uma adequação e padronização tanto de lâmpadas quanto painéis solares para que essas tecnologias tenham uma evolução e uma aplicação cada vez maior. Iniciativas como o lançamento do selo Procel para painéis solares colaboram para que este tipo de geração seja mais confiável e também promovem a divulgação deste método de geração.

No referente ao sistema de iluminação atual, vale ressaltar que através do diagnóstico realizado, constatou-se que o sistema atual é insuficiente para atender os requisitos propostos. O principal indicativo é o índice de iluminância médio obtido de 0,78 lux, bem abaixo do valor de 25 lux indicado pela norma pertinente. Para solucionar este problema propõe-se a troca do sistema atual por um sistema que atenda os pressupostos.

A luminária atual possui 6 W de potência, e os cálculos realizados indicam uma potência mínima de 35 W, ou seja, uma elevação de aproximadamente 500% da potência atual. A bateria atual possui uma capacidade de 9 Ah e a calculada para suprir o novo sistema é de no mínimo 150 Ah, um acréscimo de 1600%. O painel solar atual é de 20 W e o projetado de no mínimo 87 W.

Vale ainda ressaltar, que a potência desenvolvida pelo painel atual (9,9 W) equivale a praticamente a metade da especificada pelo fabricante (20 W). Justifica-se isso se levarmos em conta os dados de incidência da radiação solar durante o período da coleta dos dados, pois como foi citado anteriormente no item 8.1.3, teve-se uma incidência de 800 W/m² durante um período curto de tempo, cerca de 4 horas, em detrimento ao tempo que foram coletadas as medidas, cerca de 10 horas.

Ainda deve-se analisar que a potencia de 20 W é referida a condição de STC e não a NOCT, que é a utilizada em operações normais de utilização.

Na comparação da central de painéis com um painel fotovoltaico individual para cada luminária, vê-se que a queda de tensão torna praticamente impossível a utilização da central, uma vez que se as centrais fossem instaladas nos pontos 1 e 2 do anexo A, teríamos uma distancia de até 400 m da central até a luminária. Outro fator relevante seria o tamanho, visto que uma central contendo os 21 painéis solares da empresa indicada no trabalho ocupariam aproximadamente 21 m², sem mencionar a estrutura que deveria ser construída para instalar a central.

Através da tabela 1, vê-se que a variação de preço dos três sistemas propostos é bem significativa, podendo variar de R\$107.100,00 a mais de R\$155.000,00, ou seja uma diferença de quase 70%, Mas ainda vale ressaltar que esta diferença se deve a composição dos *kits* serem diferentes. Embora houvesse a possibilidade da aquisição dos materiais separadamente (lâmpada, painel solar, controlador de carga, bateria, componentes mecânicos, etc.), preferiu-se indicar os *kits* devido a praticidade e a possível eliminação de incompatibilidade entre partes de fabricantes diferentes. Analisando as opções, indica-se que a melhor alternativa é o *kit* da Tecnometal Energia Solar, pois além de possuir 2 luminárias por poste que possibilita arranjos diferentes e uma bateria de 240 Ah, possui 2 painéis fotovoltaicos.

O número pequeno de fornecedores apresentado neste trabalho, deve-se ao fato de poucas empresas trabalharem com refletores potentes, e serem prestativas no referente à especificação de materiais. A isso ainda pode-se somar a pouca disponibilidade no fornecimento de informações técnicas mais detalhadas.

Através da pesquisa realizada com os usuários da pista percebe-se que o item que mais desagrada é o da infraestrutura atual, pois 72% dos entrevistados julgaram péssima, e vários ainda comentaram a necessidade de banheiros, bebedouros e vestiários. O segundo item com a pior avaliação foi a iluminação atual, onde se somarmos os índices de julgamentos péssimos e ruins temos um total de 91%, esta percepção da comunidade apenas confirma os dados técnicos obtidos nesse trabalho que confirmam a necessidade de investimentos para melhoria do sistema.

REFERÊNCIAS

APRESENTAÇÃO.

Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/elb/main.asp?TeamID=9EB141B5-8878-4A5A-A2CD-6B95E6B97296>> Acesso em 21 mai. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5101**: Procedimento para iluminação pública– ABNT. Rio de Janeiro. 1992.

_____. **NBR 16026**: Dispositivo de controle eletrônico C.C. Ou C.A. para módulos de LED - Requisitos de desempenho – ABNT. Rio de Janeiro. 2012.

_____. **NBR 15129**: Luminárias para iluminação pública - Requisitos particulares – ABNT. Rio de Janeiro. 2012.

_____. **NBR 61347**: Dispositivo de controle da lâmpada parte 2-13: Requisitos particulares para dispositivos de controle eletrônicos alimentados em C.C ou C.A para os módulos de LED – ABNT. Rio de Janeiro. 2012.

_____. **NBR 15641**: Bateria chumbo-ácida estacionária regulada por válvula - Manutenção – ABNT. Rio de Janeiro. 2008.

_____. **NBR 15389**: Bateria chumbo-ácida estacionária regulada por válvula - Instalação e montagem – ABNT. Rio de Janeiro. 2006.

_____. **NBR 11876**: Módulos fotovoltaicos — Especificação– ABNT. Rio de Janeiro. 2010.

_____. **NBR 1704**: Sistemas fotovoltaicos – Classificação – ABNT. Rio de Janeiro. 2008.

BLAUWELT.

Disponível em: <<http://www.blauwelt.eu/pt/produtos/fotovoltaicos/postes-de-iluminacao-solar.html>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

BOYLESTAD, Robert L.; NASHELSKY, Louis. **Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, c2004. xviii, 672 p.

BUERHOP, Claudia; et al. **Controle de qualidade utilizando termografia infravermelha**. Eletricidade Moderna, São Paulo, jul./ 2012, nº 460, p. 186-191.

CARVALHO, Sergio Silva de. Dimensionamento de um sistema de iluminação a LED alimentado por painéis fotovoltaicos. **Revista Científica Semana Acadêmica**, Manaus, VOL.1, N.9, 2012. Disponível em: <<http://www.semanaacademica.org.br/dimensionamento-de-um-sistema-de-iluminacao-led-alimentado-por-paineis-fotovoltaicos>>. Acesso em 18 mar. 2013.

CASTRO, Rui M.G. **Energias Renováveis e Produção Descentralizada - Introdução À Energia Fotovoltaica**. 2.2 ed. Lisboa. 63 p.

Centro de Pesquisas de Energia Elétrica. Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. Grupo de Trabalho de Energia Solar. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro, CRESESB, 1999. 204 p.

EFEITO FOTOVOLTAICO. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/content.php?cid=321>>. Acesso em 25 jun. 2013.

ELETRICIDADE moderna, São Paulo: Aranda, 1972-. Mensal. ISSN 0100-2104.

Energia Solar Fotovoltaica: guia prático. São Paulo: Solarterra – Soluções em Energia Alternativa. 35p.

GRANDO, Flavio Lori, **Desenvolvimento de um Sistema de Aquisição de Dados para Aquecedores Solares**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso superior de Engenharia Elétrica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013. 74p.

ILUMINAÇÃO pública eficiente torna cidades brasileiras mais sustentáveis. GE imprensa Brasil, 8 nov. 2012. Disponível em <<http://www.geimprensabrasil.com/iluminacao-publica-eficiente-torna-cidades-brasileiras-mais-sustentaveis>>. Acesso em: 13 mai. 2013.

MAMEDE FILHO, João: **Instalações Elétricas Industriais** 6ª ed. 2002. Editora LTC.

MELO, Vanessa, **tecnologia LED na iluminação pública**. 10 ago. 2012 Disponível em: <http://www.eletronbras.com/PCI/main.asp?View={8D1AC2E8-F790-4B7E-8DDD-CAF4CDD2BC34}&Team=¶ms=itemID={E214EC9F-04D5-43D4-8C54-F49523C132AF};&ServiceInstUID={A9D6BC0A-4FEF-4175-8A84-0C9BE1FDF0DE}> Acesso em: 15 mai. 2013.

NANOSOLAR, Disponível em:
< <http://www.nanosolar.com/resources/product-literature/>>. Acesso em 25 jun. 2013

PIMENTA, José Luiz. Sistemas de iluminação pública com luminárias a LED. **Revista eletricidade moderna**, São Paulo, ano 38, n° 438, p 60-68, set. 2010.

PORTUGAL, Paulo J. S.C. **Radiação emitida pelos corpos**. Disponível em:
<http://profs.ccems.pt/PauloPortugal/CFQ/Stefan_Boltzmann/Lei_Stefan_Boltzmann.html>. Acesso em: 27 fev. 2014.

RODRIGUES, Claudio R.B.S.; ALMEIDA, Pedro S.; PINTO, Danilo P.; BRAGA, Henrique A.C. Emprego de LED's como alternativa para sistemas de iluminação pública. **Revista Lumière**, São Paulo, ed. 169, jun. 2012. Disponível em:
<http://www.portallumiere.com.br/revistaonline/abre_revista.php?arq=262&id_revista=262&altura=800&largura=1280> Acesso em: 15 fev. 2013.

SEGS. Disponível em:
< <http://www.theenergylibrary.com/node/460>>. Acesso em 20 jun. 2013.

SUNDATA. Disponível em:
< <http://www.cresesb.cepel.br/sundata/index.php#sundata>> Acesso em 21 ago.2013.

SOLAR. Disponível em:
<http://www.jornaldaenergia.com.br/ler_noticia.php?id_noticia=392&id_tipo=3&id_secao=8&id_pai=2&titulo_info=Abengoiniciaoperaçãoodasegundatorresolardomundo>
. Acesso em 20 jun. 2013.

TIPOS DE CÉLULAS. Disponível em :
< <http://www.cresesb.cepel.br/content.php?cid=321>>. Acesso em 25 jun. 2013.

UTFPR. Disponível em:
<<http://www.utfpr.edu.br/patobranco/estruturauniversitaria/assessorias/ascom/noticias/acervo/2010/pista-de-atletismo>> Acesso em: 10 fev. 2013.

VARELA, Ivana. Selo Procel Eletrobras para Painéis Solares Fotovoltaicos. **Procel Info**, Goiania, dez.2012. Seção Últimas notícias. Disponível em: <<http://www.sustenergyn.com.br/noticias.php?id=20>>. Acesso em: 28 jun. 2013.

VIEGAS, Bernard. Túneis de diversas cidades do país já possuem sistema de tecnologia LED. **Procel Info**, São Paulo, de.2013.Seção Panorama Nacional. Disponível em:
< <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7B8D1AC2E8-F790-4B7E-8DDD-CAF4CDD2BC34%7D&Team=¶ms=itemID=%7BA5AFD565-1863-4B24-9665-0B78920E81EB%7D;&UIPartUID=%7BD90F22DB-05D4-4644-A8F2-FAD4803C8898%7D>>. Acesso em 14 dez. 2013.

VILLALVA, Marcelo G.; GAZOLI, Jonas R. **Energia Solar Fotovoltaica: Conceitos e aplicações**. 1.ed. São Paulo: Érica, 2012.

ANEXO B - Eventos chave no desenvolvimento da energia solar

1800	Descoberta do Selênio (Se) (Berzelius)
1820	Preparação do Silício (Si) (Berzelius)
1840	Efeito Fotovoltaico (Becquerel)
1860	Efeito Fotocondutivo no Se (Smith) Retificador do Ponto de Contato (Braun)
1880	Efeito Fotovoltaico no Se (Adams & Day) Células Fotovoltaicas de Se (Fritts/Uljanin)
1900	Fotosensitividade em Cu-Cu ₂ O (Hallwachs)
1910	Efeito Fotovoltaico com Barreira de Potencial (Goldman & Brodsky)
1920	Monocristal a partir do Si Fundido (Czochralski) Retificador de Cu-Cu ₂ O (Grondahl)
1930	Célula Fotovoltaica de Cu-Cu ₂ O (Grondahl & Geiger) Teoria de Bandas em Sólidos (Strutt/Brillouin/Kronig & P) Teoria de Células com Barreiras V e H (Schottky et al)
1940	Teoria da Difusão Eletrônica (Dember) Aplicações Fotométricas (Lange) 1% eficiência em Células de Sulfeto de Tálio (TI ₂ S) (Nix & Treptow)
1950	Crescimento de Células Fotovoltaicas com Junção (Ohl) Teoria de Junções p-n (Shockley)
1955	Junções p-n Difundidas (Fuller)
1958	Célula Solar de Si (Pearson, Fuller & Chapin)
1960	Célula Solar de CdS (Reynolds et al) Teoria de Células Solares (Piann & Roosbroeck/Prince)
1962	O "Bandgap" e a Eficiência das Células (Loferski, R. & W) Teoria da Resposta Espectral, Mecanismos de Perdas (Wolf) Efeitos de Resistência em Série (Wolf & Rauschenbach) Células de Si n/p Resistentes a Radiação (Kesperis & M.) Contatos Evaporados de Ti-Ag (BTL)
1973	Células Violetas, com 15,2% de eficiência
1980	Células de Silício Amorfo
1992	Células MIS, de 24%

Fonte: Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (1999).

ANEXO C - MÓDULOS FOTOVOLTAICOS



INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM

TABELA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA - MÓDULOS - Edição 01/2013

CLASSES	ÍNDICE DE MÓDULO		SILÍCIO CRISTALINO		FILMES FINOS		EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
	SILÍCIO CRISTALINO	FILMES FINOS	TOTAL	%	TOTAL	%	
A	EE > 13,5	EE > 9,5	75,3	23	25	16,7	
B	13,5 >> 13,0	9,5 >> 9,0	8,6	2	0	0	
C	13,0 >> EE > 12,0	9,0 >> EE > 8,5	8,2	0	0	0	
D	12,0 >> EE > 11,0	8,5 >> EE > 8,0	6	3	2	2,2	
E	EE < 11,0	EE < 8,0	5,6	4	3,3	3,3	
			267	100	12	100	

Informações:

45
Nº Empresas:
48
Nº de Marcas:
279
Nº de Modelos:

* Atenção: Esta tabela tem a função de facilitar a consulta dos interessados e a comparação dos modelos etiquetados no Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), mas a informação nela contida eventualmente fica desatualizada por alguns períodos e deve ser confirmada no banco de produtos registrados, disponível em <http://www.inmetro.gov.br/qualidade/regObjetos.asp>. O banco de produtos registrados informa quais modelos estão devidamente registrados, ou seja, autorizados para fabricação, importação e comercialização no País.

EMPRESA	MATERIAL	MATERIAL / CÓDIGO	MARCA	Características Físicas			Circuito Aberto TENSÃO (V)	Corrente (A)	Peso (kg)	Ponto Máx. Potência		Potência (W)	Temperatura Nominal de Operação	Produção Média de Energia (kWh/m²/ano)	Eficiência Energética (%)	Classificação Energética	Nº DO REGISTRO DO OBJETO	DATA INICIAL DO REGISTRO	DATA FINAL DO REGISTRO	SELO PROCEL
				Comprimento (mm)	Largura (mm)	Área (m²)				TENSÃO (V)	CORRENTE (A)									
A E HOLLDFER	poly-Si	HQ50P-50W	HQ SOLAR	600	676	0,406	23,80	2,78	4,85	19,30	2,63	51	45	6,34	12,9	C	003427/2013	7/2/2013		
A E HOLLDFER	poly-Si	HQ100P-100W	HQ SOLAR	1131	676	0,765	22,00	6,36	8,5	17,60	5,73	101	45	12,61	13,2	B	003427/2013	7/2/2013		
A E HOLLDFER	poly-Si	HQ130P-130W	HQ SOLAR	1482	676	1,002	22,22	8,14	11,5	18,00	7,22	130	45	16,25	13,0	C	003427/2013	7/2/2013		
ALPER ENERGIA S.A.	poly-Si	ALP230P-60	ALPER	1650	992	1,637	36,89	8,35	19	29,60	7,78	230	45	28,79	14,1	A	001780/2013	17/1/2013		SIM
ALPER ENERGIA S.A.	poly-Si	ALP235P-60	ALPER	1650	992	1,637	36,90	8,47	19	29,80	7,89	235	45	29,39	14,4	A	001780/2014	17/1/2013		SIM
ALPER ENERGIA S.A.	mono-Si	ALP240M-60	ALPER	1650	992	1,637	37,30	8,45	19	30,20	7,95	240	45	30,01	14,7	A	001778/2013	17/1/2013		SIM
ALPER ENERGIA S.A.	poly-Si	ALP240P-60	ALPER	1650	992	1,637	37,20	8,56	19	30,00	8,01	240	45	30,04	14,7	A	001780/2015	17/1/2013		SIM
ALPER ENERGIA S.A.	mono-Si	ALP248M-60	ALPER	1650	992	1,637	37,40	8,58	19	30,40	8,06	245	45	30,63	15,0	A	001778/2013	17/1/2013		SIM
ALPER ENERGIA S.A.	mono-Si	ALP250M-60	ALPER	1650	992	1,637	37,60	8,70	19	30,60	8,17	250	45	31,25	15,3	A	001778/2013	17/1/2013		SIM
ALPER ENERGIA S.A.	mono-Si	ALP260M-60	ALPER	1575	1082	1,704	61,10	5,72	20	50,50	5,15	260	45	32,51	15,3	A	001779/2013	17/1/2013		SIM
ALPER ENERGIA S.A.	mono-Si	ALP268M-60	ALPER	1575	1082	1,704	61,70	5,77	20	51,00	5,20	265	45	33,15	15,6	A	001779/2013	17/1/2013		SIM
ALPER ENERGIA S.A.	poly-Si	ALP280P-72	ALPER	1956	992	1,940	44,50	8,81	27	35,50	7,89	280	45	35,01	14,4	A	001781/2013	17/1/2013		SIM
ALPER ENERGIA S.A.	poly-Si	ALP285P-72	ALPER	1956	992	1,940	44,70	8,85	27	36,00	7,92	285	45	35,64	14,7	A	001781/2013	17/1/2013		SIM
ALPER ENERGIA S.A.	poly-Si	ALP290P-72	ALPER	1956	992	1,940	44,90	8,90	27	36,40	7,97	290	45	36,26	15,0	A	001781/2013	17/1/2013		SIM
AVPROJECT	poly-Si	AVP-140P	AVPROJECT	1042	992	1,034	22,53	8,66	13	17,84	8,05	144	46	17,95	13,9	A	000933/2013	20/1/2012		SIM
AVPROJECT	poly-Si	AVP-150P	AVPROJECT	1042	992	1,034	22,95	8,74	13	18,32	8,21	150	46	18,80	14,6	A	000931/2013	20/1/2012		SIM
AVPROJECT	poly-Si	AVP-250P	AVPROJECT	1644	992	1,631	22,1	8,68	19	17,70	7,91	140	46	17,50	8,6	E	000930/2013	20/1/2012		
AVPROJECT	poly-Si	AVP8M-180VP	AVPROJECT	1336	992	1,325	29,74	8,20	16	25,48	7,46	190	46	23,76	14,3	A	000934/2013	30/10/2012		SIM
AVPROJECT	mono-Si	AVP8M-180VP	AVPROJECT	1336	992	1,325	30,16	8,65	16	24,11	8,09	195	46	24,38	14,7	A	000932/2013	30/10/2012		SIM
AVPROJECT	poly-Si	AVP8M-235VP	AVPROJECT	1644	992	1,631	37,12	8,13	21	30,95	7,61	236	46	29,44	14,4	A	000934/2013	30/10/2012		SIM
AVPROJECT	poly-Si	AVP8M-240VP	AVPROJECT	1644	992	1,631	31,21	8,30	21	31,07	7,74	240	46	30,06	14,7	A	000934/2013	30/10/2012		SIM
AVPROJECT	mono-Si	AVP8M-250VP	AVPROJECT	1644	992	1,631	37,70	8,65	21	30,03	8,09	243	46	30,37	14,9	A	000932/2013	30/10/2012		SIM
AVPROJECT	poly-Si	AVP8M-250VP	AVPROJECT	1644	992	1,631	37,80	8,68	21	30,50	8,20	250	46	31,26	15,3	A	000932/2013	30/10/2012		SIM
AVPROJECT	poly-Si	AVP72M-285VP	AVPROJECT	1966	997	1,960	44,22	8,54	26	35,44	8,04	285	46	35,62	14,5	A	000934/2013	30/10/2012		SIM
AVPROJECT	poly-Si	AVP72M-290VP	AVPROJECT	1966	997	1,960	46,18	8,57	26	35,98	8,06	290	46	36,25	14,8	A	000934/2013	30/10/2012		SIM
AVPROJECT	mono-Si	AVP72M-295VP	AVPROJECT	1966	997	1,960	45,30	8,65	26	36,40	8,10	295	46	36,86	15,0	A	000932/2013	30/10/2012		SIM
AVPROJECT	mono-Si	AVP72M-300VP	AVPROJECT	1966	997	1,960	45,60	8,77	26	36,87	8,15	300	46	37,56	15,3	A	000932/2013	30/10/2012		SIM
AVPROJECT	poly-Si	CSUN140-38P	CSUN	1480	676	1,000	22,00	8,58	12	17,70	7,91	140	45	17,50	14,0	A	003335/2013	5/12/2012		SIM
AVPROJECT	poly-Si	CSUN235-60P	CSUN	1640	990	1,624	36,80	8,59	19,1	29,50	7,97	235	45	29,39	14,5	A	003335/2013	5/12/2012		SIM
AVPROJECT	poly-Si	CSUN240-60P	CSUN	1640	990	1,624	36,90	8,67	19,1	29,60	8,11	240	45	30,01	14,8	A	003335/2013	5/12/2012		SIM

TABELA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA - MÓDULOS - Edição 01/2013

CLASSES	ÍNDICE DE MÓDULO		SILÍCIO CRISTALINO		FILMES FINOS		EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
	SILÍCIO CRISTALINO	FILMES FINOS	TOTAL	%	TOTAL	%	
A	EE >= 13,5	EE >= 9,5	201	75,3	3	25	
B	13,5 >> 13,0	9,5 >> 9,5	23	8,6	2	16,7	
C	13,0 >> EE >= 12,0	7,5 >> EE >= 6,5	22	8,2	0	0	
D	12,0 >> EE >= 11,0	6,5 >> EE >= 5,5	6	2,2	3	25	
E	EE <= 11,0	EE <= 5,5	15	5,6	4	33,3	
			267	100	12	100	

Informações:

45
Nº Empresas:
48
Nº de Marcas:
279
Nº de Modelos:

* Atenção: Esta tabela tem a função de facilitar a consulta dos interessados e a comparação dos modelos etiquetados no Programa Brasileiro de Etiquetação (PBE), mas a informação nela contida eventualmente fica desatualizada por alguns períodos e deve ser confirmada no banco de produtos registrados, disponível em <http://www.inmetro.gov.br/qualidade/regObjetos.asp>. O banco de produtos registrados informa quais modelos estão devidamente registrados, ou seja, autorizados para fabricação, importação e comercialização no País.

EMPRESA	MATERIAL	Características Físicas			Circuito Aberto TENSÃO (V)	Circuito Fechado		Potência (W)	Temperatura Nominal de Operação	Produção Média de Energia (kWh/m²/ano)	Eficiência Energética (%)	Classificação Energética	Nº Registro do Objeto	Data Inicial do Registro	Data Final do Registro	SELO PROCEL
		Comprimento (mm)	Largura (mm)	Área (m²)		Corrente (A)	Ponto Máx. Tensão (V)									
CTC COMERCIO, IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO LTDA	mono-Si	1640	992	1,627	37,10	8,52	30,30	7,92	45	30,00	14,8	A	002251/2013	23/1/2013		SIM
CTC COMERCIO, IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO LTDA	poly-Si	1640	992	1,627	37,10	8,34	29,40	7,84	45	28,81	14,2	A	001979/2013	14/2/2013		SIM
CTC COMERCIO, IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO LTDA	mono-Si	1590	808	1,277	45,30	5,36	37,10	5,11	45	23,70	14,8	A	002251/2013	23/1/2013		SIM
DASGARY COMERCIO, IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO LTDA	poly-Si	774	660	0,511	22,20	4,32	17,60	3,98	47	8,76	13,7	A	003836/2013	19/3/2013		SIM
DASGARY COMERCIO, IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO LTDA	poly-Si	1220	660	0,805	22,30	6,58	17,80	6,18	47	13,75	13,7	A	003836/2013	19/3/2013		SIM
DASGARY COMERCIO, IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO LTDA	poly-Si	1482	676	1,002	22,30	8,29	17,60	7,96	47	17,51	14,0	A	003836/2013	19/3/2013		SIM
DASGARY COMERCIO, IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO LTDA	mono-Si	1590	808	1,277	43,60	5,85	36,30	5,24	47	23,78	14,9	A	003835/2013	19/3/2013		SIM
DASGARY COMERCIO, IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO LTDA	mono-Si	1590	808	1,277	43,60	5,96	36,40	5,36	47	24,39	15,3	A	003835/2013	19/3/2013		SIM
DASGARY COMERCIO, IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO LTDA	poly-Si	1650	992	1,637	37,00	8,26	29,80	7,72	47	29,76	14,1	A	003836/2013	19/3/2013		SIM
DASGARY COMERCIO, IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO LTDA	poly-Si	1650	992	1,637	37,20	8,31	30,00	7,83	47	29,36	14,4	A	003836/2013	19/3/2013		SIM
DASGARY COMERCIO, IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO LTDA	poly-Si	1650	992	1,637	37,20	8,37	30,40	7,89	47	29,98	14,7	A	003836/2013	19/3/2013		SIM
DASGARY COMERCIO, IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO LTDA	mono-Si	1650	992	1,637	37,20	8,14	30,70	8,86	47	34,00	16,6	A	003835/2013	19/3/2013		SIM
DASGARY COMERCIO, IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO LTDA	poly-Si	1956	992	1,940	44,40	8,75	36,30	7,99	47	36,25	14,9	A	003836/2013	19/3/2013		SIM
ENERGETICALTERNATIVA DE EQUIPAMENTOS PARA ENERGIA SOLAR LTDA-IME	mono-Si	1480	670	0,992	21,80	8,55	18,40	7,78	48	17,89	14,4	A	004674/2013	12/4/2013		SIM
ENERGIA PURA EMPREENDIMENTOS LTDA	mono-Si	1625	1019	1,656	37,80	8,89	31,20	8,18	25,5	31,90	15,4	A	001142/2013	13/11/2012		SIM
ENERGIA PURA EMPREENDIMENTOS LTDA	poly-Si	1480	670	0,992	22,00	8,10	17,50	7,42	45	16,23	13,1	B	004698/2013	2/5/2013		
ENERGIA PURA EMPREENDIMENTOS LTDA	mono-Si	1650	992	1,637	37,10	8,20	29,90	7,69	45	28,74	14,0	A	004698/2013	2/5/2013		SIM
ENERGIA PURA EMPREENDIMENTOS LTDA	poly-Si	630	670	0,422	21,20	3,72	17,00	2,94	45	6,25	11,8	D	004698/2013	2/5/2013		
ENERGIA PURA EMPREENDIMENTOS LTDA	poly-Si	250	250	0,063	12,10	0,56	9,60	0,52	45	0,62	8,0	E	004698/2013	2/5/2013		
ENERGYSOLAR ENERGIAS RENOVÁVEIS LTDA	poly-Si	1482	676	1,002	22,50	8,47	18,90	7,94	46	18,76	15,0	A	004369/2013	17/4/2013		SIM
ENERGYSOLAR ENERGIAS RENOVÁVEIS LTDA	poly-Si	1640	992	1,627	37,70	8,24	31,70	7,73	46	30,63	15,1	A	004369/2013	17/4/2013		SIM
ENERGYSOLAR ENERGIAS RENOVÁVEIS LTDA	poly-Si	1956	992	1,940	45,20	8,25	38,00	7,89	46	37,46	15,5	A	004369/2013	17/4/2013		SIM
ENGLUZ LUMINAÇÃO E EFICIÊNCIA LTDA	poly-Si	1483	665	0,986	22,5	8,70	17,75	8,17	45	18,13	14,7	A	002513/2013	17/1/2012		SIM
FC SOLAR ENERGIAS ALTERNATIVAS LTDA-IME	poly-Si	370	250	0,093	1,1	22,30	18,00	0,56	46	1,26	10,9	E	002769/2013	15/2/2013		
FINE-IMP. EXP. E COMERCIO DE EQUIPAMENTOS DE ENERGIA LTDA	poly-Si	1640	992	1,627	37,3	8,22	29,40	7,82	47	28,74	14,1	A	003980/2012	12/9/2012		SIM
GENYX SOLAR COMERCIO LTDA	mono-Si	1590	808	1,277	44,6	5,64	37,10	5,26	45	24,39	15,3	A	001484/2013	19/1/2012		SIM
GENYX SOLAR COMERCIO LTDA	poly-Si	1650	990	1,634	36,6	8,48	30,00	8,03	45	30,11	14,7	A	001485/2013	19/1/2012		SIM
GEOLOCK CONSULTORIA E ENGENHARIA AMBIENTAL LTDA	poly-Si	1665	991	1,650	36,80	8,75	29,70	8,17	20	30,33	14,7	A	003400/2013	13/3/2013		SIM
GEOLOCK CONSULTORIA E ENGENHARIA AMBIENTAL LTDA	poly-Si	1665	991	1,650	37,10	8,80	30,10	8,23	20	30,97	15,0	A	003400/2013	13/3/2013		SIM
GEOLOCK CONSULTORIA E ENGENHARIA AMBIENTAL LTDA	poly-Si	1665	991	1,650	37,40	8,86	30,20	8,30	20	31,33	15,2	A	003400/2013	13/3/2013		SIM

TABELA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA - MÓDULOS - Edição 01/2013

CLASSES	ÍNDICE DE MÓDULO		SILÍCIO CRISTALINO		FILMES FINOS		EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
	SILÍCIO CRISTALINO	FILMES FINOS	TOTAL	%	TOTAL	%	
A	EE > 13,5	EE > 9,5	201	75,3	3	25	
B	13,5 >> 13,0	9,5 >> 9,5	23	8,6	2	16,7	
C	13,0 >> EE > 12,0	7,5 >> EE > 6,5	22	8,2	0	0	
D	12,0 >> EE > 11,0	6,5 >> EE > 5,5	6	2,2	3	25	
E	EE < 11,0	EE < 5,5	15	5,6	4	33,3	
			267	100	12	100	

Informações:

45
Nº Empresas:
48
Nº de Marcas:
279
Nº de Modelos:

* Atenção: Esta tabela tem a função de facilitar a consulta dos interessados e a comparação dos modelos etiquetados no Programa Brasileiro de Etiquetação (PBE), mas a informação nela contida eventualmente fica desatualizada por alguns períodos e deve ser confirmada no banco de produtos registrados, disponível em <http://www.inmetro.gov.br/qualidade/regObjetos.asp>. O banco de produtos registrados informa quais modelos estão devidamente registrados, ou seja, autorizados para fabricação, importação e comercialização no País.

EMPRESA	MATERIAL	MATERIAL	MATERIAL / CÓDIGO	MARCA	Características Físicas			Circuito Aberto	Circuito Fechado		Potência (W)	Temperatura Nominal de Operação	Produção Média de Energia (kWh/m²/ano)	Eficiência Energética (%)	Classificação Energética	Nº Registro do Objeto	Data Inicial do Registro	Data Final do Registro	SELO PROCEL
					Comprimento (mm)	Largura (mm)	Área (m²)		Tensão (V)	Corrente (A)									
GEOLOCK CONSULTORIA E ENGENHARIA AMBIENTAL LTDA.	REC25PFE	REC	REC25PFE	REC	1665	991	1.650	37,60	8,95	30,50	8,42	20	32,10	15,6	A	003400/2013	13/3/2013		SIM
GEOLOCK CONSULTORIA E ENGENHARIA AMBIENTAL LTDA.	REC280PE	REC	REC280PE	REC	1665	991	1.650	37,80	9,01	30,70	8,50	20	32,62	15,8	A	003400/2013	13/3/2013		SIM
IB TREVISOL E CRUZ COMERCIAL IMPORTADORA E EXPORTADORA LTDA.	SRH-P60/240	SUNRISE	SRH-P60/240	SUNRISE	1637	992	1.624	37,05	8,63	29,89	8,03	45	30,00	14,8	A	004803/2013	7/5/2013		SIM
INDUSTRIA DE MOTORES ANAUGER S/A	SF 125X125-72-M (L)	SUNOWE	SF 125X125-72-M (L)	SUNOWE	1590	808	1.277	44,60	5,20	35,70	4,90	50	21,87	13,7	A	000442/2013	24/10/2012		SIM
INTERNATIONAL COMMERCE RECEIP LTDA	ECO-30W	ECOFORCE	ECO-30W	ECOFORCE	541	441	0.239	21,60	1,88	17,80	1,69	30	3,76	12,6	C	002974/2013	23/1/2013		
IRRICABRASIL IND. E COM. DE MAGS. LTDA	SFP-135-36-E	SINGFO SOLAR	SFP-135-36-E	SINGFO SOLAR	1476	671	0.990	21,20	8,49	17,50	7,72	48	16,89	13,6	A	002105/2013	6/2/2012		SIM
KYOCERA SOLAR DO BRASIL LTDA	KD146SX-UFBS	KYOCERA	KD146SX-UFBS	KYOCERA	1500	668	1.002	22,1	8,68	17,70	7,91	45	17,50	14,0	A	001068/2012	4/7/2012		SIM
KYOCERA SOLAR DO BRASIL LTDA	KD146SX-LPU	KYOCERA	KD146SX-LPU	KYOCERA	1500	668	1.002	22,1	8,68	17,70	7,91	45	17,50	14,0	A	001013/2012	1/6/2012		SIM
KYOCERA SOLAR DO BRASIL LTDA	KD240GH-2PB	KYOCERA	KD240GH-2PB	KYOCERA	1662	992	1.649	36,9	8,59	29,80	8,06	45	30,02	14,6	A	001014/2012	19/6/2012		SIM
KYOCERA SOLAR DO BRASIL LTDA	KD240GX-LPB	KYOCERA	KD240GX-LPB	KYOCERA	1662	992	1.649	36,9	8,59	29,80	8,06	45	30,02	14,6	A	001067/2012	4/7/2012		SIM
KYOCERA SOLAR DO BRASIL LTDA	KD240GX-LPB	KYOCERA	KD240GX-LPB	KYOCERA	1662	992	1.649	36,9	8,59	29,80	8,06	45	30,02	14,6	A	001068/2012	4/7/2012		SIM
KYOCERA SOLAR DO BRASIL LTDA	KD240GH-4FB	KYOCERA	KD240GH-4FB	KYOCERA	1662	990	1.645	36,90	8,91	29,80	8,23	45	30,66	14,9	A	002841/2013	22/2/2013		SIM
KYOCERA SOLAR DO BRASIL LTDA	KD240GH-4FB2	KYOCERA	KD240GH-4FB2	KYOCERA	1662	990	1.645	36,90	8,91	29,80	8,23	45	30,66	14,9	A	004552/2013	25/4/2013		SIM
KYOCERA SOLAR DO BRASIL LTDA	KD245GX-LPB	KYOCERA	KD245GX-LPB	KYOCERA	1662	990	1.645	36,90	8,91	29,80	8,23	45	30,66	14,9	A	003991/2012	17/10/2012		SIM
KYOCERA SOLAR DO BRASIL LTDA	KD315GH-4FB	KYOCERA	KD315GH-4FB	KYOCERA	1662	1320	2.194	49,20	8,50	39,80	7,92	45	39,40	14,4	A	004553/2013	24/4/2013		SIM
KYOCERA SOLAR DO BRASIL LTDA	KS10T	KYOCERA	KS10T	KYOCERA	304	352	0.107	21,70	1,25	17,40	0,58	10	1,26	9,4	E	001265/2012	1/6/2012		
KYOCERA SOLAR DO BRASIL LTDA	KS20T	KYOCERA	KS20T	KYOCERA	520	352	0.183	21,70	1,25	17,40	1,16	20	2,52	11,0	D	001265/2012	1/6/2012		
KYOCERA SOLAR DO BRASIL LTDA	KS46T	KYOCERA	KS46T	KYOCERA	1028	343	0.353	22,10	2,80	17,70	2,55	45	5,64	12,8	C	001645/2013	10/12/2012		
KYOCERA SOLAR DO BRASIL LTDA	KS5T	KYOCERA	KS5T	KYOCERA	205	352	0.072	21,70	0,31	17,40	0,29	5	0,63	7,0	E	001265/2012	1/6/2012		
KYOCERA SOLAR DO BRASIL LTDA	KS80T	KYOCERA	KS80T	KYOCERA	1028	668	0.687	21,70	5,60	17,80	5,10	45	11,35	13,2	B	001645/2013	10/12/2012		
KYOCERA SOLAR DO BRASIL LTDA	SM-42KSM	KYOCERA	SM-42KSM	KYOCERA	505	660	0.343	19,70	2,89	16,50	2,55	42	5,26	12,3	C	001491/2012	11/6/2012		
KYOCERA SOLAR DO BRASIL LTDA	SM-49KSM	KYOCERA	SM-49KSM	KYOCERA	560	660	0.381	22,10	2,89	16,60	2,56	48	5,95	12,5	C	001491/2012	11/6/2012		
KYOCERA SOLAR DO BRASIL LTDA	SM-63KSM	KYOCERA	SM-63KSM	KYOCERA	715	660	0.486	19,70	4,34	16,50	3,82	63	7,88	13,0	C	001491/2012	11/6/2012		
KYOCERA SOLAR DO BRASIL LTDA	SM-83KSM	KYOCERA	SM-83KSM	KYOCERA	920	660	0.626	19,70	5,78	16,50	5,07	84	10,46	13,4	B	001491/2012	11/6/2012		
M VIERA DE FREITAS E CIA LTDA	SV-100M	SUOYANG	SV-100M	SUOYANG	1210	540	0.653	22,50	5,90	18,50	5,40	45	12,49	15,3	A	003445/2013	4/2/2013		SIM
M VIERA DE FREITAS E CIA LTDA	SV-130M	SUOYANG	SV-130M	SUOYANG	1210	808	0.978	22,00	8,30	17,80	7,58	45	16,87	13,8	A	003445/2013	4/2/2013		SIM
M VIERA DE FREITAS E CIA LTDA	SV-200M	SUOYANG	SV-200M	SUOYANG	1590	808	1.277	46,50	5,62	37,20	5,38	45	25,02	15,7	A	003445/2013	4/2/2013		SIM
M VIERA DE FREITAS E CIA LTDA	SV-250M	SUOYANG	SV-250M	SUOYANG	1590	1062	1.678	58,60	5,58	48,60	5,15	45	31,29	14,9	A	003445/2013	4/2/2013		SIM
M VIERA DE FREITAS E CIA LTDA	SV-30M	SUOYANG	SV-30M	SUOYANG	540	450	0.243	21,60	1,92	17,20	1,75	30	3,76	12,4	C	003445/2013	4/2/2013		
M VIERA DE FREITAS E CIA LTDA	SV-60M	SUOYANG	SV-60M	SUOYANG	835	540	0.451	21,80	3,65	17,60	3,41	60	7,50	13,3	B	003445/2013	4/2/2013		

TABELA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA - MÓDULOS - Edição 01/2013

CLASSES	ÍNDICE DE MÓDULO		SILÍCIO CRISTALINO		FILMES FINOS		EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
	SILÍCIO CRISTALINO	FILMES FINOS	TOTAL	%	TOTAL	%	
A	EF > 13,5	EF > 9,5	201	75,3	3	25	
B	13,5 >> 13,0	9,5 >> 9,5	23	8,6	2	16,7	
C	13,0 >> 12,0	7,5 >> 6,5	22	8,2	0	0	
D	12,0 >> 11,0	6,5 >> 5,5	6	2,2	3	25	
E	EF < 11,0	EF < 5,5	15	5,6	4	33,3	
			267	100	12	100	

Informações:

45
Nº Empresas:
48
Nº de Marcas:
279
Nº de Modelos:

* Atenção: Esta tabela tem a função de facilitar a consulta dos interessados e a comparação dos modelos etiquetados no Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), mas a informação nela contida eventualmente fica desatualizada por alguns períodos e deve ser confirmada no banco de produtos registrados, disponível em <http://www.inmetro.gov.br/qualidade/regObjetos.asp>. O banco de produtos registrados informa quais modelos estão devidamente registrados, ou seja, autorizados para fabricação, importação e comercialização no País.

EMPRESA	MARCAS	MODELO / CÓDIGO	MATERIAL	Características Físicas			Circuito Aberto TENSÃO (V)	Corrente (A)	Peso (kg)	Ponto Máx. Potência TENSÃO (V)	Corrente (A)	Potência (W)	Temperatura Nominal de Operação	Produção Média de Energia (kWh/m²/ano)	Eficiência Energética (%)	Classificação Energética	Nº Registro do Objeto	Data Inicial do Registro	Data Final do Registro	SELO PROCEL
				Comprimento (mm)	Largura (mm)	Área (m²)														
SETN & STOVAN EQUIPAMENTOS DE ENERGIA SOLAR LTDA	SOLAR WORLD	SW175 MONO	mono-Si	1229	556	0,683	21,70	4,80	17,30	4,34	75	45	9,39	11,0	E	003894/2013	4/10/2012			
SETN & STOVAN EQUIPAMENTOS DE ENERGIA SOLAR LTDA	SOLAR WORLD	SW85 MONO	mono-Si	1229	556	0,683	21,10	5,20	17,80	4,78	85	46	10,64	12,5	C	003894/2013	4/10/2012			
SETN & STOVAN EQUIPAMENTOS DE ENERGIA SOLAR LTDA	SOLAR WORLD	SW105 POLY	poly-Si	956	680	0,650	21,10	5,20	17,90	4,76	85	46	10,65	13,1	B	003895/2012	4/10/2012			
SOLARIA BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA	SOLARIA	SSM165	mono-Si	1584	790	1,251	44,22	5,11	35,69	4,62	165	47	20,61	13,2	B	002986/2013	5/2/2013			
SOLARIA BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA	SOLARIA	SSM170	mono-Si	1584	790	1,251	44,37	5,16	35,75	4,77	171	47	21,32	13,6	A	002986/2013	5/2/2013		SIM	
SOLARIA BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA	SOLARIA	SSM174	mono-Si	1584	790	1,251	44,20	5,30	35,90	4,85	174	47	21,76	13,9	A	002986/2013	5/2/2013		SIM	
SOLARIA BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA	SOLARIA	SSM175	mono-Si	1584	790	1,251	44,45	5,18	36,16	4,84	175	47	21,88	14,0	A	002986/2013	5/2/2013		SIM	
SOLARIA BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA	SOLARIA	SSM190	mono-Si	1209	548	0,663	22,36	5,25	19,26	4,93	90	47	11,25	13,6	A	002986/2013	5/2/2013		SIM	
SOLARIA BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA	SOLARIA	SSM215	mono-Si	1647	977	1,609	36,64	8,20	28,66	7,51	215	47	26,90	13,4	B	003426/2013	5/2/2013			
SOLARIA BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA	SOLARIA	SSM217	mono-Si	1647	977	1,609	36,80	8,20	28,80	7,54	217	47	27,14	13,5	B	003426/2013	5/2/2013			
SOLARIA BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA	SOLARIA	SSM220	mono-Si	1647	977	1,609	37,06	8,29	28,86	7,63	220	47	27,53	13,7	A	003426/2013	5/2/2013		SIM	
SOLARIA BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA	SOLARIA	SSM225	mono-Si	1647	977	1,609	37,29	8,42	29,08	7,74	225	47	28,13	14,0	A	003426/2013	5/2/2013		SIM	
SOLARIA BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA	SOLARIA	SSM230	mono-Si	1647	977	1,609	37,33	8,58	29,27	7,86	230	47	28,76	14,3	A	003426/2013	5/2/2013		SIM	
SOLARIA BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA	SOLARIA	SSM235	mono-Si	1647	977	1,609	37,76	8,66	29,62	7,94	235	47	29,40	14,6	A	003426/2013	5/2/2013		SIM	
SOLARIA BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA	SOLARIA	SSM232.25	mono-Si	1646	991	1,631	36,86	8,42	29,15	7,72	225	46	28,13	13,8	A	002987/2013	5/2/2013		SIM	
SOLARIA BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA	SOLARIA	SSM232.30	mono-Si	1646	991	1,631	37,10	8,44	29,46	7,81	230	46	28,76	14,1	A	002987/2013	5/2/2013		SIM	
SOLARIA BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA	SOLARIA	SSM232.35	mono-Si	1646	991	1,631	37,34	8,47	29,75	7,90	235	46	29,38	14,4	A	002987/2013	5/2/2013		SIM	
SOLARIA BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA	SOLARIA	SSM232.40	mono-Si	1646	991	1,631	37,58	8,49	30,05	7,99	240	46	30,01	14,7	A	002987/2013	5/2/2013		SIM	
SOLARIA BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA	SOLARIA	SSM232.45	mono-Si	1646	991	1,631	37,82	8,52	30,33	8,08	245	46	30,63	15,0	A	002987/2013	5/2/2013		SIM	
SOLARIA BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA	SOLARIA	SFP205	poly-Si	1647	977	1,609	38,21	8,07	28,61	7,17	205	47	25,64	12,7	C	002983/2013	5/2/2013			
SOLARIA BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA	SOLARIA	SFP215	poly-Si	1647	977	1,609	36,64	8,20	28,66	7,51	215	47	26,90	13,4	B	002983/2013	5/2/2013			
SOLARIA BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA	SOLARIA	SFP217	poly-Si	1647	977	1,609	36,80	7,64	30,00	7,23	217	47	27,11	13,5	B	002983/2013	5/2/2013			
SOLARIA BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA	SOLARIA	SFP220	poly-Si	1647	977	1,609	37,06	8,29	28,86	7,63	220	47	27,53	13,7	A	002983/2013	5/2/2013		SIM	
SOLARIA BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA	SOLARIA	SFP225	poly-Si	1647	977	1,609	37,29	8,42	29,08	7,74	225	47	28,13	14,0	A	002983/2013	5/2/2013		SIM	
SOLARIA BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA	SOLARIA	SFP230	poly-Si	1647	977	1,609	37,33	8,58	29,27	7,86	230	47	28,76	14,3	A	002983/2013	5/2/2013		SIM	
SOLARIA BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA	SOLARIA	SFP235	poly-Si	1647	977	1,609	37,76	8,66	29,62	7,94	235	47	29,40	14,6	A	002983/2013	5/2/2013		SIM	
SOLARIA BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA	SOLARIA	SFP232.15	poly-Si	1646	991	1,631	36,38	8,10	29,26	7,35	215	46	26,88	13,2	B	002988/2013	5/2/2013			
SOLARIA BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA	SOLARIA	SFP232.17	poly-Si	1646	991	1,631	36,80	7,64	30,00	7,23	217	46	27,11	13,3	B	002988/2013	5/2/2013			
SOLARIA BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA	SOLARIA	SFP232.20	poly-Si	1646	991	1,631	36,69	8,17	29,58	7,44	220	46	27,51	13,5	B	002988/2013	5/2/2013			
SOLARIA BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA	SOLARIA	SFP232.25	poly-Si	1646	991	1,631	37,00	8,25	29,89	7,53	225	46	28,13	13,8	A	002988/2013	5/2/2013		SIM	

TABELA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA - MÓDULOS - Edição 01/2013

CLASSES	ÍNDICE DE MÓDULO		SILÍCIO CRISTALINO		FILMES FINOS		EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
	SILÍCIO CRISTALINO	FILMES FINOS	TOTAL	%	TOTAL	%	
A	EE >= 13,5	EE >= 9,5	201	75,3	3	25	
B	13,5 >> >= 13,0	9,5 >> >= 7,5	23	8,6	2	16,7	
C	13,0 >> >= 12,0	7,5 >> >= 6,5	22	8,2	0	0	
D	12,0 >> >= 11,0	6,5 >> >= 5,5	6	2,2	3	25	
E	EE < 11,0	EE < 5,5	15	5,6	4	33,3	
			267	100	12	100	

Informações:

45
Nº Empresas:
48
Nº de Marcas:
279
Nº de Modelos:

* Atenção: Esta tabela tem a função de facilitar a consulta dos interessados e a comparação dos modelos etiquetados no Programa Brasileiro de Etiquetação (PBE), mas a informação nela contida eventualmente fica desatualizada por alguns períodos e deve ser confirmada no banco de produtos registrados, disponível em <http://www.inmetro.gov.br/qualidade/regObjetos.asp>. O banco de produtos registrados informa quais modelos estão devidamente registrados, ou seja, autorizados para fabricação, importação e comercialização no País.

EMPRESA	MARCAS	MODELO / CÓDIGO	MATERIAL	Características Físicas			Circuito Aberto		Circuito Fechado		POTÊNCIA (W)	TEMPERATURA Nominal de Operação	PRODUÇÃO MÉDIA DE ENERGIA (kWh/m²/ano)	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (%)	CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA	Nº DO REGISTRO DO OBJETO	DATA INICIAL DO REGISTRO	DATA FINAL DO REGISTRO	SELO PROCEL
				Comprimento (mm)	Largura (mm)	Área (m²)	Peso (kg)	TENSÃO (V)	CORRENTE (A)	TENSÃO (V)									
SOLAR BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA.	SOLARIA	SBPX320	poly-Si	1646	991	1,631	19	37,31	8,32	30,19	7,62	23,0	46	28,76	14,1	A	002388/2013	5/2/2013	SIM
SOLAR BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA.	SOLARIA	SBPX326	poly-Si	1646	991	1,631	19	37,62	8,40	30,49	7,71	23,5	46	29,38	14,4	A	002388/2013	5/2/2013	SIM
SOLAR BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA.	SOLARIA	SBPX340	poly-Si	1646	991	1,631	19	37,93	8,47	30,78	7,80	24,0	46	30,01	14,7	A	002388/2013	5/2/2013	SIM
SOLAR BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA.	SOLARIA	SBP3130	poly-Si	1488	672	0,996	11,5	22,09	8,28	17,33	7,50	13,0	46	16,25	13,0	B	002384/2013	5/2/2013	
SOLAR BRASIL COMERCIALIZAÇÃO E FORNECIMENTO DE PRODUTOS E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA.	SOLARIA	SBP3136	poly-Si	1488	672	0,996	11,5	22,65	8,57	17,58	7,96	14,0	46	17,49	14,0	A	002384/2013	5/2/2013	SIM
SOLARIS TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA INDUSTRIA, COMERCIO E SERVIÇOS LTDA.	SOLARIS	S140P	poly-Si	1480	680	1,006	11,6	21,96	8,17	18,36	7,65	14,0	47	17,56	14,0	A	004844/2013	17/4/2013	SIM
SOLARIS TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA INDUSTRIA, COMERCIO E SERVIÇOS LTDA.	SOLARIS	S30P	poly-Si	520	510	0,265	3,7	21,56	1,84	21,56	1,71	37	47	4,61	13,9	A	004844/2013	17/4/2013	SIM
SOLARIS TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA INDUSTRIA, COMERCIO E SERVIÇOS LTDA.	SOLARIS	S58P	poly-Si	870	510	0,444	5,7	21,85	3,24	18,20	3,04	55	47	6,92	12,5	C	004844/2013	17/4/2013	
SOLARIS TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA INDUSTRIA, COMERCIO E SERVIÇOS LTDA.	SOLARIS	S88P	poly-Si	980	660	0,666	8,2	21,63	5,10	18,10	4,70	85	47	10,63	12,8	C	004844/2013	17/4/2013	
SOLAR TERRA IMPORTAÇÃO E COMERCIO DE EQUIPAMENTOS E SISTEMAS DE ENERGIA ALTERNATIVA LTDA.	SOLAR TERRA	HG10	poly-Si	1480	990	1,465	17	37,05	8,23	27,54	7,64	21,0	25	26,30	14,4	A	003461/2013	4/4/2013	SIM
SOLAR TERRA IMPORTAÇÃO E COMERCIO DE EQUIPAMENTOS E SISTEMAS DE ENERGIA ALTERNATIVA LTDA.	SOLAR TERRA	HG10	mono-Si	382	299	0,114	1,5	21,74	0,64	18,14	0,60	11	50	1,36	9,5	E	003462/2013	15/3/2013	
SOLAR TERRA IMPORTAÇÃO E COMERCIO DE EQUIPAMENTOS E SISTEMAS DE ENERGIA ALTERNATIVA LTDA.	SOLAR TERRA	HG136	poly-Si	1460	660	0,964	11,5	21,74	8,04	18,14	7,45	135	25	16,89	14,0	A	003461/2013	4/4/2013	SIM
SOLAR TERRA IMPORTAÇÃO E COMERCIO DE EQUIPAMENTOS E SISTEMAS DE ENERGIA ALTERNATIVA LTDA.	SOLAR TERRA	HG190	mono-Si	1590	808	1,277	15,7	21,68	11,80	18,07	10,52	190	50	23,76	14,9	A	003462/2013	15/3/2013	SIM
SOLAR TERRA IMPORTAÇÃO E COMERCIO DE EQUIPAMENTOS E SISTEMAS DE ENERGIA ALTERNATIVA LTDA.	SOLAR TERRA	HG25	mono-Si	608	350	0,213	3	21,10	1,63	17,62	1,42	25	50	3,13	11,8	D	003462/2013	15/3/2013	
SOLAR TERRA IMPORTAÇÃO E COMERCIO DE EQUIPAMENTOS E SISTEMAS DE ENERGIA ALTERNATIVA LTDA.	SOLAR TERRA	HG50	mono-Si	700	510	0,357	5	21,00	3,27	17,10	2,92	50	50	6,24	14,0	A	003462/2013	15/3/2013	SIM
SOLAR TERRA IMPORTAÇÃO E COMERCIO DE EQUIPAMENTOS E SISTEMAS DE ENERGIA ALTERNATIVA LTDA.	SOLAR TERRA	HG90	mono-Si	1210	550	0,666	8,5	22,03	5,31	18,30	4,92	90	50	11,25	13,5	A	003462/2013	15/3/2013	SIM
SUN HOME ENERGIA SOLAR, COMERCIO E IMPORTAÇÃO LTDA	SUN HOME	ST-M10	mono-Si	350	288	0,101	1,19	21,60	0,60	18,00	0,56	10	46,3	1,25	9,9	E	004158/2013	6/4/2013	
SUN HOME ENERGIA SOLAR, COMERCIO E IMPORTAÇÃO LTDA	SUN HOME	ST-M30	mono-Si	541	450	0,243	2,9	22,10	1,79	18,50	1,62	30	46,3	3,75	12,3	C	004158/2013	6/4/2013	
SUN HOME ENERGIA SOLAR, COMERCIO E IMPORTAÇÃO LTDA	SUN HOME	ST-M65	mono-Si	853	541	0,461	6,1	22,45	3,91	18,36	3,54	65	46,3	8,12	14,1	A	004158/2013	6/4/2013	SIM
SUNEDSON BRASIL - PROJETOS MONTAGEM E INSTALAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS DE ENERGIA SOLAR LTDA	MEMS-SUNEDSON	MEMC-250BMC-24	poly-Si	1976	990	1,956	23	44,70	8,71	38,40	8,20	290	49,3	36,29	14,8	A	001388/2013	19/10/2012	SIM
WANDEO BRASIL IMPORTAÇÃO, COMERCIO E DISTRIBUIÇÃO DE EQUIPAMENTO LTDA	SHINE SOLAR	SSM-230P	poly-Si	1655	992	1,642	22,5	36,9	8,31	30,20	7,62	230	47	28,77	14,0	A	000424/2013	31/7/2012	SIM
WANDEO BRASIL IMPORTAÇÃO, COMERCIO E DISTRIBUIÇÃO DE EQUIPAMENTO LTDA	SUNRIBE	SRS-M65G260	mono-Si	1637	992	1,624	19,2	37,40	9,24	30,40	8,56	260	45	32,53	16,0	A	001546/2013	27/11/2012	SIM
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	YINGLI SOLAR	YL010P-17B 1/2	poly-Si	350	285	0,100	1,64	21,30	0,66	17,30	0,58	10	46	1,25	10,1	E	003952/2012	22/11/2012	
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	YINGLI SOLAR	YL058P-17B 1/6	poly-Si	525	350	0,184	2,58	21,30	1,32	17,30	1,16	20	46	2,51	10,9	E	003952/2012	22/11/2012	
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	YINGLI SOLAR	YL058P-17B 1/4	poly-Si	535	510	0,273	3,46	21,50	1,97	17,00	1,76	30	21,8	3,74	11,0	E	003964/2012	22/11/2012	
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	YINGLI SOLAR	YL058P-17B 2/5	poly-Si	660	630	0,416	5,23	21,50	3,24	17,40	2,87	50	46	6,24	12,0	C	003960/2012	22/11/2012	
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	YINGLI SOLAR	YL058P-17B 2/5	poly-Si	660	630	0,416	5,23	22,00	3,42	17,50	3,14	55	46	6,87	13,2	B	003957/2012	22/11/2012	
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	YINGLI SOLAR	YL069P-17B 1/2	poly-Si	770	660	0,508	6,19	21,30	3,96	17,30	3,47	60	46	7,50	11,8	D	003950/2012	22/11/2012	
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	YINGLI SOLAR	YL069P-17B 1/2	poly-Si	770	660	0,508	6,19	22,00	4,00	17,50	3,71	65	46	8,12	12,8	C	003955/2012	22/11/2012	
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	YINGLI SOLAR	YL070P-17B 1/2	poly-Si	770	660	0,508	6,19	22,00	4,24	17,50	4,00	70	46	8,75	13,8	A	003954/2012	22/11/2012	SIM

TABELA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA - MÓDULOS - Edição 01/2013

CLASSES	ÍNDICE DE MÓDULO		SILÍCIO CRISTALINO		FILMES FINOS		EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
	SILÍCIO CRISTALINO	FILMES FINOS	TOTAL	%	TOTAL	%	
A	EE > 13,5	EE > 9,5	201	75,3	3	25	
B	13,5 >> 13,0	9,5 >> 9,5	23	8,6	2	16,7	
C	13,0 >> EE > 12,0	7,5 >> EE > 6,5	22	8,2	0	0	
D	12,0 >> EE > 11,0	6,5 >> EE > 5,5	6	2,2	3	25	
E	EE < 11,0	EE < 5,5	15	5,6	4	33,3	
			267	100	12	100	

Informações:

45
Nº Empresas:
48
Nº de Marcas:
279
Nº de Modelos:

* Atenção: Esta tabela tem a função de facilitar a consulta dos interessados e a comparação dos modelos etiquetados no Programa Brasileiro de Etiquetação (PBE), mas a informação nela contida eventualmente fica desatualizada por alguns períodos e deve ser confirmada no banco de produtos registrados, disponível em <http://www.inmetro.gov.br/qualidade/regObjetos.asp>. O banco de produtos registrados informa quais modelos estão devidamente registrados, ou seja, autorizados para fabricação, importação e comercialização no País.

EMPRESA	MATERIAL	MARCAS	MODELO / CÓDIGO	Características Físicas			Circuito Aberto	Circuito Fechado		Potência (W)	Temperatura Nominal de Operação	Produção Média de Energia (kWh/m²/ano)	Eficiência Energética (%)	Classificação Energética	Nº Registro do Objeto	Data Inicial do Registro	Data Final do Registro	SELO PROCEL
				Comprimento (mm)	Largura (mm)	Área (m²)		Tensão (V)	Corrente (A)									
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	poly-Si	YINGLI SOLAR	YL079P-17B-3/5	900	660	0,594	22,00	4,66	17,50	4,29	75	46	9,38	C	003953/2012	22/11/2012		
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	poly-Si	YINGLI SOLAR	YL089P-17B-2/3	1010	660	0,667	22,00	5,04	17,00	4,71	80	46	10,01	C	003948/2012	23/11/2012		
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	poly-Si	YINGLI SOLAR	YL089P-17B-3/5	900	660	0,594	22,00	4,85	17,50	4,57	80	46	10,00	B	003961/2012	22/11/2012		
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	poly-Si	YINGLI SOLAR	YL089P-17B-2/3	900	660	0,594	22,00	5,24	17,50	4,86	85	46	10,63	A	003970/2012	23/11/2012		SIM
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	poly-Si	YINGLI SOLAR	YL089P-17B-3/5	1010	660	0,667	22,00	5,36	17,50	4,86	85	46	10,63	C	003969/2012	23/11/2012		
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	poly-Si	YINGLI SOLAR	YL089P-17B-2/3	1010	660	0,667	22,00	5,60	17,50	5,14	90	46	11,24	B	003968/2012	23/11/2012		
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	poly-Si	YINGLI SOLAR	YL089P-17B-2/3	1010	660	0,667	22,00	5,84	17,50	5,43	95	46	11,88	A	003947/2012	23/11/2012		SIM
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	poly-Si	YINGLI SOLAR	YL120P-17B	1470	680	1,000	22,10	7,60	17,50	6,90	121	46	15,09	C	003967/2012	23/11/2012		
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	poly-Si	YINGLI SOLAR	YL130P-17B	1470	680	1,000	22,10	8,05	17,60	7,38	130	46	16,24	C	003966/2012	23/11/2012		
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	poly-Si	YINGLI SOLAR	YL140P-17B	1470	680	1,000	22,50	8,40	18,00	7,77	140	46	17,48	A	003946/2012	23/11/2012		SIM
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	poly-Si	YINGLI SOLAR	YL180P-2/3B	1310	990	1,297	29,50	8,30	23,00	7,83	180	46	22,51	A	003962/2012	22/11/2012		SIM
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	poly-Si	YINGLI SOLAR	YL180P-2/3B	1310	990	1,297	29,50	8,45	23,50	7,87	185	46	23,12	A	003958/2012	22/11/2012		SIM
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	poly-Si	YINGLI SOLAR	YL230P-2/3B	1650	990	1,634	37,00	8,40	29,50	7,80	230	46	28,76	A	003956/2012	23/11/2012		SIM
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	poly-Si	YINGLI SOLAR	YL230P-2/3B	1650	990	1,634	37,00	8,54	29,50	7,97	235	46	29,39	A	003949/2012	23/11/2012		SIM
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	poly-Si	YINGLI SOLAR	YL240P-2/3b	1650	990	1,634	37,80	8,55	29,50	8,14	240	46	30,02	A	003447/2012	30/10/2012		SIM
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	poly-Si	YINGLI SOLAR	YL240P-2/3B	1650	990	1,634	37,00	8,55	29,50	8,14	240	46	30,02	A	003963/2012	23/11/2012		SIM
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	poly-Si	YINGLI SOLAR	YL249P-2/3b	1650	990	1,634	37,80	8,53	30,20	8,11	245	46	30,62	A	003447/2012	30/10/2012		SIM
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	poly-Si	YINGLI SOLAR	YL249P-2/3B	1650	990	1,634	37,80	8,53	30,20	8,11	245	46	30,62	A	003963/2012	23/11/2012		SIM
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	mono-Si	YINGLI SOLAR	YL300C-3/3B	1650	990	1,634	38,6	8,91	30,80	8,46	261	46	32,57	A	004174/2012	12/12/2012		SIM
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	mono-Si	YINGLI SOLAR	YL365C-3/3B	1650	990	1,634	39	8,93	31,00	8,55	265	46	33,13	A	004173/2012	12/12/2012		SIM
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	mono-Si	YINGLI SOLAR	YL270C-3/3B	1650	990	1,634	39,00	9,06	31,10	8,68	270	46	33,74	A	004171/2012	30/11/2012		SIM
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	mono-Si	YINGLI SOLAR	YL270P-3/3B	1650	990	1,634	39,00	9,06	31,10	8,68	270	46	33,74	A	003963/2012	23/11/2012		SIM
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	poly-Si	YINGLI SOLAR	YL279P-3/3B	1970	990	1,950	45,00	8,30	35,50	7,75	275	46	34,39	A	003951/2012	22/11/2012		SIM
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	poly-Si	YINGLI SOLAR	YL280P-3/3B	1970	990	1,950	45,00	8,35	35,50	7,89	280	46	35,01	A	003956/2012	22/11/2012		SIM
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	poly-Si	YINGLI SOLAR	YL285P-3/3B	1970	990	1,950	45,00	8,50	35,50	8,02	295	46	35,59	A	003963/2012	23/11/2012		SIM
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	poly-Si	YINGLI SOLAR	YL295P-3/3b	1970	990	1,950	45,00	8,53	30,20	8,11	245	46	30,62	C	003447/2012	30/10/2012		SIM
YINGLI GREEN ENERGY DO BRASIL S.A.	poly-Si	YINGLI SOLAR	YL230P-3/3B	1970	990	1,950	45,30	8,62	35,80	8,10	290	46	36,25	A	004172/2012	30/11/2012		SIM

TABELA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA - MÓDULO - Edição 01/2013

CLASSES	ÍNDICE DE MÓDULO		SILÍCIO CRISTALINO		FILMES FINOS		EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
	SILÍCIO CRISTALINO	FILMES FINOS	TOTAL	%	TOTAL	%	
A	EE > 13,5	EE > 9,5	201	75,3	3	25	
B	13,5 >> 13,0	9,5 >> 7,5	23	8,6	2	16,7	
C	13,0 >> EE > 12,0	7,5 >> EE > 6,5	22	8,2	0	0	
D	12,0 >> EE > 11,0	6,5 >> EE > 5,5	6	2,2	3	25	
E	EE < 11,0	EE < 5,5	15	5,6	4	33,3	
			267	100	12	100	

Informações:

Nº Emprego: 45
Nº de Marcas: 48
Nº de Modelos: 279

* Atenção: Esta tabela tem a função de facilitar a consulta dos interessados e a comparação dos modelos etiquetados no Programa Brasileiro de Etiquetação (PBE), mas a informação nela contida eventualmente fica desatualizada por alguns períodos e deve ser confirmada no banco de produtos registrados, disponível em <http://www.inmetro.gov.br/qualidade/regObjetos.asp>. O banco de produtos registrados informa quais modelos estão devidamente registrados, ou seja, autorizados para fabricação, importação e comercialização no País.

EMPRESA	MATERIAL	MARCA	MODELO / CÓDIGO	Características Físicas		MATERIAL	Circuito Aberto	Circuito Aberto		Circuito Aberto	Circuito Aberto	POTÊNCIA (W)	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (%)	CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA	Nº DO REGISTRO DO OBJETO	DATA INICIAL DO REGISTRO	DATA FINAL DO REGISTRO	SELO PROCEL			
				Comprimento (mm)	Largura (mm)			Área (m²)	TENSÃO (V)										CORRENTE (A)	TENSÃO (V)	CORRENTE (A)
				ÍNDICE				Ponto Máx. Potência ENERGÉTICA													
							TOTAL	%													
							3	25													
							2	17													
							0	0													
							3	25													
							4	33													
							12	100													

MATERIAL: Filmes Fino

EMPRESA	MATERIAL	MARCA	MODELO / CÓDIGO	Características Físicas			Circuito Aberto	Circuito Aberto		Circuito Aberto	Circuito Aberto	POTÊNCIA (W)	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (%)	CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA	Nº DO REGISTRO DO OBJETO	DATA INICIAL DO REGISTRO	DATA FINAL DO REGISTRO	SELO PROCEL
				Comprimento (mm)	Largura (mm)	Área (m²)		TENSÃO (V)	CORRENTE (A)									
DU PONT DO BRASIL LDA	FILMES FINO	DU PONT APOLLO	DA 100 - A5	1410	1110	1,565	100,00	1,65	75,00	1,34	101	6,4	D	000720/2013	7/12/2013			
DU PONT DO BRASIL LDA	FILMES FINO	DU PONT APOLLO	DA 100 - B1	1400	1110	1,554	98,88	1,67	73,77	1,36	100	6,5	D	000719/2013	7/12/2012			
DU PONT DO BRASIL LDA	FILMES FINO	DU PONT APOLLO	DA 142 - C1	1409	1110	1,564	196,00	1,43	121,00	1,17	142	9,1	B	000722/2013	7/12/2012			
DU PONT DO BRASIL LDA	FILMES FINO	DU PONT APOLLO	DA 121 - C1	1410	1110	1,565	146,60	1,22	120,60	0,99	119	7,6	B	000721/2013	7/12/2013			
GE ENERGY DO BRASIL LDA	FILMES FINO	GE	GE-C6S150	1257	977	1,228	110,00	2,10	79,00	1,90	150	12,2	A	004146/2012	6/11/2012		SIM	
GEHRLICHER ECOLUZ SOLAR DO BRASIL	FILMES FINO	FIRST SOLAR	FD-280	1200	600	0,720	91,50	1,22	71,20	1,12	80	9,97	A	003520/2013	1/2/2013		SIM	
SANT SOBANI DO BRASIL PRODUTOS INDUSTRIAIS E PARA CONSTRUÇÃO LTDA	FILMES FINO	AVANÇIS	POWERMAX 120	1995	684	1,091	57,40	3,13	44,90	2,68	120	11,0	A	003004/2013	28/2/2013		SIM	
SOLIKER BRASIL COMERCIO E IMPORTAÇÃO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS - ME	FILMES FINO	SOLIKER	PV10S	1245	635	0,791	59,50	0,89	45,00	0,77	35	4,4	E	002835/2013	21/2/2013			
SOLIKER BRASIL COMERCIO E IMPORTAÇÃO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS - ME	FILMES FINO	SOLIKER	PV20S	1245	635	0,791	59,50	0,79	45,00	0,68	31	3,9	E	002835/2013	21/2/2013			
SOLIKER BRASIL COMERCIO E IMPORTAÇÃO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS - ME	FILMES FINO	SOLIKER	PV30S	1245	635	0,791	59,50	0,64	45,00	0,56	25	3,2	E	002835/2013	21/2/2013			
SOLIKER BRASIL COMERCIO E IMPORTAÇÃO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS - ME	FILMES FINO	SOLIKER	PV40S	1245	635	0,791	59,50	0,52	45,00	0,44	20	2,48	E	002835/2013	21/2/2013			
SOLIKER BRASIL COMERCIO E IMPORTAÇÃO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS - ME	FILMES FINO	SOLIKER	PV46	1245	635	0,791	64,50	1,05	51,70	0,95	49	6,2	D	002835/2013	21/2/2013			

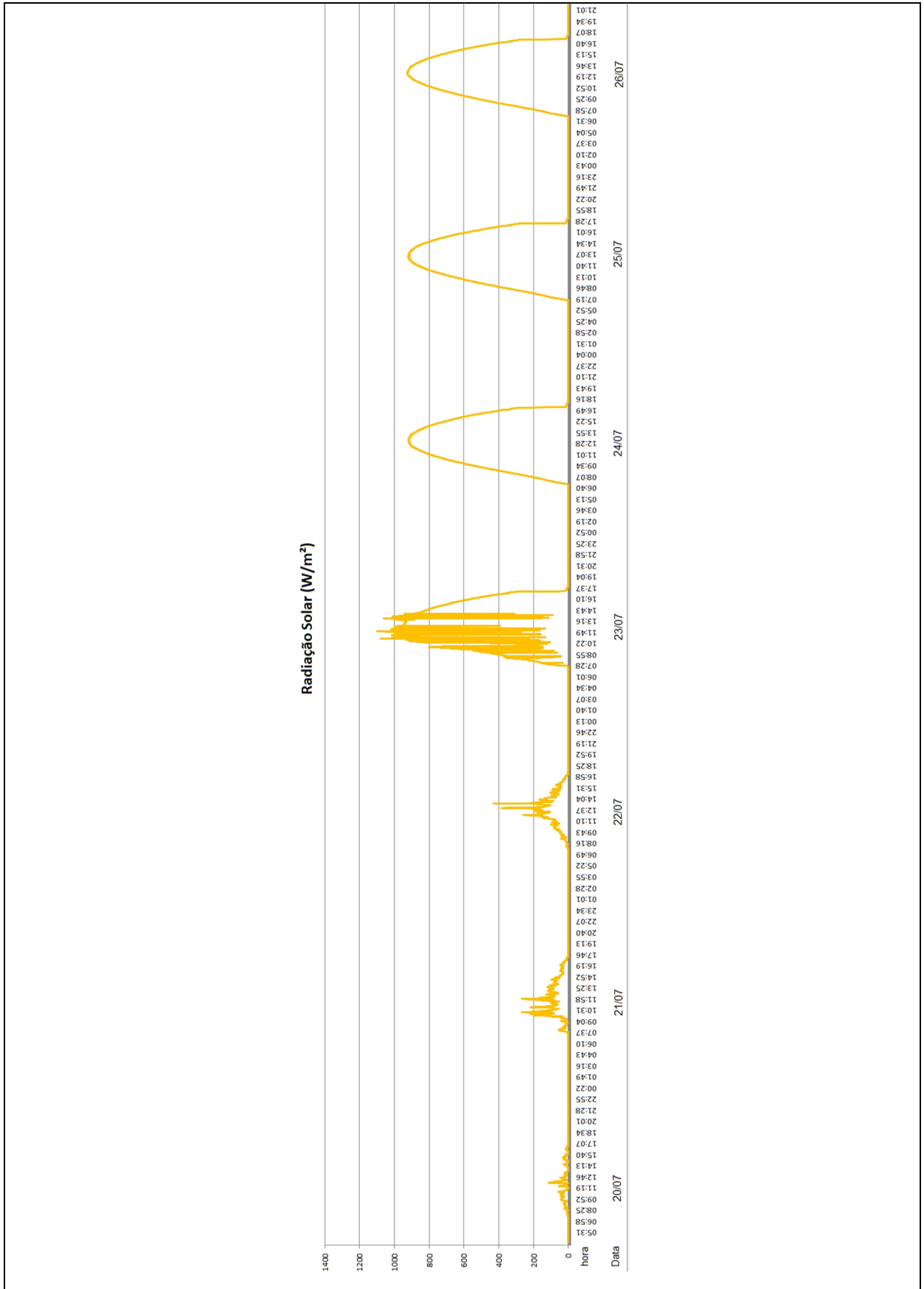
ANEXO D - Medidas de tensão e corrente do módulo atual*.

Tensão(V)*	Corrente (A)*	Tensão(V)*	Corrente (A)*
12,983	1,218	12,735	1,106
12,938	1,238	12,738	1,101
13,095	1,250	12,743	1,090
13,100	1,250	12,75	1,079
13,099	1,254	12,756	1,068
13,099	1,268	12,763	1,062
13,095	1,266	12,774	1,060
13,092	1,265	12,786	1,044
13,080	1,258	12,799	1,024
13,048	1,302	12,810	1,020
13,018	1,299	12,823	1,004
13,019	1,299	12,836	0,988
13,014	1,294	12,855	0,958
13,041	1,333	12,865	0,942
13,030	1,279	12,880	0,926
13,016	1,287	12,895	0,732
13,002	1,299	12,908	0,688
13,023	1,320	12,925	0,632
13,079	1,340	12,949	0,648
13,087	1,360	12,953	0,588
13,090	1,372	12,962	0,478
13,093	0,744	12,979	0,456
13,096	0,756	12,901	0,434
13,097	0,766	12,891	0,362
13,126	1,192	12,876	0,330
13,031	1,188	12,889	0,312
12,896	1,304	12,871	0,302
12,860	1,234	12,879	0,296
12,867	1,158	12,894	0,294
12,786	1,149	12,889	0,273
12,751	1,130	12,925	0,250
12,743	1,122	12,930	0,130
12,738	1,114	12,918	0,028
12,732	1,111	12,931	0,024
12,690	1,109	12,902	0,022

Fonte: Autoria Própria.

*As medidas foram realizadas das 11:00 as 15:45 horas do dia 24 de Julho de 2013.

ANEXO E - Medidas de radiação solar



Fonte: (GRANDO, 2013)

ANEXO F - Comprimento máximo de cabos com perda máxima de 1%

Comprimento Máximo do Fio (metros)									
Perda Percentual Máxima Permitida:					1%				
Tensão Nominal do Sistema (CC):					12 Volts				
Corrente	Bitola do Cabo (Secção em mm²)								
[Amps]	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50
0.5	8.1	13.5	21.5	32.3	53.8	86.1	134.5	188.3	269.1
1	4.0	6.7	10.8	16.1	26.9	43.0	67.3	94.2	134.5
2	2.0	3.4	5.4	8.1	13.5	21.5	33.6	47.1	67.3
3	1.3	2.2	3.6	5.4	9.0	14.3	22.4	31.4	44.8
4	1.0	1.7	2.7	4.0	6.7	10.8	16.8	23.5	33.6
5	0.8	1.3	2.2	3.2	5.4	8.6	13.5	18.8	26.9
6	0.7	1.1	1.8	2.7	4.5	7.2	11.2	15.7	22.4
8	0.5	0.8	1.3	2.0	3.4	5.4	8.4	11.8	16.8
10	0.4	0.7	1.1	1.6	2.7	4.3	6.7	9.4	13.5
12	0.3	0.6	0.9	1.3	2.2	3.6	5.6	7.8	11.2
14	0.3	0.5	0.8	1.2	1.9	3.1	4.8	6.7	9.6
16		0.4	0.7	1.0	1.7	2.7	4.2	5.9	8.4
18		0.4	0.6	0.9	1.5	2.4	3.7	5.2	7.5
20		0.3	0.5	0.8	1.3	2.2	3.4	4.7	6.7
25			0.4	0.6	1.1	1.7	2.7	3.8	5.4
30				0.5	0.9	1.4	2.2	3.1	4.5
35				0.5	0.8	1.2	1.9	2.7	3.8
40					0.7	1.1	1.7	2.4	3.4
45					0.6	1.0	1.5	2.1	3.0
50					0.5	0.9	1.3	1.9	2.7
55						0.8	1.2	1.7	2.4
60						0.7	1.1	1.6	2.2
65						0.7	1.0	1.4	2.1
70							1.0	1.3	1.9
75							0.9	1.3	1.8
80							0.8	1.2	1.7
85							0.8	1.1	1.6
90								1.0	1.5
95								1.0	1.4
100								0.9	1.3
110								0.9	1.2
120									1.1
130									1.0
140									
150									

Fonte: Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (1999)

ANEXO G - Comprimento máximo de cabos com perda máxima de 3%

Comprimento Máximo do Fio (metros)									
Perda Percentual Máxima Permitida:					3%				
Tensão Nominal do Sistema (CC):					12 Volts				
Corrente	Bitola do Cabo (Secção em mm²)								
[Amps]	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50
0.5	24.2	40.4	64.6	96.9	161.4	258.3	403.6	565.0	807.2
1	12.1	20.2	32.3	48.4	80.7	129.1	201.8	282.5	403.6
2	6.1	10.1	16.1	24.2	40.4	64.6	100.9	141.3	201.8
3	4.0	6.7	10.8	16.1	26.9	43.0	67.3	94.2	134.5
4	3.0	5.0	8.1	12.1	20.2	32.3	50.4	70.6	100.9
5	2.4	4.0	6.5	9.7	16.1	25.8	40.4	56.5	80.7
6	2.0	3.4	5.4	8.1	13.5	21.5	33.6	47.1	67.3
8	1.5	2.5	4.0	6.1	10.1	16.1	25.2	35.3	50.4
10	1.2	2.0	3.2	4.8	8.1	12.9	20.2	28.3	40.4
12	1.0	1.7	2.7	4.0	6.7	10.8	16.8	23.5	33.6
14	0.9	1.4	2.3	3.5	5.8	9.2	14.4	20.2	28.8
16		1.3	2.0	3.0	5.0	8.1	12.6	17.7	25.2
18		1.1	1.8	2.7	4.5	7.2	11.2	15.7	22.4
20		1.0	1.6	2.4	4.0	6.5	10.1	14.1	20.2
25			1.3	1.9	3.2	5.2	8.1	11.3	16.1
30				1.6	2.7	4.3	6.7	9.4	13.5
35				1.4	2.3	3.7	5.8	8.1	11.5
40					2.0	3.2	5.0	7.1	10.1
45					1.8	2.9	4.5	6.3	9.0
50					1.6	2.6	4.0	5.7	8.1
55						2.3	3.7	5.1	7.3
60						2.2	3.4	4.7	6.7
65						2.0	3.1	4.3	6.2
70							2.9	4.0	5.8
75							2.7	3.8	5.4
80							2.5	3.5	5.0
85							2.4	3.3	4.7
90								3.1	4.5
95								3.0	4.2
100								2.8	4.0
110								2.6	3.7
120									3.4
130									3.1
140									
150									

Fonte: Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (1999)