

**FACULDADE DOCTUM  
HELLEMN MARTY DO COUTO CARDOSO**

**MONTAGEM E INSTALAÇÃO DE POSTE SOLAR SUSTENTÁVEL NO MUNICÍPIO  
DE MAR DE ESPANHA – MG**

Juiz de Fora  
2018

**HELLEMN MARTY DO COUTO CARDOSO**

**MONTAGEM E INSTALAÇÃO DE POSTE SOLAR SUSTENTÁVEL NO MUNICÍPIO  
DE MAR DE ESPANHA – MG**

Monografia de Conclusão de Curso, apresentada ao curso de Engenharia Ambiental, Faculdade Doctum de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador (a): Prof.Me. Luís Gustavo Schröder E Braga

Juiz de Fora  
2018

**Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Faculdade Doctum/JF**

CARDOSO, Hellemn Marty do Couto.

Montagem e instalação de poste solar sustentável no município de Mar de Espanha - MG/ QUINELATO, Thairiny Alves. CARDOSO, Hellemn Marty do Couto - 2018.

85° folhas.

Monografia (Curso de Engenharia Elétrica) –  
Faculdade Doctum Juiz de Fora.

1. Poste. 2. Energia solar. 3. Iluminação pública. 4. Sustentabilidade.

I. Montagem e instalação de poste solar sustentável no município de Mar de Espanha - MG. II Faculdade Doctum Juiz

**HELLEMN MARTY DO COUTO CARDOSO**

**MONTAGEM E INSTALAÇÃO DE POSTE SOLAR SUSTENTÁVEL NO MUNICÍPIO  
DE MAR DE ESPANHA – MG**

Monografia de Conclusão de Curso,  
submetida à Faculdade Doctum de Juiz de  
Fora, como requisito parcial à obtenção do  
título de Bacharel em Engenharia Elétrica  
e aprovada pela seguinte banca  
examinadora.

---

Prof. Me. Luís Gustavo Schröder E Braga  
Orientador (a) e Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

---

Prof<sup>a</sup>. Me. Valquíria Silva Machado  
Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

---

Prof. Me. Mozart Ferreira Braga Júnior  
Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

Examinada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, porque nem mesmo a vida é possível sem a aprovação dEle. Em nenhum momento a trajetória foi fácil, mas eu vi a mão dEle em tudo!

Agradeço a minha mãe, minha melhor amiga, sinônimo de amor e carinho, que sempre está pronta para me ajudar, que diversas vezes abriu mão de alguns sonhos para investir nos meus sonhos.

Ao meu pai, quem me inspirou, que do lado da minha mãe sempre batalhou muito. Agradeço a ele porque várias vezes foi difícil, e ele sabe disso, mas estava sempre ali me ensinando a ser maior que os meus problemas.

Aos meus colegas de trabalho da Prefeitura Municipal de Mar de Espanha que sempre me apoiaram a seguir meus sonhos, me mostrando que existe um tempo certo para tudo, em especial ao prefeito Wellington Marcos Rodrigues e a todos envolvidos no projeto desenvolvido na cidade.

Ao meu avô, que às vezes reclamavam a minha ausência, mas quando sabiam que era por causa dos estudos se sentiam orgulhosos.

As meus amigos que são vários: Angélica Uiara um presente da engenharia para a vida, Edilene Grossi uma amizade da infância até hoje, Thairiny Alves que além de amiga compartilhou comigo essa reta final do curso, obrigada pela parceria! Se citar o nome de todos poderia falhar, agradeço a todos aqueles que de forma direta ou indireta contribuíram dès do início, considero todos anjos enviados por Deus, assim como a Thallita de Souza.

Ao meu orientador que sempre esteve presente, ajudando em todos os momentos e contribuindo de forma essencial para minha formação.

Agradeço ao Thiago Coutinho por entender cada momento que minha dedicação tinha de ser exclusiva da faculdade, a sua família, que me receberam tão bem entre eles e sempre se colocaram dispostos a me ajudar.

## RESUMO

CARDOSO. Hellemn Marty do Couto. **Montagem e instalação de poste solar sustentável no município de Mar de Espanha - MG**. 85f. Monografia de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica). Faculdade Doctum, Juiz de Fora, 2018.

No momento atual, o volume de uso de energia elétrica está em progressão, sendo que base de sua geração é proveniente de hidrelétricas. A partir desse mecanismo de geração de energia e do que enxergamos sobre uso com iluminação pública, podemos transcrever algumas informações e problematizações a serem sanadas. Essa solução trata-se de melhorias que podemos ter na iluminação pública referindo à grandeza investida na mesma e a sustentabilidade que hoje é uma carência.

Um dos meios para essa solução é a instalação de um poste solar sustentável no município de Mar de Espanha – Minas Gerais, de maneira que tenhamos os resultados de um projeto referente a seu funcionamento e a integração com a sociedade. Com essa meta é proposto neste trabalho um projeto de iluminação pública cuja geração de energia acontece pela irradiação do sol e com sua composição voltada à sustentabilidade, o que se diz a custos e funcionalidade. O projeto tem a capacidade de gerar iluminação assim como um poste clássico. A serventia do projeto em escadarias da cidade de Mar de Espanha possibilitou demonstrar que o mesmo é qualificado de se obter resultados consistentes e satisfatórios.

**Palavras-chave:** Poste. Energia solar. Iluminação pública. Sustentabilidade.

## **ABSTRACT**

Nowadays, the use of electric energy is progressing, while the base of its generation comes from hydroelectric plants. From this mechanism of generation of energy and from what we think about its use with public lighting, we can write some informations and problematizations to be addressed. This solution is about improvements that can be applied in public lighting, with respect to the amount of investments in it and the sustainability, which nowadays is a lack. One of the means for this solution is the installation of a sustainable solar light pole in Mar de Espanha – Minas Gerais, so that we have the results of a project related to its functioning and integration with society. With this goal, a public lighting project is proposed, with generation of energy through the irradiation of the Sun and aimed at sustainability, regarding both cost and functionality. The design has the ability to generate lighting just like a classic light pole. The use of the project in staircases in the city of Mar de Espanha showed that it is qualified to provide consistent and satisfactory results.

**KEYWORDS:**Light pole. Solar energy. Street lighting. Sustainability.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Consumo de energias no mundo.....	23
Figura 2 - Irradiação solar média no Brasil.....	30
Figura 3 - Irradiação solar no plano horizontal na cidade de Mar de Espanha-MG...31	
Figura 4 - Materiais usados na construção.....	37
Figura 5 - Montagem do poste solar sustentável.....	42
Figura 6 – Representação 3D.....	43
Figura 7 - Geração e armazenamento da energia.....	43
Figura 8 - Recepção, controle e armazenamento de energia.....	44
Figura 9 - Fluxograma.....	44
Figura 10 - Estrutura do poste.....	46
Figura 11 - Estrutura do poste com vista do suporte da placa e PVC de ligação da fita.....	46
Figura 12 - Placa fotovoltaica.....	47
Figura 13 - Medição nos terminais da bateria.....	48
Figura 14 - Relé fotoelétrico.....	49
Figura 15 - Controlador de carga.....	49
Figura 16 - Bateria estacionária.....	49
Figura 17 - Luminosidade com apenas a fita LED.....	54
Figura 18 - Luminosidade com a fita LED dentro da garrafa.....	55
Figura 19 - Disposição da placa, caixa de bateria e controlador e relé fotoelétrico...55	
Figura 20 - Disposição da garrafa pet e fita LED.....	56
Figura 21 - Poste a noite.....	56
Figura 22 - Garrafa com papel laminado.....	57
Figura 23 - Garrafa sem papel laminado.....	57
Figura 24 - Luxímetro zerado.....	58
Figura 25 - Valor apresentado no luxímetro após medição no poste instalado na residência.....	59
Figura 26 - Percentual dos entrevistados que sabem o que é sustentabilidade.....	60
Figura 27 - Percentual da escolaridade dos entrevistados.....	60
Figura 28 - Percentual da idade dos entrevistados.....	61
Figura 29 - Percentual dos entrevistados que possuem iluminação pública em sua rua.....	61



Figura 30 - Travessa Eni Tereza Borges com indicação de instalação de 3 postes..	62
Figura 31 - Rua José Alcides Tomas com indicação de instalação de 3 postes.....	63
Figura 32 - Rua Augusto Moraes com indicação de instalação de 3 postes.....	63
Figura 33 - Travessa Francisco Mariano da Silva com indicação de instalação de 3 postes.....	64
Figura 34 - Travessa Francisco Quintiliano com indicação de instalação de 3 postes.....	64
Figura 35 - Rua sem nome com indicação de instalação de 2 postes.....	65
Figura 36 - Ponto onde será inserido um poste.....	65
Figura 37 - Baterias ligadas em série.....	66
Figura 38 - Luminária com a fita LED.....	67
Figura 39 - Estrutura montada na primeira escadaria no bairro Santa Efigênia.....	67
Figura 40 - Primeira iluminação no Bairro Santa Efigênia.....	68
Figura 41 - Teste de lux realizado na primeira montagem no Bairro Santa Efigênia.	68
Figura 42 – Palestra.....	69
Figura 43 - Percentual da idade dos entrevistados.....	70
Figura 44 - Percentual do grau de escolaridade dos entrevistados.....	71
Figura 45 - Percentual de pessoas que sabem o que é sustentabilidade.....	71
Figura 46 - Percentual de pessoas que praticam atos sustentáveis no dia-a-dia.....	72
Figura 47 - Percentual de indicação dos postes.....	72

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Contribuição para Custeio de iluminação Pública de acordo com a Lei Municipal nº 1461/2015 de Mar de Espanha.....	16
Tabela 2 – Previsão de gastos de manutenção com iluminação pública na cidade de Mar de Espanha - MG no ano de 2018.....	85
Tabela 3 - Matriz energética mundial.....	25
Tabela 4 – Comparativo de vantagens e desvantagens da energia solar.....	29
Tabela 5 – Código da deliberação normativa nº 217/2017.....	36
Tabela 6 - Tabela de medição da corrente, tensão e potência em uma placa fotovoltaica.....	37
Tabela 7 - Tabela de iluminância média.....	41
Tabela 8 - Tabela de iluminância mínima.....	42
Tabela 9 – Valor para montagem do poste solar sustentável.....	45
Tabela 10 – Valor para montagem do poste solar sustentável na prefeitura.....	51

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	COMPUTAÇÃO GRÁFICA TRIDIMENSIONAL
ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
ANEEL	AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA
CEMIG	COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS S.A
CIESP	CONSELHO INTERMUNICIPAL DE ESPECIALIDADES
CIP	CONTRIBUIÇÃO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA
CONDEMA	CONSELHO MUNICIPAL DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE
IBGE	INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
ICMS	IMPOSTO SOBRE CIRCULAÇÃO DE MERCADORIAS E SERVIÇOS
MG	MINAS GERAIS
NBR	NORMA BRASILEIRA REGULAMENTADORA
NREL	NATIONAL PENEWABLE ENERGGY LABORATORY
ONG	ORGANIZAÇÃO NÃO GOVERNAMENTAL
PVC	POLICLORETO DE VINILA
SMD	SURFACE MOUNTING DEVICE
USP	UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

## LISTA DE SÍMBOLOS

%	PORCENTAGEM
<=	MENOR IGUAL
>=	MAIOR IGUAL
°C	GRAUS CELSIUS
A	AMPÉRE
Ah	AMPÉRE - HORA
CA	CORRENTE ALTERNADA
CC	CORRENTE CONTÍNUA
Cm	CENTIMETROS
d	DISTÂNCIA
DC	CORRENTE CONTÍNUA
GWh	GIGAWATT-HORA
I	CORRENTE ELÉTRICA
IP	ILUMINAÇÃO PÚBLICA
J	JOULE
Kw	QUILOWATT
Lm	LUMENS
Lux	UNIDADE DE ILUMINAMENTO
m	METRO
m <sup>2</sup>	METRO QUADRADO
MW	MEGA WATTS
P	POTÊNCIA ELÉTRICA
R\$	REAIS
V	TENSÃO ELÉTRICA
VDC	TENSÃO EM CORRENTE CONTÍNUA
W	WATTS
Wh	WATT - HORA

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	15
1.1	Problematização .....	18
1.2	Objetivos .....	18
1.2.1	Objetivo geral .....	18
1.2.2	Objetivos específicos .....	19
1.3	Justificativa.....	19
2	METODOLOGIA.....	21
3	ENERGIA .....	23
3.1	Energia elétrica .....	24
3.2	Energia solar .....	26
3.3	Normas.....	31
3.3.1	Norma Brasileira Regulamentadora 5101 – Ano 2012.....	31
3.3.2	Norma Brasileira Regulamentadora 5169 – Ano 1994.....	31
3.3.3	Norma Brasileira Regulamentadora 5413 – Ano 1991 .....	32
3.3.4	Norma Brasileira Regulamentadora 5431 – Ano 2008.....	32
3.3.5	Norma Brasileira Regulamentadora 15129 – Ano 2012 .....	32
3.3.6	Normas de distribuição da Cemig .....	32
4	ECONOMIA E MEIO AMBIENTE .....	33
5	PROTÓTIPO .....	37
5.1	Materiais.....	38
5.1.1	Placa fotovoltaica .....	38
5.1.2	Bateria.....	39
5.1.3	Controlador de carga.....	40
5.1.4	Relé fotoelétrico .....	40
5.1.5	Fita LED .....	41
5.1.6	Relacionando com a NBR 5101 .....	41
5.2	Montagem .....	42
5.2.1	Montagem do protótipo na residência .....	45
6	COLETA DE DADOS .....	50
7	INSTALAÇÃO NO BAIRRO SANTA EFIGÊNIA.....	51
8	PALESTRA E COLETA DE DADOS FINAIS.....	53
9	RESULTADOS .....	54
9.1	Primeiro teste - apenas com montagens de peças na residência.....	54
9.2	Montagem da estrutura.....	55

9.2.1 Primeiro teste .....	56
9.2.2 Segundo teste .....	58
9.3 Parceria com a Prefeitura Municipal de Mar de Espanha .....	59
9.3.1 Instalação no bairro Santa Efigênia.....	62
9.3.2 Palestra .....	69
9.3.3 Segunda coleta de dados.....	70
CONCLUSÃO.....	73
REFERÊNCIAS.....	75
Anexo 1 - Primeiro questionário aplicado.....	80
Anexo 2 - Segundo questionário aplicado.....	82
Anexo 3 - Viabilidade técnica ambiental.....	83
Anexo 4 - Permissão para uso de nome .....	85

## 1 INTRODUÇÃO

A eletricidade demanda uma grande indústria, que engloba diversos atores e componentes, em uma cadeia que vai desde a tomada dos recursos naturais primordiais para sua produção até a destinação final dos diversos componentes e equipamentos que fornecem os serviços elétricos.

De acordo com o site da agência nacional de energia elétrica - ANEEL (2018) “a eletricidade trata-se de uma cadeia ampla”, se comparado ao total de empresas instaladas no país, de acordo com o INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE (2014), cerca de 0,01% das empresas no país que concebem empregos e desenvolvimento são dessa área, sendo divididas em diversas áreas. Essa significativa interação ambiental, ressalta a grande valia da energia elétrica na construção do denominado desenvolvimento sustentável (REIS; SANTOS, 2014).

De acordo com o ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ENERGIA ELÉTRICA - EPE (2017 ano base 2016), do total de 460.829(GWh) de energia consumida no país 15.034 (GWh) foi empregue na iluminação pública. Observando isso até mesmo do ponto de vista administrativo o processo de instalação e manutenção dos postes, diferente do que se pode supor, requer uma elevada verba.

Estabelece pontos que geram preocupações não se pode esquecer-se da mesma forma de apagões por riscos de crises energéticas, ele pode se dar por intempéries da natureza (fenômenos que se pode controlar), como por exemplo, descargas elétricas que podem vir a prejudicar uma transmissão, mesmo essa gozando de proteção nem todos os equipamentos têm eficiência de 100% (PALZ, WOLFGANG, 1981, pág. 42).

A iluminação presente nas vias públicas acopladas a postes das concessionárias é mantida por essa energia, e está é interligada correndo riscos em relação a surtos atmosféricos, como cita Palz (1981).

Mesmo diante da divulgação da ANEEL em sua Resolução nº 414, de nove de setembro de 2010 que diz que “A partir de 1995 toda iluminação pública é de responsabilidade do loteador” para as prefeituras nem tanto assim modifica, pois as cidades estão em constante ampliação. Isso implica que para cidades comprometidas são mais pontos de iluminação que devem ser adotados em loteamentos já antes feitos (antes dessa resolução), são mais gastos tanto com a execução quanto com a manutenção.

Para entender melhor o problema identificado, foi realizado um estudo na cidade de Mar de Espanha- Minas Gerais (MG), a respeito do investimento financeiro aplicado na iluminação pública.

Atualmente, cada domiciliado tem em sua fatura a chamada contribuição para a iluminação pública - CIP, que varia de acordo com o consumo de energia elétrica, o que pode ser analisado na tabela 1.

Tabela 1 – Contribuição para Custeio de iluminação Pública de acordo com a Lei Municipal nº 1461/2015 de Mar de Espanha.

FAIXA DE CONSUMO	NÚMERO DE CONSUMIDORES	PERCENTUAL (%)
DE/ ATÉ		
0 a 30	730	0
31 a 50	327	0
51 a 90	1131	3
91 a 100	352	4
101 a 150	1222	4,5
151 a 200	652	5
201 a 300	496	7
301 a 400	142	9
401 a 500	53	10
501 a >501	190	11
Total	5295	

Fonte: LEI Nº 1461/2015, adaptado pelo autor (2018).



Na cidade em estudo, é possível saber melhores informes através da lei nº 1.461/2015 disponibilizada na secretaria da câmara de vereadores. Já a prefeitura arca com a instalação de novos postes e com manutenção de todos. Na tabela 2 pode-se entender melhor o quanto é gasto na cidade em estudo apenas com manutenção dos Pontos de Iluminação - IP, o que pode ser visto de forma detalhada também através do processo licitatório do CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE ESPECIALIDADES- CIESP (CIESP, 2014).

Tabela 2 – Previsão de gastos de manutenção com iluminação pública na cidade de Mar de Espanha - MG no ano de 2018.

MANUTENÇÃO POR PONTO	PONTOS INSTALADOS NA CIDADE (ATÉ ÚLTIMO CONTRATO ASSINADO EM JANEIRO DE 2018)	VALOR TOTAL DE MANUTENÇÃO DO CONTRATO PARA O ANO DE 2018
R\$ 4,80	1296	R\$ 74.649,60

Fonte: PROCESSO LICITATÓRIO CIESP N° 019/2014, adaptado pelo autor (2018).

Em contraposição ao problema exposto, cita-se a implementação do poste solar sustentável com iluminação que pode ser usado em espaço público ou privado, com sua montagem visando o bem estar tanto econômico como ambiental, tratando da energia solar. Este trabalho irá propor o desenvolvimento de um poste solar sustentável.

A energia solar fotovoltaica tem como “vocação” a utilização em pequenas instalações (pequenas cargas) que as torna econômica, eficiente e segura. O Brasil dispõe de um dos maiores potenciais do mundo, para o aproveitamento de energias renováveis, principalmente a energia solar, e além de ecologicamente correto, é uma fonte de energia inesgotável (ALVARENGA, 2001).

Percebe-se a população tendo uma visão mais crítica e apurada, em relação aos impactos ambientais e sociais. Um exemplo, foi o que aconteceu diante da tentativa de novos pontos hidrelétricos no país, como Santo Antônio e Jirau ambas

no Rio Madeira e Belo Monte no Rio Xingu, que pode-se ver oposições e manifestações (PORTAL AMAZÔNIA, 2018).

O projeto desenvolvido não é limitado para implantação em órgãos públicos ou para pessoas a margem da sociedade, mas sim a disposição para uso em qualquer ambiente.

O que motiva nesse projeto é iniciar um processo de educação com a coletividade quanto à questão de geração de energias renováveis e reaproveitamento de materiais antes liberados na natureza sem nenhum compromisso ambiental. Tem-se por justificativa iluminar ruas que estão carentes de iluminação trazendo benefícios e segurança no transitar das pessoas, ajudar economicamente os órgãos públicos quanto a novas instalações se referindo a valores de instalação, manutenção e principalmente ajudar nosso país a enfrentar essa crise energética podendo reproduzir a necessidade de iluminação através de outros métodos liberados na natureza para nosso uso, sendo ele inesgotável.

## **1.1 Problematização**

A crise energética leva a ponderação maior sobre novos métodos de geração de energia, tal qual a que é usada no dia a dia do cidadão inclusive na iluminação pública.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Desenvolver um protótipo de poste solar econômico e sustentável e apresentá-lo a Prefeitura Municipal para uso com iluminação pública e instalar no bairro Santa Efigênia.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Analisar a sustentabilidade, explorando a economia, o meio ambiente e a colaboração para a educação ambiental.
- Avaliar a geração de energia elétrica através da energia solar utilizando o poste solar sustentável.
- Realizar levantamento de pontos de iluminação para realização da pesquisa.

### 1.3 Justificativa

O tema proposto foi adotado com base em problemas já citados anteriormente, que se referencia a necessidade de energia para iluminação, entretanto com menor valor e visando o meio ambiente.

Este projeto justifica-se por fomentar a adoção de sistemas de iluminação fotovoltaicos no município de Mar de Espanha-MG, e com isso iluminar ruas do bairro Santa Efigênia (ruas onde não possui nenhum tipo de iluminação ou quando possui são de baixa qualidade), através de um poste solar, cuja geração de energia é pela irradiação do sol (energia denominada fotovoltaica), com sua composição voltada à sustentabilidade, tanto ao que se diz respeito a custos e funcionalidade, gerando assim eletricidade de forma econômica e renovável, contribuindo com o meio ambiente.

Foi adotado o sistema fotovoltaico como fonte de energia por produzir energia elétrica de maneira limpa, renovável, sustentável e ambientalmente benéfica para a sociedade em especial, tendo em vista o clima predominante em nosso país é tropical com insolação abundante.

A energia solar fotovoltaica não gera nenhum tipo de emissão, efluente ou resíduo durante sua operação. O Brasil possui grande potencial para a utilização de sistemas de geração de energia a partir do Sol devido ao elevado índice de radiação solar em todo o território nacional (CASSOLI 2016).

A obra trás amplo conhecimento para estudantes, como para empresas ou órgãos públicos, que visam trabalhar com energias renováveis.

Este trabalho baseia-se em obras, literaturas disponíveis para estudos da energia elétrica, como as principais fontes de energia e a matriz energética brasileira, da energia solar, contando com vantagens e desvantagens, materiais

usados em sistemas fotovoltaicos, normas regulamentadoras pertinentes à área, coleta de dados com a população beneficiada com a montagem do poste e sob essa ótica, particularidades que podem ser empregues no projeto para considerações futuras.

## 2 METODOLOGIA

Esse trabalho se classifica como uma pesquisa exploratória, de maneira que é adquirida uma maior intimidade com o alvo do estudo. A mesma assegura eleger explicações, indícios e novas convicções ao tema abordado.

A pesquisa exploratória também abraça investigações bibliográficas e entrevistas a respeito da temática. Em síntese a pesquisa visa uma proximidade do que já é existente com o objeto que é exercitado.

A primeira etapa consiste em investigação bibliográfica, estudos dos atuais valores pagos para a iluminação pública, tipo de energia usada e suas particularidades, assim também um aprendizado sobre outra forma de geração de energia e sua aplicabilidade.

A segunda etapa estuda acerca dos materiais usados no poste e dimensionamento dos mesmos, que são eles: placa solar fotovoltaica, controlador de carga, bateria estacionária, relé fotoelétrico, fita LED e garrafa pet.

Em sequência, como quarta etapa, foi realizada a montagem deste protótipo em uma residência na cidade de Mar de Espanha – MG, local onde moram três pessoas cuja iluminação serve para o ambiente externo da casa. A finalidade dessa implantação deu-se para testes de iluminação, comparando-se com o previsto em norma.

A quinta etapa é a pesquisa de campo, que foi composta através da aplicação de um questionário no bairro em questão da cidade de Mar de Espanha - MG (Anexo 1) em meados do mês de setembro. Aplicado para 10 pessoas residentes nas escadarias que foram definidas que receberiam o benefício, a finalidade do questionário é de perceber até onde a coletividade beneficiada entende sobre a sustentabilidade e se a realiza.

A sexta etapa está na instalação dos postes no bairro referenciado, contando com o auxílio da Prefeitura Municipal.

Como sétima etapa foi definida uma palestra na comunidade local, após começar a implantar os primeiros postes, no dia 18 de outubro, palestra que se destina a transmitir conhecimento sobre cuidados com o poste solar sustentável e sobre sustentabilidade.

A oitava etapa, contou com nova coleta de dados, sendo aplicado um novo questionário para 10 pessoas no dia 29 de outubro (Anexo 2), para apresentação de resultados finais, com intuito de verificar a implantação do projeto (a fim de verificar necessidades e saber se foi aplicável o projeto, em como detectar possíveis alterações que possam ser feitas para melhoria do mesmo) e diante da comunidade carecíamos de saber se o estudo apresentado a eles sobre a sustentabilidade foi bem aceito e se haveria mudança no dia a dia com as instruções recebidas após a palestra.

### 3 ENERGIA

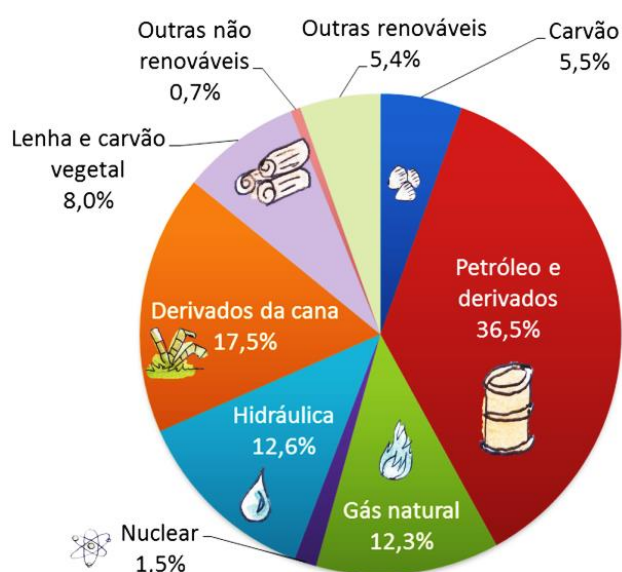
A energia é fundamental para o ser humano de um modo geral, sem energia não tem produção, a vida social fica difícil, o ir e vir da sociedade fica inviável, sem a energia praticamente fica sem a economia. A energia é necessária para acender a luz, preparar refeição, ir de carro a escola, praia, serviço, etc.. Essa energia vem de um conjunto de fontes que formam o que se chama de matriz energética.

Matriz energética é um conjunto de fontes de energia ofertado no país para captar, distribuir e utilizar energia nos setores comerciais, industriais e residenciais. A matriz representa a quantidade de energia, decorrentes de fontes renováveis ou não renováveis (RIBEIRO; AMAROLINA, 2018).

A matriz energética mundial é composta em sua maioria por fontes não renováveis - os combustíveis fósseis como petróleo, carvão mineral e gás natural ainda constituem grande parte da energia utilizada em todo o mundo.

Apesar do consumo de energia de fontes não renováveis ser maior do que a de renováveis, no Brasil é usado mais fontes renováveis que no resto do mundo. Como se pode ver na figura 1, somando lenha, carvão vegetal, hidrelétricas, derivados de canas e outras renováveis, totalizam 41,1%, quase metade da matriz energética.

Figura 1 - Consumo de energias no mundo.



Fonte: RIBEIRO,AMAROLINA."O que é matriz energética ?",Brasil Escola. Disponível em <https://brasilecola.uol.com.br>>Acesso em 03 de outubro de 2018.

O Brasil é um país que dispõe de um elevado potencial para o desenvolvimento de energias renováveis. O investimento em fontes renováveis alternativas contribuiria para expandir a oferta de energia com menores impactos ambientais e para complementar o sistema elétrico, principalmente no período de seca, quando as hidrelétricas produzem menos.

### **3.1 Energia elétrica**

Segundo dados obtidos pelo IBGE (2018), existem hoje cerca de 700 mil famílias que não possuem energia elétrica dentro de casa, possuindo como principais meios de iluminação a vela e lamparina de querosene, o que representa uma ameaça, promovendo riscos de incêndio e respiratório por exemplo.

O IBGE (2018), mostrou que o serviço da energia elétrica apresentou uma cobertura de 97,8% dos domicílios brasileiros. Nas áreas urbanas este percentual chega a 99,1% e na área rural atinge 89,7%. A situação extrema é da região Norte, onde 24,1% dos domicílios rurais não possuem energia elétrica, seguida das áreas rurais do Nordeste (7,4%) e do Centro-Oeste (6,8%).

Um levantamento feito pela ANEEL em 2017, concluiu que existem brasileiros que ainda não possuem energia elétrica. No Brasil, há 12 anos o governo tenta universalizar o acesso à energia elétrica por meio do programa “Luz para Todos”. Entretanto, boa parte da população continua sem luz. Segundo o programa “Luz para Todos”, do Ministério de Minas e Energia. Cerca de 190 mil famílias brasileiras ainda vivem sem energia, a maior parte na zona rural. (LITRO DE LUZ BRASIL. DISPONÍVEL EM: <<http://www.litrodeluz.com>, acesso em: 04 de setembro 2017).

Essa dificuldade para acesso a iluminação pública em determinados lugares se dá pela dificuldade de instalação de novos pontos de hidrelétricas, pelo consumo da própria energia que a cada ano cresce mais e pelo custo de implantação.

O país tem crescido, de acordo com o IBGE (2018), hoje 208.915.386 pessoas vivem no Brasil, e para continuar a ascensão é necessário produzir mais energia elétrica do que a porção atual. De acordo com o SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL (SIN) até o ano de 2016 foi produzido 142.042 MW e é previsto que em 2021 se produza 166.540 MW, diante desses dados, são necessários novos métodos inovadores visando à sustentabilidade ecológica do meio ambiente com



crescimento econômico, inicia-se então um processo de busca por energias renováveis.

O Brasil é um país com bom potencial para energia solar, e Minas Gerais é um estado que tem aproveitado essa energia renovável e vem se destacando na chamada geração de energia fotovoltaica distribuída (PALZ, 1981).

O conjunto de fontes de energia ofertado no país para captar, distribuir e utilizar energia nos setores comerciais, industriais e residências, é chamado de matriz energética, ela representa a quantidade de energia que pode ser fontes de energias renováveis ou não.

A matriz energética mundial é composta em sua maioria por fontes não renováveis, os combustíveis fósseis como petróleo, carvão mineral e gás natural ainda constituem grande parte da energia utilizada em todo mundo (RIBEIRO. AMAROLINA, 2018).

Na tabela 3, pode-se ver a porcentagem de cada fonte de energia elétrica utilizada no mundo.

Tabela 3 - Matriz energética mundial.

FONTES	PORCENTAGEM %
Petróleo	31
Carvão Mineral	29
Gás Natural	21
Biomassa	10
Nuclear	5
Hidrelétricas	2
Outras renováveis (Destaque solar)	1

Fonte: Brasil escola (2018).

A matriz energética brasileira, ao contrário, possui sua base na produção hidrelétrica. São milhares usinas hidrelétricas no país, o que responde por cerca de metade da produção e consumo brasileiros. A energia hidrelétrica é considerada uma fonte de energia renovável, ou seja, provenientes de recursos capazes de se refazer em curto prazo.

O estado de Minas Gerais em 2017 com 4.161 usinas geraram-se 32.746 Kw, sendo que de acordo com a ANEEL existem 10.280 instalações no país que representa uma potência instalada de 113.195,48 quilowatts (Kw). Mas isso, não

aconteceu do dia para noite, um fator que colaborou para a aderência da população, a energia solar para residência foi o fato de Minas Gerais acabar com a cobrança dobrada de impostos sobre a energia solar (PALZ, 1981).

Outro aspecto que foi fundamental para o estado de Minas Gerais crescer em relação à energia solar, foi à decisão de isentar a cobrança de IMPOSTO SOBRE CIRCULAÇÃO DE MERCADORIAS e SERVIÇOS - ICMS sobre a geração de estados pequenos.

### **3.2 Energia solar**

Tem por definição que uma célula solar, ou seja, célula fotovoltaica é um dispositivo elétrico que converte a energia da luz do Sol diretamente em energia elétrica através do efeito fotovoltaico (COMETTA, 1978).

Por possuir hábitos diurnos por natureza, desde os primórdios, houve uma preocupação com a obtenção de uma forma de luz artificial, sendo que foi no domínio da produção do fogo neste período, com o uso de um ramo de vegetal resinoso, que o homem deu seu primeiro passo para alcançar esse objetivo (FARIAS E SELITTO, 2011). Segundo a história sabe-se que até mesmo pedaços de vidro eram usados como meio de queimar madeira para obter o fogo, tudo isso a partir do sol penetrado no mesmo.

Mas de fato o efeito de transformação de luz em energia elétrica, o chamado fotovoltaico, cujo nome foi criado através da junção das palavras foto (luz) e volt (unidade de medida de potencial elétrico), foi definido em 1839, pelo físico francês Edmond Becquerel, através de um experimento simples, usando dois eletrodos colocados em um eletrólito (solução condutora de eletricidade), ele verificou que a eletricidade do sistema aumentava quando havia presença de luz solar. Foi observada uma diferença de potencial nas extremidades de uma estrutura semicondutora, quando incidia uma luz sobre ela. Impulsionadas pelas novas descobertas da microeletrônica, em 1956; foram construídas as primeiras células fotovoltaicas (ALVARENGA, 2001).

Em 1873, Willoughby Smith, engenheiro eletricista, descobriu que o selênio que é um material isolante se transformava em condutor quando era exposto à luz, tal propriedade passou a ser chamada de fotocondutividade, e após três anos o mesmo descobriu que era capaz de produzir eletricidade a partir da luz solar. Então

foram construídas células usando o selênio, mas, no entanto não tiveram bom funcionamento.

A partir de 1947, ao final da II Guerra Mundial, a utilização de equipamentos que usavam energia solar começaram a se tornar cada vez mais popular nos Estados Unidos e o primeiro uso da energia solar aconteceu no espaço, para fornecer eletricidade para satélites e estações espaciais, a partir de 1958. Somente em 1970, porém, que a Exxon Mobil (empresa multinacional de petróleo e gás dos Estados Unidos), descobriu como produzir painéis solares mais eficientes e mais baratos. Sete anos após, o governo dos Estados Unidos começou a incentivar oficialmente o uso da energia solar, lançamento do Instituto de Pesquisa em Energia Solar (REIS; SANTOS, 2014).

A partir daí a evolução continuou, foram aviões a base de energia solar, usinas entre outros, porém com a facilidade de se obter energia através do carvão e gás natural à energia solar foi deixada de lado, até ressurgir em meados de 70.

A crise do petróleo, em 1973, foi um grande impulsionador das pesquisas das tecnologias para a complementação do sistema elétrico existente. A energia solar passou a atrair o interesse do governo brasileiro com a possibilidade real do esgotamento das reservas petrolíferas. Mas o custo e produção das células era um fator preocupante em relação à quantidade de energia produzida por ela. Era preciso reduzir o custo significativamente. Por isso, o desenvolvimento do mercado foi muito lento. Mas, em 1978 a produção já chegava a 1MW/ano. Com o aumento da escala de produção e de pesquisas de tecnologias e materiais usados na fabricação das células o custo e o preço começaram a diminuir (PALZ, 1981).

Após 15 anos a produção já lançava 60 MW/ano. Na década de 90, marca o desenvolvimento acelerado da indústria fotovoltaica (COMETTA, 1978).

A radiação solar é usada como fonte de energia seja para aquecimento de fluídos ou geração de potência mecânica ou elétrica, sendo que ainda é permitido à conversão dessa diretamente em energia elétrica através de alguns materiais como termoelétrico e fotovoltaico.

A conversão da energia solar em energia elétrica acontece por meio da radiação em alguns materiais semicondutores, acontece neste ciclo o diferencial de potencial na junção de dois metais e em seguida os fótons contidos na luz solar é convertido em energia elétrica por meio de células solares (ANEEL, 2000).

Além de condições atmosféricas a disponibilidade de radiação solar depende da latitude local e da posição no tempo, o que se deve a inclinação do eixo imaginário em torno do qual a Terra gira diariamente e à trajetória elíptica que a Terra descreve ao redor do Sol. Assim a duração solar do dia varia, em algumas regiões e períodos do ano, de zero hora a 24 horas.

A linha do Equador, em nosso país, está presente nos estados de Pará, Roraima, Amazonas e Amapá. Somente uma capital que é cortada pelo paralelo do Equador, essa é Macapá, localizada no estado do Amapá, cerca de 8% dessa capital é cortada para ser aproveitado por esse tipo de energia, apenas carecendo de investimentos financeiros na área. Com essas informações sabe-se que o Brasil tem um grande território.

A necessidade que em cada região tem-se é de saber o bom posicionamento da placa ou painel para boa captação de luz, como por exemplo, no Hemisfério Sul um sistema de captação solar fixo deve ser orientado para o Norte, com ângulo de inclinação similar ao da latitude local.

A national renewable energy laboratory - NREL (2017) afirma que:

A disponibilidade do recurso energético solar e sua variabilidade espacial e temporal estão intrinsecamente relacionadas a conceitos astronômicos. O primeiro dos fatores a serem considerados é a posição relativa entre o Sol e a Terra. A Terra orbita o Sol a uma distância média de cerca de 150 milhões de quilômetros, completando um ciclo a cada 365,25 dias solares. Ao longo desse período, a distância varia entre 1,47. 108 km e 1,52. 108 km e, como resultado, o fluxo de radiação solar (irradiância solar) oscila entre 1.325 W/m<sup>2</sup> e 1.412W/m<sup>2</sup>. O valor médio da irradiância solar igual a 1.366 W/ m<sup>2</sup> é definido como a constante solar (NREL, 2017, pag.15).

Medidas de irradiância (W/m<sup>2</sup>) ou irradiação (Wh/m<sup>2</sup> ou J/m<sup>2</sup>) solar vêm sendo realizadas há algumas décadas e constituem uma base de dados muito importante para estudos de climatologia da radiação solar, para a avaliação técnica e econômica de projetos de aproveitamento do recurso energético solar e, mais recentemente, para o desenvolvimento e validação de modelos.

Pode-se ver na tabela 4 o comparativo entre vantagens e desvantagens da energia.

Tabela 4 – Comparativo de vantagens e desvantagens da energia solar.

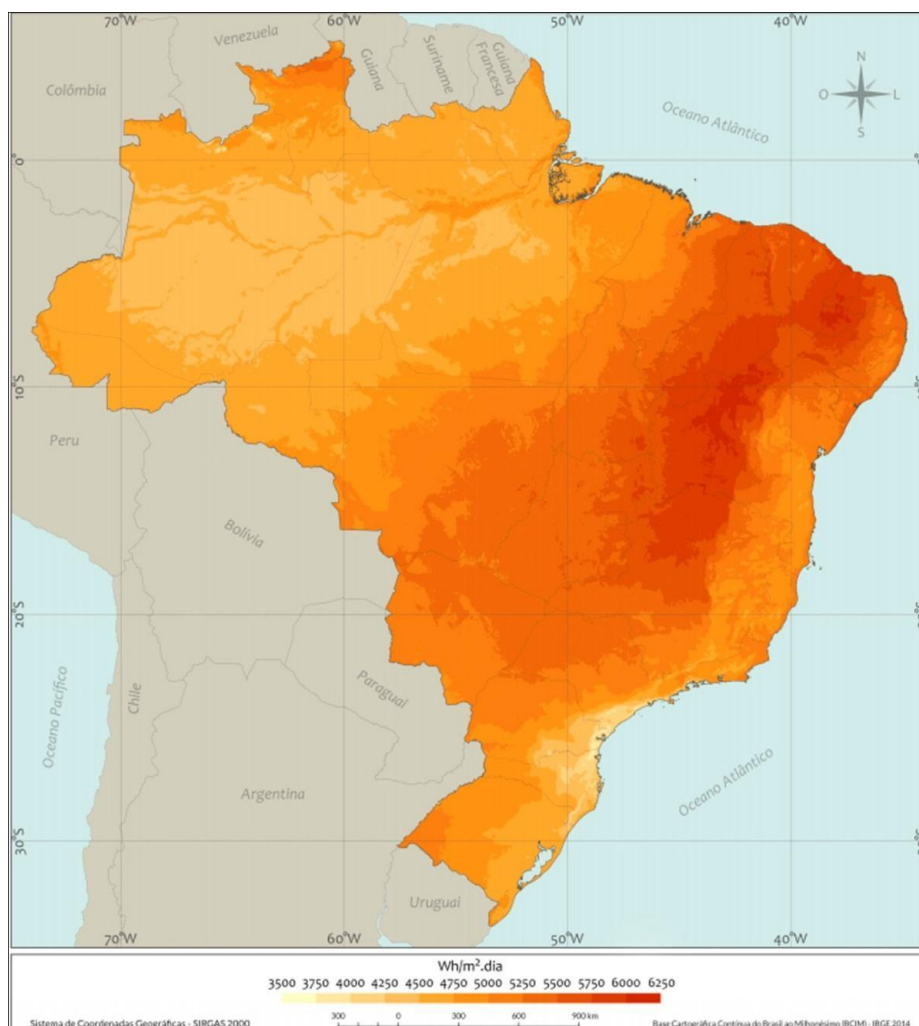
VANTAGENS	DESVANTAGENS
A geração de energia solar é excelente em lugares remotos ou de difícil acesso;	O custo para compra dos equipamentos é elevado;
As centrais necessitam de manutenção mínima;	Em dias de chuva ou com baixa incidência de sol (dias nublados) diminui a geração de energia;
É renovável;	
Não polui e nem prejudica o ecossistema.	

Fonte: REIS (2014).

O Brasil possui um ótimo potencial para geração de energia solar, até mesmo no local menos ensolarado no país é capaz de gerar a mesma quantia que nos locais mais ensolarados da Alemanha.

De acordo com a figura 2 pode-se ver a representação da irradiação solar média no mapa brasileiro, onde, quanto mais escura a cor, maior o índice de irradiação. Conclui-se com a figura apresentada que todo território possui grande disposição da irradiação solar.

Figura 2 - Irradiação solar média no Brasil.

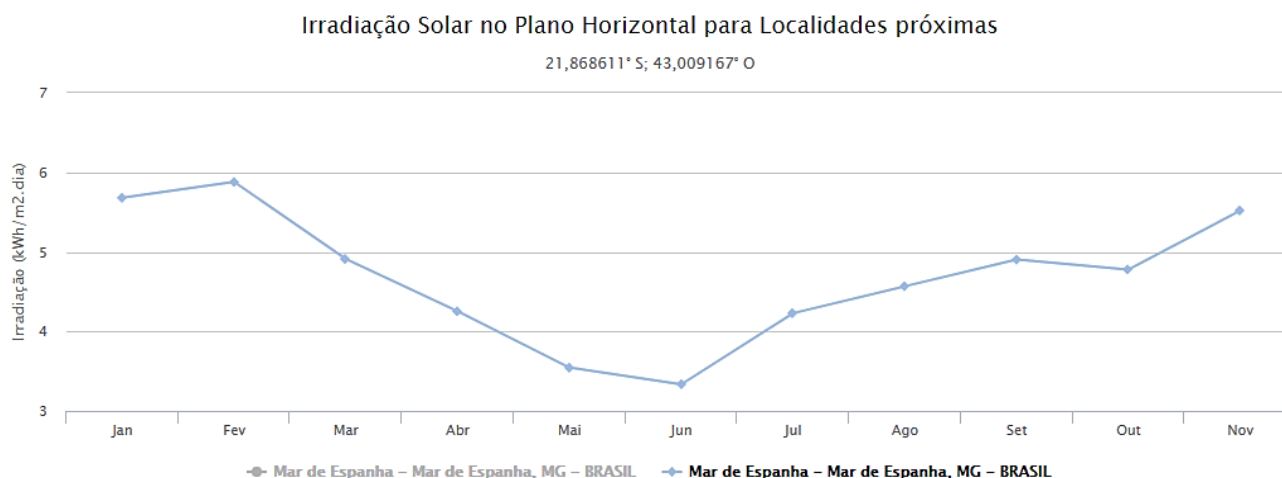


Fonte: ATLAS BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR (2017).

O estado de Minas Gerais ocupa lugar de destaque contando com a isenção de ICMS na micro e na mini geração e redução em tributos incidentes sobre equipamentos de insumo.

O fator de irradiação na cidade de Mar de Espanha- MG colabora para o estudo, e sabe que por mais que a energia solar seja julgada inesgotável ela possui ciclos de maior irradiação. De acordo com o site CRESESB e com a figura 3, a menor irradiação diária média solar na cidade é de 3,35 kwh sendo no mês de junho, cuja estação do ano é o inverno. Mesmo nesse período de inverno apresentado com baixos números pela figura, entende-se que pelo consumo necessário no projeto é a quantia suficiente para que o mesmo tenha excelente funcionamento durante todo ano. Esses valores serão melhor apresentado no item 5.1.2.

Figura 3 - Irradiação solar no plano horizontal na cidade de Mar de Espanha-MG.



Fonte: CRESESB (2000).

### 3.3 Normas

Para a elaboração de poste solar sustentável, entende-se que, além de funcional, ele tem a necessidade de seguir os padrões das normas. Existem algumas normas brasileiras aprovadas pela ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), que são estudadas nesse projeto. São elas: normas brasileiras regulamentadoras (NBRs).

#### 3.3.1 Norma Brasileira Regulamentadora 5101 – Ano 2012

Estabelece os requisitos considerados como mínimos necessários para iluminação de vias públicas, os quais são destinados propiciar segurança aos tráfegos de pedestres e veículos, o que se aplica bem ao projeto.

Cálculos como de fator de uniformidade da iluminância, são expostos nessa NBR, bem como classificação de vias e iluminância.

#### 3.3.2 Norma Brasileira Regulamentadora 5169 – Ano 1994

Prescreve método aplicável a relés fotoelétricos intercambiáveis, suas bases e alças.

### 3.3.3 Norma Brasileira Regulamentadora 5413 – Ano 1991

Esta norma estabelece os valores de iluminância média mínima em serviço para iluminação artificial em interiores, onde se realizam atividades do comércio, indústria, ensino, esporte e outras. Entende-se que esta norma não compreende o princípio de funcionamento do protótipo aplicado, já que ele diz a respeito de iluminação externa.

### 3.3.4 Norma Brasileira Regulamentadora 5431 – Ano 2008

Esta norma define termos relacionados com radiações, grandezas, unidades, visão, reprodução das cores, colorimetria, emissão, propriedades ópticas dos materiais, medições radiométricas, fotométricas, colorimétricas, detectores físicos, efeitos actínicos da radiação óptica, fontes de luz, componentes de lâmpadas e dispositivos auxiliares, luminotécnica, iluminação diurna, luminárias e seus componentes, sinalização visual e suas aplicações.

### 3.3.5 Norma Brasileira Regulamentadora 15129 – Ano 2012

Esta norma estabelece os requisitos para: luminárias para vias públicas; iluminação pública e outros tipos de aplicações de iluminação externa, com equipamentos auxiliares integrados ou não integrados para iluminação pública; luminárias para túneis; luminárias integradas com coluna, com uma altura mínima em relação ao solo de 2,5m e de uso de outras fontes elétricas de iluminação não superiores a 1000 V.

### 3.3.6 Normas de distribuição da Cemig

Assim como na NBRs, tem-se o intuito de realizar o que se é pedido no manual de distribuição: Projetos de iluminação pública da Companhia Energética de Minas Gerais.

Esse manual padroniza equipamento e materiais, como projetos de iluminação para área pública, seja ela via rural a áreas de pedestres, além de cálculos fotométricos e elétricos.



## 4 ECONOMIA E MEIO AMBIENTE

Falta de energia elétrica e crises energéticas estão cada vez mais presente na vida dos brasileiros, Uiramutã, em Roraima, por exemplo, é a que tem as piores condições. Na cidade, que fica nas fronteiras da Venezuela e da Guiana, 70% da população não têm luz em casa. A cidade é a que possui a maior proporção de indígenas no país. A má administração do setor energético não é um problema novo, mais sim um problema recorrente que assombra a vida das residências, comércios e indústrias, deixando donas de casa e empresários de "cabelo em pé". (PALZ, 1981).

A viabilidade do crescimento do Brasil está atrelada a uma matriz elétrica energética disponível para satisfazer as necessidades de uma população em crescimento. Sucede a partir daí alguns embates que são travados entre as concessionárias de distribuição de energia e os consumidores, pois há um preço a ser pago pela prestação do serviço e não são todos os que estão dispostos a pagar, ou mesmo, não possuem condições financeiras para tal, sendo que alguns recorrem a expedientes ilícitos, conhecidos como "gatos", termo popular para designar o furto de energia elétrica (REIS,2014).

Na sociedade de consumidores, ninguém pode se tornar sujeito sem primeiro virar mercadoria, e ninguém pode manter segura sua subjetividade sem reanimar, ressuscitar e recarregar de maneira perpétua as capacidades esperadas e exigidas de uma mercadoria vendável. (BAUMAN, Z. 2008, pág.22).

"O modelo que estamos vivendo hoje, a chamada sociedade de consumo, é um esquema suicida e sem futuro. Nós estamos consumindo o planeta". Já dizia o ecologista brasileiro, José Antônio Lutzenberger ícone na luta pela conservação e preservação ambiental, em entrevista no de 2000 á revista Instituto Humanistas Unisinos - IHV.

Uma das marcas da sociedade atual é o consumismo, onde grande parte da sociedade encontra satisfação e prazer nessa prática capitalista que têm deixado resultados preocupantes no meio ambiente natural. O ato de consumo em si não é um problema. O consumo é necessário à vida humana e a sobrevivência de todo e qualquer espécie. Para respirar é necessário consumir o ar, o consumo da água é necessário para o crescimento e vida saudável. O mesmo acontece com outras espécies que compartilham este planeta conosco. São atos naturais que sempre existiram e que são essenciais para nos mantermos vivos (REIS, 2014).

Nos últimos anos, aconteceram avanços na sociedade na forma de pensar e agir. O grande desafio é de influenciar e modificar o pensamento em relação ao consumo (COMETTA,1978).

Ao relatar sobre a mudança de pensar na sociedade atual, pode-se perceber que o "consumidor verde" se multiplica, ou seja, indivíduos que priorizam produtos que levam em conta a dimensão ambiental (COMETTA,1978).

O consumo sustentável é um conjunto de práticas relacionadas á aquisição de produtos e serviços que visam diminuir ou até mesmo eliminar os impactos ao meio ambiente. São atitudes positivas que preservam os recursos naturais, mantendo o equilíbrio ecológico em nosso planeta. Estas práticas estão relacionadas à diminuição da poluição, incentivo a reciclagem e eliminação dos desperdícios (JACOBI, 2003).

De acordo com BROWN (1980), sustentabilidade é promover o desenvolvimento econômico, visando minimizar os impactos ambientais, a fim de garantir os recursos naturais para as gerações futuras e atuais. Mesmo com essa definição antiga, até os dias atuais ainda é difundido essa mesma ideia sobre sustentabilidade.

A adoção de ações de sustentabilidade garante a médio e longo prazo um planeta em boas condições para o desenvolvimento das diversas formas de vida, inclusive a humana. Garante os recursos naturais (florestas, matas, rios, lagos, oceanos) e uma boa qualidade de vida para as futuras gerações (JACOBI,2003).

A energia é um dos principais vetores influentes na questão ambiental e está nos centros das discursões globais que originaram o conceito de desenvolvimento sustentável (REIS; CUNHA, 2006).

O desenvolvimento, em qualquer concepção, deve resultar do crescimento econômico acompanhado de melhoria na qualidade de vida.

As alterações da composição do produto e a alocação de recursos pelos diferentes setores da economia, de forma a melhorar os indicadores de bem-estar econômico e social pobreza, desemprego, desigualdade, condições de saúde, alimentação, educação e moradia (VASCONCELLOS; GARCIA, 1998, pág. 55).

A relação da discursão da sustentabilidade, assim como ELKINGTON (2012), apresenta três pilares que é um sistema econômico-social-ecológico completo, e dessa forma, faz sentido a relação com os sistemas de inovação e o relacionamento que ele pressupõe em termos de instituições, corporações, conhecimentos e

agentes diversos para analisar o fenômeno sustentabilidade, seguindo uma linha em que não se deve vê-la como definida para uma organização isolada.

Ainda de acordo com ELKINGTON (2012), "para atingir um desempenho excepcional da linha dos três pilares, são necessários novos tipos de parceiros econômicos, sociais e ambientais", desenvolvidas em longo prazo e decisões na transição para a sustentabilidade.

Com base nas informações anteriormente citadas o acesso às fontes de energia são fundamentais para o desenvolvimento das sociedades. O apelo para a conscientização e utilização de fontes renováveis, consiste na obtenção da energia através de fontes onde não se corra o risco de término, mas sim o surgimento de uma consciência ambiental impulsionada pelas ações que visam à preservação ambiental (REIS,2014).

O consumo sustentável deve ser feito de forma produtiva e devidamente aproveitada. Um exemplo desse aproveitamento são as energias renováveis, que vem dos recursos naturais, que são naturalmente reabastecidas e podem ser aproveitada ao longo do tempo sem possibilidade de esgotamento dessa fonte (PALZ,1981).

Visando isso, esse projeto, tem como objetivo instalar um poste solar, em um bairro carente em Mar de Espanha - MG, com o intuito de levar luz elétrica e contribuir com o ambiente que de acordo com a definição jurídica que está presente na Lei6.938/1981, que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, que conceitua como "conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas."

E junto com a contribuição do meio ambiente, tem-se o intuito de aproveitar a energia solar, que ainda é pouco utilizada, sendo uma boa opção na busca por alternativas menos agressivas ao meio ambiente, pois consiste numa fonte energética renovável, limpa (não emite poluente) e principalmente econômica (PALZ,1981).

Outro grande ponto positivo desse projeto, é que o mesmo não é passível de licenciamento ambiental, de acordo com o código estabelecido pela DELIBERAÇÃO NORMATIVA N°217/2017, E-02-06-2 Usina Solar Fotovoltaica. Veja na tabela 5 a denominação do referido código:

Tabela 5 – Código da deliberação normativa nº 217/2017.

POT. POLUIDOR/DEGRADADOR			
AR: P	ÁGUA: P	SOLO: G	GERAL: M
PORTE:			
5 MW < potência nominal do inversor ≤ 10 MW : Pequeno			
10 MW < potência nominal do inversor ≤ 80 MW : Médio			
Potência nominal do inversor > 80 MW : Grande			

Fonte: DELIBERAÇÃO NORMATIVA N°217/2017.

Portanto, de acordo com esse código, o poste solar não é passível de licenciamento ambiental, pois a produção de energia é muito inferior a 5 MW. Contudo, como não precisa de Licenciamento Ambiental foi realizada na Prefeitura Municipal de Mar de Espanha, uma reunião do CONDEMA, para se ter em mãos um documento aprovando a instalação do poste e relatando a viabilidade técnica ambiental do mesmo (Anexo 3).

Este projeto reutiliza luminárias da Prefeitura Municipal de Mar de Espanha, que estavam sem utilização, dessa forma o projeto dará rumo ao material e contribuirá para que não haja descarte desnecessário.

## 5 PROTÓTIPO

O poste solar sustentável tem sua ideia original fundamentada no projeto desenvolvido pela organização não governamental - ONG “Litro de Luz”, que percorre diversas comunidades carentes levando iluminação pública.

A ideia inicial da ONG resume-se basicamente na figura 4:

Figura 4 - Materiais usados na construção.



Fonte: UM LITRO DE LUZ. LABORATÓRIO DE GARAGEM<sup>1</sup>.

Tendo em vista o que foi apresentado pela ONG na imagem, observa-se o uso de uma placa solar, bateria, estrutura, fita LED e uma garrafa pet. Pois bem, a ligação não se daria diretamente da placa para a bateria, pois com a variação da irradiação solar se dá também uma variação na potência apresentada pela carga, vale lembrar que a potência é o produto da corrente pela tensão. Ou seja, por mais que a placa gere a mesma tensão que a bateria, o valor de corrente varia, sendo assim o principal problema para essa ligação direta.

A tabela 6 representa as variações de corrente de acordo com o dia, conforme estudo MEDIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE UM PAINEL SOLAR FOTOVOLTAICO (2016).

Tabela 6 - Tabela de medição da corrente, tensão e potência em uma placa fotovoltaica.

	I (A)	V (V)	MAX P (W)
Dia nublado e painel plano.	0,75 A	8,7 V	6,5 W
Dia ensolarado e painel plano.	7 A	14 V	98 W
Dia ensolarado e painel inclinado.	8,5 A	14 V	120 W

Fonte: MEDIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE UM PAINEL SOLAR FOTOVOLTAICO, adaptado pelo autor (2018).

<sup>1</sup> Disponível em: <http://labdegaragem.com/profiles/blogs/um-litro-de-luz>

O excesso de carga em uma bateria provoca algumas reações químicas que não são ideais, como resultado pode haver um efeito “inchaço” na bateria, ou ela pode até mesmo explodir. Com tais informações, insere entre a bateria e a placa um controlador de carga, cuja finalidade é controlar essa carga produzida pela placa.

Outro material não presente na ilustração é o sensor, o relé fotovoltaico, no caso usado o de 12 V para acompanhar a alimentação de todo o circuito.

Para fabricação do poste, estudou-se o que a ONG “Litro de Luz” utilizou, e associado a isso, agregou-se outros materiais necessários dimensionando cada um deles.

## 5.1 Materiais

Para melhor entendimento os materiais serão separados por tópicos e o estudo realizado para dimensionamento de cada um.

### 5.1.1 Placa fotovoltaica

Para saber a potência da placa usada, é necessário começar de baixo para cima, primeiro saber o quanto que vai ser consumido com a iluminação. Utiliza uma fita LED comum de ser achada a SMD5050 de 60 LED/m por rolo, ela consome 14,8 W por metro e 1,6 (A).

O protótipo conta com o funcionamento de apenas uma luminária para uma residência, mas como o objetivo final é inserir postes nas escadarias do bairro Santa Efigênia em Mar de Espanha- MG, usa-se 0,20 cm de fita em cada luminária. De acordo com a fórmula I, entende-se que o tamanho da fita (D) vezes a corrente por metro (I metro), resulta na corrente (I).

$$D \text{ (tamanho)} \times I_{\text{metro}} \text{ (corrente por metro)} = I \text{ (corrente)} \quad (\text{I})$$

Substituindo pelos valores aqui já citados:

$$0,20 \times 1,6 = 0,32 \text{ A}$$

Calcula-se a potência por ponto, cuja resultante é apresentada em watts. A potência total (P total), vezes o tamanho da fita (D), resulta da potência por ponto (P).

$$P \text{ total (potência total)} \times D \text{ (tamanho)} = P \text{ (potência por ponto)} \quad (\text{II})$$

Substituindo pelos valores aqui já citados:

$$14,8 \times 0,20 = 2,96 \text{ W}$$

\*Os valores de carga por metro é apresentado no *datasheet*<sup>2</sup> do produto.

Chega-se ao resultado por luminária de 0,32 A que equivale a 2,96 W.

Como se recomenda que a carga não ultrapasse 80% da capacidade máxima da fonte, a corrente por ponto terá o valor reajustado como mostrado na fórmula III, a corrente por fita (I), dividida por 0,8 resulta no novo valor de corrente (I novo).

$$I \text{ (corrente)} \div 0,8 = I \text{ novo (nova corrente)} \quad (\text{III})$$

Substituindo pelos valores aqui já citados:

$$0,32 \div 0,8 = 0,4. \text{ A}$$

Conclui-se que por ponto será necessário demanda de 0,4 A e 2,96 W.

Para dimensionar a placa solar sabe-se a capacidade total consumida por ponto, definido também que será usada uma placa por escada, então uma escada com três postes terá o consumo total de 1,2 A e 8,88 W.

Diante do consumo estipulado por escada, tendo em vista que cada uma terá três pontos de iluminação poderia ser utilizado uma placa de 15 ou 20 W, mas como não se tem a precisão de que os pontos citados serão suficientes, será adotada uma placa fotovoltaica de 30 W.

Alguns conhecimentos básicos são extremamente necessários para se calcular a carga na placa solar como, por exemplo: o volt, o ampere e o watt. Existem também outras medidas que são encontradas no sistema solar que no caso, são: O watt de pico, o watt hora, o ampere de pico e o ampere hora. Grandezas essas que já foram calculadas para se estipular o gasto diário.

### 5.1.2 Bateria

As baterias usadas necessitam ser seladas e o valor usado é aplicado também ao que foi calculado. Em relação a corrente o recomendável é a resultante do valor de Ah por cinco, como demonstrado na formula IV, onde o valor de corrente por poste (I), vezes 5 resulta no valor procurado.

$$I \text{ (corrente)} \times 5 = \text{Ah (ampere-hora)}$$

(IV)

Substituindo pelos valores aqui já citados:

$$1,2 \times 5 = 6 \text{ Ah}$$

---

<sup>2</sup> Resumo de características técnicas.

Outra forma usada para o cálculo do Ah depende dos equipamentos usados e sua potência total instalada, o mesmo já foi calculado anteriormente. O tempo que a bateria está operando varia com a claridade do dia, mas em média pode-se afirmar que o tempo de serviço de uma iluminação pública é de 11 horas e 52 minutos por dia.

O somatório da potência por escada é de 8,8W vezes a hora estimada, por dia são necessários 101,376W/h, diante desse resultado conclui-se que mesmo em época de menor irradiação solar na cidade, como pode-se ver na figura 3, é suficiente.

Pela lei de ohms potência é igual o produto da tensão pela corrente:

$$P \text{ (potência)} = V \text{ (tensão)} \times I \text{ (corrente)} \quad (V)$$

Substituindo pelos valores aqui já citados:

$$101,376 = 12 \times I$$

$$I = 101,376 \div 12$$

$$I = 8,4\text{Ah}$$

A bateria adotada, no entanto, para a instalação é a de 12 V, estacionária, e a mesma ficará em um lugar com ventilação, já que as baterias em geral exalam gases.

### 5.1.3 Controlador de carga

Utiliza-se um controlador de carga para o sistema de 12 V com corrente máxima de 20 A, com tela em LCD para uma interface de fácil operação e como citado anteriormente, o uso dele se dará para fins de proteção contra descarga reversa da bateria, contra curto-circuito, sendo que todos os parâmetros são definidos pelo próprio usuário.

### 5.1.4 Relé fotoelétrico

Os relés fotoelétricos adotados possuem o princípio de funcionamento igual aos convencionais, porém como o dimensionamento do projeto gira em torno de 12 V e corrente CC, o adotado é um de 12 V com amperagem de 10 A, pois diante da carga estipulada gasta na bateria esse é o que melhor condiz.



### 5.1.5 Fita LED

A “lâmpada” é a própria fita LED, como mencionado sua alimentação é CC através de 12 V, é a prova d’água, pois ficará ao ar livre. O uso será da própria fita, pois ela já tem o uso em lugares altos, além de ter uma fixação prática.

### 5.1.6 Relacionando com a NBR 5101

Como citado, o poste tem seu estudo fundamentado também em normas, já que a intenção não é só uma iluminação pública e sim uma iluminação pública eficaz.

O protótipo inserido em uma residência é o modelo construído para atender as necessidades nas escadarias.

De acordo com a NBR 5101 entende-se que o local onde são inseridos pode ser considerado como uma zona rural, já que é um local onde existe circulação de pessoas, porém nenhum tráfego de veículos. Conforme a norma as escadas são definidas como classe de iluminação V4 ou V5.

De acordo com as tabelas 7 e 8, fundamentadas nas apresentadas na norma em questão, consegue-se obter os primeiros dados necessários quanto à iluminação, de acordo com a definição da via. Um dos resultados do estudo dessas tabelas é a conclusão que se chega quanto a sua iluminação média que deve ser entre 0,5 a 0,75, enquanto a iluminação média deve ser de 5 a 10 lux.

Tabela 7 - Tabela de iluminância média.

CLASSE DA ILUMINAÇÃO	L MED	Uo>=	Uo<=	Ti %	SR
V1	2	0,40	0,70	10	0,5
V2	1,5	0,40	0,70	10	0,5
V3	1	0,40	0,70	10	0,5
V4	0,75	0,40	0,60	15	-
V5	0,5	0,40	0,60	15	-

Fonte: NBR 5101, adaptado pelo autor (2018).

Tabela 8 - Tabela de iluminância mínima.

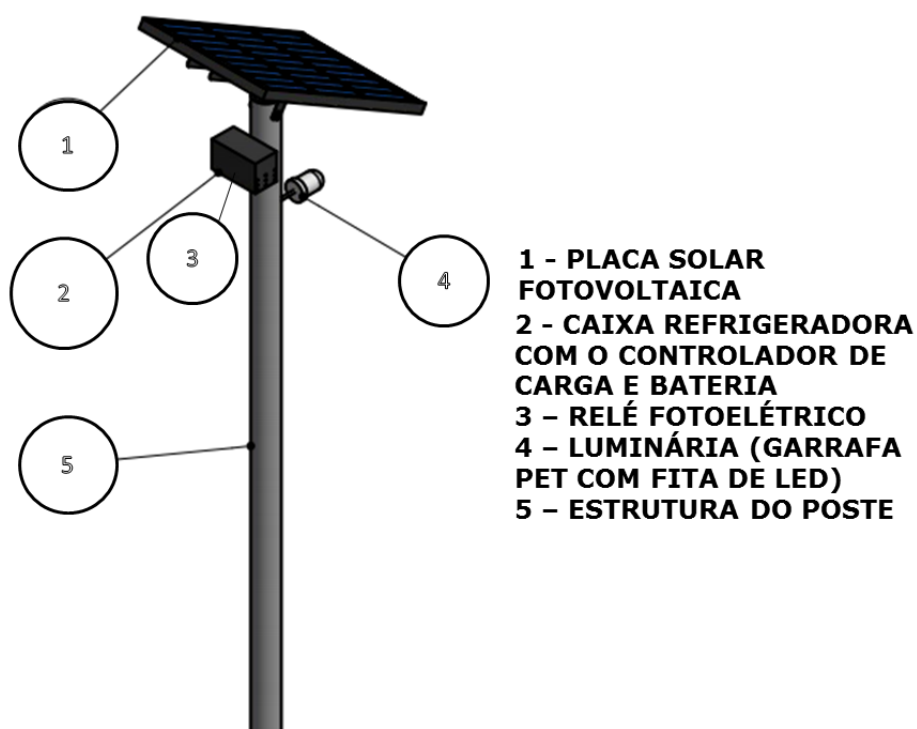
CLASSE DA ILUMINAÇÃO	ILUMINÂNCIA MÉDIA MÍNIMA (LUX)	FATOR DE UNIFORMIDADE MÍNIMO
V1	30	0,4
V2	20	0,3
V3	15	0,2
V4	10	0,2
V5	5	0,2

Fonte: NBR 5101, adaptado pelo autor (2018).

## 5.2 Montagem

Com os materiais estudados e já dimensionados, pode-se ter uma visão melhor das disposições de cada um citado anteriormente como apresentado na figura 5, e uma representação 3D na figura 6.

Figura 5 - Montagem do poste solar sustentável.



Fonte: Autor (2018).

Figura 6 – Representação 3D.

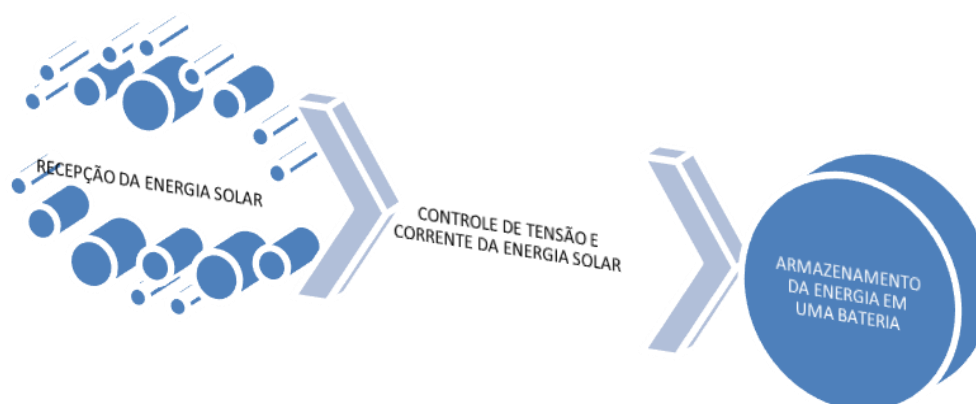


Fonte: Autor (2018).

A parte de geração e armazenamento de energia na placa receptora, composta por semicondutores, em seus terminais gera uma tensão variante de 12 DC, com a potência do sol sofrendo alterações, a energia passa antes por um circuito controlador de carga que após esse filtro encaminha energia a uma bateria estacionária para armazenamento da mesma.

Seguindo a primeira parte do fluxograma, trabalha-se geração e armazenamento de energia. É possível um melhor entendimento de acordo com a figura 7.

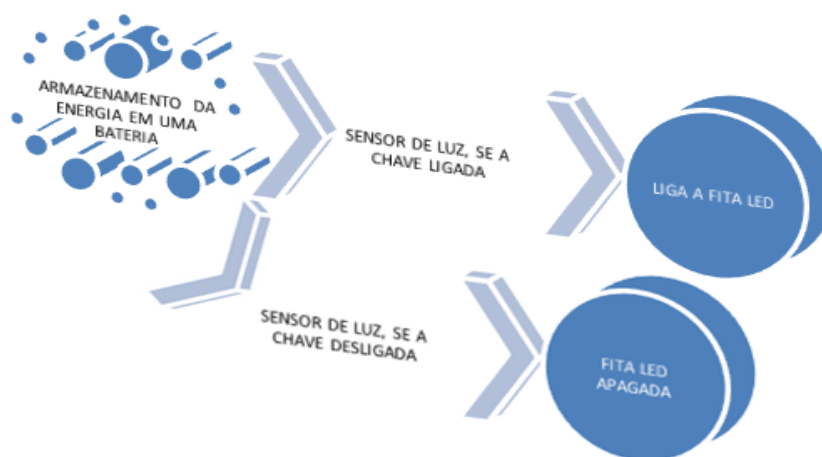
Figura 7 - Geração e armazenamento da energia.



Fonte: Autor (2018).

Seguindo a ideia do projeto, após o armazenamento, os demais fatores dependem da chave usada, que é o relé fotoelétrico. Se detectado a ausência de iluminação a chave que existe dentro desse relé fecha os contatos, permitindo então a circulação de energia, onde já conectado na fita LED, automaticamente ascende. Caso haja iluminação esses contatos do relé se abrem, não tendo assim qualquer circulação de energia no mesmo. Assim como mencionada na parte de recepção, controle e armazenamento, é possível entender melhor este passo a partir do fluxograma na figura 8.

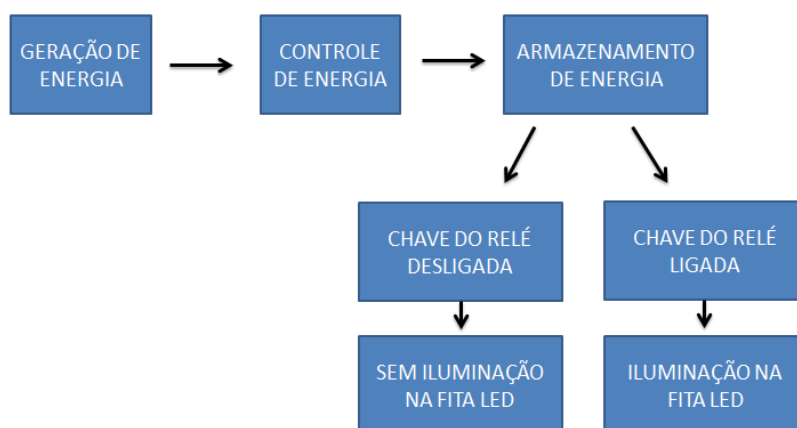
Figura 8 - Recepção, controle e armazenamento de energia.



Fonte: Autor (2018).

O fluxograma de todo o esquema do poste é representado na figura 9, contendo o direcionamento da energia que circula:

Figura 9 - Fluxograma.



Fonte: Autor (2018).

Diante da montagem apresentada, para comprovar a eficácia do projeto, foram realizados testes comparativos entre a matemática aqui demonstrada e a realidade dos equipamentos. Testes a respeito do total de luz emitida, para verificar se se enquadra dentro do previsto em norma, até mesmo passando por testes de materiais. Esses se encontram disponíveis nos resultados finais.

### 5.2.1 Montagem do protótipo na residência

O protótipo foi montado em uma casa na cidade de Mar de Espanha- MG onde residem três pessoas, com o intuito de iluminar ao redor da casa e justamente realizar os testes necessários para concluir sua viabilidade e aplicação nas escadarias.

Como já foram realizados os cálculos de potência, tensão e corrente, tem-se as características dos materiais para realizar a compra. Na tabela 9 é possível ver o material que foi gasto e seus respectivos valores. Vale recordar que aqui, são tratados do protótipo montado na residência.

Tabela 9 – Valor para montagem do poste solar sustentável.

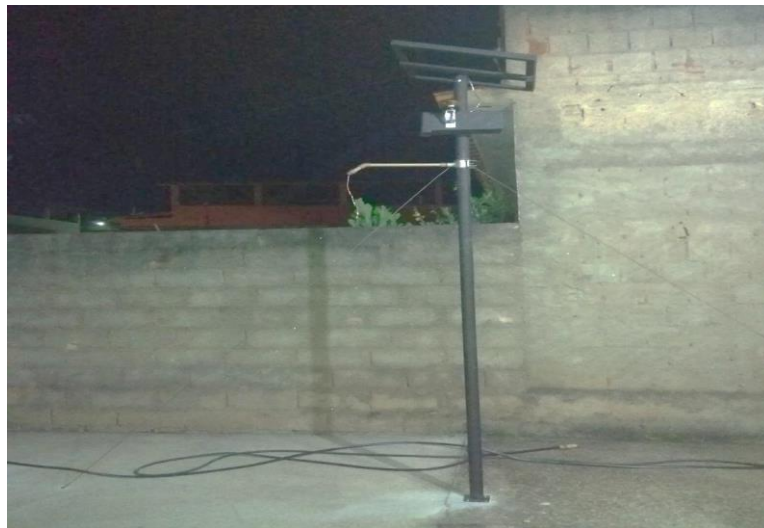
MATERIAL	VALOR
Painel Módulo Placa Solar 12 V 30 W	R\$235,00
Fita LED Branca 5050 Prova D'água Rolo 5m 12 V	R\$19,89
Bateria Estacionária Moura 12 V 7Ah <a href="https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-711782726-bateria-selada-estacionaria-recarregavel-12v-7a-moura-nobrea- JM">https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-711782726-bateria-selada-estacionaria-recarregavel-12v-7a-moura-nobrea- JM</a>	R\$65,90
Fotocélula Rele Fotoelétrico 12 V 10a P/ Energia Solar	R\$24,90
Controlador De Carga Solar 10a Mppt 12/24 V T10 (Off Grid)	R\$144,40
Total	R\$490,09

Fonte: Autor (2018).

A estrutura de sustentação do poste solar é em material metálico, similar a muitas estruturas encontradas em praças, além de ser um material bem versátil sua durabilidade é maior, devido à galvanização, podendo durar até 25 anos sem necessitar de manutenção ou tratamento químico extra, o que comparado a postes de madeira e de concreto faz toda diferença, postes de concreto tendem a ir

desmanchando com o tempo, enquanto o de madeira tende a secar e apodrecer. A figura 10 consegue ilustrar melhor sobre o material usado e como é sua estrutura.

Figura 10 - Estrutura do poste.

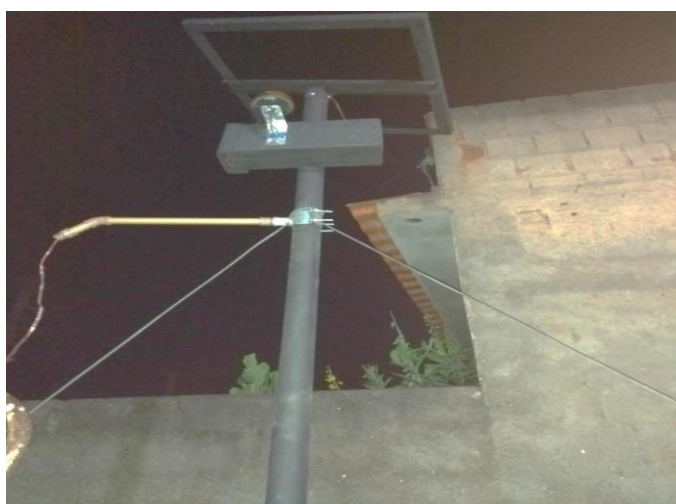


Fonte: Autor (2018).

Cada peça é feita a parte depois parafusada, separando o suporte da placa e a caixa onde fica a bateria e o controlador. A fiação toda passa por dentro do poste.

A estrutura é pintada com tinta convencional preto fosco e a parte que liga a garrafa foi usada tubo de PVC, como se vê na figura 11.

Figura 11 - Estrutura do poste com vista do suporte da placa e PVC de ligação da fita



Fonte: Autor (2018).

Todas as ligações de fios usam-se fita isolante e em casos necessário fita de alta fusão e em todas as partes que são perfuradas, massa de calafetar pra impedir entrada de água.

Esse suporte sendo de 4m acima do solo é a base para a disposição dos materiais. Na parte superior é encaixada a placa fotovoltaica, essa placa possui um bom tempo de vida útil, girando em cerca de 30 anos. A energia pode ser gerada mesmo em dias nublados ou chuvosos, pois ela necessita é da radiação do sol para produção de energia. O processo de conversão da energia solar utiliza células fotovoltaicas - Normalmente feitas de silício ou outro material semicondutor. A figura 12 representa a placa aqui comentada.

Figura 12 - Placa fotovoltaica.



Fonte: Autor (2018).

Na parte de trás localiza-se a ligação da placa. Veja na figura 13 os terminais em uma amostra com um multímetro simulando a tensão que está sendo gerada da placa.

Figura 13 - Medição nos terminais da bateria.

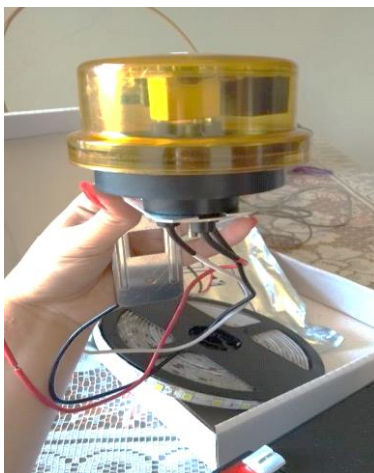


Fonte: Autor (2018).

Quando a luz solar incide sobre uma célula fotovoltaica, os elétrons do material semicondutor são postos em movimento, desta forma gerando eletricidade, da placa descem dois fios, um polarizado positivamente ou negativamente, essa fiação passa por dentro da estrutura chegando a uma caixa onde será ligada a um controlador de carga (conforme ilustra a imagem 15), e a uma bateria de 12 V (ilustrada na figura 16), essa bateria será todos os dias recarregada por essa energia constante da placa, no entanto ela nunca estará vazia, tendo sempre carga para alimentar o relé fotoelétrico (ilustrado na figura 14) idêntico aos usados em postes convencionais, porém com a alimentação de 12 V. O relé é uma chave normalmente aberta que só se fecha quando seu sensor identifica que já está escura, a chave fechando leva a tensão até os terminais deste relé onde é conectada a fita LED também de alimentação de 12 V, podendo variar em seu tamanho e quantia de LED's.



Figura 14 - Relé fotoelétrico.



Fonte: Autor (2018).

Figura 15 - Controlador de carga.



Fonte: Autor (2018).

Figura 16 - Bateria estacionária.



Fonte: Autor (2018).

## **6 COLETA DE DADOS**

Realizar a implantação do projeto requer muito estudo, mas só serão obtidos bons resultados se houver a coleta de dados na comunidade em questão.

Conta-se com a aplicação de questionários, que foram realizadas com 10 moradores do bairro que recebeu o benefício da implantação do poste.

O questionário (Anexo 1) foi aplicado à população do bairro onde será implantado o poste, com objetivo de abordar o conhecimento dos mesmos, sobre: sustentabilidade, energia renovável e a relação desta com o meio ambiente, e se a iluminação já oferecida no local é eficiente.

É imprescindível a educação ambiental e relação dos moradores com esse tema, diante desses dados obtidos será possível verificar se a sociedade já pratica a sustentabilidade ou se há necessidades de mais informações gerando novos conhecimentos.

## 7 INSTALAÇÃO NO BAIRRO SANTA EFIGÊNIA

Como foi disposto no capítulo 6, à base de estudos para a instalação do poste solar sustentável no bairro em questão permanece a mesma, porém algumas alterações foram feitas.

Como um dos pontos do projeto é a sustentabilidade não poderíamos deixar de pensar nos 3R (Reduzir, Reutilizar e Reciclar). A prefeitura local dispunha de luminárias não utilizadas e a reutilização delas, além de trazer maior qualidade no projeto, não alterou os objetivos iniciais de sustentabilidade.

Outra questão alterada é o tamanho da fita LED que foi duplicado, pois pelo fato das escadas serem longas, há uma necessidade de maior iluminação. Continua sendo utilizados três pontos por escada (exceto a que possui tamanho menor), em uma estrutura da escada é acoplada a placa fotovoltaica citada no item 5.1.1, o controlador de carga citado no item 5.1.3, como falado que a fita LED é duplicada a bateria também é. O relé já citado no item 5.1.4 e a luminária reaproveitada; nas demais estruturas inseridas na mesma escada apenas contará com a luminária e a fita LED, pois a captação, geração e distribuição de energia se dará no primeiro poste citado.

Os valores são diferentes do apresentado na montagem da residência, que por ser um órgão público necessita de passar por um processo licitatório, o que não permite a compra com empresas que não são regularizadas ou não possuem toda documentação exigida. Diante dos dados representamos o valor na tabela 10.

Tabela 10 – Valor para montagem do poste solar sustentável na prefeitura.

MATERIAL	VALOR INDIVIDUAL	VALOR TOTAL
Seis Painéis Módulo Placa Solar 12 V 30 W	R\$598,00	R\$ 3.588,00
Fita LED Branca 5050 Prova D'água Dois Rolos 5m 12 V	R\$74,00	R\$ 148,00
Doze Bateria Estacionária Moura 12 V 7Ah <a href="https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-711782726-bateria-selada-estacionaria-recarregavel-12v-7a-moura-nobrea- JM">https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-711782726-bateria-selada-estacionaria-recarregavel-12v-7a-moura-nobrea- JM</a>	R\$139,00	R\$ 1.668,00
Seis Fotocélula Rele Fotoelétrico 12 V 10a P/ Energia Solar	R\$39,00	R\$ 234,00
Seis Controladores De Carga Solar 10a Mppt 12/24 V T10 (Off Grid)	R\$299,90	R\$ 1.799,40

Fonte: Dispensas 18/2018 e 126/2018, adaptado pelo autor (2018).

Ou seja, se por escada serão usados a média de 3 postes, sendo dois apenas com a iluminação, calcula-se que será gasto um valor de R\$ 1.214,90 pelos 3 postes, enquanto se fossem implantados 3 postes convencionais seria gasto no mínimo de R\$ 4.397,70 em materiais por cada convencional, cerca de 81% em economia, ( o calculo foi feito em cima de peças vendidas na internet, com o processo de licitação necessária a prefeitura, e demais documentação o valor pode até), sem falar a mão de obra e a necessidade de manutenção como apresentada na introdução e serviço prestado pela CEMIG.

## **8 PALESTRA E COLETA DE DADOS FINAIS**

Após a implantação dos postes no local pré-definido, faz-se necessário um encontro com a comunidade beneficiada, para fornecer informações de manutenção, preservação e funcionamento.

Uma segunda coleta de dados foi realizada após a palestra educativa, com o objetivo de avaliar: como o benefício tem ajudado a comunidade local e se existem pontos de melhorias; o quanto a sociedade conseguiu entender por sustentabilidade e se o conhecimento permanece o mesmo; ou se diante do conhecimento oferecido eles possuem nova visão do assunto. Sendo entrevistado o mesmo número de moradores.

## 9 RESULTADOS

### 9.1 Primeiro teste - apenas com montagens de peças na residência

Na residência o primeiro teste realizado é com a montagem das peças, associando todas as peças para a confirmação do funcionamento. Após provar que a montagem está correta é realizado outro teste, o de luminosidade, á principio sem equipamento de medição, apenas uma forma de averiguar se há diferença da fita LED exposta e da mesma inserida em uma garrafa pet.

De acordo com as figuras 17 e 18, é notória que a fita LED inserida na garrafa consegue irradiar mais a luz. Além da funcionalidade, a fita não tem nenhum ganho em ficar ao ar livre, estando exposta a chuva, não conseguindo gerar um fluxo luminoso suficiente para evitar penumbras, para que isso não ocorra é utilizada uma garrafa pet, que além de ajudar a dissipar a iluminação ajuda no processo de educação social quanto ao meio ambiente.

Figura 17 - Luminosidade com apenas a fita LED.



Fonte: Autor (2018).

Figura 18 - Luminosidade com a fita LED dentro da garrafa.



Fonte: Autor (2018).

## 9.2 Montagem da estrutura

A placa solar esta localizada na parte de cima do poste. Os seus terminais descem por dentro de um tubo. Nele há uma passagem para a fiação chegar à caixa, onde se encontra o controlador de carga, fixada abaixo. O controlador recebe a ligação da placa e distribui energia para a bateria e relé, que está parafusado do lado externo da caixa, sua fiação retorna por dentro do tubo até o local onde é inserido um suporte feito em PVC para adicionar a luminária.

Nas figuras 19 e 20, é possível ver o local onde a placa solar é inserida, e a caixa onde ficam o controlador, bateria e relé fotoelétrico.

Figura 19 - Disposição da placa, caixa de bateria e controlador e relé fotoelétrico.



Fonte: Autor (2018).

Figura 20 - Disposição da garrafa pet e fita LED.



Fonte: Autor (2018).

### 9.2.1 Primeiro teste

O primeiro teste de funcionamento foi realizado no dia 01 de fevereiro de 2018, a estrutura usada na residência feita a partir de material reciclado de antenas não suportou, pois possuía bitola com pequeno diâmetro, não constituindo de boa solidez, para a correção da falha foram adicionadas hastes ao redor da estrutura, como pode ser visto na figura 9.

Após os materiais serem conectados, como se esperava, o funcionamento foi normal, como mostra a figura 21.

Figura 21 - Poste a noite.



Fonte: Autor (2018).



No teste foi associado à ideia de inserir na garrafa algum material refletor, para isso foi feito uma cobertura de parte da garrafa pet com um papel laminado, para meios demonstrativos e comparativos. Na ocasião não foi feito nenhum teste com aparelhos de medição, porém registrado em imagens. Veja a seguir nas figuras 22 e 23 com e sem o papel:

Figura 22 - Garrafa com papel laminado.



Fonte: Autor (2018).

Figura 23 - Garrafa sem papel laminado.



Fonte: Autor (2018).

É nítido que sem o papel o fluxo é muito maior.

### 9.2.2 Segundo teste

Ainda que visivelmente a iluminação pareça boa, não conta-se no projeto com o achismo e sim com comprovações, utilizando luxímetro digital da marca Minipa<sup>3</sup>, modelo MLM-1011, foi realizado o teste de luminosidade em lux, como já mostrado a respeito da NBR 5101 estima-se que para o futuro local onde os postes serão inseridos carece de um valor médio de 5 a 10 lux. A figura 24 apresenta o aparelho usado para a medição.

Figura 24 - Luxímetro zerado.



Fonte: Autor (2018).

Aproximadamente 1,5m abaixo do poste, foi colocado o luxímetro para realizar a medição. De acordo com o equipamento utilizado, que estava calibrado<sup>4</sup>, o mínimo de lux obtido no protótipo montado na residência é de 7 e o máximo de 10, considerando assim que está dentro da NBR 5101. Na figura 25 a seguir é possível ver o resultado obtido.

---

<sup>3</sup> Empresa constituída de inúmeros equipamentos de medição.

<sup>4</sup> Um aparelho calibrado está em condições de medição.

Figura 25 - Valor apresentado no luxímetro após medição no poste instalado na residência.



Fonte: Autor (2018).

### 9.3 Parceria com a Prefeitura Municipal de Mar de Espanha

O projeto apresentado e aprovado pelo prefeito municipal Wellington Marcos Rodrigues, teve como ponto inicial a definição dos locais que receberão o benefício.

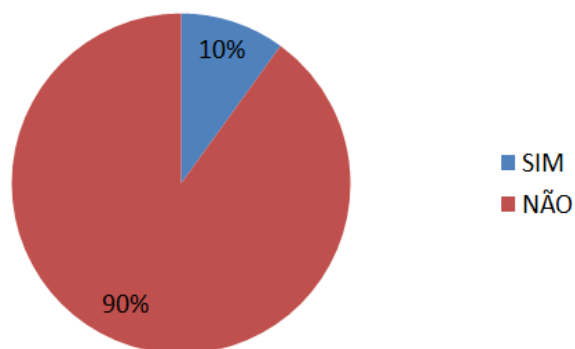
O bairro Santa Efigênia, possui6 escadarias com pouca iluminação, e em alguns casos sem iluminação alguma, pontos esses definidos como beneficiados pelo projeto.

Antes da implantação dos postes solares foi realizado uma coleta de dados, para saber a necessidade daquela comunidade no que diz respeito à iluminação pública, o quanto de economia hoje eles já fazem e se eles sabem o que é sustentabilidade ou uso de energias renováveis, quesitos basilares desse projeto.

No questionário apresentado (Anexo 1), foram entrevistadas 10 pessoas que moram no bairro Santo Efigênia em Mar de Espanha - MG, onde vão ser beneficiadas com os postes solares.

Através do questionário realizado, pode-se notar que 90% das pessoas entrevistadas, não souberam o que é sustentabilidade, como visto na representação da figura 26.

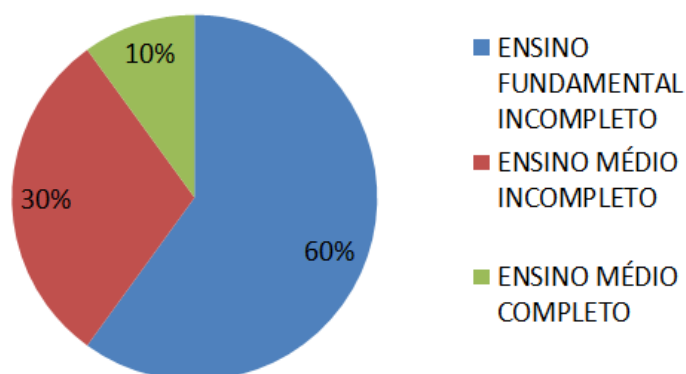
Figura 26 - Percentual dos entrevistados que sabem o que é sustentabilidade.



Fonte: Autor (2018).

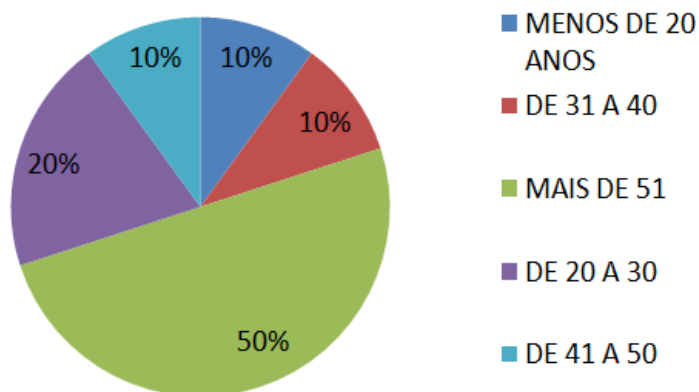
Acredita-se que o alto número de pessoas que não possuem conhecimento sobre o que é sustentabilidade, deve-se ao baixo nível de escolaridade e a faixa etária das pessoas que responderam o questionário, tais informações são dispostas nas figuras 27 e 28.

Figura 27 - Percentual da escolaridade dos entrevistados.



Fonte: Autor (2018).

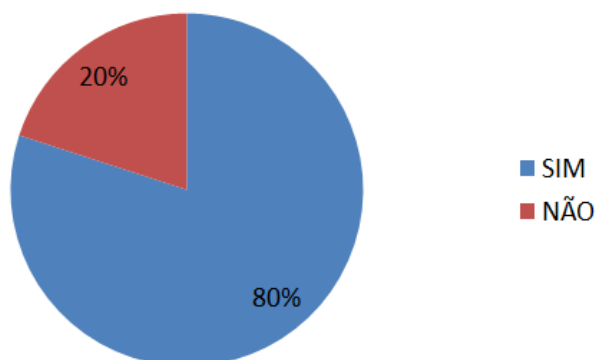
Figura 28 - Percentual da idade dos entrevistados.



Fonte: Autor (2018).

Dos 10 entrevistados, dois moradores declararam não possuir iluminação pública na rua onde residem, e dos que possuíam diziam ser de baixa iluminância, como é representado na figura 29.

Figura 29 - Percentual dos entrevistados que possuem iluminação pública em sua rua.



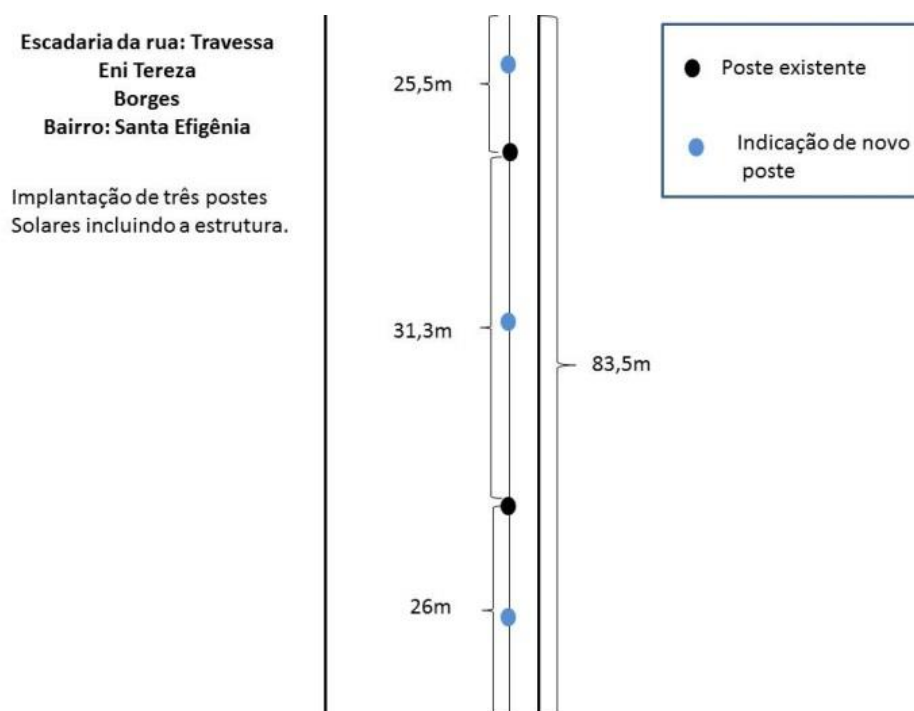
Fonte: Autor (2018).

O projeto vem para garantir a iluminação pública para a população, de uma forma econômica e contribuindo com o meio ambiente (conjunto de seres vivos que vivem em uma mesma região). Diante da falta de conhecimento vista no questionário quando se fala de sustentabilidade, foi proposto realizar uma palestra na comunidade para que a população entenda o quão importante é a preservação do poste, para que esse projeto siga em frente, garantir que essas pessoas, independente da idade ou do nível de escolaridade, ao ouvirem a expressão sustentabilidade consigam associar a um novo conceito de vida. Atendendo suas necessidades, sem prejudicar as futuras gerações preservando o meio ambiente.

### 9.3.1 Instalação no bairro Santa Efigênia

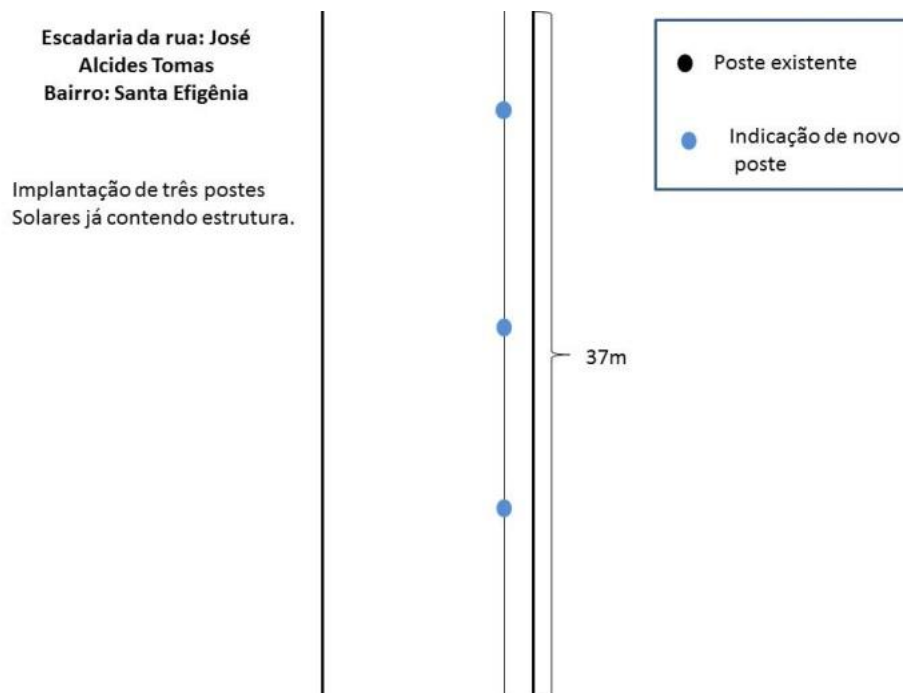
O levantamento de dados foi necessário para identificar os locais com maior carência, para a implantação dos novos pontos de iluminação. Como pretendido, foram separadas as escadas para inserção de novos pontos de iluminação, separadas de acordo com a necessidade de cada uma. Nas figuras 30 a 35 é possível ver cada escadaria e a disposição, representada em preto, de postes já existentes, e em azul, dos novos pontos dos postes solares sustentáveis a serem instalados.

Figura 30 - Travessa Eni Tereza Borges com indicação de instalação de 3 postes.



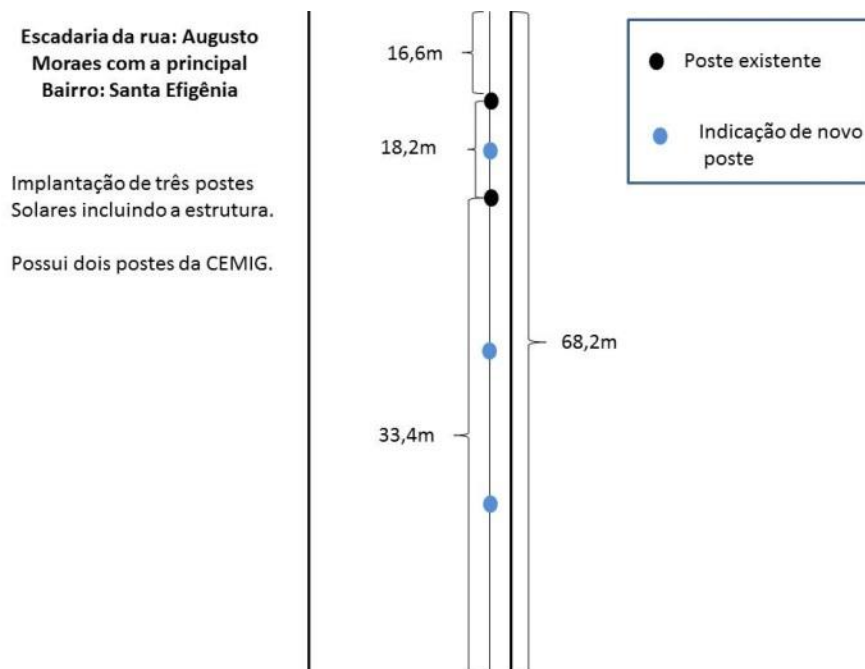
Fonte: Autor (2018).

Figura 31 - Rua José Alcides Tomas com indicação de instalação de 3 postes.



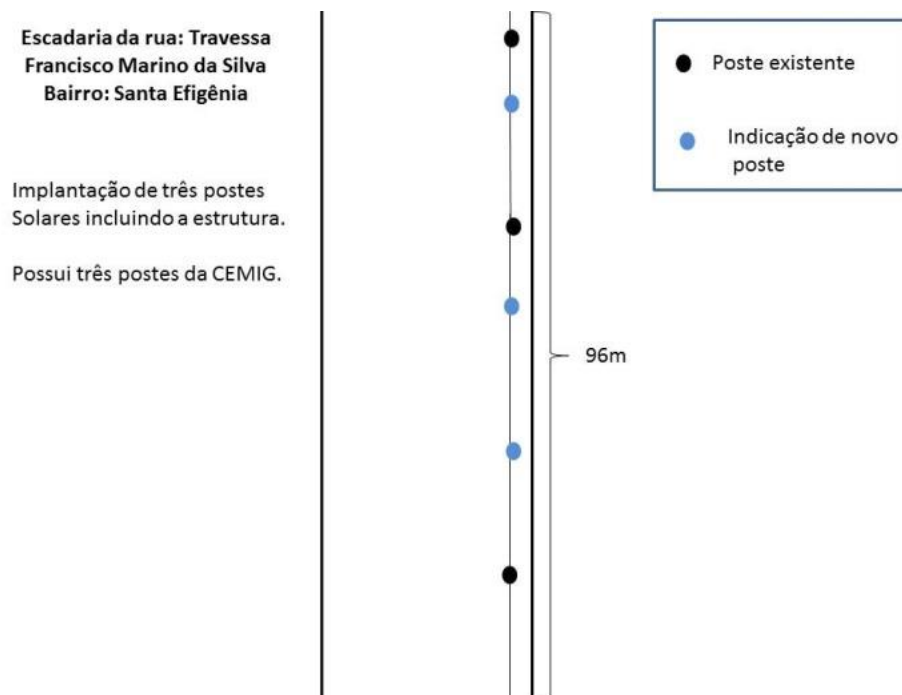
Fonte: Autor (2018).

Figura 32 - Rua Augusto Moraes com indicação de instalação de 3 postes.



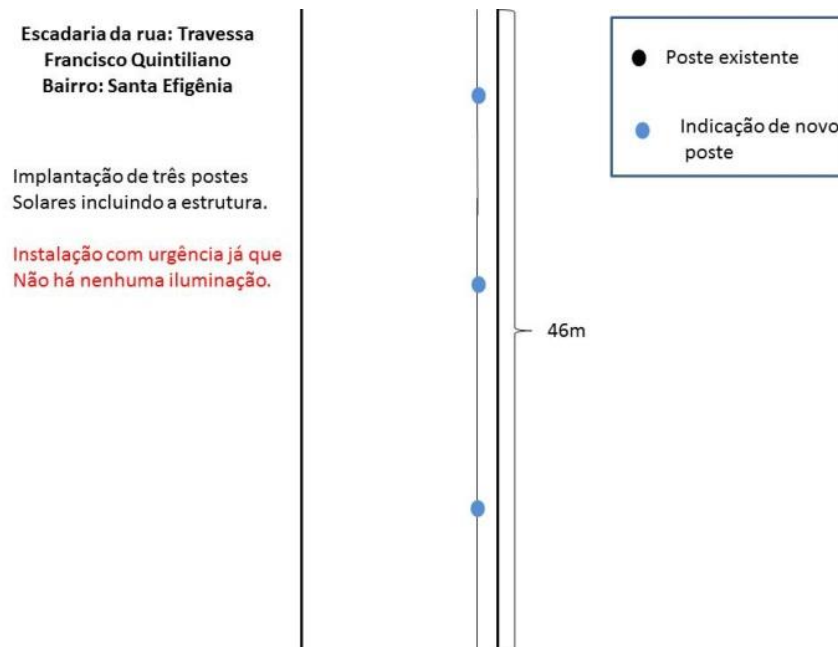
Fonte: Autor (2018).

Figura 33 - Travessa Francisco Mariano da Silva com indicação de instalação de 3 postes.



Fonte: Autor (2018).

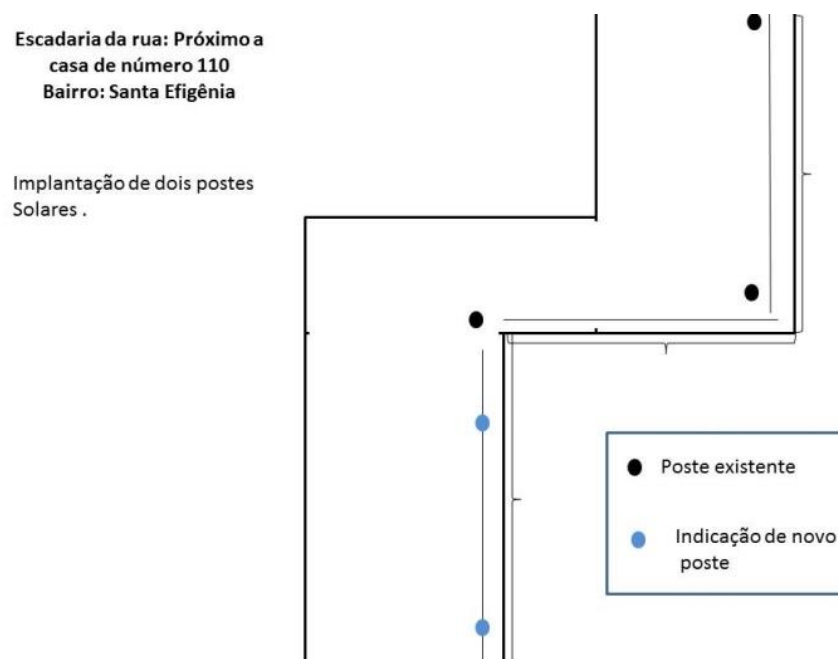
Figura 34 - Travessa Francisco Quintiliano com indicação de instalação de 3 postes.



Fonte: Autor (2018).



Figura 35 - Rua sem nome com indicação de instalação de 2 postes.



Fonte: Autor (2018).

Com levantamento feito, evoluiu-se para a prática, com todos os pontos marcados e furados, os postes contendo 4,5m fora concretado ao chão, inserido no solo 50 Cm (como pode ser visto na figura 36). O poste principal que leva a placa solar, fixado coma face voltada para a direção norte <sup>5</sup>e em ponto mais aberto, fora projetado após estudo para melhor captura da irradiação solar.

Figura 36 - Ponto onde será inserido um poste.



Fonte: Autor (2018).

<sup>5</sup> A posição norte é a melhor para instalação de painéis no Brasil, pois o sol nasce no leste, sobe se vergando ao norte e pousa no oeste.

Como se sabe, o cenário do lugar é o cartão de visita do mesmo. Fazendo-se necessário a preservação ambiental, priorizando minimizar o impacto transmitido quanto à fiação entre os postes de forma subterrânea.

É distribuído então por escada no mínimo um poste que possua a geração, armazenamento e controle da energia para as lâmpadas, ou seja, um poste com placa, um controlador de carga, duas baterias estacionárias, um relé fotoelétrico e no mesmo poste uma luminária com a fita LED (40 Cm), nos demais postes da mesma escadaria, apenas a luminária com a fita LED interligados subterraneamente com o poste que produz a geração e comandos da energia elétrica.

Como são usadas duas baterias a ligação não poderia ser realizada em paralelo, pois a tensão iria aumentar de 12 para 24 V, deixando em série a tensão é igual, e caso a fita necessite de maior valor de corrente será distribuído. Essa ligação é apresentada na figura 37 onde os fios foram soldados no terminal da bateria para garantir uma maior confiabilidade.

Figura 37 - Baterias ligadas em série.

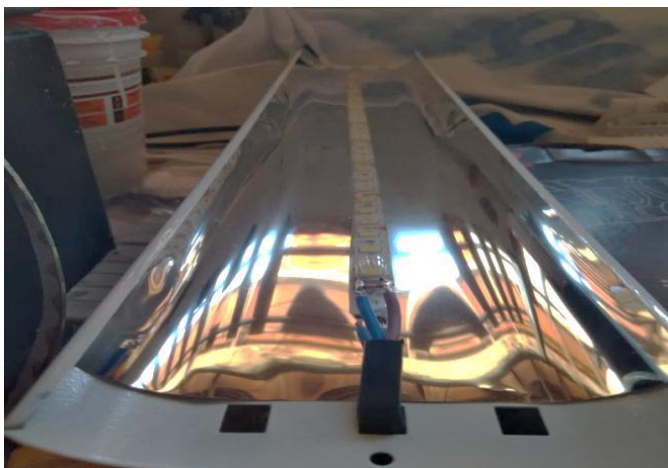


Fonte: Autor (2018).

A primeira escada a receber o benefício é a Travesso Francisco Quintiliano, na qual não possuía nenhum tipo de iluminação. Esta possui cerca de 46m de comprimento recebeu três pontos de iluminação, como mencionado não foi usada à garrafa pet, pois visando o princípios ambientais foi reaproveitado luminárias que a

prefeitura já dispunha como apresentado na figura 38 a luminária utilizada como fita LED.

Figura 38 - Luminária com a fita LED.



Fonte: Autor (2018).

Não foi necessário o uso de outro tipo de cola a não ser a mesma da fita, a fixação foi ótima, e conforme montagem especificada em tópicos anteriores a primeira escada recebeu iluminação no dia 05 de outubro de 2018 e o resultado é apresentado nas figuras 39 e 40.

Figura 39 - Estrutura montada na primeira escadaria no bairro Santa Efigênia.



Fonte: Autor (2018).

Figura 40 - Primeira iluminação no Bairro Santa Efigênia.



Fonte: Autor (2018).

Mesmo o projeto sendo idêntico ao montado na residência, foi realizado o teste de luminância, pois na residência é usada apenas uma fita LED de 20 Cm, pensando no uso de apenas uma bateria, e agora é usada uma fita de LED com 40 Cm já que são usadas duas baterias. O teste tem como resultado um valor excelente, vale lembrar que de acordo com a NBR 5101 esse espaço teria necessidade de uma média de lux entre 5 e 10, e o resultado superou as expectativas, como pode ser visto na figura 41 o obtido foi de 17 lux.

Figura 41 - Teste de lux realizado na primeira montagem no Bairro Santa Efigênia.



Fonte: Autor (2018).

### 9.3.2 Palestra

A sustentabilidade é um grande desafio, pois nem todos os órgãos governamentais estão dispostos a promovê-la. Quando se fala em preservação do meio ambiente, logo se pensa em indústrias poluidoras, porém na cidade de Mar de Espanha, o que se visa é compreender que a sustentabilidade não teria sentido apenas no lado econômico, e sim crescimento econômico com responsabilidade ambiental.

Para partilhar dessa ideia com a comunidade, foi realizada uma palestra com os moradores do bairro, já que em sua maioria não sabiam do que se trata a expressão “sustentabilidade”. A palestra teve como foco, transmitir conhecimentos básicos a respeito dos pilares da sustentabilidade: social, econômico e ambiental. Além dessas informações foi associado informações sobre o poste, cuja geração de energia é solar, esclarecido aos moradores como a tecnologia e sustentabilidade trabalham em conjunto.

Na palestra ministrada aproximadamente um mês depois do primeiro questionário, com o apoio da Prefeitura Municipal, como pode-se ver na figura 42.

Figura 42 – Palestra.



Fonte: Autor (2018).



Pode-se observar o interesse da sociedade pelo assunto, onde compareceram pessoas de diferentes faixas etárias, inclusive crianças, que são o futuro da cidade.

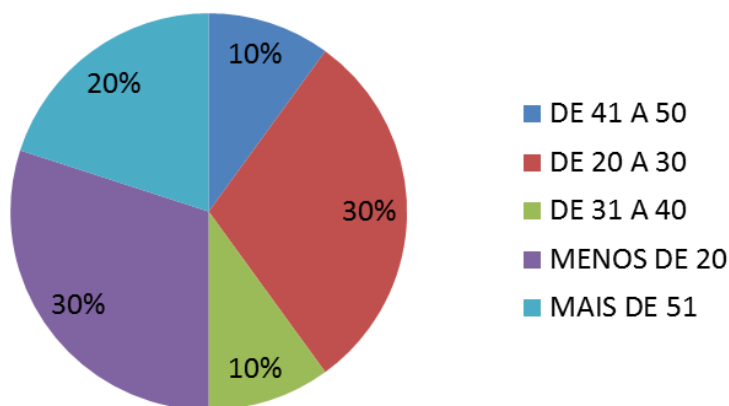
### 9.3.3 Segunda coleta de dados

Partindo do pressuposto que a primeira coleta de dados obtida revelou que a comunidade não possuía conhecimento dos assuntos em questão, um novo questionário foi aplicado a 10 moradores do bairro, como uma perícia para saber se houve evolução após a palestra ministrada à comunidade como resposta aos postes inseridos, (Anexo 2).

Além das questões ambientais o questionário teve como foco saber daqueles que convivem de perto, o que poderia ser alterado no poste, ou se o mesmo tem atendido bem as expectativas de iluminação.

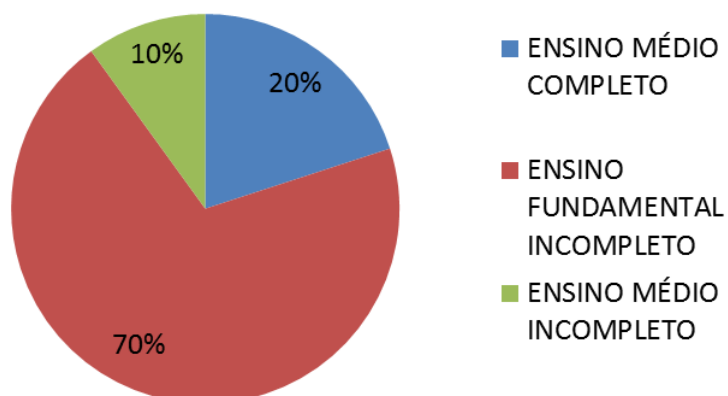
Se comparado com o questionário anteriormente aplicado, percebe-se a diferença na idade média dos entrevistados e conseqüentemente na escolaridade, como pode ser visto nas figuras 43 e 44.

Figura 43 - Percentual da idade dos entrevistados.



Fonte: Autor (2018).

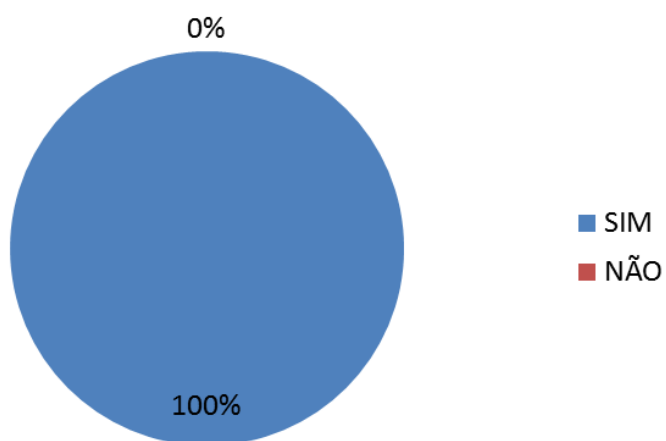
Figura 44 - Percentual do grau de escolaridade dos entrevistados.



Fonte: Autor (2018).

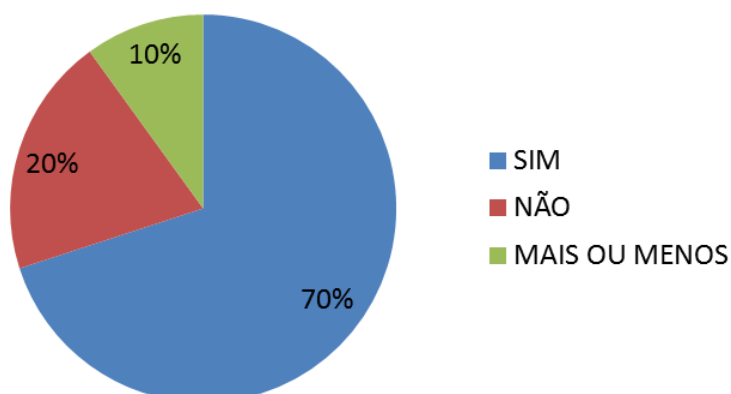
Também em contraposição ao questionário um, se comparado à figura 26 onde 90% dos entrevistados não sabiam o que era sustentabilidade, nesse segundo questionário, de acordo com a figura 45, 100% dos entrevistados dizem saber o que é sustentabilidade, e ainda 70% dizem praticar no dia-a-dia (figura 46).

Figura 45 - Percentual de pessoas que sabem o que é sustentabilidade.



Fonte: Autor (2018).

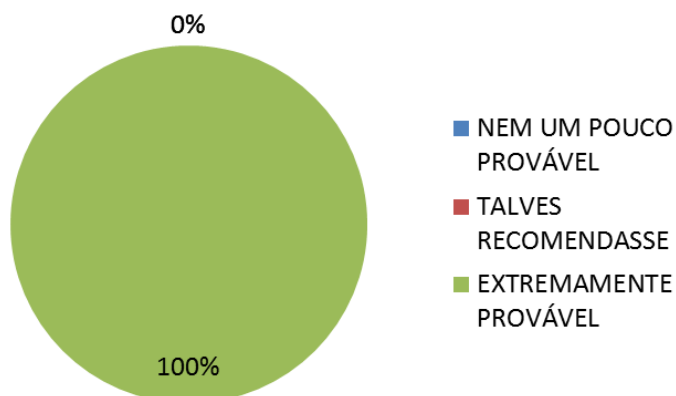
Figura 46 - Percentual de pessoas que praticam atos sustentáveis no dia-a-dia.



Fonte: Autor (2018).

Perante a aplicação desse questionário foi constatado que a utilização do poste solar para suprir a carência de iluminação pública no bairro Santa Efigênia em Mar de Espanha-MG, foi realizado com sucesso, principalmente quando perguntado se indicariam o mesmo (figura 47). Os moradores deixaram bem claro que após a instalação dos postes, perceberam maior segurança trazida pela iluminação no local, consolidando a eficiência da escolha do ambiente de instalação. Portanto foi comprovado que o respectivo projeto torna-se viável para a população.

Figura 47 - Percentual de indicação dos postes.



Fonte: Autor (2018).



## CONCLUSÃO

O desenvolvimento desse projeto possibilitou um maior conhecimento da energia solar e sua relação com a sustentabilidade, além da certeza da eficácia do poste solar sustentável.

O estudo permitiu dados consistentes em todas as etapas, uma vez que o projeto exigiu um desdobramento minucioso, passo a passo, até que de fato pode-se alcançar o objetivo geral proposto de visualizar a fabricação e implantação do poste de energia solar sustentável, em funcionamento nas escadarias do bairro Santa Efigênia, na cidade de Mar de Espanha, e conseqüentemente os objetivos específicos foram alcançados.

Ao fazer o primeiro teste na residência, foi possível constatar que o objetivo proposto realmente seria alcançado, tendo o protótipo em funcionamento pudemos fazer algumas adaptações necessárias para sua utilização propriamente dita.

Nas etapas posteriores, os questionários aplicados à população conseguiram mostrar o real conhecimento e tratamento dado ao meio ambiente, real situação da iluminação pública, suas carências e cenário favorável à implantação do projeto, momento que foi importante para comprovar que seria de necessidade o poste para a comunidade.

Na fase de produção do poste sustentável, percebeu que poderia ser utilizado equipamento já pertencentes à prefeitura e dobrar a carga para adaptar o projeto para áreas mais extensas, eliminando limitações percebidas no processo até que o mesmo tomasse forma e houvesse a implantação na comunidade escolhida para receber os postes de energia renovável sustentável.

Em ultima fase do projeto, houve o contato direto com a população residente do bairro, através de palestra sobre cuidados com o bem inserido e a associação do mesmo com o termo sustentabilidade já empregue antes com os mesmos. Como um dos meios de concluir o projeto, a segunda coleta de dados trouxe mais um amparo de que o projeto é viável, já que foi bem recebido pelos moradores, que só contaram vantagens.

A junção de duas Engenharias distintas nesse projeto, Engenharia Ambiental e Engenharia Elétrica, fez-se concluir também a importância do trabalho coletivo, pode-se mostrar que a união desses conhecimentos tornou-se o projeto mais eficaz,

conseguindo realizar o resultado proposto, sendo a Instalação do Poste de energia solar sustentável, em uma comunidade que necessitava de iluminação.

Em suma, este projeto apresentou resultados expressivos, com os questionários aplicados foi concluído que após a palestra realizada no bairro beneficiado com a luz solar que relatou sobre o funcionamento, manutenção e preservação do poste, 100% dos entrevistados adquiriram conhecimentos significativos sobre o mesmo, que ao contrário do primeiro questionário somente 10% sabia sobre as perguntas do questionário aplicado, e até mesmo pessoas não residentes do bairro mencionado tiveram conhecimento de tal tecnologia, sendo de total aceitação da sociedade e do atual gestor do município.

Para trabalhos futuros, sugere-se aplicar este tipo de tecnologia em outros bairros, em ambientes internos (como em entradas de sítios, ou até mesmo de residências), e em outras cidades, realizando testes com outros materiais, como a pastilha de LED, criando um circuito eletrônico que substitua o controlador de carga e contar também com o Relatório Ambiental Simplificado (RAS) que é uma Licença Ambiental Simplificada que resulta em critérios e pré-condições estabelecidos pelo órgão ambiental competente. .Levar apresentações às escolas e comunidades dos bairros sobre educação ambiental, inserindo no dia-a-dia da população uma prática sustentável.

## REFERÊNCIAS

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5101:2012: ILUMINAÇÃO PÚBLICA — PROCEDIMENTO**. RIO DE JANEIRO. 2012.

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15129: LUMINÁRIAS PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA**. RIO DE JANEIRO. 1994.

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5169: RELÉ FOTOELÉTRICO PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA**. RIO DE JANEIRO. 1994.

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413: ILUMINÂNCIA DE INTERIORES**. RIO DE JANEIRO. 1991.

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5431: CAIXAS E INVÓLUCROS PARA ACESSÓRIOS ELÉTRICOS PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS FIXAS DOMÉSTICAS E ANALÓGAS**. RIO DE JANEIRO. 2008.

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/CIE 8995-1: ILUMINAÇÃO DE AMBIENTES DE TRABALHO**. RIO DE JANEIRO. 2013.

ACIOLI, JOSÉ DE LIMA. **FONTES DE ENERGIA**. BRASÍLIA: UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, 1994.

ALVARENGA, CARLOS ALBERTO. **ENERGIA SOLAR**. LAVRAS: UFLA/FAEPE, 2001.

ANEEL - **AGÊNCIA NACIONAL DE ELÉTRICA (BRASIL) (ANP)**. DISPONÍVEL EM: <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/links/Default\\_Detail.cfm?idLinkCategoria=14](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/links/Default_Detail.cfm?idLinkCategoria=14)>, acesso em: 14 de abril 2018.

ANEEL - **AGÊNCIA NACIONAL DE ELÉTRICA (BRASIL) (ANP)**. **RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 82**. RIO DE JANEIRO, 2014. DISPONÍVEL EM: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2004082.pdf>>, acesso em: 13 setembro 2014.

**ATLAS BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR**, BRASIL 2ª EDIÇÃO, 2017. DISPONÍVEL EM: <[http://labren.ccst.inpe.br/atlas\\_2017.html](http://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017.html)>, acesso em: 20 de fevereiro 2018.

**BROWN. O CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE EM EMPREENDIMENTOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL. ATITUDES SUSTENTÁVEIS.** DISPONÍVEL EM: <[www.atitudessustentaveis.com.br/sustentabilidade/conceito-sustentabilidade-empreendimentos-construcao-civil](http://www.atitudessustentaveis.com.br/sustentabilidade/conceito-sustentabilidade-empreendimentos-construcao-civil)>acesso em: 28 de setembro de 2018.

CASSOLI, MÁRIO SERGIO. **ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA- UMA ALTERNATIVA PARA PROJETOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.** DISPONÍVEL EM: <<https://www.ecodebate.com.br/2016/07/21/economia-solidaria-e-consciente-artigo-de-roberto-naime>>, acesso em: 10 de setembro de 2018.

COMETTA, EMILIO. **ENERGIA SOLAR.** SÃO PAULO: HEMUS, 1978.

CPTEC. **CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS.** DISPONÍVEL EM: <<https://www.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 03 de maio de 2018.

CRESESB - **POTENCIAL SOLAR - SUNDATA V 3.0.** DISPONÍVEL EM: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php#data>>, acesso em: 09 de agosto de 2018.

CRESESB. **ATLAS SOLARIMETRICO DO BRASIL 2000.** DISPONÍVEL EM: <[http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas\\_Solarimetrico\\_do\\_Brasil\\_2000.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas_Solarimetrico_do_Brasil_2000.pdf)>, acesso em: 03 de maio de 2018.

CRISTIANO, LIKER e WHITE, 2000; HSU et al., 2007; KARSAK, SOZER e ALPETIKIN, 2002; MELGOZA et al., 2012.

DMESG. **BATERIAS AUTOMOTIVAS VS. ESTACIONÁRIAS.** DISPONÍVEL EM: <<http://www.dmesg.com.br/uso-de-baterias-automotivas-vs-estacionarias-em-no-breaks/>>, acesso em: 20 de setembro 2017.

EBES - **ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: ORIGEM E IMPORTÂNCIA PARA OS DIAS ATUAIS.** DISPONÍVEL EM: <<http://ebes.com.br/energia-solar-fotovoltaica-origem-e-importancia-para-os-dias-atuais/>>, acesso em: 03 de maio de 2018.

ELKINGTON, J. **SUSTENTABILIDADE**. SÃO PAULO: M. BOOKS, 2012.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ENERGIA ELÉTRICA 2017 ANO BASE 2016**. DISPONÍVEL

EM:<<http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anuario2017vf.pdf>>, acesso em 04 de setembro de 2018.

ÉPOCA NEGÓCIOS - **CUSTO DE INSTALAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE ENERGIA SOLAR CAI 50% NO PAÍS**. DISPONÍVEL EM: <https://epocanegocios.globo.com/Brasil/noticia/2018/02/custo-de-instalacao-de-equipamentos-de-energia-solar-cai-50-no-pais.html>, acesso em: 23 de abril de 2018.

FALCÃO, ALINE DAMM DA SILVA. **MEDIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE UM PAINEL SOLAR FOTOVOLTAICO**. DISPONÍVEL EM:

<<http://www.lee.eng.uerj.br/~jpaulo/PG/2015/Relatorio-IC-2014-2015-Painel-Solar.pdf>>, acesso em: 24 de agosto de 2018.

FARIAS L. M.; SELBITTO, M. A. **USO DA ENERGIA AO LONGO DA HISTÓRIA: EVOLUÇÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS**. REVISTA LIBERATO (NOVO HAMBURGO), V. 12, P. 7/21788820-16, 2011.

GLOBO - **PADRE FÁBIO DE MELO CONVERSA COM VOLUNTÁRIOS DO PROJETO LITROS DE LUZ BRASIL**. DISPONÍVEL EM:<<https://globoplay.globo.com/v/5823274/>>, acesso em: 03 de maio de 2018.

IBGE - **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**.

DISPONÍVEL EM: <<https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>, acesso em: 23 de abril de 2018.

INEP - **INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA**. DISPONÍVEL EM:< <http://www.inep.gov.br/>>, acesso em: 03 de maio de 2018.

JACOBI, PEDRO. **EDUCAÇÃO AMBIENTAL, CIDADANIA E SUSTENTABILIDADE**. CADERNO DE PESQUISA. MARÇO 2003.

LABORATÓRIO DE GARAGEM - **UM LITRO DE LUZ**. DISPONÍVEL EM:<<http://labdegaragem.com/profiles/blogs/um-litro-de-luz>>, acesso em: 24 de agosto de 2018.

LITRO DE LUZ BRASIL. DISPONÍVEL EM: <<http://www.litrodeluz.com/>>, acesso em: 04 de setembro 2017.

MARKVART, TOM; CASTANER, LUIS. **SOLAR CELL: MATERIALS, MANUFACTURE AND OPERATION**. ELSEVIER SCIENCE, 2003.

NREL- **NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY**. DISPONIVEL EM:<<https://www.nrel.gov/>>, acesso em: 03 de maio de 2018.

NÚMEROS DA ENERGIA SOLAR EM 2017 - **MICRO / MINI GERAÇÃO DISTRIBUÍDA**. DISPONIVEL EM: <<http://www.mhrtecnologia.com.br/numeros-da-energia-solar-em-2017-micro-mini-geracao-distribuida>>, acesso em: 02 de maio de 2018.

OLIVEIRA, RODRIGO TEIXEIRA. **LICENCIAMENTO AMBIENTAL**. SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE DE RECURSOS HÍDRICOS. SECRETARIA REGIONAL DE MEIO AMBIENTE NOROESTE DE MINAS.

PALZ, WOLFGANG. **ENERGIA SOLAR E FONTES ALTERNATIVAS**. SÃO PAULO: HEMUS, 1981.

PORTAL AMAZÔNIA - **BELO MONTE VAI MUDAR O PULSO DAS ÁGUAS DO RIO XINGU**. DISPONIVEL EM: <<http://portalamazonia.com/noticias/belo-monte-vai-mudar-o-pulso-das-aguas-do-rio-xingu>>, acesso em: 23 de abril de 2018.

PROCESSO LICITATÓRIO DO CIESP - EDITAL DE PREGÃO (PRESENCIAL) N° 013/2014 - PROCESSO N° 019/2014.

PROCESSO LICITATÓRIO DO MUNICÍPIO DE MAR DE ESPANHA - EDITAL DE DISPENSA N° 018/2018. DISPONÍVEL EM: <[http://publicacao.pmmespanha.siplanweb.com.br/contas-publicas/visualizar/9/Processos\\_Homologados\\_2018\\_.pdf](http://publicacao.pmmespanha.siplanweb.com.br/contas-publicas/visualizar/9/Processos_Homologados_2018_.pdf)>, acesso em: 03 de outubro de 2018.

PROCESSO LICITATÓRIO DO MUNICÍPIO DE MAR DE ESPANHA - EDITAL DE DISPENSA N° 126/2018. DISPONÍVEL EM: <[http://publicacao.pmmespanha.siplanweb.com.br/contas-publicas/visualizar/9/Processos\\_Homologados\\_2018\\_.pdf](http://publicacao.pmmespanha.siplanweb.com.br/contas-publicas/visualizar/9/Processos_Homologados_2018_.pdf)>, acesso em: 03 de outubro de 2018.

PROCESSO LICITATÓRIO Nº 019/2014 - PREGÃO (PRESENCIAL) OBJETIVANDO A CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA EM SERVIÇOS DE ENGENHARIA ELÉTRICA PARA A EXECUÇÃO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA E CORRETIVA DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA DOS MUNICÍPIOS CONSORCIADOS AO CIESP. - CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE ESPECIALIDADES – CIESP. REALIZADO EM 09 DEZEMBRO 2014.

REDE BOM DIA – **NOTÍCIAS**. DISPONÍVEL EM:

<<https://www.redebomdia.com.br/noticias/05/2018/junho-tera-cobranca-mais-altas-contas-de-energia-eletrica/>>, acesso em: 06 de junho de 2018.

REIS, L.B. DOS SANTOS, E.C. **ENERGIA ELÉTRICA SUSTENTABILIDADE**. 2º ED. BARUERI, SP: MANOLE, 2014.

RIBEIRO, AMAROLINA. “**O QUE É MATRIZ ENERGÉTICA?**”. BRASIL ESCOLA. DISPONÍVEL EM:

<[https://brasilescola.uoul.com.br/o\\_que\\_e/geografia/o\\_que\\_e\\_matriz\\_energetica.html](https://brasilescola.uoul.com.br/o_que_e/geografia/o_que_e_matriz_energetica.html)>, acesso em: 03 de outubro de 2018.

SHAYANI, R. A; OLIVEIRA, M.A. G; CAMARGO, I.M.T. **COMPARAÇÃO DO CUSTO ENTRE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA E FONTES CONVENCIONAIS**. 2006. 16F. ESTUDO COMPARATIVO (ENGENHARIA ELÉTRICA), DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA FACULDADE DE TECNOLOGIA, UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, BRASÍLIA. 2006.

SIN - **SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL**. DISPONÍVEL EM:

<<http://ons.org.br/pt/paginas/sobre-o-sin/o-sistema-em-numeros>>, acesso em: 23 de abril de 2018.

STOHS SJ, SHARA M. **EFFECTS OF P-SYNEPHRINE ALONE AND IN COMBINATION WITH SELECTED BIOFLAVONOIDS ON RESTING METABOLISM, BLOOD PRESSURE, HEART RATE AND SELF-REPORTED MOOD CHANGES**.<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21537493> IN: BAGCHI D, PREUSS HG, EDITORS. OBESITY: EPIDEMIOLOGY, PATHOPHYSIOLOGY, AND PREVENTION. BOCA RATON, FL, USA: CRC PRESS; 2011.

USP - **ENERGIA 1999**. DISPONÍVEL EM:

<<http://www.cepa.if.usp.br/energia/energia1999/Grupo6A/tipolamp.htm>>, acesso em: 09 de agosto de 2018.

**Anexo 1- Primeiro questionário aplicado.**

Questionário – Instalação de poste solar sustentável na cidade de Mar de Espanha-MG

*Pesquisa qualitativa, para levantar opiniões dos moradores das escadarias do bairro Santa Efigênia na cidade de Mar de Espanha- MG sobre sustentabilidade. Estudo transversal para obtermos os dados se de fato sabe-se o que é sustentabilidade. Dados recolhidos antes da aplicação do poste solar sustentável.*

1. **Nome:**

2. **Indique seu sexo**

1 -  Masculino

2 -  Feminino

3. **Indique sua idade**

1 -  Menos de 20 anos

2 -  De 20 a 30 anos

3 -  De 31 a 40 anos

4 -  De 41 a 50 anos

5 -  Mais de 51 anos

4. **Indique seu grau de escolaridade**

1 -  Ensino Fundamental incompleto

2 -  Ensino Fundamental completo

3 -  Ensino Médio incompleto

4 -  Ensino Médio completo

5 -  Superior incompleto

6 -  Superior completo

7 -  Pós-Graduação

5. **Quantas pessoas moram na sua casa incluindo você?**

6. **Você possui iluminação pública em sua rua?**

1 -  Sim

2 -  Não

7. **Como está a iluminação da sua rua?**

1 -  Ruim

2 -  Regular

3 -  Boa

4 -  Ótima

8. **Você nota uma alta diferença na sua conta de luz pela taxa de iluminação pública?**

1 -  Sim

2 -  Não



9. **Você sabe o que é sustentabilidade?**

1 -  Sim

2 -  Não

10. **Você costuma fazer alguma economia em casa como em relação a tempo gasto no chuveiro ou desperdício de água? Comente.**

1 -  Sim

2 -  Não

11. **Saber de um poste solar sustentável instalado na sua rua...?**

1 -  Interessa-me bastante

2 -  Não tenho o que declarar

3 -  Interessa-me pouco

12. **Você acredita que a população iria preservar?**

1 -  Sim

2 -  Não

13. **Quanto de conhecimento você tem sobre os seguintes itens?**

1 - Energia renovável:  pouco  mais ou menos  bastante

2 - Energia solar:  pouco  mais ou menos  bastante

14. **Você já viu algo com uso de energia renovável?**

1 -  Sim

2 -  Não

15. **Se você já viu, de onde foi?**

1 -  De casa

2 -  Do serviço

3 -  De locais públicos

**Anexo 2- Segundo questionário aplicado.**

Questionário – Instalação de poste solar sustentável na cidade de Mar de Espanha -MG

*Pesquisa qualitativa, para levantar opiniões dos moradores das escadarias do bairro Santa Efigênia na cidade de Mar de Espanha- MG sobre o funcionamento do poste solar sustentável, opções de melhorias e a nova visão da comunidade sobre sustentabilidade.*

**1. Nome:**

**2. Indique seu sexo**

- 1 -  Masculino  
2 -  Feminino

**3. Indique sua idade**

- 1 -  Menos de 20 anos  
2 -  De 20 a 30 anos  
3 -  De 31 a 40 anos  
4 -  De 41 a 50 anos  
5 -  Mais de 51 anos

**4. Indique seu grau de escolaridade**

- 1 -  Ensino Médio completo  
2 -  Superior incompleto em  
3 -  Superior completo em  
4 -  Pós-Graduação  
5 - Outro: \_\_\_\_\_

**5. Quantas pessoas moram na sua casa incluindo você?**

**6. Qual a probabilidade de você recomendar o poste solar para seus colegas?**

- 1 -  Nem um pouco provável  
2 -  Talvez recomendasse  
3 -  Extremamente provável

**7. Quais mudanças você indicaria para melhorar o funcionamento do poste solar sustentável?**

**8. O que realmente aconteceu de bom com a instalação dos postes solares sustentáveis?**

**9. Hoje você sabe o que é sustentabilidade?**

- 1 -  Sim  
2 -  Não

**10. Entendendo o que é sustentabilidade, você já pratica no dia-a-dia?**

## Anexo 3- Viabilidade técnica ambiental.



*Prefeitura Municipal de Mar de Espanha*

CEP 36640-000 - ESTADO DE MINAS GERAIS

Mar de Espanha, 7 de novembro de 2018.

### **Viabilidade Técnica Ambiental**

Trata-se de projeto com a finalidade de atender a população do município de Mar de Espanha no que tange ao déficit em Iluminação Pública. A iniciativa para solucionar o problema seria a elaboração de Poste Solares Sustentáveis, voltado para famílias com vulnerabilidade econômica e social.

Projeto: Poste Solar Sustentável, um poste com menor relação custo-benefício, se comparado ao da CEMIG, utiliza energia limpa e renovável, além de ter um consumo elétrico relativamente baixo.

#### **Da Legislação Ambiental:**

Segundo a Deliberação Normativa COPAM 217 de 6 de Dezembro de 2017 que estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais, o empreendimento em Epígrafe não se enquadra nos tipos de Licenciamento, ou seja, não é passível de Licenciamento Ambiental. Ainda sim o empreendimento consta como interesse social e utilidade pública senão vejamos:

#### **Interesse Social:**

Regularização fundiária de assentamentos humanos ocupados predominantemente por população de baixa renda em áreas urbanas de ocupação antrópica consolidada;

#### **Utilidade Pública:**

Obras de infraestrutura destinadas às concessões e aos serviços públicos de transporte, habitação, sistema viário, saneamento, gestão de resíduos, energia, telecomunicações, radiodifusão, as instalações necessárias à realização de competições esportivas estaduais, nacionais ou internacionais;

---

PREFEITURA MUNICIPAL DE MAR DE ESPANHA  
Praça Barão de Ayuruoca, nº 53 – Centro – Mar de Espanha/MG – CEP 36.640-000  
E-mail: [convenios@mardeespanha.mg.gov.br](mailto:convenios@mardeespanha.mg.gov.br)  
Telefone: (32) 3276-1225 – Fax: (32) 3276-1579



## Prefeitura Municipal de Mar de Espanha


CEP 36640-000 - ESTADO DE MINAS GERAIS

### Dos Impactos:

É importante salientar que o local onde receberá as instalações dos Postes Solares Sustentáveis é uma área de vulnerabilidade econômica e social, com muitas escadarias e becos, o que exige um trabalho minucioso e técnico. Os cabeamentos serão subterrâneos, sendo necessária a escavação. Não haverá supressão de arbóreos, será retirado somente a vegetação forrageira. Diante do exposto o empreendimento é enquadrado como de Baixo Impacto.

### Após visita técnica no local por profissional habilitado, pode - se concluir que:


- O local está apto para o início das obras;
- Existe viabilidade técnica para o empreendimento;
- O manejo correto e a retirada da cobertura vegetal do solo implicarão em baixo impacto ao Meio Ambiente;
- A Legislação Ambiental está sendo observada e aplicada em todos os seus princípios.

  
**BIO FLORA**  
 CONSULTORIA E SERVIÇOS AMBIENTAIS  
 CNPJ 13.916.318/0001-69  
 Ronaldo Rosa Martins  
 Analista Ambiental  
 CRQ - PR202708

---

PREFEITURA MUNICIPAL DE MAR DE ESPANHA  
 Praça Barão de Ayuruoca, nº 53 – Centro – Mar de Espanha/MG – CEP 36.640-000  
 E-mail: [convenios@mardeespanha.mg.gov.br](mailto:convenios@mardeespanha.mg.gov.br)  
 Telefone: (32) 3276-1225 – Fax: (32) 3276-1579

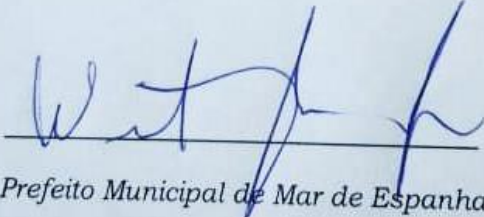
## Anexo 4- Permissão para uso de nome



*Prefeitura Municipal de Mar de Espanha*  
CEP 36640-000 - ESTADO DE MINAS GERAIS

Eu, Wellington Marcos Rodrigues, prefeito do município de Mar de Espanha, estado de Minas Gerais, autorizo o uso de **NOME, IMAGEM** da Prefeitura Municipal de Mar de Espanha, CNPJ nº 18.535.658/0001-63, situada a Pc Barão De Ayuruoca, 53, Centro, Mar De Espanha, MG, CEP 36640-000, Brasil, pelas alunas da Doctum, Hellemn Marty do Couto Cardoso e Thairiny Alves Quinelato, em trabalho de conclusão de curso apresentado a instituição.

Mar de Espanha, 30/10/2018  
Local Data

  
\_\_\_\_\_  
Prefeito Municipal de Mar de Espanha