



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

FABRYCIO ÉRICO DE MEDEIROS

**PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE ILUMINAÇÃO SOLAR
COM GARRAFAS PET's NO SETOR DE MECÂNICA DO SENAI-PB**

JOÃO PESSOA – PB

2018

FABRYCIO ÉRICO DE MEDEIROS

**PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE ILUMINAÇÃO SOLAR
COM GARRAFAS PET's NO SETOR DE MECÂNICA DO SENAI-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Paraíba como parte das exigências à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Antônio Cabral dos Santos

JOÃO PESSOA – PB

2018

Catlogação na publicação Seção de Catlogação e Classificação

M488p Medeiros, Fabrycio Erico de.

PROJETO DE IMPLATAÇÃO DE SISTEMA DE ILUMINAÇÃO SOLAR
COM GARRAFAS PETs NO SETOR DE MECÂNICA DO SENAI-PB /
Fabrycio Erico de Medeiros. - João Pessoa, 2018.

30 f.

Orientação: Carlos Antônio Cabral dos Santos Santos.
Monografia (Graduação) - UFPB/Tecnologia.

1. : Iluminação natural; Garrafas PET. Luz solar. I. Santos, Carlos
Antônio Cabral dos Santos. II. Título.

UFPB/BC

FABRYCIO ÉRICO DE MEDEIROS

**PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE ILUMINAÇÃO SOLAR
COM GARRAFAS PET's NO SETOR DE MECÂNICA DO SENAI-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC, apresentado à banca examinadora do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Paraíba como parte das exigências à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, tendo obtido o conceito _____, conforme a apreciação da banca examinadora:

Aprovado em: __ de junho de 2018

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Antônio Cabral dos Santos
Departamento de Engenharia Mecânica / Centro de Tecnologia / UFPB

Prof. Dr. Jacques Cesar dos Santos
Departamento de Engenharia Mecânica / Centro de Tecnologia / UFPB

Prof. Dr. Laurivan da Silva Diniz
Instituto Federal da Paraíba / IFPB

Dedico este trabalho aos meus pais, ao meu irmão, a minha namorada Camila Medeiros, pela paciência, dedicação e amor que me dispuseram ao longo da minha vida e principalmente durante a elaboração deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A meu pai Fernando Erico de Medeiros (em memória) e minha mãe Maria Lúcia de Medeiros, pela força e coragem que me deram para realizar este trabalho e não desistir diante de inúmeros obstáculos que apareceram ao longo da realização do mesmo.

Ao Prof. Dr. Carlos Antônio Cabral dos Santos, pela orientação, sugestões, disponibilidade em ajudar e pela contribuição importante para realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Jacques Cesar dos Santos, pelas contribuições dadas durante a fase de qualificação e pelos conselhos diários.

Ao Prof. Dr. Laurivan da Silva Diniz, pela disponibilidade em ajudar sempre que preciso, e se dispor a participar da banca examinadora.

Ao SENAI por me proporcionar toda a razão e dedicação a este estudo.

Ao STI (Serviço de Tecnologia e Inovação) nas pessoas de Mayne, Paula, Verônica, Juliana, Ariany, Daniela, Sávio, João, Marcelo, Fábio, Ícaro, Pedro, Rafael por me darem toda essa imensidão de conhecimentos.

A Jailson Paz e Daniel Karlos, pela amizade, companheirismo e me proporcionar incentivo e encorajamento na minha vida acadêmica e profissional.

A meu irmão Fernando Erico de Medeiros filho pela força e auxílio em toda essa jornada.

A minha namorada Camila Medeiros pelo carinho e compreensão que sempre me dedicou.

A toda equipe GFTEAM-PB, orientados pela pessoa de Tayrone Damasceno, pelos ensinamentos, e por nos transformar em pessoas melhores

Aos colegas de curso João Inocêncio, Danyelson, Hugo, Wladimir, Jefferson, Igor Nobrega, David, Arthur, Felipe, Augusto, Iago, Francisco Jr, Danilo, Antônio Neto e Dean pela amizade e companheirismo que me dedicaram.

Aos amigos Guilherme, Édipo, Luan, Edmilson, Antônio Jr, Ronaldo, Paulo, Arthur, Rafael, pelos incentivos diários.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para que esse trabalho fosse realizado.

Olhe o mundo com a coragem de um cego.
Entenda as palavras com a atenção de um surdo.
Fale com as mãos e com os olhos como fazem os mudos.
(Cazuza)

RESUMO

Com a crise hídrica recente em nosso país, tem estimulado ainda mais a necessidade constante de obtenção de novos meios de gerar energia, bem como a aplicação de meios renováveis para sua utilização. O presente trabalho, teve como finalidade principal, a implantação de um sistema de iluminação feito com garrafas pet's (Polietileno tereftalato), no Setor da Metal/Mecânica, do SENAI – Odilon Ribeiro Coutinho, na cidade de João Pessoa – PB. Com o propósito de aproveitar ao máximo o período solar, minimizando custos de manutenção, e consumo elétrico da Instituição. Por meio desse estudo, ficou evidenciado que: A implantação deste sistema se torna viável, visto que a economia anual seria satisfatória; o retorno do investimento seria compensado no segundo mês de aplicação; é uma fonte de energia limpa e renovável, entre outros pontos satisfatórios alcançados nessa pesquisa.

Palavras-Chave: Iluminação natural; Garrafas PET. Luz solar.

ABSTRACT

With the recent water crisis in our country, it has stimulated even more the constant need to obtain new means of generating energy, as well as the application of renewable resources for its use. The main purpose of this work was the implantation of a lighting system made with PET bottles (Polyethylene Terephthalate) in the Metal / Mechanical Sector of SENAI - Odilon Ribeiro Coutinho, in the city of João Pessoa - PB. With the purpose of making the most of the solar period, minimizing maintenance costs and electric consumption of the Institution. Through this study, it was evidenced that: The implantation of this system becomes viable, since the annual economy would be satisfactory; the return on investment would be offset in the second month of application; is a source of clean and renewable energy, among other satisfactory points reached in this research.

Keywords: Natural lighting; PET Bottles. Sunlight.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esboço dos tipos de radiação solar.....	20
Figura 2 – Vista superior do setor metal/mecânica	22
Figura 3 – Vista interna do setor metal/mecânica	22
Figura 4 – Vista interna do setor metal/mecânica	23
Figura 5 – Vista interna do setor metal/mecânica	23
Figura 6 – Vista interna do setor metal/mecânica	23
Figura 7 – Modelos de aplicação de sistemas de iluminação utilizando garrafas PET	24
Figura 8 – Modelo de aplicação de sistema de iluminação utilizando garrafas PET	25
Figura 9 – Modelo de lâmpada Fluorescente T10	23
Figura 10 – Modelo de reator 15935	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Consumo lâmpada fluorescente	25
Tabela 2 – Consumo Reator	26

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABIPET - Associação Brasileira Do Pet

UV – ultravioleta

LUX – Intensidade de iluminação

MJ – Mega Joule

m² – Metro quadrado

W – Watts

Ergs – Unidade de potência

Isc – Constante solar

s – segundos

PET - politereftalato de etileno

STI – Serviço, Tecnologia e Inovação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
3.1 LUZ NATURAL	17
3.2 BENEFÍCIOS DA ILUMINAÇÃO NATURAL	18
3.3 RECURSO SOLAR E ILUMINAÇÃO NATURAL	19
4 METODOLOGIA.....	20
4.1 TIPO DE PESQUISA.....	20
4.2 LOCAL DE APLICAÇÃO E COLETA DOS DADOS.....	20
4.3 ANÁLISE DOS DADOS.....	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6 COSIDERAÇÕES GERAIS	27
REFERÊNCIAS	29
ANEXOS.....	30

1 INTRODUÇÃO

O Brasil tem o privilégio de produção majoritária de energia elétrica de origem hídrica, com custos imensos causando assim uma dependência essencial de chuvas e do armazenamento em seus reservatórios. Isto nos trás a uma situação bastante critica, devido muitas vezes, aos longos períodos de estiagem que vivenciamos.

Com a crise hídrica em nosso país, surge a necessidade constante de obtenção de novos meios de gerar energia elétrica, bem como a aplicação de meios renováveis para sua utilização, para produção e contribuição para as mais diversas fontes de matrizes energéticas, buscando contribuir de forma usual, equalizadora e minimizadora desse problema, principalmente devido a questão do custo de energia elétrica repassado a sociedade pelas altas taxas cobradas pelas concessionárias de energia elétrica.

Com isso se tem a procura incessante na busca de obtenção de meios que venham a intensificar e reutilizar todo esse material (resíduo) que é descartado em nosso planeta de forma que o mesmo seja reaproveitado, dando não só um destino, mas também trazendo utilidade ao mesmo.

O presente trabalho tem a finalidade a proposição de um sistema de iluminação alternativo, através da aplicação e uso de garrafas claras de Polietileno tereftalato (pet's), no Setor da Metal/Mecânica, do SENAI – Odilon Ribeiro Coutinho, na cidade de João Pessoa – PB. Com o intuito de aproveitamento máximo do período diurno, minimizando custos de manutenção, e consumo elétrico da Instituição. Visto que o maior consumo de eletricidade neste setor é aplicado durante a fase diurna, e a aplicação deste sistema viabilizaria tanto como fatores econômicos, bem como em relações a manutenção de sistemas de iluminação, e a aplicação de energias renováveis com o aproveitamento solar que é bem farto em nossa região.

O presente trabalho justifica-se por oferecer medidas inteligentes de aplicação de recursos geram para economia de eletricidade, com a implantação de garrafas pet (Polietileno tereftalato) no telhado do setor de metal/mecânica, gerando um menor consumo elétrico, bem como um aproveitamento da iluminação solar, abundante em nossa região durante todo o ano. Visto que com a utilização do mesmo, só seria necessário o uso de iluminação elétrica em dias chuvosos.

Para tornar didática a apresentação desse trabalho, acrescenta-se a essa introdução as seguintes seções:

Na capítulo II são apresentados tópicos relacionados à luz natural, benefícios da iluminação natural, bem como recurso solar e iluminação natural.

Na capítulo III são apresentados os procedimentos metodológicos, bem como as análises necessárias para alcançar o objetivo proposto.

Na capítulo IV são apresentados os resultados e discussão desse trabalho.

Na capítulo V são apresentadas conclusões geradas pelas análises alcançadas.

Por fim, é apresentada uma lista de referências bibliográficas usadas para a execução deste trabalho, na qual constam livros clássicos, artigos de periódicos e de congressos, teses e dissertações, além de websites de empresas e instituições.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do presente trabalho é avaliar a implantação de um sistema de iluminação com garrafas pet no telhado do setor de Metal/Mecânica do Senai-ORC – JP, quanto a economia viabilidade e benefícios..

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Avaliar os custos de obtenção do sistema.
- b) Avaliar a viabilidade econômica em sua aplicação.
- c) Avaliar se a aplicação do mesmo irá substituir completamente o sistema elétrico utilizado.
- d) Avaliar a relação sobre o impacto ambiental proporcionado.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Nessa seção serão abordados tópicos relacionados à luz natural, benefícios da iluminação natural, bem como recurso solar e iluminação natural.

3.1 LUZ NATURAL

Os seres humanos, em comum com a maioria dos outros organismos complexos, dependem da exposição à luz natural para ativar uma série de funções fisiológicas.

Enquanto os perigos da exposição excessiva à luz solar foram amplamente divulgados, os perigos da pouca exposição são frequentemente desconsiderados. A evolução humana ocorreu devido à exposição à luz natural, incluindo os raios UV (componente ultravioleta), e, embora o esgotamento da camada de ozônio cause preocupação, não altera o fato de que a fisiologia humana depende de certo grau de exposição aos raios UV. A radiação ultravioleta é a parte do espectro solar cujos comprimentos de onda são menores que os das ondas da faixa desse espectro visualmente captadas pelos seres humanos (GARROCHO, 2005).

Indubitavelmente, a exposição excessiva à luz solar, especialmente aos raios UV, causa danos, mas existem evidências de que a exposição moderada é benéfica. Vários dados estatísticos, segundo Baker et al (2002), estão abertos à interpretação e não são conclusivos, mas certamente dão algum crédito à ampla e divulgada crença de que a luz do sol é um importante fator para promover não só a boa saúde como a sensação de bem-estar e conforto ao ser humano.

De acordo com Baker et al (2002), os edifícios com luz natural, devido à variação da iluminação no tempo e espaço, fornecem os estímulos suficientes para desencadear os processos fisiológicos que evitam esta síndrome.

Todavia, quanto à luz natural, seus efeitos prejudiciais e benéficos estão ligados de forma inseparável; é difícil obter qualquer benefício do sol sem, ao mesmo tempo, se expor aos prejuízos que ele pode causar. Obviamente, o equilíbrio neste aspecto é relevante, e um projeto arquitetônico adequado pode ajudar a equacionar a questão (GARROCHO, 2005).

Assim sendo, é importante ressaltar que a luz proveniente do sol é a fonte de luz natural principal, mas como afirma Hopkinson et al (1975) é a luz do sol difundida na atmosfera que, como luz do céu, serve de fonte primária na iluminação natural de interiores.

3.2 BENEFÍCIOS DA ILUMINAÇÃO NATURAL

A busca da relação do usuário com a iluminação natural e vista exterior não é nova na área acadêmica. Mas recentemente o tema passou a ser novamente resgatado, principalmente pela discussão sobre a qualidade da iluminação dos ambientes e incentivos à integração das pesquisas de engenharia/arquitetura (GALASIU & VEITCH, 2006).

Bodart e Deneyer (2004) identificam em suas pesquisas que 91% dos participantes preferem trabalhar em ambientes com iluminação natural. Quando questionados sobre por que luz natural é a preferida, quase todos os entrevistados justificam que é mais confortável e que reduz o estresse do trabalho. Quanto ao melhor tipo de iluminação para trabalhar, 62% preferem a luz natural e 37% apontam que as luzes naturais e artificiais são igualmente boas. Uma minoria muito pequena prefere a iluminação artificial.

A literatura mostra uma preferência consistente e forte para a luz natural e uma diversidade de preferências entre os indivíduos em relação às preferências dos níveis de iluminação natural em escritórios. Segundo Galasiu & Veitch (2006) o conhecimento existente sobre como as pessoas respondem a iluminação natural e a relação com os controles de sombreamento no local de trabalho são muito limitados e, portanto, a pesquisa realizada pelos autores apresenta um resumo das lacunas de conhecimento no campo de iluminação natural e sua interação com os ocupantes.

Dentre as influências positivas da iluminação natural sobre a saúde humana, destaca-se além do bem-estar e conforto visual, o controle do ritmo circadiano (acordar e dormir), a produção de vitamina D, a qualidade do sono, a redução do estresse e o bem-estar emocional (VAN BOMMEL, 2006).

Galasiu & Veitch (2006) destacam que existe divergências quanto aos níveis de iluminâncias para luz natural e artificial. Variações decorrentes de localidade, características do espaço, dimensão das aberturas, relação com a janela, etc. Observaram que quando as condições térmicas não são agradáveis e aceitas, existe grande probabilidade de as condições de iluminação também serem vistas como desagradáveis.

Para o Brasil, o Céu Parcialmente Encoberto ou Intermediário é o mais representativo, como comprovado por Scarazzato (1995), que fez um levantamento das condições típicas de céu nas diferentes capitais brasileiras para os dias típicos. Esta peculiaridade reforça alerta para o perigo de adoção de critérios e normas internacionais, assim como comparativo de estudos de caso e metodologias elaboradas com base em climas e tipos de céu fora dos padrões brasileiros.

No Brasil, por exemplo, são encontrados valores elevados de iluminâncias em espaços abertos, que ultrapassam os 70.000lux ao meio dia no inverno e 100.000 lux no verão. Para o desenvolvimento de tarefas de alta precisão são necessários aproximadamente 1.500lux. Percebe-se que existe um excedente significativo de luz natural disponível. Esta constatação reforça a necessidade de soluções arquitetônicas coerentes e comprometidas com o conforto visual dos usuários, pois existe um elevado risco de desconforto por excesso de luz natural, tanto em termos quantitativos como qualitativos (VIANNA & GONÇALVES, 2007).

3.3 RECURSO SOLAR E ILUMINAÇÃO NATURAL

Inegavelmente, o sol é a maior fonte de energia conhecida pela humanidade, o potencial da energia solar é inesgotável, sendo o Brasil um país onde grande parte do seu território está localizado em regiões tropicais, cuja insolação média durante o ano se situa entre 16 e 20 MJ/m² /dia (CRESESB, 2000).

A energia solar que atinge a Terra chamada de insolação (ou Radiação Solar), na realidade, uma medida da potência instantânea que atinge uma determinada área na Terra [W/m²], podendo variar ao longo do tempo, seu valor máximo é usado no projeto de sistemas solares para determinação da taxa máxima de entrada de energia no sistema.

Segundo (Oliveira, 2007) as medidas atuais determinam que cada metro quadrado na Terra absorve do Sol em média anual uma potência de 1367 W/m² , com variação de 0,3% durante o ciclo solar de 11 anos. Por esse fluxo determina-se a potência radiante do Sol em 4x10²⁶ W ou 4x10³³ ergs/s. Onde o valor da constante solar é $I_{sc} = 1367 \text{ W/m}^2$.

Algumas definições importantes precisam ser descritas para o entendimento da energia solar.

1. Radiância (W/m²) - Taxa de energia radiante incidente em uma superfície por unidade de área desta radiação (Wh/m² ou J/m²), energia incidente por unidade de área em uma superfície, obtida por integração da radiação em um tempo específico.

2. Radiação Direta - Radiação solar recebida do Sol sem dispersão da atmosfera terrestre.

3. Radiação Difusa - Radiação solar recebida do Sol, após sofrer dispersão atmosférica.

4. Radiação de Albedo ou Refletida - Parte da energia recebida sobre a superfície terrestre é reenviada para o espaço sob a forma de energia refletida.

5. Radiação Global - Soma dos componentes, direta e difusa recebida em uma superfície. A radiação global ou total é dada pela soma da radiação direta, radiação difusa e radiação de albedo. Na figura 1 abaixo pode ser observado a representação das radiações.



Figura 1 – Esboço dos tipos de radiação solar.

Fonte: PEREIRA (2011) *apud* SILVESTRE (2016).

Recentemente surgiu uma nova forma de iluminação sustentável, a com Garrafa Pet, atualmente, um dos plásticos de maior presença no lixo urbano é o politereftalato de etileno (PET). De acordo com a ABIPET (2013), o tempo para haver a degradação total de materiais com base PET é superior a 400 anos, por isso, são grandes as variedades de utilização, ou no caso reutilização, do mesmo na construção civil.

Para Sindusconpr (2013) a reutilização é um processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo. Consiste no aproveitamento do resíduo nas condições em que é descartado, sem qualquer alteração física, submetendo-o a pouco ou nenhum tratamento; exigindo apenas operações de limpeza, embelezamento, identificação, entre outras, modificando ou não a sua função original.

Nos estados do Norte, Nordeste e Centro Oeste, nos quais praticamente inexitem diferenças sazonais de incidência solar, o procedimento pode gerar alguma economia final (EQUIPE DE OBRA, 2012). O custo do processo é irrelevante, pois o material empregado é reciclado ou de baixo custo.

4 METODOLOGIA

4.1 TIPO DE PESQUISA

O presente trabalho consiste em uma pesquisa aplicada para implantação de um sistema alternativo, de baixo custo, e renovável, na unidade do SENAI – Odilon Ribeiro Coutinho, na cidade de João Pessoa, no estado da Paraíba, no setor de Metal/Mecânica, com caráter de profundidade e detalhamento. Será aplicada também uma análise no setor, para viabilidade e possível aplicação do sistema. O foco de observação será o ambiente de trabalho. A investigação será também bibliográfica, utilizando como fonte revistas, jornais e redes eletrônicas, ou seja, material acessível ao público em geral. Buscar-se-á ainda artigos que sejam relacionados à implantação deste sistema em outros setores da área industrial.

4.2 LOCAL DE APLICAÇÃO E COLETA DOS DADOS

O ambiente analisado foi o bloco do Setor de Metal/Mecânica onde foi contabilizado o número de pontos de iluminação e avaliação de aplicação de pontos luminosos no telhado.

4.3 ANÁLISE DOS DADOS

Será feito com base em aplicações de cálculos de custos de aquisição/aplicação, e gastos energéticos com iluminação no setor demonstrados através de tabelas e cálculos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Setor de Metal/Mecânica abrange uma instalação de 823,2m², oferecendo cursos como tornearia, fresagem e STI (Serviço, tecnologia e inovação), prestados à indústria.

A Figura 2 mostra a vista superior do setor metal/mecânica do SENAI (local de estudo).

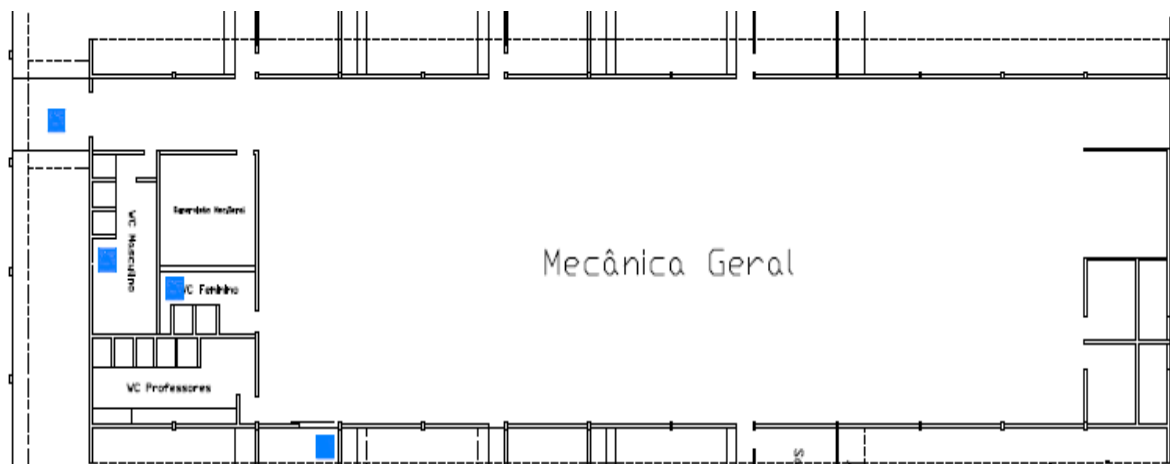


Figura 2 – Vista superior do setor metal/mecânica

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

As Figuras 3, 4 e 5 e 6 mostram a vista interna do setor metal/mecânica.



Figura 3 – Vista interna do setor metal/mecânica

Fonte: Produzida pelo autor (2018).



Figura 4 – Vista interna do setor metal/mecânica

Fonte: Produzida pelo autor (2018).



Figura 5 – Vista interna do setor metal/mecânica

Fonte: Produzida pelo autor (2018).



Figura 6 – Vista interna do setor metal/mecânica

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

A Figura 7 mostra o exemplo de sistema de iluminação natural utilizado.



Figura 7 – Modelos de aplicação de sistemas de iluminação utilizando garrafas PET

Fonte: Felipe Santos, portal G1 de notícias. Lâmpada de garrafa pet que ganhou o mundo é um dos destaques de 2012.

A Figura 8 mostra o exemplo do sistema de iluminação natural aplicado sobre o local.

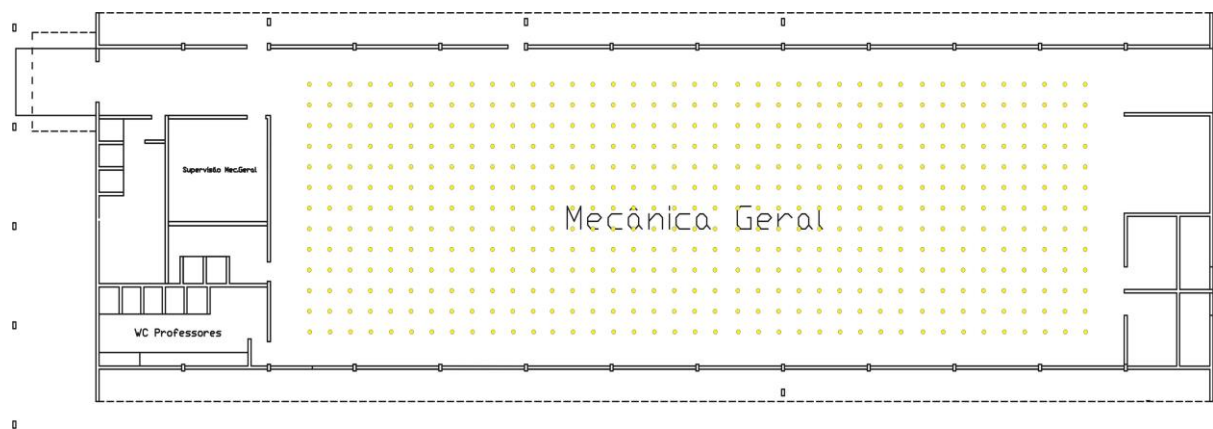


Figura 8 – Modelo de aplicação de sistema de iluminação utilizando garrafas PET

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Foi verificado que o ambiente de estudo apresenta 51 pontos de iluminação, cada ponto possuindo 4 lâmpadas de 40W(watts) cada, totalizando 160W por ponto de iluminação, e ainda é necessário para o funcionamento da mesma um reator de acionamento de 40W(watts), totalizando também 160W por ponto de iluminação.

A Figura 9, bem como a Figura 10 mostram respectivamente os dados da lâmpada, bem como os dados dos reatores atualmente utilizados no SENAI.

LÂMPADAS FLUORESCENTES LINEARES										
SKU	Descrição do Produto	Potência (W)	Base	Fluxo Luminoso (lm)	Temperatura de Cor (K)	IRC	Vida Médiana (h) Ciclo de 3h	Diâmetro (mm)	Comprimento (mm)	Bulbo
T10 STANDARD - LÂMPADAS FLUORESCENTES LINEARES										
85241	F20W/T10/750	20	G13	1060	5000	70	7500	34,1	604	T10
85242	F40W/T10/750	40	G13	2600	5000	70	7500	34,1	1213,6	T10



Figura 9 – Modelo de lâmpada Fluorescente T10

Fonte: Catálogo do fabricante

SKU	Descrição do Produto	Tensão de Entrada (V)	Potência (W)	Fator de Potência	Fator de Fluxo	THD	Altura (mm)	Largura (mm)	Comprimento (mm)	Peso (kg)
REATORES ELETRÔNICOS RL/R6 PARA LÂMPADAS FLUORESCENTES LINEARES T10/T12										
15930	REAT. ELET. P/ LÂMP. T10/T12 - RL BIVOLT 1x18/20W	127 220	18/20	0.97	0.9	<10% <20%	35	41	102	0.145
15939	REAT. ELET. P/ LÂMP. T10/T12 - R6 BIVOLT 2x18/20W	127 220	2x18/20	0.97	0.9	<10% <20%	35	48	105	0.16
15935	REAT. ELET. P/ LÂMP. T10/T12 - RL BIVOLT 1x36/40W	127 220	40	0.97	0.9	<10% <20%	35	41	102	0.145
15940	REAT. ELET. P/ LÂMP. T10/T12 - R6 BIVOLT 2x36/40W	127 220	2x36/40	0.97	0.9	<10% <20%	35	48	105	0.18



Figura 10 – Modelo de reator 15935

Fonte: Catálogo do fabricante

Com isso segue-se, para análise de consumo mensal apresentado nas Tabelas 1 e 2 abaixo:

Tabela 1 – Consumo lâmpada fluorescente

Consumo Lâmpada fluorescente 40w (modelo T10)			
Potência (watts)	Dias de Uso	Média de horas utilizada por dia	Consumo Médio (kWh)
40	20	8	0,04

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Tabela 2 – Consumo Reator

Consumo Reator 40w (Modelo 15935)			
Potência (watts)	Dias de Uso	Média de horas utilizada por dia	Consumo Médio (kWh)
40	20	8	0,04

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Dessa forma, têm-se:

$$40\text{watts} \text{ ----- } 0,04\text{kW} \times 2 = 0,08\text{kW}$$

$$8\text{h} \times 20 \text{ dias} = 160\text{h}$$

$$E = P \times n \text{ horas}$$

$$E = 12,8 \text{ kWh (consumo de uma lâmpada mensal)}$$

Como se têm 51 pontos de iluminação, com 4 lâmpadas e 4 reatores (408 total), logo têm-se um consumo médio de:

$$E = 12,8 \times 408 = 5.222,4\text{kWh por mês.}$$

$$\text{Custo Mensal de Eletricidade} = E \times \text{Tarifa da Energisa}$$

$$\text{Custo Mensal de Eletricidade} = 5.222,4 \times 0,23 = \textbf{R\$ 1.201,15}$$

Como o período de aulas é de 10 meses, temos que:

$$\text{Custo por período de Eletricidade} = 1.201,15 \times 10(\text{meses}) = \textbf{R\$ 12.011,5}$$

A partir destas informações, avaliamos a viabilidade da implantação do sistema PET:

$$1 \text{ lâmpada } 40\text{w} \text{ ----- } 2600 \text{ lumens}$$

$$1 \text{ garrafa } 2\text{l pet (água+20ml água sanitária)} \text{ ----- } 440 \text{ lumens}$$

Logo para substituição integral, necessitaria de em média 1224 garrafas pet.

Custo de manutenção da iluminação:

Lâmpada com vida útil de 7.500h

1 lâmpada fluorescente T10 ----- R\$ 10,00.
 1 reator modelo 15935 ----- R\$ 15,00.

Total: **R\$ 25,00.**

Custo de implantação de iluminação Pet's:

Vida útil maior que 400 anos.

1 Garrafa 2 l pet ----- R\$ 0,70.
 1224 garrafas ----- R\$ 856,80.
 Galão 50 l resina impermeabilizante ----- R\$ 434,00.
 25l de água sanitária ----- R\$ 40,00.

Total: **R\$ 1.330,80.**

Vale ainda salientar que obtenção deste sistema, tem uma enorme contribuição ambiental, visto que nosso abastecimento elétrico é gerado por sistemas hídricos, com isso se tem:

Cálculo do volume de água (litros) por unidade de energia (kWh)

1 kWh = 1 kW durante uma hora ou 3.600 segundos

Volume de água

Para se gerar 1MW são necessários 1.600l/s, logo:

1 MW ----- $1\text{kW} \times 10^3$
 1 kW ----- 1,6l/s
 1 kWh ----- 5.760 litros de água

Assim para a produção mensal de 5.222,4 kWh, temos:

$5.222,4 \text{ kWh} \times 5.760\text{l} = \mathbf{30.081.024 \text{ l}}$

Logo, para o consumo mensal são necessários **30.081.024 l** de água.

6 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Por meio desse estudo, ficou evidenciado que:

- A implantação deste sistema se torna viável, visto que a economia anual seria satisfatória.
- O retorno do investimento seria compensado no 2º mês de aplicação.
- O sistema pet não necessita de manutenção, só em possíveis casos de vazamento, ou na limpeza devido o acúmulo de partículas (poeira).
- É uma fonte de energia limpa e renovável.
- O sistema de iluminação elétrico permaneceria, só sendo utilizado em casos de necessidade (dias chuvosos ou nublados).
- Gastos com água potável foram desconsiderados pôr a instituição possuir poço artesiano.
- Gastos com mão de obra desconsiderados, por possuírem mão de obra especializada.

REFERÊNCIAS

ABIPET. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO PET. **Reciclagem**. Disponível em: <http://www.abipet.org.br/index.html>. Acesso em: 15 abr. 2018

BAKER, N. and STEEMERS, K. **Daylighting Design of Buildings**. James and James Editors, London, 2002.

BODART, M., DENEYER, A., **Analyse of the survey on the office workers' interest in windows**, IEA 31, Subtask A, working document, 2004.

CRESB Informe: **Atlas Solarimétrico do Brasil**. 2000, Disponível em. <http://www.cresb.cepel.br/Publicações/doenload/Info5_pag8-9.PDF> Acesso em: 08/04/2018.

DIAS, J.A.; SALGADO, M.G. **Manual do Procurador Público. Programa Lixo e Cidadania: criança no lixo nunca mais**. Procuradoria geral da República. Brasília, 1999.

EQUIPE DE OBRA. **Incidência solar**. Disponível em: <https://equipedeobra.pini.com.br/>. Acesso em: 20 abr. 2018.

GALASIU, A.D.; VEITCH, J.A. **Occupant preferences and satisfaction with the luminous environment and control systems in daylit offices: a literature review**. Energy and Buildings 38, pp 728-742, 2006.

GARROCHO, J. S; 2005, “Luz natural e projeto de arquitetura, estratégia para iluminação zenital em centros de compras”, **Dissertação de mestrado, UnB**, Brasília, Brasil.

HOPKINSON, R. G; PETHERBRIDGE, P. & LONGMORE, J. **Iluminação Natural**. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1975.

OLIVEIRA, C. A. A.; Desenvolvimento de um protótipo de rastreador solar de baixo custo e sem baterias. 2007. **Mestrado em Tecnologias Energéticas e Nucleares** – Departamento de Energia Nuclear, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

SANTOS, F. Lâmpada de garrafa pet que ganhou o mundo é um dos destaques de 2012. g1.globo.com. 29/12/2012. Disponível em: <<http://g1.globo.com/minas-gerais/triangulo-mineiro/noticia/2012/12/lampada-de-garrafa-pet-que-ganhou-o-mundo-e-um-dos-destaques-de-2012.html>> Acessado em: 17/08/2018.

SACARAZZATO, P. S. O conceito do Dia de Projeto Aplicado à Iluminação Natural. Dados referenciais para localidades brasileiras. **Tese de doutorado**, USP, São Paulo, 1995.

SINDUSCONPR. **Reaplicação de resíduos**. Disponível em: <https://sindusconpr.com.br/>. Acesso em: 15 mar. 2018.

SILVESTRE, A. D.; 2016, “Desenvolvimento de um heliostato para geração heliotermica em torres solares”, **Dissertação de mestrado**, UFPB, João Pessoa, Brasil.

VAN BOMMEL, W.J.M., **Non-visual biological effect of lighting and the practical meaning for lighting for work**, Applied Ergonomics, Vol. 37, No 4, p. 461-466, 2006.

VIANNA, N. S., GONCALVES, J. C. **Iluminação e Arquitetura**. São Paulo: dGeros Ltda, 2007.

