

## **Iluminação de áreas de circulação no Centro de Biologia Marinha utilizando energia solar**

### **Pesquisador responsável**

Alvaro Esteves Migotto, professor associado\*

### **Equipe executora**

Gabriel Tonani, Analista de Sistemas\*

Fábio Valério Braga, Técnico em Manutenção e Chefe da Seção de Apoio Operacional

\*Centro de Biologia Marinha (CEBIMar) da Universidade de São Paulo

### **Resumo**

O Centro de Biologia Marinha (CEBIMar) da USP, localizado no litoral norte paulista, realiza cursos e disciplinas, além de projetos de pesquisa, que envolvem inúmeros pesquisadores e alunos. Entre a infraestrutura construída para dar suporte a estas e outras atividades de ensino, pesquisa e extensão, encontra-se um restaurante que oferece refeições diárias ao público interno e visitante.

Este projeto, visa atender a uma nova necessidade de infraestrutura, melhor uso dos recursos disponíveis, menor impacto local e mais segurança para os funcionários. O projeto trata da iluminação noturna de áreas de circulação de pessoas, fazendo uso de um sistema de geração de eletricidade solar.



## **Introdução**

O Centro de Biologia Marinha (CEBIMar) é um instituto especializado da Universidade de São Paulo dedicado exclusivamente ao estudo da Biologia Marinha. Com início de suas atividades em 1955 e incorporação à USP em 1962, o CEBIMar desenvolve diversos projetos de pesquisa e oferece cursos e disciplinas de nível superior e de extensão universitária no seu campo de atuação.

Sua área, de aproximadamente 50.000 m<sup>2</sup>, situada na Praia do Cabelo Gordo, município de São Sebastião, litoral norte paulista, está inserida em uma unidade de conservação estadual de uso sustentável, a Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) de São Sebastião, limítrofe com outra unidade de conservação, a Área de Proteção Ambiental (APA) Marinha do Litoral Norte.

À beira-mar, o Centro contempla salas de aula, auditório, laboratórios, biblioteca, alojamentos e restaurante, além de uma unidade administrativa. Tal infraestrutura atende às demandas das atividades de pesquisa, ensino e extensão de pesquisadores e docentes de seu próprio quadro e de outras unidades da USP, bem como de diferentes universidades (estaduais, federais ou particulares) e de diversos institutos de pesquisa, nacionais e estrangeiros.

Apesar de ser considerada uma unidade pequena da USP em termos de contingente pessoal (atualmente a comunidade permanente é de aproximadamente 80 pessoas, incluindo docentes, funcionários, estudantes, estagiários e terceirizados), o fato do CEBIMar apoiar atividades acadêmicas e científicas de outras unidades e instituições faz com que um número maior de usuários circule cotidianamente por suas dependências. A comunidade flutuante gira em torno de 100 pessoas ao mês, que permanecem no Centro em média de 3 a 4 dias por conta de cursos, disciplinas, encontros científicos e trabalhos de pesquisa, utilizando laboratórios, salas de aula, alojamento, restaurante e os serviços e facilidades técnico-administrativos oferecidos.

A alta rotatividade de pessoas no CEBIMar tem crescido nos últimos anos e sua tendência é aumentar nos próximos. Este panorama demonstrando a necessidade de prover, principalmente durante o período noturno, uma movimentação livre e segura dentro das dependências do CEBIMar. Já está prevista a construção de uma nova área administrativa e já está em utilização um estacionamento para visitantes, que se localizam a 100 metros das atuais áreas administrativas, alojamentos e restaurante.

Este projeto tem com propósito fazer a iluminação do novo estacionamento e de todo o caminho que leva do estacionamento, até as áreas da administração, alojamentos e restaurante.

Para tal tarefa decidimos por usar uma fonte de energia muito abundante em São Sebastião, o sol.

## Justificativa

Dados da Empresa de Pesquisa Energética demonstram que o consumo de energia deve crescer 4,5% ao ano até 2021 no Brasil. Houve uma atualização das premissas e previsões para o consumo de energia elétrica no Brasil em um horizonte de 10 anos e concluiu que a demanda deverá saltar de 472 mil GWh em 2011 para 736 mil GWh em 2021 (Gráfico 1).

De acordo com as novas estimativas da EPE, que contemplam o período até 2021, o crescimento médio anual da demanda total de eletricidade (que inclui consumidores cativos, consumidores livres e autoprodutores) será de 4,5% ao ano no período, passando de 472 mil gigawatts-hora (GWh) em 2011 para 736 mil GWh em 2021.

A expansão média do consumo anual de energia elétrica será um pouco inferior à da economia, cuja taxa de crescimento do PIB brasileiro é estimada em 4,7% ao ano, em média, nos 10 anos.

### **Brasil. Projeções da demanda total de energia elétrica e do PIB**

<b>Ano</b>	<b>Consumo (mil GWh)</b>	<b>PIB (10<sup>9</sup> R\$ 2010)</b>	<b>Intensidade (kWh/R\$ 2010)</b>
2011	472	3.804	0,124
2016	593	4.717	0,126
2021	736	6.021	0,122
<b>Período</b>	<b>Consumo (% ao ano)</b>	<b>PIB (% ao ano)</b>	<b>Elasticidade</b>
2011-2016	4,7	4,4	1,06
2016-2021	4,4	5,0	0,88
<b>2011-2021</b>	<b>4,5</b>	<b>4,7</b>	<b>0,96</b>
<i>Nota: inclui autoprodução; para 2011, consideradas estimativas preliminares do consumo de energia elétrica e do PIB.</i>			

Gráfico 1. Projeções da demanda total de energia elétrica, comparada ao aumento do PIB.

Pelas projeções elaboradas pela EPE, haverá ainda um expressivo crescimento da autoprodução (geração de eletricidade a partir de instalações próprias, localizadas junto às unidades de consumo, e que não utiliza a rede elétrica das concessionárias de transmissão/distribuição) nos próximos 10 anos, em torno de 6,8% ao ano, em média, passando dos 41,5 mil GWh estimados em 2011 para 79,8 mil GWh em 2021.

Com isso, a participação desta fatia da geração no consumo total de eletricidade do país crescerá dos cerca de 9% verificados nos últimos anos para 11%, aproximadamente, ao final do horizonte.

No que envolve a eficiência energética, as projeções apresentadas contemplam ganhos que montam a 32,2 mil GWh em 2021, ou 4,2% do consumo total de eletricidade previsto para o horizonte. Esse ganho adicional de eficiência no consumo final de energia elétrica representa uma redução no requisito de geração (carga de energia) em torno de 4,5 mil MW médios – isto é, aproximadamente igual à energia assegurada da usina hidrelétrica de Belo Monte.

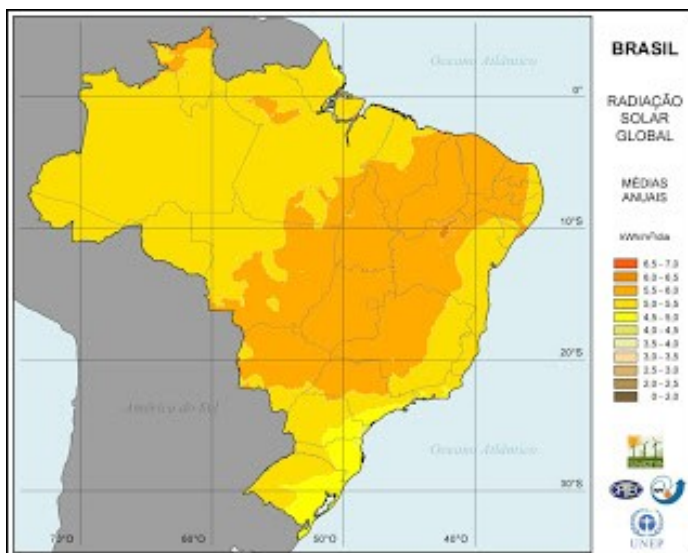


Figura 1. Radiação solar no Brasil.

É sabido que uma grande extensão do território brasileiro está localizada nas proximidades da linha do Equador. Além disso, a concentração populacional do país se encontra dispersa e não muito próximo a esta região. No Brasil, a duração solar diária varia entre 10 horas e 13 minutos a 13 horas e 47 minutos, aproximadamente, entre 21 de junho e 22 de dezembro, respectivamente, o que denota o grande potencial energético relativo a este tipo de fonte de energia.

A radiação solar depende diretamente das condições atmosféricas. Somente parte da radiação solar atinge a superfície terrestre (Figura 1), devido a fatores como absorção dos raios na entrada da atmosfera e também à reflexão dos raios solares. Mesmo assim, estima-se que a energia solar incidente sobre a superfície terrestre seja da ordem de  $10^3$  o nível de consumo. Devido às grandes vantagens que possui, não só econômicas, como ambientais, a energia solar - uma fonte limpa e inesgotável - se apresenta cada dia mais como a grande solução energética para o planeta.

Vantagens:

1. Energia limpa (não poluente);
2. Produzida no centro de carga, evitando perdas energéticas na linha de transmissão e

redes de distribuição;

3. Fonte alternativa de energia;
4. Fonte de energia elétrica inesgotável, disponível em todo o planeta;
5. Possibilita instalação modular, permitindo futuras expansões, dentre vários outros fatores.

Desvantagens:

1. Alto valor inicial empregado no investimento (atualmente encontra-se em crescente queda).

A forma mais simples de obtenção de energia solar é através de células fotovoltaicas, geralmente feitas de silício. A luz solar, ao atingir as células, é então convertida em eletricidade. O efeito fotovoltaico ocorre quando fótons (o quantum da radiação eletromagnética) incidem sobre os átomos, proporcionando a movimentação dos elétrons, gerando a corrente elétrica.

A tendência mundial é de eliminar antigas tecnologias, que consomem muito, e substituí-las por tecnologias mais econômicas. A Europa já deu adeus às lâmpadas incandescentes, e no Brasil, a Portaria 1.007/11 do Ministério de Minas e Energia, determinou que, até 2016, esse artigo seja retirado das lojas a menos que surja uma nova tecnologia que torne este tipo de lâmpada mais eficiente. Apesar de serem muito baratas, ao serem acessas, liberam 95% de calor e somente 5% de luz. A Comissão Europeia de Energia espera reduzir até 15 milhões de toneladas de emissões de CO<sub>2</sub> por ano.

Dentre as novas tecnologias de lâmpadas, as mais comuns são as fluorescentes compactas, capazes de economizar até 80% de energia. Mas, além delas, também há como opção as halógenas e o LED. Apesar de serem mais caras, produzem mais luz consumindo menos energia.

Com o crescente aumento no consumo de energia elétrica, não só pelo aumento das atividades promovidas pelo CEBIMar, mas por todo o crescimento da comunidade USP, necessitamos colocar em uso todo nosso conhecimento e minimizar o impacto que provocamos nos locais onde estamos instalados.

Este projeto; visa atender a uma nova necessidade de infraestrutura, melhor uso dos recursos disponíveis, menor impacto local e mais segurança para os funcionários.

O resultado do projeto será a iluminação noturna de áreas de circulação de pessoas, fazendo uso de um sistema de geração de eletricidade solar. Placas fotoelétricas serão utilizadas para captar a luz do sol e gerar eletricidade, que será armazenada em baterias, as quais alimentarão as luzes no período noturno, iluminando as áreas de circulação de pessoas.

## **Materiais e métodos**

Todo o sistema será acionado por foto-reles ou por detecção de presença, minimizando assim o consumo e prolongando a vida útil das lâmpadas.

Todos os painéis solares e seus módulos PV são feitos com solda sem chumbo, eliminando completamente o chumbo do processo de fabricação. Os módulos de 255 Watts têm Multi-Contact na saída do conector e são otimizados para sistemas de alimentação de alta capacidade, pois possuem 36 volts, nível A em eficiência segundo INMETRO, vida útil superior a 35 anos e garantia de 25 anos de vida útil (80%).

O Controlador de Carga de altíssima performance de carregamento do tipo MPPT é a mais recente inovação em controladores de carregamento do tipo Maximum Power Point Tracking (MPPT). O inovador algoritmo de software MPPT é contínuo e ativo, aumentando sua saída de energia de matriz fotovoltaica em até 30% quando comparado a controladores não MPPT. Graças ao resfriamento ativo e ao resfriamento inteligente de gerenciamento térmico, ambos os controladores de carregamento podem operar em sua classificação atual máxima, 60 Amps ou 80 Amps respectivamente, em temperaturas ambiente de até 104°F (40°C).

Estão incluídos em todos os Controladores de Carregamento os recursos revolucionários, incluindo o suporte a uma ampla variedade de tensões nominais da bateria e a capacidade de reduzir uma matriz solar de tensão mais alta para recarregar um banco de baterias de tensão mais baixa. Um visor integrado de 80 caracteres com luz de fundo exibe o status atual e os dados de desempenho de sistema registrados nos últimos 128 dias com o toque de um botão. As comunicações são integradas à rede e permitem que os Controladores de Carregamento sejam remotamente programados e monitorados por meio de um visor do sistema MATE e fornece integração sem igual do sistema completo.

O Inversor Grid Tie/Off Grid e Carregador Ventilado possui 1500 W de potência, saída de onda senoidal verdadeira, carregamento inteligente da bateria, alta eficiência de operação com 93%, componentes internos resistentes à corrosão e 5 anos de garantia.

O inversor/carregador de onda senoidal verdadeira é uma solução completa de energia. Ele incorpora um inversor de onda senoidal de CC para AC, carregador de bateria e interruptor de transferência AC dentro de um chassi fundido de alumínio. O carregamento inteligente da bateria em vários estágios ocupa menos o seu gerador e prolonga a vida de suas baterias. As comunicações integradas em rede permitem que várias unidades sejam empilhadas e conectadas com outros equipamentos eletrônicos, fornecendo uma integração líder de mercado e flexibilidade de aplicações praticamente infinita. A arquitetura modular exclusiva do sistema significa que, para uma saída maior de energia, basta um inversor/carregador adicional. Possui

um chassi lacrado que pode operar nas condições ambientais mais rigorosas, como ar com alta umidade e maresia.

Também será utilizada a bateria estacionária Moura Clean 220 Ah, com 5 anos de vida útil, 2 anos de garantia total, resistência a altas temperaturas, ideal para energia eólica e solar fotovoltaica.

Este projeto irá unir forças com o trabalho de educação ambiental que hoje é oferecido pelo CEBIMar, através do programa de visitas monitoradas já existente, oferecido a escolas, faculdades e o público geral.

A utilização da energia solar irá economizar uma média de 250KW/h mês, o que equivale ao consumo de duas casas de uma família brasileira.

Para realização de tal projeto, serão utilizados os seguintes materiais:

1. postes para iluminação com pelo menos 2,5mts;
2. cabos e quadro de distribuição para transmissão de eletricidade;
3. Painéis Fotovoltaicos de 255W, monocristalino, certificado pelo INMETRO nível A de eficiência;
4. Inversor Off-Grid selado de 1500W (120VAC/60Hz,48VDC,20A Charger,60A AC Input);
5. Controlador de carga 60A FlexMax MPPT / 150VDC;
6. Protetor para surto para Inversor FX;
7. MATE - Display Controlador do Inversor;
8. Baterias estacionária Moura Clean 220Ah;
9. Lâmpadas tipo LED;
10. Tubo flexível para cabos elétricos;
11. Material de alvenaria para caixas de distribuição e bases para os postes;

### **Resultados esperados**

Como resultado, esperamos incentivar o uso de energia solar em diversas áreas dentro dos *campi* da USP, não somente na área da iluminação, mas também em pequenos prédios e salas de aula. Conseguir uma diminuição no consumo de energia, e incentivar o uso de fontes de energia alternativas e duradouras. Como este sistema tem uma fonte de energia completamente desacoplada da rede elétrica, a falta de eletricidade gerada por apagões, problemas na fiação, quebras e defeitos não irá afetar a iluminação dos locais de circulação, tornando-os mais seguros.



## Orçamento

Qtde	Descrição	Preço Unit.	Preço Total
10	Postes para iluminação com pelo menos 2,5mts	500,00	5.000,00
20	Lâmpadas LED de 12W	150,00	3.000,00
5	Rolos de 100m de cabo 2,5mm	90,00	450,00
5	Rolos com 50m de tubo flexível para cabos elétricos	70,00	350,00
1	Caixa de distribuição e disjuntores	1.000,00	1.000,00
6	Painel Fotovoltaico Mitsubishi 255W, Monocristalino, Certificado pelo INMETRO nível A de eficiência	1.800,00	10.800,00
1	Inversor Grid-tie Selado de 1500W (120VAC/60Hz,48VDC,20A Charger,60A AC Input)	5.150,00	5.150,00
1	Controlador de Carga 60A FlexMax MPPT / 150VDC	2.700,00	2.700,00
1	Protetor para Surto para Inversor FX	850,00	850,00
1	MATE - Display Controlador do Inversor	1.050,00	1.050,00
12	Bateria Estacionária Moura Clean 220Ah	1.190,00	14.280,00
1	Frete, comissionamento e <i>start up</i> e instalação	3.500,00	3.500,00
1	material para caixas de distribuição e bases dos postes	1.000,00	1.000,00
valor total: R\$ 49.130,00			

## Referências bibliográficas

1. Fundação Getulio Vargas escola de administração de empresas de são paulo - indicadores de renda baseados em consumo de energia elétrica: abordagens domiciliar e regional na perspectiva da estatística espacial
2. Agência Nacional de Energia Elétrica ([www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br))
3. Energia Pura([www.energiapura.com](http://www.energiapura.com))
4. Centro de Referência par a Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito, 2012.. ([www.cresesb.cepel.br](http://www.cresesb.cepel.br))
5. Solar Power And Chemical Energy Systems([www.solarpaces.org](http://www.solarpaces.org))
6. Dantech Energia([www.dan.eng.br](http://www.dan.eng.br))
7. Instituto Carbono Brasil([www.institutocarbonobrasil.org.br](http://www.institutocarbonobrasil.org.br))