

# **UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

## **SUPERINTENDÊNCIA DE GESTÃO AMBIENTAL**

### **DESENVOLVIMENTO DA SUSTENTABILIDADE NA USP**

#### **EDITAL 2013 - Modalidade: Educacional**

---

**Título:** Uso de células fotovoltaicas como fonte alternativa de energia elétrica

**Proponente:** Dr. Valter Luiz Líbero

**Unidade USP vinculado:** Centro de Divulgação Científica e Cultural - CDCC

**Equipe participante do projeto:**

Nelson Antonio Barboza - Técnico em Mecânica

Reginaldo Roberto dos Santos - Técnico de Manutenção Predial do CDCC

Sidnei Aparecido Gonzalez - Técnico em Mecânica

Sidney Carlos Rigo Junior -Técnico do Setor de Eletrônica do CDCC; gestor do PURE.

Sílvia A. Martins dos Santos: Coordenadora da Comissão Interna do USP Recicla do CDCC; membro do GT de Educação Ambiental da SGA.

---

**Resumo**

O Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) desenvolve atividades, cursos e projetos na área ambiental desde 1985, com apoio financeiro da FAPESP, CNPq, Vitae e Pró-Reitoria de Cultura e Extensão Universitária. Este projeto, com o objetivo de ampliar o debate sobre a sustentabilidade, visa construir um sistema de conversão de energia solar em elétrica com dupla finalidade: (1) economizar energia atualmente consumida na iluminação externa do edifício sede do CDCC; (2) servir de modelo prático para se discutir com professores e alunos da Educação básica e o público espontâneo que visitam e/ou desenvolvem atividades no CDCC, métodos viáveis para o uso racional da energia elétrica. Esperamos assim estimular a discussão sobre sustentabilidade tendo uma ação concreta na direção do uso racional de energia elétrica, que acarreta economia de água nos reservatórios das hidroelétricas e diminuição do uso de fontes alternativas poluentes como centrais termoelétricas.

## 1. Introdução

O Centro de Divulgação Científica e Cultural, CDCC,<sup>1</sup> é vinculado à Pró-Reitoria de Cultura e Extensão Universitária e tem como finalidade promover a integração entre a Universidade e a comunidade, orientar atividades que despertem nos cidadãos o interesse pelas ciências e pela cultura, propiciar aos alunos dos cursos de graduação do Campus de São Carlos um espaço para vivenciar as atividades integradas ao CDCC por meio de monitorias e de bolsas, promover apoio à Educação Infantil e Ensino Fundamental e Médio, possibilitar ao professor a atualização de seus conhecimentos através de cursos e orientações específicas, dentre outras. Essas atividades contam com o apoio de diversos setores, como oficinas de eletrônica, mecânica e marcenaria, infra estrutura predial, e administrativo.

A localização do CDCC é privilegiada, situando-se na região central da cidade de São Carlos. Desde 1980 desenvolve suas atividades no prédio onde, em 1953, teve início a Escola de Engenharia de São Carlos. A construção do edifício foi concluída em 1922 e pertencia à tradicional Sociedade Dante Alighieri. O portão de acesso é ladeado por robustas colunas, com imponentes arcos que antecedem a área interna. Nesse prédio, hoje histórico e tombado, a arquitetura é marcante e em sintonia com as atividades museológicas do CDCC, pois o próprio edifício constitui-se em um monumento. No total são cerca de 2700m<sup>2</sup> de área construída e utilizada para atividades de extensão universitária, incluindo além de seu edifício sede o Observatório Dietrich Schiel.

Possantes refletores de luz estão convenientemente instalados no entorno do edifício, servindo para salientar suas linhas arquitetônicas marcantes e iluminar o espaço ao ar livre denominado *Jardim da Percepção*, com experimentos de Física (alusivos à imagem, som e força) bem como um jardim contendo vegetação característica do Cerrado e da Mata Galeria. Essa iluminação também auxilia na segurança noturna do edifício, que embora eficientes nessas tarefas, esses refletores implicam num consumo apreciável de energia.

Este projeto pretende substituir parcialmente esse sistema de iluminação por lâmpadas a vapor de sódio de alta pressão por lâmpadas tipo LED, naturalmente mais econômicas, que serão ligadas a baterias carregadas por painéis fotovoltaicos.<sup>2</sup>, reduzindo assim o consumo de energia elétrica do Centro. Esses painéis representam uma fonte alternativa de energia de grande interesse, tanto que em 1995 a Universidade de São Paulo criou o Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos, tendo hoje inúmeras teses e artigos disponíveis sobre esse assunto em sua produção científica.<sup>3</sup>

Anualmente o CDCC é visitado por mais de 100 mil pessoas, que participam de palestras, sessões de cinema, cursos, oficinas, plantões de dúvidas, visitas monitoradas às Áreas de

Exposições de Ciências, à Microbacia Hidrográfica do Córrego do Gregório, à Trilha da Natureza da UFSCar, ao Observatório Astronômico, além da procura por material experimental. Todo esse público poderá apreciar os benefícios deste projeto, visualizar todos os seus componentes, e até mesmo tomá-lo como exemplo de atitude sustentável, podendo reproduzi-lo em escala menor. Todas as etapas, desde a geração, transmissão e uso da energia elétrica serão objetos de demonstração durante as visitas ao Centro. Sendo assim o projeto deverá conter detalhes sobre o funcionamento de todo o sistema, desde os painéis fotovoltaicos, os controladores de carga, as baterias e as lâmpadas a base de LEDs. Dependendo do interesse particular do público visitante poderão ser abordados detalhes como os valores das potências geradas, armazenadas e consumidas, em função da iluminação média diária que se tem em nossa cidade. Os monitores que acompanharão as visitas receberão treinamento específico para apresentar o sistema e salientar as vantagens do uso renovável de energia elétrica.

Sendo um prédio público, e localizado no centro da cidade, queremos que todos os componentes deste projeto sejam bem visíveis à população, portanto, a localização das placas fotovoltaicas e das baterias de armazenamento será estratégica. Dessa forma, o CDCC estará sinalizando sua preocupação com a sustentabilidade em suas ações.

Problemas ambientais estão cada vez mais presentes nas discussões em sala de aula,<sup>4</sup> sendo que especificamente sobre o consumo de energia elétrica, tem-se feito campanhas educativas, tanto em universidades, como por exemplo o PURE na USP, como nas escolas de educação básica, com o objetivo de sensibilizar os jovens com relação a esta questão. É importante citar que este também é um tema que vem sendo discutido em espaços não formais de educação, e que ganhou a mídia principalmente durante e depois do problema do "Apagão" em 2001.

Dentro desta perspectiva, o CDCC criou em 2012, com recurso financeiro do CNPq, uma sala temática, em seu Espaço de Física, que aborda a história da eletricidade, sua geração e consumo nos dias de hoje. Portanto, o presente projeto vem complementar a discussão sobre este tema por meio de um exemplo concreto de redução de consumo de energia elétrica, o que poderá resultar em grande impacto junto ao nosso visitante.

## **2. Justificativa**

A preocupação com o uso racional e sustentável de energia elétrica é crescente em nossa sociedade. O uso de recursos hídricos para a manutenção das hidroelétricas são soluções importantes em nosso país, mas possuem limitação geográfica e causam grande impacto

ambiental e social, além de sofrerem com as variações na quantidade de chuva de ano a ano. A geração eólica, embora interessante, só é apropriada para certas regiões muito específicas do país. Já a percentagem de dias ensolarados tem incentivado muito o uso da energia elétrica gerada por painéis fotovoltaicos. A Regulamentação baixada pela Aneel recentemente (resolução normativa 482, de abril-2012) abre perspectivas inclusive para a geração de energia em pequenos dispositivos e conectá-la à rede de distribuição.<sup>5</sup> Essa resolução impulsiona particularmente o setor de energia elétrica com origem solar, uma vez que, apesar dos custos ainda elevados, é um dos mais simples de ser instalado, podendo ser feito por pessoas de nível técnico básico quando em pequena ou média escala. Grandes empreendimentos, no entanto, também estão aparecendo, como no Arquipélago de Fernando de Noronha, onde painéis fotovoltaicos converterão radiação solar em energia elétrica a uma capacidade média de cerca de 770 MWh/ano.<sup>6</sup>

Neste projeto, a ideia é utilizar a energia gerada em painéis fotovoltaicos, e acumulada em baterias durante o dia, para substituir parcialmente a iluminação da área externa do prédio sede do CDCC durante a noite. Essa energia será utilizada para ascender 20 postes com refletores a base de LEDs, de 20W cada, em substituição a 6 lâmpadas de vapor de sódio metálico atualmente em uso, de 400 W cada. Essa substituição se dará de forma automática das 0h00 às 6h00, diariamente, pois nesse período a iluminação é necessária apenas para segurança do edifício, não sendo essencial o realce das linhas arquitetônicas. Entre 18h00 e 0h00, serão ligados junto com os refletores de vapor de sódio 10 postes com lâmpadas LEDs de menor potência, de 5W cada, para iluminar os totens do *Jardim da Percepção*, todas alimentadas pela energia acumulada durante o dia. Assim, estaremos substituindo uma potência de 2400W entre 0h00 e 6h00, por uma de 450W e entre 18h00 e 0h00 estaremos somando aos 2400W apenas 50W vindos da energia solar.

Sendo o CDCC um centro de divulgação com impacto já consolidado na comunidade, estaremos com esse projeto dando à sociedade um exemplo concreto de recurso alternativo ou renovável de energia. Podemos explorar com este projeto temas como energia renovável, sistemas auto-sustentáveis e ecologicamente viáveis, uso racional de energia etc,<sup>7</sup> e ainda chamar especial atenção para a realidade brasileira nesses temas.<sup>8,9</sup>

### **3. Materiais e Métodos**

O sistema será centralizado nas imediações do gerador eólico existente no CDCC, o que o tornará bem visível a todos os visitantes, além de favorecer a comparação dessas duas formas de geração de energia. Também faz parte da área de exposição um pequeno gerador

elétrico movido por queda de água que embora estando longe do solar e do eólico, devido à infraestrutura existente, também fará parte do roteiro de visitas sobre o tema "comparando as diferentes formas de geração de energia".

O projeto prevê a instalação de 20 lâmpadas LEDs de 20W cada, acesas 6 horas/dia, portanto, consumindo 2400 Wh, e mais 10 lâmpadas de 5W cada, acesas 12 horas/dia, consumindo 600 Wh, que iluminarão o entorno do edifício. Serão colocadas em postes estrategicamente dispostos para iluminar os totens do *Jardim da Percepção* e os caminhos entre os dispositivos interativos desse espaço.

Sendo assim, precisaremos acumular a energia correspondente a cerca de 3000 Wh durante um dia de insolação. Como o tempo médio de insolação em São Carlos é de aproximadamente 6 horas/dia, precisaremos de 4 painéis fotovoltaicos de 140 W (valor comercial) cada. Por conveniência, pretendemos dividir nossa área em dois setores de iluminação, cada um sendo composto por: dois painéis fotovoltaicos, um controlador de carga (capacidade de 30A), duas baterias estacionárias de 150 Ah ligadas em paralelo e um inversor para elevar a tensão de 12Vcc para 127Vca, com pelo menos 300 W de potência de trabalho.<sup>10</sup> É nosso interesse convidar o PURE para gerar dados estatísticos das potências geradas e consumidas durante um certo período do ano.

A seguinte planilha resume os custos dos materiais permanentes envolvidos no projeto e que serão adquiridos pelo CDCC como contrapartida:

Quantidade	Contrapartida do CDCC	Valor
2	Controlador de carga de 30A	1.260,00
2	Inversor de tensão 300W (senoidal modificada)	480,00
4	Painéis solares de 140W	3.240,00
<b>Total =R\$ 4.980,00</b>		

#### **4. Resultados Esperados**

A substituição mesmo que parcial dos refletores de lâmpadas de vapor de sódio atuais por modelos a LED resultará em economia apreciável de energia elétrica e o uso da energia fotovoltaica para a iluminação do *Jardim da Percepção* evitará adicionar esse consumo extra à rede municipal. Em adição, o sistema servirá de exemplo educacional de medida a favor de sistemas sustentáveis de geração e consumo de energia. No CDCC temos alguns painéis fotovoltaicos, de baixíssima potência (5W), para demonstração aos estudantes durante as visitas, que já estimulou estudantes a confeccionarem seus próprios projetos, em pequena

escala, para feiras de ciências. Sendo assim, acreditamos que um exemplo em maior escala será ainda mais educativo e demonstrará a eficiência da energia solar, com materiais já disponíveis no mercado. Esperamos particularmente chamar a atenção de professores e alunos de Educação Infantil e dos Ensinos Fundamental e Médio, que visitam o Centro, sobre a viabilidade desse sistema de geração de energia, e disponibilizar projetos em pequena escala para serem usados em sala de aula, como modelos de geração solar de energia elétrica. Será salientado que ao usarmos formas alternativas de geração de energia elétrica estamos aliviando o sistema global de distribuição da mesma, gerando portanto, economia e minimizando a entrada em operação de sistemas geradores poluentes, como as termoelétricas. É bom mencionar que mesmo essa tecnologia de geração de eletricidade por painéis fotovoltaicos resulta em impacto ambiental, como chama a atenção a Ref. (8) abaixo, especificamente em seu Cap. 6, Seção 6, tema que também será abordado durante as visitas.

Desta forma, acreditamos que este projeto vem complementar as atividades já realizadas por este Centro na área ambiental e ampliar as discussões e reflexões sobre os problemas ambientais, bem como buscar possíveis formas de minimizá-los, revendo hábitos e valores. É importante ressaltar que essas atividades são desenvolvidas por profissionais de diferentes áreas do conhecimento, como Física, Química, Biologia, Pedagogia e Ciências da Informação, o que lhes confere um caráter interdisciplinar, que é muito importante na área ambiental.

## 5. Cronograma de execução

CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES														
Etapas	2013			2014										
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Out	Nov	Dez
1	x	x	x											
2				x	x	x	x	x						
3									x	x				
4											x	x		
5													x	

Legenda:

- 1                                      Elaboração técnica do projeto
- 2                                      Processo licitatório de compra para serviços e materiais
- 3                                      Construção da central de controle, bases, suportes e tubulação elétrica
- 4                                      Instalação dos materiais elétricos
- 5                                      Medição, análise de funcionamento e treinamento de monitores bolsistas

A implementação do projeto será feita imediatamente após a liberação dos recursos e terá duração de um ano, conforme cronograma acima, que pressupõe outubro/novembro como mês de início. Serão enviados relatórios após 6 meses de execução e ao final de um ano.

## **6. Planilha Orcamentária**

O valor total deste projeto é de **R\$ 30.487,15**. A tabela a seguir discrimina os custos por itens de consumo pedidos para a execução do presente projeto, bem como serviços de terceiros. A utilização dos recursos atenderá às normas da Universidade, bem como legislação sobre licitações e contratos administrativos.

	<b>Material de consumo</b>	R\$	R\$
20	Postes de jardim com refletor LED 20W 127Volts	750,00	15.000,00
10	Lâmpada LED 5W 127Volts	50,00	500,00
4	Bateria Estacionária 12V 150Ah	700,00	2.800,00
6	Porta-fusível para corrente contínua	20,00	120,00
6	Fusível para corrente contínua de 30A	20,00	120,00
2	Chave liga/desliga de 50A	60,00	120,00
2	Contatora tripolar de 50A	227,10	454,20
12	Terminal adaptador para baterias estacionária	10,00	120,00
8	Rolo fio de cobre 2.5mm <sup>2</sup>	83,00	664,00
150	Bucha plástica 8mm com parafuso	0,18	27,00
2	Timer digital programável	100,00	200,00
200	Tubos PCV 3/4" corrugado elétrica (metros)	0,85	170,00
50	Tubos PCV 1" corrugado elétrica (metros)	1,13	56,50
30	Caixas de passagem 4x4 PVC	1,72	51,60
30	Espelho 4x4 cego para caixa de passagem	1,30	39,00
3	Fita isolante	9,95	29,85
6	Cabos 25mm <sup>2</sup> para conexão das baterias (metros)	12,00	72,00
80	Metros de cabo 10mm <sup>2</sup> para conexão dos painéis solares a central de controle	4,50	360,00
30	Terminais de conexão para cabo 25mm <sup>2</sup> e 10mm <sup>2</sup>	1,10	33,00
1	Vidro temperado 8mm para proteção da central de controle	500,00	500,00
1	Painel informativo em vinil UV, moldura de alumínio, iluminação LED e suporte de fixação	1.300,00	1.300,00
	<b>Sub Total</b>		<b>22.737,15</b>
	<b>Serviços de terceiros</b>		
1	Serviço de alvenaria para construção da central de controle	600,00	600,00
1	Serviço de alvenaria para construção das bases dos postes	800,00	800,00
1	Serviço de construção do suporte em metalon para os painéis solares	2.000,00	2.000,00
1	Serviço de construção do suporte em metalon para as baterias	400,00	400,00
1	Serviço de lançamento dos tubos PCV 3/4 para ligação dos postes de jardim	2.000,00	2.000,00
1	Serviço de lançamento dos cabos elétricos e instalação dos postes de jardim	1.500,00	1.500,00
1	Serviço de pintura da alvenaria	450,00	450,00
	<b>Sub total</b>		<b>7.750,00</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>R\$</b>	<b>30.487,15</b>

## 7. Referências

- 1- Centro de Divulgação Científica e Cultural, Universidade de São Paulo. Disponível em <http://www.cdcc.usp.br>. Acessado em 20/06/2013.
- 2- Disponível em <http://www.explicatorium.com/Energia-Solar.php>. Acessado em 20/06/2013.
- 3- Disponível em <http://lsf.iee.usp.br/lsf/>. Acessado em 20/06/2013.
- 4- SÃO PAULO, FDE. Meio Ambiente: Saber Cuidar. In: *Subsídios para desenvolvimento de projetos didáticos, Ensino Fundamental II - Ensino Médio*. FDE, São Paulo, 2010.
- 5- Disponível em <http://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2013/06/um-impulso-para-geracao-solar/22997>.
- 6- Disponível em <http://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2013/05/usina-solar-em-fernando-de-noronha/22892>.
- 7- REIS, Lineu B. dos; FADIGAS, Eliane A. A. e CARVALHO, Cláudio E. *Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável*. Editora Manole Ltda, 2005.
- 8- TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno, *Fontes Renováveis de Energia no Brasil*. Editora Interciência Ltda, 2003.
- 9- GOLDEMBERG, José, *Energia no Brasil*. Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1976.
- 10- Disponível em [http://www.sunlab.com.br/Dimensionamento\\_solar\\_fotovoltaico.htm](http://www.sunlab.com.br/Dimensionamento_solar_fotovoltaico.htm). Acessado em 20/06/2013.