



FICE

4^A FEIRA DE INICIAÇÃO
CIENTÍFICA E EXTENSÃO
15 e 16 de Setembro

LEVANTAMENTO DO POTENCIAL ENERGÉTICO NO APROVEITAMENTO DE FONTE ALTERNATIVA DE ENERGIA NA REGIÃO DE VIDEIRA-SC: UM ESTUDO DE CASO

Thainan Benetti¹; Jean Carlo Olivo Menegatt²; Carlos Roberto Pereira Oliboni³

INTRODUÇÃO

O consumo da energia elétrica vem aumentando consideravelmente através da elevação do poder aquisitivo da população e da popularização de alguns equipamentos. Por outro lado, a oferta de energia elétrica tem sido prejudicada devido ao fato de que o Brasil possui uma alta dependência na geração hidrelétrica e, em algumas regiões do país, os níveis dos reservatórios estão batendo recorde negativo no armazenamento de água, o que leva a uma crise no setor e uma elevação do custo na geração da energia elétrica, devido ao uso de geração que utiliza combustíveis mais caros, como as usinas a carvão e gás.

Uma forma de minimizar o problema e diminuir a dependência de uma única fonte de energia é a diversificação da matriz energética do país, investindo em fontes renováveis e em abundância, tais como o aproveitamento da energia solar e da forças dos ventos. Outra vantagem na diversificação das fontes de energia é o aumento da estabilidade na geração na energia.

Embora no Brasil a radiação solar, que serve como combustível para o aproveitamento da energia solar, ter uma maior incidência nas regiões norte, nordeste e centro do Brasil, a menor média anual de irradiação solar é em Santa

¹ Aluno do Instituto Federal Catarinense, Campus Videira. Curso técnico em Eletroeletrônica.
E-mail: thainnanbenetti@hotmail.com

² Aluno do Instituto Federal Catarinense, Campus Videira. Curso técnico em Eletroeletrônica.
E-mail: jeanmenegatt@hotmail.com

³ Professor Orientador do Instituto Federal Catarinense, Campus Videira. Curso técnico em Eletroeletrônica. E-mail: carlos.oliboni@ifc-videira.edu.br



FICE

4^a FEIRA DE INICIAÇÃO
CIENTÍFICA E EXTENSÃO
15 e 16 de Setembro

Catarina e é cerca de 30% acima da maior média de irradiação da Alemanha (um dos líderes do mercado Europeu nesse segmento).

Dessa forma, esse trabalho apresenta um estudo no aproveitamento dessa fonte de energia renovável na região de Videira, trazendo um estudo de caso no pré-dimensionamento e aplicação de painéis fotovoltaicos interligados à rede pública aplicados em uma instituição de ensino, além de apresentar uma verificação do percentual do consumo de energia elétrica na edificação que poderá ser suprida através da aplicação de painéis solares.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

- Descrição do Local de Estudo

O local do estudo para a instalação de um sistema no aproveitamento de energia solar fotovoltaico é o campus do Instituto Federal Catarinense, na cidade de Videira SC. A instituição é composta por blocos de salas de aulas, administrativo, laboratórios, biblioteca, auditório e ginásio de esportes. A descrição de cada ambiente é detalhada na tabela 1.

Tabela 1 – Descrição das áreas das coberturas em estudo.

Área N°	Descrição	Área Útil das Coberturas (m ²)
1	Bloco Administrativo	455,9
2	Salas de Aula	1188,4
3	Laboratórios	288,84
4	Auditório	373,68
5	Biblioteca	570,55
TOTAL DAS ÁREAS		2877,37

Fonte – Próprio Autor



FICE

4^a FEIRA DE INICIAÇÃO
CIENTÍFICA E EXTENSÃO
15 e 16 de Setembro

Esses dados foram levantados através da consulta das plantas dos projetos arquitetônicos de cada edificação, além de inspeção visual de cada local. A figura 1 mostra a localização e a disposição de cada bloco.

Figura 1 – Localização das edificações em estudo.



Fonte – Google Earth -

Para o estudo da instalação de painéis fotovoltaicos com o aproveitamento das coberturas das edificações, foram consideradas apenas as áreas estratégicas, evitando o uso de coberturas com formato arquitetônico desfavorável ou que apresentavam irregularidades que incapacitavam a instalação dos painéis.

- Consumo de Energia Elétrica

O consumo médio mensal e o consumo médio diário de energia elétrica pelo campus de Videira do Instituto Federal Catarinense foram determinados a partir das contas de energia no período de Janeiro a Dezembro de 2014, conforme apresentado na tabela 2. O consumo de energia no período analisado foi de 368.383



kWh e a média mensal do consumo de energia foi de aproximadamente 30.698,68kWh.

Tabela 2 – Descrição das áreas das coberturas em estudo.

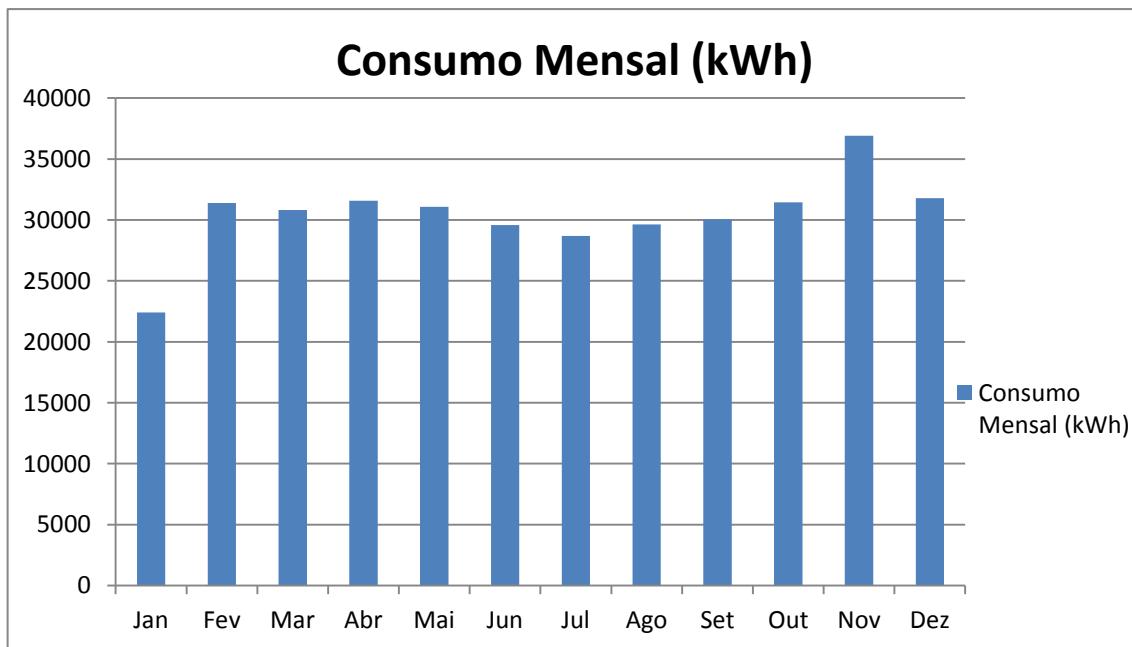
Mês	Consumo Médio Mensal (kWh)	Consumo Médio Diário (kWh)
Janeiro	22408	722,83
Fevereiro	31383	1120,82
Março	30829	994,48
Abril	31579	1052,63
Maio	31080	1002,58
Junho	29758	985,93
Julho	28698	925,74
Agosto	29631	955,83
Setembro	30055	1001,83
Outubro	31439	1014,16
Novembro	36912	1230,4
Dezembro	31791	1025,51
Média	30448,58	1002,73

Fonte – Próprio Autor

Analisando os dados, pode-se verificar que ocorre uma maior demanda no consumo de energia nos meses de fevereiro a abril e outubro a dezembro. Esse resultado já era esperado, uma vez que existe uma maior demanda no uso da energia com a utilização de ar-condicionado. O período de menor consumo ocorre nos meses de junho a setembro uma vez que nesse período não se faz o uso de ar-condicionado. No mês de janeiro é onde se tem o menor consumo de energia, uma vez que as atividades no campus estão suspensas devido às férias dos servidores e alunos. A figura 2 mostra o comportamento do consumo da energia elétrica no período estudado.



Figura 2 – Comportamento do consumo de energia no campus Videira do Instituto Federal Catarinense.



Fonte – Próprio Autor

- Orientação Geográfica das Edificações

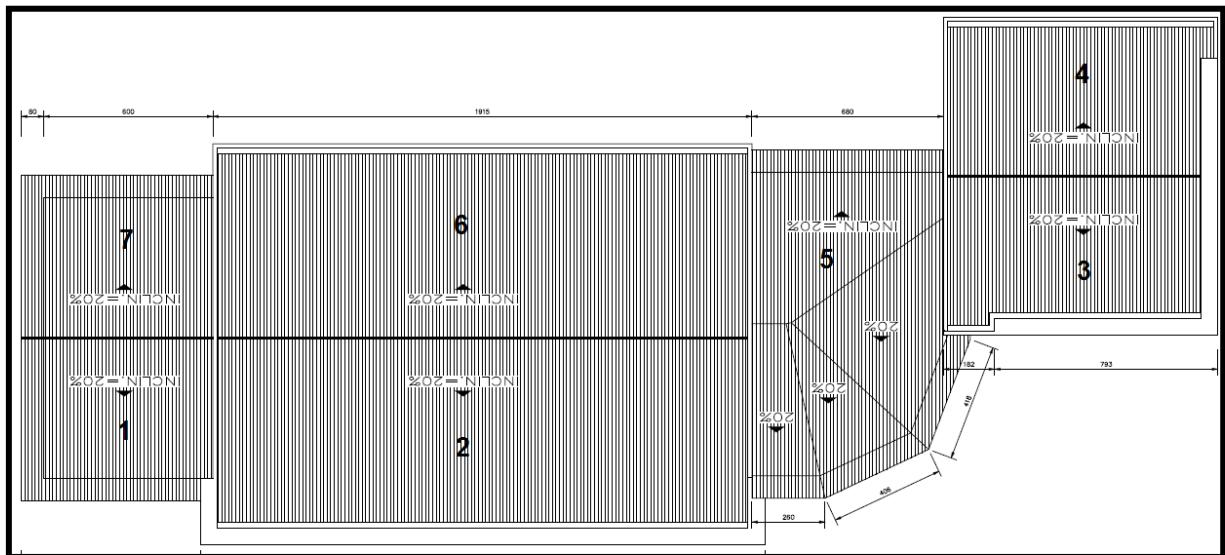
Para poder determinar o potencial de geração de energia elétrica na aplicação de placas fotovoltaicas, é necessário o levantamento da orientação geográfica de cada edificação onde serão instaladas as placas fotovoltaicas. Com os valores da orientação geográfica, é possível fazer o uso de ferramentas computacionais e determinar a radiação solar incidente em cada instalação.

A orientação geográfica foi realizada através do uso de uma bússola, levantando a direção do norte magnético. Para realizar o cálculo da declinação magnética na cidade de Videira e encontrar a direção do norte geográfico (verdadeiro), foi utilizado o banco de dados disponível do Observatório Nacional. O resultado encontrado no período de estudo foi de uma declinação de $-17,59^\circ$. A partir desse dado, foi possível encontrar os valores dos azimutes em cada cobertura das edificações. A figura 3 mostra a configuração da cobertura do bloco do setor



administrativo e a tabela 3 apresenta as orientações geográficas e as suas correspondentes área para o estudo.

Figura 3 – Cobertura do bloco do setor administrativo.



Fonte – Próprio Autor

Tabela 2 – Descrição das áreas das coberturas em estudo.

Cobertura	Norte Magnético	Declinação Magnética	Norte Geográfico	Direção
Administrativo				
1	60	17,59	77,59	Noroeste
2	60	17,59	77,59	Noroeste
3	60	17,59	77,59	Noroeste
4	120	17,59	137,59	Sudeste
5	120	17,59	137,59	Sudeste
6	120	17,59	137,59	Sudeste
7	120	17,59	137,59	Sudeste
Biblioteca				
1	70	17,59	87,57	Nordeste
2	70	17,59	87,57	Nordeste
3	70	17,59	87,57	Nordeste



FICE

4^a FEIRA DE INICIAÇÃO
CIENTÍFICA E EXTENSÃO
15 e 16 de Setembro

4	120	17,59	137,59	Sudoeste
5	120	17,59	137,59	Sudoeste
6	120	17,59	137,59	Sudoeste
Salas de Aulas				
1	130	17,59	147,59	Sudoeste
2	50	17,59	32,41	Nordeste
3	160	17,59	142,41	Sudeste
4	40	17,59	57,59	Noroeste
Auditório				
1	30	17,59	12,41	Nordeste
2	30	17,59	12,41	Nordeste
3	80	17,59	97,59	Sudoeste
4	80	17,59	97,59	Sudoeste
Laboratórios				
1	30	17,59	47,59	Noroeste
2	130	17,59	112,41	Sudeste
3	110	17,59	127,59	Sudoeste
4	40	17,59	22,41	Nordeste
5	40	17,59	57,59	Noroeste
6	150	17,59	132,41	Sudeste
7	50	17,59	32,41	Noroeste
8	120	17,59	137,59	Sudoeste

Fonte – Próprio Autor

As coberturas do auditório e da cantina não entraram no estudo, uma vez que sua construção arquitetônica dificulta a instalação das placas fotovoltaicas e também pela existência de vegetação próxima, o que causa sombras e diminui à geração de energia.



FICE

4^a FEIRA DE INICIAÇÃO
CIENTÍFICA E EXTENSÃO
15 e 16 de Setembro

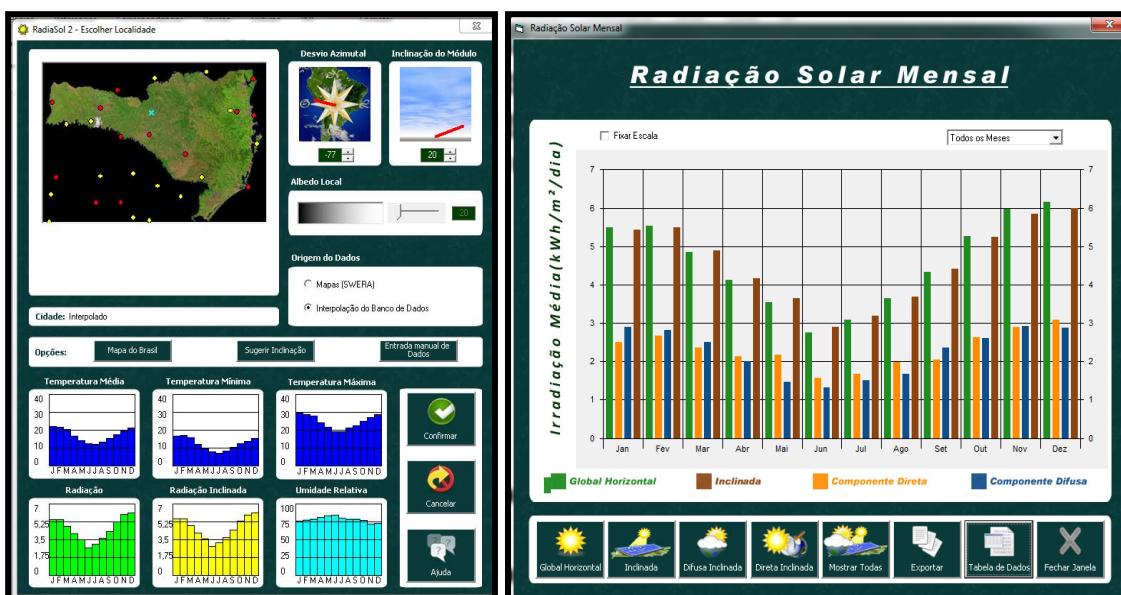
- Radiação Solar

Para realizar o levantamento do potencial energético no aproveitamento da energia solar disponível na região e fazer os estudos de previsão de energia elétrica gerada, foi utilizado o programa *Radiasol 2.1*, programa idealizado pelo LABSOL (Laboratório de Energia Solar da UFRGS) e tem a finalidade de gerar dados meteorológicos e auxiliar nos projetos e dimensionamento de placas fotovoltaicas na geração de energia elétrica.

A partir desse programa, foram obtidos os valores de irradiação média mensal do total diário da radiação solar ($\text{kWh/m}^2/\text{dia}$), em todos os meses do ano, em diferentes orientações e inclinações de painéis.

Para o presente estudo, a direção e a inclinação analisados para a instalação de painéis foram as das próprias edificações, uma vez que o objetivo é o aproveitamento das coberturas das edificações para a instalação. A figura 4 mostra a janela inicial e o resultado em forma de gráfico da radiação mensal gerada pelo programa *Radiasol 2.1*.

Figura 3 – Tela do programa *Radiasol 2.1*.



Fonte – LABSOL



FICE

4^a FEIRA DE INICIAÇÃO
CIENTÍFICA E EXTENSÃO
15 e 16 de Setembro

RESULTADOS E DISCUSSÕES

- Potencial de Energia Gerada Estimada

Para se determinar uma estimativa da energia gerada através da aplicação do sistema fotovoltaico aproveitando a cobertura das edificações existentes, é necessário assumir e conhecer algumas condições iniciais, tais como o consumo médio diário, o ganho diário de radiação solar, a orientação geográfica, área útil disponível das coberturas e a inclinação para a instalação dos painéis fotovoltaicos.

Aplicando as equações 1 e 2, pode-se determinar a energia média diária gerada pelo sistema ao longo de cada mês.

$$A_{total} = \frac{P_{cc}}{E_{ff}} \quad (Eq.1)$$

Onde:

A_{total} = Área dos painéis (m^2);

P_{cc} = Potência média necessária (kW_{pcc});

E_{ff} = Eficiência do painel (%).

Considerando a área total das coberturas estudadas ($2877,52m^2$), assumiu-se que os painéis ocupariam efetivamente 60% da área útil para a sua instalação, sendo que o restante da área foi destinado ao espaço de circulação para manutenção e afastamento necessário para evitar sombreamento causado pelos próprios painéis. A eficiência do painel foi fixada em 13,5% e o rendimento do sistema foi estipulado em aproximadamente 93% (valor que pode variar dependendo do equipamento utilizado).



$$P_{cc} = \frac{\left(\frac{E}{G_{poa}} \right)}{R} \quad (Eq.2)$$

Onde:

P_{cc} = Potência média necessária (kW_{pcc});

E = Consumo médio diário durante o ano (kWh/dia);

G_{poa} = Ganhos por radiação solar: média mensal do total diário(kWh/m²/dia);

R = Rendimento do sistema (%).

O resultado da geração de energia elétrica com aplicação de um sistema solar fotovoltaico aplicado no campus de Videira do Instituto Federal Catarinense é apresentado na tabela 3.

Tabela 3 – Descrição das áreas das coberturas em estudo.

Mês	Consumo de Energia Médio (kWh)	Geração Sistema Solar (kWh)	% contribuição solar no consumo
Jan	22408	34406,74	153,55
Fev	31383	30763,05	98,02
Mar	30829	28726,70	93,18
Abr	31579	23892,02	75,66
Mai	31080	20426,44	65,72
Jun	29578	16185,56	54,72
Jul	28698	17919,89	62,44
Ago	29631	21100,11	71,21
Set	30055	25068,16	83,41
Out	31439	31250,68	99,40
Nov	39912	35623,11	89,25
Dez	31791	37121,67	116,77
Total	368383	322484,12	87,54

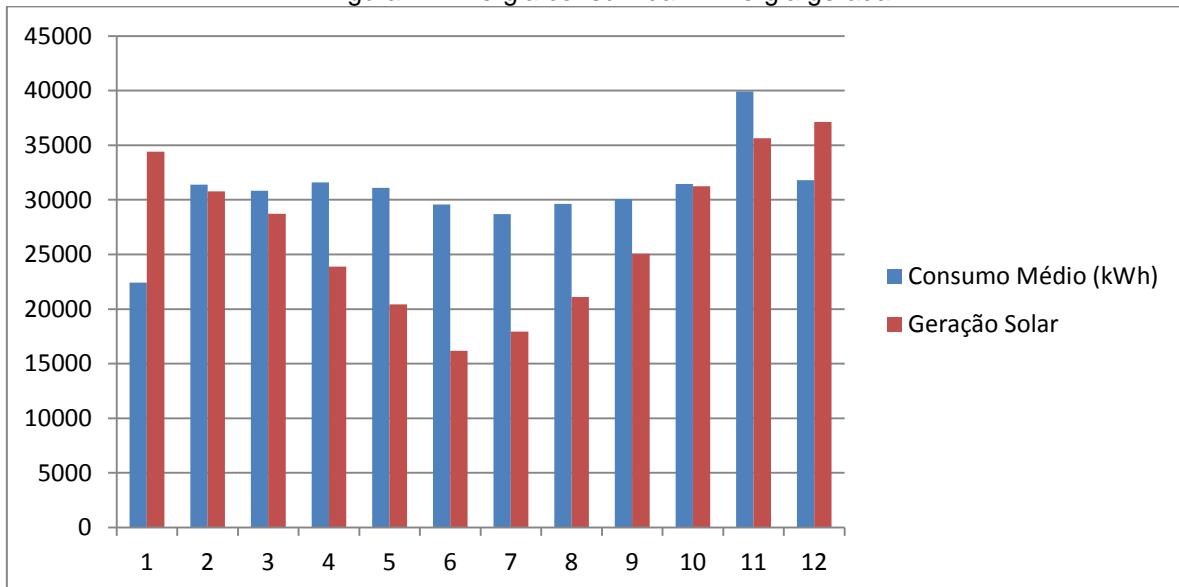
Fonte – Próprio Autor

Na figura 4 pode-se observar de maneira mais clara a parcela da demanda de energia suprida pelo sistema solar fotovoltaico. Note que no mês de



Janeiro a quantidade de energia gerada pelas células fotovoltaicas é superior do que a demanda de energia consumida.

Figura 4 - Energia consumida X Energia gerada.



Fonte – Próprio Autor

Com base na dimensão do painel proposto e na maior facilidade de instalação, sendo apresentado na tabela 4 um resumo do total da área utilizada das coberturas com os painéis solares e o número de painéis instalados.

Tabela 4 – Descrição das áreas das coberturas em estudo.

Local	Área útil (m ²)	Área unitária de cada Painel	Nº de Painéis	Área Ocupada (m ²)	(%)
Administrativo	455,93	1,40	195	273,56	60
Biblioteca	570,55	1,40	245	342,33	60
Salas de Aulas	1188,04	1,40	509	712,83	60
Auditório	373,68	1,40	160	224,21	60
Laboratórios	288,84	1,40	124	173,30	60

Fonte – Próprio Autor



FICE

4^a FEIRA DE INICIAÇÃO
CIENTÍFICA E EXTENSÃO
15 e 16 de Setembro

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com crise energética que o país está passando e o aumento acentuado da energia elétrica, a forma de minimizar a dependência de uma única fonte de energia está na diversificação da matriz energética. Essa diversificação pode ocorrer no aproveitamento de fontes alternativas de energia, com a geração eólica e a aplicação de sistema fotovoltaico.

Este trabalho fez o levantamento do potencial energético no aproveitamento da energia solar, estimando sua aplicação aproveitando as coberturas das edificações no campus de Videira do Instituto Federal Catarinense. Para esse estudo, foi necessário fazer o levantamento das coberturas já existentes e também os valores de radiação total diária na região de Videira, fornecido pelo programa *Radiasol 2.1*.

A área útil para aplicação dos painéis deve ser analisada com cuidado, pois é importante evitar a instalação de painéis em regiões encobertas ou que sofram um sombreamento.

A área total considerada para a instalação dos painéis foi estipulado em 60% da área total das coberturas, deixando espaço para as manutenções e o espaçamento necessário entre cada painel.

Os resultados mostraram que a geração pelo sistema fotovoltaico é suficiente para atender a demanda do Instituto somente no mês de Janeiro, onde a radiação média é maior e a demanda de energia é a menor de todo o período. Por outro lado, no mês em que tem a menor radiação solar, o sistema consegue suprir a demanda de 54,72%, o que leva a uma redução bastante interessante na dependência da energia elétrica fornecida pela concessionária e, consequentemente, uma redução no valor pago.

Como trabalhos futuros, a expectativa é de fazer um levantamento da viabilidade técnica e econômica na instalação do sistema fotovoltaico, fazendo levantamento de custos e o estudo do retorno financeiro.



FICE

4^a FEIRA DE INICIAÇÃO
CIENTÍFICA E EXTENSÃO
15 e 16 de Setembro

REFERÊNCIAS

ANEEL . Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas de Energia Elétrica do Brasil 2007. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em 10 julho 2015.

MARINOSKI, D,L; SALAMONI, I, T; RUTHER, R. **Pré-Dimensioamento de Sistea Solar Fotovoltaico: Estudo de Caso do Edifício Sede do CREA-SC.** I Conferência Latino-Americanana de Construção Sustentável; X Encontro Nacional de Tecnologia do Amiente Construído. São Paulo, Julho 2004.

Ministério do Meio Ambiente. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/clima/energia/energias-renovaveis/energia-solar>>. Acesso em 03 de abril de 2015.

FREIRE, I. B. C. Método para Levantamento do Potencial Energético Solar em Campus Universitário. 2013. 66 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Paraná.

LINDEMAYER, R.M. Análise da Viabilidade Econômico-Financeira do Uso do Biogas como Fonte de Energia Elétrica.. Florianópolis, 2008. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/biblioteca/trabalhos/trabalhos/TCC_Ricardo_Matsukura_Lindemeyer.pdf>. Acesso em 10 de abril de 2014.

CERPCH. Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas. Disponível em <<http://www.cerpch.unifei.edu.br/solar.php>>. Acesso em 15 de abril de 2014.

BAPTISTA, A. S. Cardos. Análise da viabilidade econômica da utilização de aquecedores solares de água em resorts no Nordeste do Brasil. 2006. 158 p. Dissertação (Mestrado) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Observatório Nacional. Disponível em <<http://www.on.br/conteudo/modelo.php?endereco=servicos/servicos.html>>. Acesso em 8 de julho de 2015.