

Estudo para o uso de telha solar em edifícios para suínos e aves

Study for the use of solar tile in buildings for swine and poultry

Tiago Martini, Engenheiro Civil, Universidade do Contestado, Concórdia SC

tiagomartini11@gmail.com

Paulo Reis Júnior, Engenheiro de Produção, Universidade do Contestado, Concórdia/SC

sr.reis.paulo@gmail.com

Mari Aurora Favero Reis, Doutora, Universidade do Contestado, Concórdia SC.

mariaaurorafavero@gmail.com

Resumo

Aumento no consumo de energia impulsionou a busca por energia limpa, renovável e de baixo impacto. A transformação da luz em eletricidade, por células fotovoltaicas, é tecnologia na Engenharia Civil que requer mudanças nos projetos. A pesquisa teve como objetivo realizar estudo técnico para o uso da telha solar fotovoltaica Eternit, aprovada e certificada pôr o INMETRO, no Brasil. A telha pode ser empregada em construções para a produção de suínos e aves. A metodologia utilizada foi qualitativa, do tipo exploratória e descritiva. Dados coletados com produtores integrados resultou na seleção de duas empresas do agronegócio. A conclusão demonstra que o uso de telhas solares pode atender sustentabilidade energética da demanda de energia elétrica para esses empreendimentos.

Palavras-chave: Telha solar; Edificação Rural; Produção de Suínos e Aves.

Abstract

Increased energy consumption spurred the search for clean, renewable and low-impact energy. The transformation of light into electricity by photovoltaic cells is a technology in Civil Engineering that requires changes in projects. The research aimed to carry out a technical study for the use of the photovoltaic solar tile Eternit, approved and certified by INMETRO, in Brazil. The tile can be used in buildings to produce swine and poultry. The methodology used was qualitative, exploratory and descriptive. Data collected from integrated producers resulted in the selection of two agribusiness companies. The conclusion demonstrates that the use of solar tiles can meet the energy sustainability of the demand for electricity for these projects.

Keywords: Solar tile; Fiber cement; Rural Building; Swine and poultry production.

1. Introdução

O aumento do consumo energético tem motivado a busca por energia limpa, renovável e de baixo impacto ambiental, oportunizando o desenvolvimento de novas tecnologias. A energia solar, mundialmente reconhecida, vem aumentando sua participação na matriz energética brasileira, com uso da tecnologia fotovoltaica. Programas como Geração Distribuída de Energia Elétrica – ProGD, portaria nº 538 de 6 de outubro de 2014, do Ministério de Minas e Energia, incentivou a implantação e ampliação da geração distribuída em edificações públicas e privadas (DIAS, 2018).

A transformação da luz em eletricidade, por células fotovoltaicas, têm sido uma das tecnologias aderidas a esse programa. A explicação física para o funcionamento das células solares fotovoltaicas é comumente fundamentada na teoria dos semicondutores, com células de silício. O efeito da luz nas células solares fotovoltaicas, é um processo conhecido como fotocondutividade. O silício, nesse caso, “comporta-se como isolante até que haja uma fonte de energia externa, como a luz do Sol, capaz de ‘dar um impulso’ em seus elétrons da banda de valência para a banda de condução, tornando-os portadores de corrente.” (RICHARDS; ETKINA, 2013, p. 578, tradução nossa). O coração de uma célula solar é a junção *p-n* e quando o cristal absorve a luz (efeito fotoelétrico interno), os pares elétron-buraco aparecem. E, os elétrons livres são “ejetados” em direções opostas pelo campo elétrico da junção *p-n*, resultando em corrente elétrica (REIS, 2019).

As células de silício presentes na tecnologia fotovoltaica, como situação contexto na engenharia aplicada à produção e transformação da luz, oportunizou o desenvolvimento de pesquisas associadas à indústria da energia por meio dos painéis fotovoltaicos. As telhas solares, é uma delas, trata-se de tecnologia recente, desenvolvida para gerar eletricidade em cobertura do imóvel (“Telha solar: será que vale a pena investir?”, 2018). Essa é a primeira e mais recente telha com capacidade de produção de energia solar, desenvolvida por empresa líder no Brasil em coberturas de edificações. Trata-se de telhas de concreto com células fotovoltaicas, feitas com silício monocristalino (DALMOLIN, 2019). A Eternit Solar, como é conhecida, apresentou produto inovador aprovado e certificado pôr o Inmetro, para a instalação na construção civil conforme proposto no seu manual, em coberturas que atendam as condições de uso para telhas solares fotovoltaicas. Porém ainda não é comercializada no mercado de construção civil da região.

O artigo apresenta os resultados de um estudo de viabilidade de instalação para o uso da telha Eternit Solar em coberturas de edificações na construção civil, para aplicação na agropecuária. Tendo em vista sua recente inserção no mercado, a tecnologia necessita de estudos a seu respeito, em diversos contextos e utilizações, para que estes aspectos possam ser conhecidos, analisados e possam ser incluídas nesse tipo de edificações. A justificativa para essa pesquisa é que ao investigar a viabilidade de instalação no uso de novas tecnologias pode contribuir para disseminação dela na sociedade. O uso de novas tecnologias na Engenharia Civil pode proporcionar ganhos para os processos construtivos e sustentabilidade energética nestas edificações ao longo de sua vida útil, independentes dos custos financeiros relativos à instalação.

É importante ressaltar que a tela de fibrocimento é um material largamente aplicado na construção civil local, para esse tipo de empreendimento, tendo como único atrativo o baixo custo de aquisição e instalação. Entretanto, trata-se de recurso insustentável, tanto em seu processo produtivo como no conforto térmico da edificação. Nosso propósito está em avaliar a tecnologia inserida nessa, a fim de reduzir o consumo de energia elétrica. Cabe ressaltar que não se trata de atribuir sustentabilidade a um recurso insustentável, como é o caso da telha de fibrocimento.

A partir do potencial e aprimoramento que esta tecnologia pode vir a agregar, a partir da sua utilização, empresas ou consumidores que optarem por ela poderão se beneficiar com a produção da eletricidade. Alguns fatores, como econômicos, só poderão ser confirmados mediante sua utilização e o desenvolvimento de estudos em anos futuros, quando a tecnologia estiver disponível no mercado. Com essa justificativa a pesquisa foi direcionada para responder a seguinte pergunta de pesquisa: *Qual a viabilidade técnica no uso de telha Eternit solar fotovoltaica em coberturas edificações para produção de suínos e aves?*

1. Característica da telha fibrocimento solar

As telhas onduladas de fibrocimento são elementos construtivos de baixo custo e, por isso, possuem importante papel na construção de habitações sociais no Brasil (COELHO; GOMES; DORNELLES, 2017). A telha estudada nessa pesquisa apresenta as seguintes características: (a) Potência de cada telha é 9,16 Wp, o modelo de telhado utiliza 7,5 telhas/m²; (b) A produção média mensal de cada telha é 1,15 kWh/mês. A telha tem bom desempenho com inclinação baixa do sol, dias nublados, luz inclinada, luz refletiva e luz indireta; (c) Na Intersolar, foi demonstrado um sistema com 36 telhas e microinversor de 600 W. Tem potência de 330 Wp e gera em média 41,4 kWh/mês. Os dados aqui apresentados foram obtidos no material de orientação ao cliente da Eternit Solar (“PERGUNTAS FREQUENTES TELHA ETERNIT SOLAR – FAQ”, [s.d.]). A imagem a seguir (Figura 1) é apresentado o experimento (projeto-piloto), utilizado na Intersolar, para coleta dos dados apresentados nessa pesquisa.



Figura 1: Projeto-piloto da telha Eternit Solar. Disponível em: <<https://experienceclub.com.br/post/telha-que-gera-energia-solar-dispara-acao-da-eternit>>. Acesso em 30/01/2020.

2. Procedimentos metodológicos utilizados no estudo

A pesquisa de caráter predominantemente qualitativa, do tipo exploratória e descritiva. Inicialmente buscou dados e informações técnicas de edificações utilizadas para produção de suínos e aves. O foco na utilização da pesquisa de caráter qualitativo está em olhar para o subjetivo, para as particularidades do objeto de estudo. Verifica-se que este tipo de pesquisa, ainda, “preocupa-se, portanto, com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações” (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 32). A utilização da pesquisa exploratória vem a oferecer informações e orientar o pesquisador na condução deste projeto.

Para a pesquisa bibliográfica as buscas foram realizadas nas bases de dados *Scielo*, Google Acadêmico e os periódicos EBSCO, com o descritor “telhado solar”; disponíveis nas línguas portuguesa, inglesa e espanhola, não contendo o descritor “telhado solar” que busca este estudo. Consequentemente, buscou-se também acesso a *blogs* de notícias para informações atuais acerca da tecnologia.

A busca de dados junto a integrados na produção agropecuária foi realizada no interior do município de Itá, onde foram selecionados dois produtores: um possui criação de suínos, e, o outro, criação de aves. No contato junto aos selecionados houve uma apresentação informal sobre o projeto, explicando-lhes seus objetivos e houve convite para participação desta pesquisa. A coleta de dados foi realizada a partir de dados referentes à estrutura das duas edificações, quanto as suas dimensões e, também, coletadas notas de consumo da energia elétrica destas construções, sem que houvesse contato com a produção. Ambas edificações estão localizadas no interior do município de Itá, no oeste de Santa Catarina. O critério de escolha das edificações foi o posicionamento solar dos telhados, uma vez que o relevo da região dificulta a aplicação dessa técnica.

Para a análise quantitativa foram utilizados dados coletados junto ao fabricante da tecnologia e integrados na produção agropecuária. Para obtenção dos dados sobre a tecnologia foi solicitado por intermédio de correspondência eletrônica. Quanto aos dados junto aos integrados foram realizadas visitas aos produtores, onde foram coletados os dados. Na posse desses dados foi programada uma planilha eletrônica no Microsoft Excel, que serviu como software para os cálculos do estudo de viabilidade técnica.

Após a localização de cada um dos empreendimentos, foi identificada a localização geográfica (latitude e longitude). Na posse desses dados com o uso de software para avaliação de posicionamento solar (“Ferramentas para designers e consumidores de energia solar”, 2020), foi realizada uma análise técnica a fim de estudar as edificações já construídas com uma das inclinações voltadas para o norte. Essa avaliação é de grande relevância para a produção de energia solar fotovoltaica, considerando que o local de estudo encontrasse na região sul do planeta.

Como objeto de estudo, nessa pesquisa, uma edificação para produção de aves e outra para produção de suínos. A edificação para suínos está localizada em Linha Alvorada (85 m x 8,3 m) e a edificação para aves localiza-se em Linha São Francisco (130 m x 12 m), ambas no interior do município de Itá/SC. Em seguida foi realizada a pesquisa de mercado,

colhendo informações a respeito de características destas telhas como: tamanho, durabilidade e consumo de energia. Posteriormente foram realizados os cálculos da quantidade de telhas necessárias, para ambas as edificações, sendo aferidos separadamente os dados das duas edificações, assim como o consumo de energia elétrica destas edificações com e sem a utilização das telhas solares fotovoltaicas.

Para simular a produção de energia com a possibilidade de aplicação da telha solar, foi realizada uma planilha pré-programada no Microsoft Excel. Os dados para essa programação foram obtidos junto ao fornecedor da tecnologia, onde foram obtidos dados como: dimensão da telha e produção de energia por (w/m^2). O fabricante não apresentou o valor (R\$) da telha, pois ainda não está sendo comercializada. Por conta disso, os cálculos se restringiram à potência para a viabilidade técnica.

3. Resultados da análise técnica da edificação para produção de aves

A edificação para produção de aves estudada nessa pesquisa localiza-se na latitude -27.252208 e longitude -52.288011, utilizada para a avaliação da incidência solar e a área do telhado direcionada para o norte verdadeiro. A curva solar está demonstrada na figura abaixo (Figura 2). O estudo do posicionamento solar sobre a cobertura da edificação para aves demonstrou que o empreendimento apresenta bons índices de incidência solar. Esse resultado demonstra que a viabilidade para transformação da radiação solar em eletricidade pode ser realizada.



Figura 2: Posicionamento solar no empreendimento para produção de aves. Fonte: (“Ferramentas para designers e consumidores de energia solar”, 2020)

Para verificar a área da cobertura do empreendimento para produção de aves, a partir da busca das dimensões da cobertura. Os dados foram adquiridos junto ao proprietário do imóvel para a realização do cálculo para a área de aplicação, a partir das dimensões do

empreendimento: comprimento (C) 130 m; largura (L) 12 m; beiral (B) 0,8 m. A tenha é de fibrocimento (a mesma atualmente utilizada na construção civil), instalada com inclinação de 15 % (I). Após a aplicação da equação para cálculo da área (Eq. 1).

$$A = [(L/2 + B) \times I] \times C \quad (1)$$

O cálculo da cobertura demonstrou que o empreendimento possui 1017 m² de telhado voltados para o norte. O consumo anual de energia elétrica no empreendimento para produção de aves, os dados obtidos, nas faturas de energia elétrica, demonstram que de novembro de 2018 a novembro de 2019 o consumo apresentou oscilações (Figura 3) de 4750 kW a 100 kW (período de intervalo na produção). Nesse período o valor médio mensal do consumo foi calculado em 2562,31 kW.

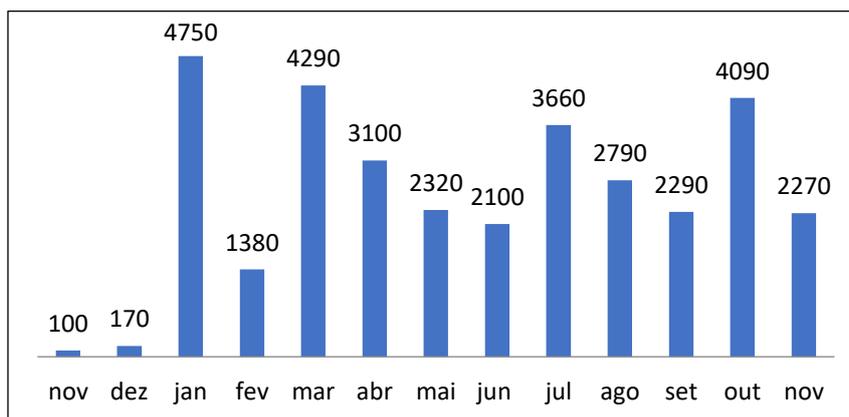


Figura 3: Histórico de consumo na edificação para produção de aves (KW). Fonte: Autores, 2019.

O valor médio mensal de consumo, considerando área do telhado voltadas ao norte e dados do fornecedor da tecnologia formam utilizados para simular a área necessária para que a edificação se torne autossuficiente na produção de energia elétrica. A simulação (Figura 4) mostra que para gerar energia consumida nessa edificação são necessários 297 m² de área, significativamente inferior à área voltada para o norte. Se aplicada em toda a área norte é possível gerar 8772 KW/mês na produção de energia elétrica. Portanto, é viável o uso dessa tecnologia nessa edificação.

| CÁLCULO | Nº TELHAS/ (m2) | AREÁ (m2) | Nº TELHAS/PROJETO | PRODUÇÃO /TELHA (Wp) | PRODUÇÃO PROJETO (Wp) | Kw/mês | IMVERSOR 600 W |
|---------|-----------------|-----------|-------------------|----------------------|-----------------------|--------|----------------|
| Área | 7,5 | 1017 | 7628 | 9,16 | 69868 | 8772 | 212 |
| Demanda | 7,5 | 297 | 2228 | 9,16 | 20407 | 2562 | 62 |

Figura 4: Simulação do projeto para atender a demanda na produção de aves. Fonte: Autores, 2019

Para essa simulação, conforme anteriormente relatado, os dados da produção de eletricidade foram obtidos em estudo experimental, desenvolvido por testes junto à

representante da tecnologia. Considerando que os índices de incidência solar considerados nesse experimento são da região sudeste, com variações em relação às condições climáticas e de posicionamento solar do local de estudo (na região Sul), possivelmente haverá alterações nesses índices de produção de energia quando a tecnologia for instalada nesses empreendimentos.

4. Resultados da análise técnica da edificação para produção de suínos

A edificação para produção de suínos, estudada nessa pesquisa, localiza-se na latitude -27.226872 e longitude -52.247818. Em visita técnica foram adquiridos dados da edificação como características do telhado, dimensões e a fatura do consumo de energia elétrica. O estudo técnico realizado, a partir dos dados de localização e sítio de posicionamento solar (“Ferramentas para designers e consumidores de energia solar”, 2020), e com isso, realizada a avaliação da incidência solar, bem como a área direcionada para o norte verdadeiro. A curva solar está representada na figura abaixo (Figura 5). O estudo do posicionamento solar sobre esta cobertura também demonstrou bons índices de incidência solar no telhado do empreendimento.

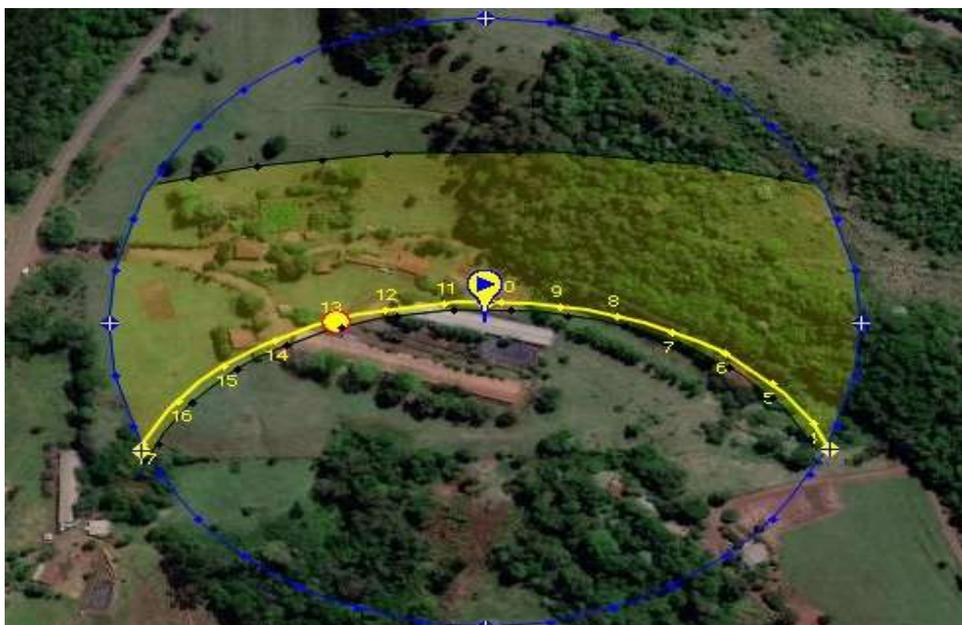


Figura 5: Posicionamento solar no empreendimento para produção de suínos. Fonte: (“Ferramentas para designers e consumidores de energia solar”, 2020)

O estudo do posicionamento solar sobre esta cobertura demonstrou que o empreendimento apresenta bons índices de incidência solar. Esse resultado também demonstra que há viabilidade para transformação da radiação solar em eletricidade. Os dados, como no empreendimento anterior, foram adquiridos junto ao proprietário do imóvel para a realização do cálculo para a área de aplicação, a partir das dimensões do

empreendimento: comprimento (C) 85 m; largura (L) 8,5 m; beiral (B) 0,8 m. A tenha é de fibrocimento, instalada com inclinação de 15 % (I). Após a aplicação da equação para cálculo da área (Eq. 1), constatamos que a área de cobertura posicionada para o norte é de 484 m². Quanto ao histórico do consumo anual de energia elétrica na edificação para suínos, também realizado de novembro de 2018 a novembro de 2019, pode ser observado no gráfico (Figura 6).

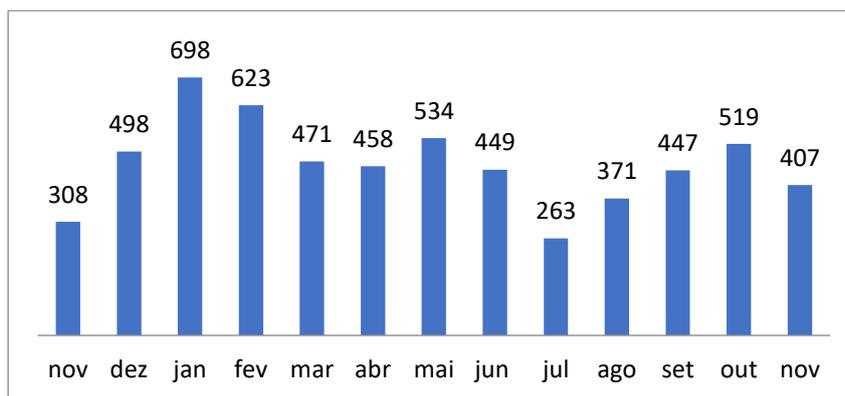


Figura 6: Histórico de consumo na edificação para suínos (KW). Fonte: Autores, 2019

O resultado dos dados do histórico demonstra que o consumo de energia elétrica desta propriedade também oscilou durante o período. Nesse período o valor médio mensal de consumo foi calculado em 480 kW, utilizado para simular a área necessária para que a edificação se torne autossuficiente na produção de energia elétrica (figura 7). Para atender a demanda de 480 kW seriam necessários 56 m² de telhado. Entretanto, a área posicionada ao norte é de 484 m², possibilitando suprir a demanda de energia elétrica. Como no empreendimento anterior, os dados da produção de eletricidade possivelmente terão variações devido a localização da edificação.

| CÁLCULO | Nº TELHAS/ (m2) | ÁREA (m2) | Nº TELHAS/ (PROJETO) | PRODUÇÃO /TELHA (Wp) | PRODUÇÃO PROJETO (Wp) | Kw/mês | INVERSOR 600 W |
|---------|-----------------|-----------|----------------------|----------------------|-----------------------|--------|----------------|
| Área | 7,5 | 484 | 3630 | 9,16 | 33251 | 4175 | 101 |
| Demanda | 7,5 | 56 | 417 | 9,16 | 3823 | 480 | 12 |

Figura 7: Simulação do projeto para atender a demanda na edificação para suínos. Fonte: Autores, 2019

Considerações Finais

O estudo objetivou investigar o uso de tecnologia fotovoltaica, a fim de obter ganhos aos processos construtivos e na sustentabilidade energética nos empreendimentos agropecuários. Ao investigar a aplicação de novas tecnologias na Engenharia Civil, como nesse estudo, poderá contribuir para sua disseminação na sociedade. Conforme relatado no início desse artigo, não se trata de atribuir sustentabilidade à um material insustentável, como é o caso das telas fibrocimento.

Os resultados obtidos, mediante simulação e avaliação dos locais, indicam que o potencial de produção de eletricidade, a partir da tecnologia, poderá atender a demanda de energia elétrica nessas edificações rurais para suínos e aves. Portanto, a pesquisa, em parceria com os produtores, possibilitou a análise técnica e evidenciou a utilização de telhas solares em edificações para suínos e aves como vantajosa. Mediante os trabalhos já produzidos a este respeito com tecnologia fotovoltaica, evidenciou-se que as vantagens e benefícios abrangem também os empreendimentos residenciais urbanos. Desse modo é possível produzir energia para atender demandas, resultando na redução nos custos com eletricidade.

Nas telhas solares fotovoltaicas, quando a luz Solar atinge a telha há movimentação de elétron, gerado corrente elétrica, como nas tecnologias fotovoltaicas convencionais. Pesquisas com uso de tecnologias, como essa, poderão contribuir para a disseminação na Engenharia Civil e, conseqüentemente, promover mudanças nos processos construtivos e, quem sabe, futuramente ser aplicada em telhas mais sustentáveis (como as de barro). Essa certamente é a importância que o uso deste recurso beneficia, não apenas setor de produção de aves e suínos, mas a toda construção civil. Desse modo, pode-se generalizar que o uso dessa tecnologia poderá contribuir no desenvolvimento sustentável do país, contribuindo com os setores econômicos e sociais.

Cabe destacar que o estudo de viabilidade econômica ainda não foi possível realizar, pois a telha Eternit fotovoltaica ainda não está disponível no mercado e, portanto, não é possível definir o custo de instalação. E, por se tratar de tecnologia de inovação, ainda não lançada no mercado, a utilização de telhas solares no país confere pouca produção de material científico produzido a este respeito. Sendo assim, esse artigo poderá contribuir para o desenvolvimento de estudos e projetos que promova a avaliação de suas características, bem como estudo de dados referentes à sua sustentabilidade. Desse modo será possível estabelecer comparativos com as demais tecnologias ou, ainda, pesquisar aplicações variadas que possam comprovar suas vantagens e desvantagens no uso da tecnologia.

Referências

COELHO, T. DA C. C.; GOMES, C. E. M.; DORNELLES, K. A. Desempenho térmico e absorvância solar de telhas de fibrocimento sem amianto submetidas a diferentes processos de envelhecimento natural. **Ambiente Construído**, v. 17, n. 1, p. 147–161, 2017.

DALMOLIN, L. **Telha que gera energia solar dispara ações da eternit na B3**. Disponível em: <<https://experienceclub.com.br/post/telha-que-gera-energia-solar-dispara-acao-da-eternit>>. Acesso em: 21 jan. 2020.

DIAS, A. B. **Implantação de células solares fotovoltaicas em superfícies onduladas e planas: Desenvolvimento de protótipo e projeto para aplicação no campus da UFRN**. Natal/RN: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2018.

FELDMAN, B. J. An Introduction to Solar Cells. **The Physics Teacher**, v. 48, n. 5, p.



306-308, 2010.

Ferramentas para designers e consumidores de energia solar. Disponível em: <https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=pt>. Acesso em: 30 jan. 2020.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa.** Porto Alegre: UFRGS, 2009.

PERGUNTAS FREQUENTES TELHA ETERNIT SOLAR – FAQ. Eternit Solar, , [s.d.]. Disponível em: <https://storage.googleapis.com/stateless-www-eternit-com-br/2019/09/8203bff4-faq_eternitsolar.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2019

REIS, M. A. F. **Efeito fotoelétrico na produção e transformação da luz: investigação do uso de uma proposta didática para o ensino de física em cursos de Engenharia.** Canoas: ULBRA, 2019.

RICHARDS, A. J.; ETKINA, E. Kinaesthetic learning activities and learning about solar cells. **Physics Education**, v. 48, n. 5, p. 578–585, 2013.

Telha solar: será que vale a pena investir? Disponível em: <<https://www.coberturasleves.com.br/telha-solar-sera-que-vale-a-pena-investir/>>. Acesso em: 10 nov. 2019.