

ESTUDO DE CASO QUANTO A VIABILIDADE NO USO DE ENERGIA SOLAR EM UMA FÁBRICA DE COSTURA NA CIDADE DE GROSSOS – RN

Silmário Gomes da Silva; Francisco magno Monteiro sobrinho.

RESUMO: Este artigo apresenta um estudo de caso quanto à viabilidade na instalação de um sistema fotovoltaico conectado a rede (SFCR), em uma fábrica de costura, que atualmente utiliza energia fornecida por concessionária (COSERN), mostrando o que já é considerado tendência mundial, o uso de energias renováveis. A energia solar é considerada uma energia limpa, renovável e fundamental para o futuro energético do país. O Nordeste brasileiro apresenta características geográficas e climáticas que favorecem a geração de energia solar fotovoltaica. Assim, objetivou-se comparar o custo pago à concessionária local a médio e longo prazo e o custo final para instalação de unidades coletoras de energia solar nesta fábrica. Avaliando-se o custo médio pago pela fábrica daquela localidade em comparação ao uso da energia solar fotovoltaica incluindo valores para instalação dos equipamentos de geração de energia solar. Com as formas de pagamento apresentadas pelas empresas pesquisadas e os custos finais, concluiu-se pela viabilidade do uso da energia solar para essa fábrica, de um modo geral, são feitas pequenas ressalvas quanto ao uso desse tipo de energia, porém, no caso em questão, nada que pudesse impedir a instalação de tal sistema foi identificado.

Palavras-chave: Tendência. Energias. Solar. Renováveis. Viabilidade.

1. INTRODUÇÃO

A população mundial cresce a um ritmo acelerado, o consumo dos recursos naturais e a poluição do ambiente em que vivemos vêm gerando impactos e degradando o meio ambiente, colocando em risco a sobrevivência do planeta; São realizadas Pesquisas científicas diariamente e que só nos mostram a necessidade cada dia mais gritante de mudanças desse comportamento. Há uma evolução constante nas fontes e tecnologias de produção e geração de Energia decorrente de uma nova compreensão, teórica e prática, sobre o papel do homem no processo de degradação do meio ambiente e mais ainda da sua função em amenizar os impactos ambientais estimulado pela incorporação das novas tecnologias em seu cotidiano.

Esse trabalho foca na conversão de energia solar em energia elétrica, por meio do uso de painéis solares, e tem como objetivo geral, mostrar a viabilidade no uso desse tipo de energia em uma fábrica de costura na cidade de Grossos RN, de forma a atender a demanda de energia empregada pela fábrica buscando sempre responder ao questionamento quanto à viabilidade no uso desses painéis, principalmente, relacionado ao seu custo, mostrando seus benefícios, mas também suas possíveis falhas, para que não fique dúvida se é ou não a opção mais viável, tanto ambiental quanto economicamente, e como objetivos específicos: i) conceituar energia fotovoltaica; ii) apresentar os tipos de sistemas fotovoltaicos; iii) apresentar o potencial da energia fotovoltaica do Brasil; iv) apresentar os custos de implantação e o capital investido; v) apresentar os impactos ambientais decorrentes do uso da energia fotovoltaica.

Quanto à metodologia, adotou-se uma pesquisa do tipo exploratória, com revisão bibliográfica da literatura e pesquisas junto a empresas desse ramo de atuação. As principais fontes de consulta da bibliografia foram sites da internet e empresas que fornecem esses equipamentos para nosso estado.

2. ENERGIA FOTOVOLTAICA

De acordo com o Portal Solar (empresa que comercializa materiais e instalação de sistemas fotovoltaicos), o termo "fotovoltaico" deriva de duas palavras: foto (do grego phos = photo = foto = luz) e volta (de Alessandro Volta, físico italiano, inventor da pilha) que originou o termo volt, que significa unidade de medida de tensão elétrica. Portanto, a expressão fotovoltaica indica a produção de energia elétrica pela incidência dos raios solares (luz solar). Este termo tem sido usado em inglês desde 1849 [1].

Dentre os tipos de energia renovável, a solar possui grande potencial para o Brasil. Há estimativas científicas de que “a energia solar incidente sobre a superfície terrestre seja da ordem de 10 mil vezes o consumo energético mundial” [2]. É, portanto, uma fonte inesgotável de energia.

Historicamente, o aproveitamento energético do Sol não é novidade. No início do processo de civilização, a apropriação da energia pela humanidade se deu através da agricultura e da pecuária, as quais por meio do aproveitamento controlado da fotossíntese e da cadeia alimentar processam a energia direta do Sol. Além do citado, há diversas outras maneiras de aproveitamento da energia solar, sendo a iluminação e o calor, talvez, as mais evidentes para a população [3].

Logo o que se pretende hoje, nada mais é que repetir o que já tem sido feito nus, mas longínquos tempos da nossa historia, que é o aproveitamento da luz solar para as mais diversas atividades humanas, que vão desde a agricultura a iluminação de suas residências.

A energia solar fotovoltaica é definida como a energia gerada através da conversão direta da radiação solar em eletricidade. Isto se dá, por meio de um dispositivo conhecido como célula fotovoltaica que atua utilizando o princípio do efeito fotoelétrico ou fotovoltaico [4].

O efeito fotovoltaico é gerado através da absorção da luz solar, que ocasiona uma diferença de potencial na estrutura do material semicondutor [5]. Complementando esta informação, Nascimento afirma que “Uma célula fotovoltaica não armazena energia elétrica. Apenas mantém um fluxo de elétrons num circuito elétrico enquanto houver incidência de luz sobre ela. Este fenômeno é denominado “Efeito Fotovoltaico”” [6].

3. TECNOLOGIAS FOTOVOLTAICAS

Em busca de novas tecnologias para o uso de energias renováveis, o sistema fotovoltaico encontra-se em crescente utilização. Com isso, tem-se explorado novos materiais e realizado pesquisas para o avanço da tecnologia fotovoltaica [7].

O silício (Si) é o principal material na fabricação das células fotovoltaicas (FV), e se constitui como o segundo elemento químico mais abundante na terra. O mesmo tem sido explorado sob diversas formas: cristalino, policristalino e amorfo [7]. Existem três tecnologias aplicadas para a produção de células FV, classificadas em três gerações de acordo com seu material e suas características.

A primeira geração é composta por silício cristalino (c-Si), que se subdivide em silício monocristalino (m-Si) e silício policristalino (p-Si), representando 85% do mercado, por ser uma tecnologia de melhor eficiência, consolidação e confiança [8].

A segunda geração, também chamada de filmes finos, é dividida em três cadeias: silício amorfo (a-Si), disseleneto de cobre, índio e gálio (CIGS) e telureto de cádmio (CdTe).

A terceira geração é definida pelo IEEE - Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos como:

Células que permitem uma utilização mais eficiente da luz solar que as células baseadas em um único band-gap eletrônico. De forma geral, a terceira geração deve ser altamente eficiente, possuir baixo custo/watt e utilizar materiais abundantes e de baixa toxicidade [9].

Por fim, ainda em fase de pesquisa e desenvolvimento, têm-se as células orgânicas ou poliméricas [8].

3.1.1. MÓDULO FOTOVOLTAICO SILÍCIO MONOCRISTALINO (m-Si).

A maioria dos módulos fotovoltaicos de silício monocristalino, também denominados de células, são obtidos a partir de fatias de um único grande cristal, mergulhados em silício fundido [10].

Neste processo, o cristal recebe pequenas quantidades de boro formando um semicondutor dopado do tipo “p”⁸. A esse semicondutor, após seu corte, é introduzido impurezas do tipo “n”⁹, expostas a vapor de fósforo em fornos com altas temperaturas, garantindo confiabilidade e eficiência aos produtos [7].

3.1.2. MÓDULO FOTOVOLTAICO SILÍCIO POLICRISTALINO (p-Si).

A eficiência do módulo fotovoltaico p-Si é menor que a do silício monocristalino, mesmo sendo fabricados pelo mesmo material. Isto, pois, ao invés de ser formado por um único cristal, é fundido e solidificado, resultando em um bloco com grandes quantidades de grãos ou cristais, concentrando maior número de defeitos. Em função destes, o seu custo é mais baixo quando comparados às células monocristalinas [11]. Ambas são retratadas na Figura 1:

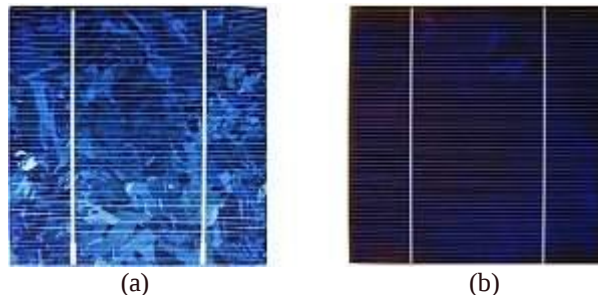


Figura 1. Célula (a) policristalina e Célula (b) monocristalina.
(Fonte: wp-content/uploads/2016/05)

3.2 FILMES FINOS

Diversos estudos elaborados nesta área têm direcionado a fabricação dos filmes finos a utilizarem diferentes materiais semicondutores e técnicas de deposição. Por exemplo, em camadas finas de materiais silício e outros, sob uma base que pode ser rígida ou flexível. Entre os materiais mais estudados estão o silício amorfo (a-Si) [12].

Em comparação às demais tecnologias fotovoltaicas, os filmes finos apresentam a grande vantagem de consumir menos matéria prima e menos energia em sua fabricação, tomando muito baixo o seu custo. Além disso, a reduzida complexidade na fabricação torna mais simples os processos automatizados, favorecendo sua produção em grande escala [12].

Apesar dessa vantagem, “convertem fótons em elétrons de forma menos eficiente do que as células de cristais únicos de silício” [13].

3.3. CÉLULAS ORGÂNICAS

As células orgânicas ou poliméricas representam a mais recente das tecnologias fotovoltaicas, estando, ainda, em fase de pesquisa e desenvolvimento, teste e produção em pequena escala. Esta tecnologia baseia-se na utilização de um semicondutor orgânico, o qual é responsável pela absorção de luz, geração, separação e transporte de cargas. Alguns destes dispositivos são produzidos pela mistura de um polímero condutor e um derivado de fulereno [8].

As células orgânicas podem ser consideradas uma alternativa promissora para a conversão de energia solar a baixo custo [14]

4. SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

A partir dos módulos têm-se os painéis, e a partir destes formam-se os sistemas fotovoltaicos, que ganham nomes diferentes conforme o seu emprego e sua instalação em relação à rede elétrica pública do local.

4.1. SISTEMA FOTOVOLTAICO ISOLADO (SFI).

Neste tipo de sistema, não há conexão com a rede pública de eletricidade. Basicamente destina-se a suprir a ausência de abastecimento de eletricidade em alguns pontos do território brasileiro. Através dele, algumas comunidades isoladas podem ter acesso à energia elétrica de carga baixa (refrigeração, iluminação, aparelhos domésticos menores) [15].

Esse sistema pode ser utilizado também para fins não domésticos, principalmente em áreas distantes dos centros urbanos, em que há muitas dificuldades de acesso aos serviços básicos e comuns como luz, água, esgoto, entre outros. E fornecem energia para uma ampla escala de aplicações, tais como em redes e antenas de telecomunicação, refrigeração de medicamentos e vacinas em postos de saúde isolados, bombeamento de água e outros.

4.2. SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE (SFCR).

Neste sistema, a saída de eletricidade é conectada à rede elétrica convencional. Isto se dá pelo fato de o inversor possuir duas saídas, sendo uma levando ao quadro elétrico principal, e a outra conduzindo à rede pública toda a energia sobressalente. A produção individual tem dupla vantagem econômica: a redução da conta de luz e o crédito de energia decorrente do excesso de eletricidade produzido e disponibilizado à rede da concessionária.

Os sistemas conectados à rede são “mais eficientes, econômicos, em média 40% mais baratos, e duradouros que os sistemas fotovoltaicos autônomos, pois não necessitam de sistemas de armazenamento” [16].

4.3. SISTEMA FOTOVOLTAICO HÍBRIDO (CFH)

Este sistema, como o próprio nome diz, é utilizado em conjunto com pelo menos mais uma fonte de energia alternativa, como a eólica, a biomassa, entre outras. Ambas as fontes se somam para aumentar a produção de eletricidade. Há, ainda, outro tipo de sistema que se distingue pelo uso de baterias para armazenar a carga não utilizada. Diferentemente do sistema conectado à rede, em que o excesso de energia é disponibilizado na rede pública, neste caso, particular a carga sobressalente é guardada em um grupo de baterias. Uma espécie de depósito de energia que será utilizada em momentos de irradiação solar nula ou à noite. Para isto, o inversor é também conhecido como inversor híbrido, pois, em vez de se conectar a rede pública, se conecta ao sistema de baterias [17].

5. POTENCIAL FOTOVOLTAICO BRASILEIRO

A geração fotovoltaica de energia elétrica tem um grande potencial no Brasil. No local menos ensolarado do Brasil, é possível gerar mais eletricidade solar do que no local mais ensolarado da Alemanha, por exemplo [18].

Em todo o território nacional, tanto para usinas de grande porte centralizadas e instaladas em solo, como para a geração fotovoltaica distribuída integrada em telhados e coberturas de edificações, e importante notar que nos meses de verão, principalmente de dezembro a março, a geração é máxima nos estados do extremo Sul e Sudeste do Brasil e coincide com os máximos de demanda registrados pelo Operador Nacional do Sistema – ONS para essas regiões. Neste contexto e por sua natureza distribuída, a geração solar fotovoltaica tem também um grande potencial de contribuição para a redução dos picos de demanda dos sistemas de transmissão do Sistema Interligado Nacional – SIN [18].

Porém, vale ressaltar que o sistema fotovoltaico sofre restrições técnica, para implantação de projetos, em virtude da baixa eficiência dos sistemas de conversão de energia, torna-se necessário o uso de grandes áreas para a captação de energia suficiente para que o empreendimento se torne economicamente viável, porém no caso em questão há espaço suficiente no telhado da empresa tendo em vista que a área pedida pelas empresas foi de 80m² a 104m², e a empresa dispõe de uma área total de 240m² de cobertura.

O que nos leva a verificação quanto à viabilidade econômica. Sendo feita pesquisas entre empresas que disponibilizam sistemas fotovoltaicos para usos residenciais e empresariais, buscando assim saber se realmente é viável o uso de energia solar nessa fábrica em especial.

6. RELAÇÃO CUSTO-BENEFÍCIO.

Apesar do baixo potencial ofensivo ao meio ambiente e da alta disponibilidade da radiação solar durante todo o ano, a energia fotovoltaica tem um obstáculo no caminho de sua implantação:

O preço dos equipamentos e demais estruturas de instalação. No mundo todo, ainda é considerada cara. Entretanto, os valores têm diminuído ao longo dos anos. Para a Empresa de Pesquisa Energética, os custos para implantação de um sistema fotovoltaico é o somatório dos valores dos seguintes itens: painéis, inversor e o *Balance of the System* – BoS (incluem mecânicas de sustentação das estruturas, equipamentos elétricos auxiliares, cabos e conexões e a engenharia necessária para a adequação dos componentes do sistema, assim como custos gerais de instalação e montagem) [17].

Entretanto, apesar de altos, os preços vêm se reduzindo ao longo dos anos. “Enquanto o preço do inversor e o custo de BoS têm se mantido relativamente estáveis, os painéis solares vêm apresentando constante redução de preços” [17].

De fato, a energia solar é considerada uma fonte primordial para sustentabilidade. A geração de energia por meio de irradiação solar torna-se cada vez mais, um desafio para os países desenvolvidos e em desenvolvimento [19].

Nesse sentido, objetivou-se nesse estudo analisar a viabilidade de instalação de unidades coletoras de energia solar em uma fábrica de costura, em comparação ao grid das concessionárias. Nessa perspectiva, a fábrica possuiria sua própria unidade coletora de energia solar, dimensionada pelo consumo médio da fábrica, transformando-a em energia elétrica. Os procedimentos utilizados consistiram em pesquisas bibliográficas em matérias e artigos que tratassem do assunto abordado, além de pesquisas junto a empresas que fornecem esse tipo de material aqui no Brasil, levando sempre em consideração o custo total de instalação desse método.

A princípio foi feita uma pesquisa simples relacionada ao uso de energia solar levando em conta seus principais benefícios, sejam eles em relação ao custo benefício ou o benefício ambiental, gerado pelo desuso de energias convencionais. Em seguida analisando a viabilidade de instalação dessas unidades coletoras de energia solar na fábrica; O custo para instalação tornou-se o principal problema, levando assim a pesquisas mais abrangentes buscando os melhores preços e formas de pagamento para encontrar um sistema que atendesse a todas as necessidades da fábrica, mas que também fosse viável economicamente.

7. IMPACTOS AMBIENTAIS

Como impacto ambiental pode-se entender qualquer alteração das características do sistema ambiental, seja esta física, química, biológica, social ou econômica, causada por ações antrópicas, as quais possam afetar direta ou indiretamente o comportamento de parâmetros que compõem os meios físico, biótico e/ou socioeconômico do sistema ambiental na sua área de influência [20].

Os impactos ambientais gerados em empreendimentos de aproveitamento solar fotovoltaico estão estreitamente relacionados à sua localização, às características físico-climáticas do local de implantação e às características dos ecossistemas locais. Contudo, sob uma análise generalizada, os impactos negativos apresentados por sistemas fotovoltaicos são bastante reduzidos quando comparados com os impactos positivos e as vantagens de sua implantação [20].

O impacto ambiental mais significativo do sistema fotovoltaico para geração de eletricidade é o provocado durante sua fabricação e montagem [20].

A cada painel solar instalado, são evitadas emissões de gases de efeito estufa na atmosfera por mais de 30 anos [21].

8. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram pesquisadas três empresas que atendem a todo o mercado nacional, e a todas foram entregues os dados sobre:

- Consumo em kWh/mês
- Tipo de telhado
- Cidade onde esta localizada a fábrica
- Tarifa empregada pela concessionária
- Distribuidora

Esses em geral são os dados pedidos por todas as empresas pesquisadas para que possa ser feito o dimensionamento baseado no consumo médio utilizado pela fábrica.

Tabela 1. Dados da fábrica

Consumo kWh/mês	Tipo de telhado	Cidade-Estado	Tarifa média	Distribuidora
1.747	Telhado metálico	Grossos RN	R\$0,72	COSERN

Fonte: Autoria própria

Após receberem esses dados as empresas: NEOSOLAR, PORTAL SOLAR e BLU E SOL ENERGIA SOLAR, empresas essas escolhidas levando em consideração o atendimento em todo o território nacional, enviaram resultados, quanto ao sistema mais adequado a ser instalado, e as formas de pagamento [21].

A empresa NEOSOLAR, com sede em Paraíso, São Paulo SP, pesquisada no dia 29/08/2018, apresentou uma proposta de 77.280,16 R\$, para um sistema composto por 48 painéis de 325wp, que forneceriam uma potência total de 15,6 kwp, um inversor de 15 kW e exigia uma área mínima para instalação de 96m², como descrito na Tabela 2.

Tabela 2. Sistema Neosolar.

Painéis	Potencia total	Marca inversor	Área estimada	Tensão
48x325wp Canadiun	15,60kwp	1x15kw Fronius	96,00m ²	127/220 v

Fonte: Autoria própria

7.1. INFORMASSÕES DE PAGAMENTO

Estão descritas nas tabelas 3 e 4, as formas de pagamento para o sistema citado. Onde na Tabela 3. Está descrita a forma em três vezes sem juros, sendo a primeira parcela uma entrada, a segunda após a aprovação do projeto junto á concessionária e a terceira apenas na troca do relógio, tendo em vista que o relógio utilizado em um sistema fotovoltaico conectado a rede é diferente do convencional; Enquanto que na Tabela 4. Está citado o pagamento de forma financiada em 10, 36 e 60 meses.

**Tabela 3. Pagamento em 3x sem juros
Neosolar.**

Entrada	25.760,05 R\$
Após aprovação do projeto	25.760,05R\$
Após troca de relógio	25.760,05R\$

Fonte: Autoria própria

**Tabela 4. Financiamento e parcelamento
Neosolar.**

10X	8.580,84
36X	3.007,63
60X	2.196,36

Fonte: Autoria própria

A empresa PORTAL SOLAR, com sede na cidade de São Paulo-SP, outra empresa pesquisada, mandou um orçamento no valor de 61.796,17 R\$, para um sistema como descrito na Tabela 5. Composto por, 40 painéis de 325wp, que produziria uma potência total de 13kwp; Um inversor de 13kw e a exigência de uma área total para instalação mínima de 104m² [22].

Tabela 5. Sistema Portal solar.

Painéis	Potência total	Marca inversor	Área estimada	Tensão
40x325wp Byd	13,0 kwp	1x13kw Refusol	104 m ²	127/220

Fonte: Autoria própria

7.2. FORMAS DE PAGAMENTO

A empresa PORTAL SOLAR, também apresentou duas formas de pagamento, a exemplo da empresa anterior, dando a opção de pagamento em três vezes sem juros Tabela 6. E parcelada em 10,36 e 60 meses Tabela 7.

Tabela 6. 3x sem juros Portal solar.

Entrada	20.598,73 R\$
Após aprovação do projeto	20.598,73 R\$
Após troca de relógio	20,598,73 R\$

Fonte: Autoria própria

Tabela 7. Financiamento e parcelamento sem entrada Portal solar

12X	5.806,31 R\$
36X	2.385,64 R\$
60X	1.749,47 R\$

Fonte: Autoria própria

A empresa BLU E SOL ENERGIA SOLAR, com sede em Fortaleza-CE, apresentou um orçamento total de 71.134,14 R\$. Para um sistema composto por 42 painéis de 330wp, dando uma potência total de 14kwp, um inversor de 15kw, e diz ser necessário uma área de 97,90m², para instalação do mesmo, dados esses visto na Tabela 8 [23].

Tabela 8. Sistema ideal Blu e sol energia solar.

Painéis	Potencia total	Marca inversor	Área estimada	Tensão
42x330wp JA solar	14 kwp	1x15kw sungrow	97,90m ²	127/220 v

Fonte: Autoria própria

8.3. FORMAS DE PAGAMENTO

Quanto às formas de pagamento, a diferença entre todas as empresas só diz respeito ao valor final, já que a exemplo das anteriores a BLU E SOL ENEGIA SOLAR, também apresenta a opção de pagamento em três vezes sem juros Tabela 9. E/ou o financiamento sem entrada em 10, 36 e 60 meses como descrito na tabela 10.

**Tabela 9. 3x sem juros
Blu e sol energia solar.**

Entrada	23.711,38 R\$
Após aprovação do projeto	26.711,38 R\$
Após troca de relógio	26.711,38 R\$

Fonte: Autoria própria

**Tabela 10. Financiamento e parcelamento
Sem entrada Blu e sol energia solar.**

12X	6.594,52 R\$
36X	2.736,07 R\$
60X	2.006,26 R\$

Fonte: Autoria própria

Algumas características estão presentes em todas as empresas analisadas mostrando também toda a confiança e seriedade que uma empresa desse tipo precisa ter para manter-se no ramo de energias.

- Todas oferecem garantia de pelo menos 25 anos nas placas.
- Em média 6 anos no inversor.
- 10 anos na estrutura.
- Todas oferecem ao menos um ano de assistência técnica grátis.

Apesar dos preços ainda altos dos equipamentos necessários para instalação de um sistema fotovoltaico conectado a rede (SFCR), quando levado em conta o custo pago hoje pela empresa citada que é em média 1.258,00 R\$, e o custo do equipamento mesmo sendo pago da forma mais demorada e consequentemente a mais cara, que é em 60 meses, os valores pagos são relativamente próximos, e se levado em conta que, com esse valor ao término dos financiamentos o equipamento já se paga, e como todas as empresas oferecem garantias de no mínimo 25 anos, contra defeitos de fabricação nos painéis, tem-se aí pelo menos 20 anos de energia limpa e sem a necessidade de pagamentos mensais, o que vem comprovar a vantagem no uso desses tipos de sistemas, vantagens essas não apenas econômicas com a redução desses pagamentos, mas também ambientais, levando em conta o desuso das fontes de energias convencionais.

9. CONCLUSÃO

Fica exposto, nesse estudo, a relevância da implantação do sistema fotovoltaico para suprir a demanda da fábrica em questão, através do aproveitamento da energia solar com o sistema SFCR, esse sistema deve ser utilizado de modo integrado com o sistema em grid, evitando a sobrecarga do fornecimento da concessionária. Conclui-se que a implantação do SFCR, exige um investimento relativamente alto, porém de retorno garantido a médio e longo prazo, no qual, todos ganharão, por não ocasionar alteração no aspecto econômico, inclusive para as concessionárias que porventura acreditassem em redução de faturamento, e, bem como, não provoca a degradação do meio ambiente e nem a escassez dos recursos naturais, além de que o mercado hoje nos apresenta várias formas de aquisição deste material; Das empresas pesquisadas todas ofereciam formas de pagamentos variados e/ou financiamentos junto a bancos de forma a facilitar a implantação desses sistemas; Logo se conclui pela viabilidade no uso do sistemas fotovoltaicos conectados a rede (SFCR) para essa empresa de costura, levando em conta não somente as vantagens financeiras, mas também todas as vantagens ambientais que seguem com essa escolha.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- [1] PORTAL SOLAR. **Energia Fotovoltaica**. 2016. Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/energiafotovoltaica>. HTML > Acesso em 20 janeiro de 2018.
- [2] ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Relatório Aneel 2013. 2014. Acesso em: 05 de janeiro de 2018
- [3] TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. (Coord.). EPE: Rio de Janeiro, 2016.
- [4] IMHOFF, J. Desenvolvimento de Conversores Estáticos para Sistemas Fotovoltaicos Autônomos. Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2007. 146 f.
- [5] SEVERINO, M.& OLIVEIRA, M. Fontes e Tecnologias de Geração Distribuída para Atendimento Comunidades Isoladas. *Energia, Economia, Rotas Tecnológicas: textos selecionados*, Palmas, ano 1, p. 265-322, 2010.
- [6] NASCIMENTO, C. Princípio de Funcionamento da Célula Fotovoltaica. Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2004. 23 f.
- [7] CEMIG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. Alternativas Energéticas: uma visão Cemig. Belo Horizonte: CEMIG, 2012.
- [8] CEPEL – CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA; CRESESB – CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO BRITO. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. Rio de Janeiro, RJ: Especial 2014.
- [9] IEEE - INSTITUTO DE ENGENHEIROS ELETRICISTAS E ELETRÔNICOS. Energia solar fotovoltaica de terceira geração. 2014. Disponível em:< <http://www.ieee.org.br/wpcontent/uploads/2014/05/energia-solar-fotovoltaica-terceira-geracao.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2016.
- [10] MACHADO, C.; MIRANDA, F. Energia Solar Fotovoltaica: Uma breve revisão. *Revista virtual de química*. Niterói, RJ, vol. 7, n. 1, p. 126-143, 14, out. 2014.
- [11] RUTHER, R. – Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial de geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligadas a rede elétrica pública no Brasil. Florianópolis, SC: Labsolar, 2004.
- [12] VILLALVA, M.; GAZOLI, J. Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações. São Paulo: Erica, 2012.
- [13] GORE, A. Nossa escolha: um plano para solucionar a crise climática. Our choice: a plan to solve the climate crisis. Barueri, SP: Manole, 2010.
- [14] ALVES, J. Estudos foto físicos e fotovoltaicos de sistemas polímero-fulereno e nanopartículas de CdSe. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2011. 48 f.
- [15] JANUZZI, G. DE M.; VARELLA, F. K. DE O. M.; GOMES, R. D. M. **Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede**: Relatório final. Campinas, 2009. Disponível em: http://www.fem.unicamp.br/~jannuzzi/documents/RELATORIO_PROJETO_2_FINAL.pdf. Acesso em 20 de Janeiro de 2017.
- [16] Ministério das Minas e Energia. **Sistemas híbridos** (Soluções energéticas para a Amazônia) / João Tavares Pinho... [et al.]. Brasília:Ministério de Minas e Energia, 2008. 396p. Disponível em: https://www.mme.gov.br/luzparatodos/downloads/Solucoes_Energeticas_para_a_Amazonia_Hibrido.pdf . Acesso em 20 de janeiro de 2018.

- [17] EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Nacional de energia 2030**, Brasília, 2008 http://www.epe.gov.br/PNE/20080512_9.pdf Acesso em 28 de agosto de 2018acesso 25/05/2018.
- [18] ATLAS BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR. Acesso 25 de Maio de 2018 http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/Atlas_Brasileiro_Energia_Solar_2a_Edicao.pdf
- [19] ANEEL. Atlas de energia elétrica do Brasil. 3 ed. Brasília, 2008. Disponível em:10 de janeiro de 2018.http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/livro_atlas.pdf
- [20] CADERNO RENOVÁVEIS – 2016 <https://www.osetoreletrico.com.br/expansao-da-energia-solar-fotovoltaica-no-brasil-impactos-ambientais-e-politicas-publicas/> >Acesso em 06 de Setembro de 2018.
- [21] NEO SOLAR. Vem pro sol. Disponível em 29 de agosto de 2018. <https://www.neosolar.com.br/orcamento-energia-solar/orcamento-solar-residencial-empresas?no=2&tk=93f2d3123a1cdc92a5365f0a25336b62>
- [22] PORTAL SOLAR. Financiamento de energia limpa <https://www.portalsolar.com.br/financiamento-energia-solar.html> >Acesso em 30 de agosto de 2018.
- [23] BLU E SOL ENERGIA SOLAR. Disponível em 20 de agosto de 2018. <HTTP://www.bluesol.com.br/estimativa-comercial-energia>.