

A UTILIZAÇÃO DA ENERGIA SOLAR, E SEU IMPACTO NA ECONOMIA ¹

Agatha de Almeida SANTOS ²

Bacharelanda em Eng. Mecânica/IFSP-Piracicaba

Francisco Ignácio Giocondo CESAR ³

Prof. Dr. de Eng. Mecânica/Produção / IFSP - Piracicaba

RESUMO

Com a ampliação do mercado ao consumidor, em termos de disponibilidade cada vez maior de produtos e a facilidade em obtê-los, é natural que o uso excessivo de recursos naturais torne as quantidades dos mesmos deficitária. Essa relação inversamente proporcional gerou a necessidade da ampliação e aplicação de novas fontes de energia renováveis o qual leve o planeta para um desenvolvimento sustentável como forma de impedir a escassez destes recursos. Este trabalho tem como objetivo analisar o impacto econômico, a curto e a longo prazos, em decorrência do uso da energia solar, sendo esta, uma energia limpa e sustentável, que vem tendo uma importância cada vez maior nas últimas décadas. Para esse estudo, onde é baseado em uma análise bibliográfica exploratória, de artigos e trabalhos acadêmicos, nas principais bases de dados, identificando as vantagens da utilização da energia solar em termos de sustentabilidade (ambiental, econômico e social).

Palavras-Chave: Recursos renováveis; Energia Limpa; Energia Solar; Sustentável.

1 INTRODUÇÃO

Desde que o capitalismo se tornou o sistema econômico vigente a competição foi um dos melhores modos encontrados para alavancar este sistema (CANIATO, RODRIGUES, 2012). Esta competitividade impulsionou a sociedade e suas instituições a procurar uma constante inovação, crescimento e desenvolvimento em todos os seus setores, sejam eles econômicos, sociais ou tecnológicos; isto acelerou as comunicações, reduziu as distâncias, aumentou a produção e o consumo (FADEL, MORAES, 2005). No entanto, a concorrência por muito tempo não teve, sobre si, qualquer barreira imposta, o que ocasionou por muito tempo no consumo desenfreado de recursos naturais, gerando um imenso déficit que, apesar de ter sido identificado há algum tempo, é apenas na modernidade que vem sendo tratado como uma grande barreira a ser resolvida. No século

¹ Artigo derivado de projeto de Iniciação Científica.

² Endereço eletrônico: agatha.almeida@aluno.ifsp.edu.br

³ Endereço eletrônico: giocondo.cesar@gmail.com

XXI, a energia se tornou primordial em todos os setores e, graças às novas preocupações, esta fonte energética deve ser questionada com relação às suas vantagens e desvantagens de aquisição e conseqüentemente seu impacto no meio ambiente e na economia. O estudo em questão aborda a inovação pautada no uso da energia solar, que vem adquirindo forma nos últimos anos e ganhando espaço em diversos setores, mas em especial o setor industrial que possui a maior necessidade energética da sociedade e como tal necessita averiguar constantemente as fontes de seus recursos.

A implantação da energia limpa e sustentável nos diversos setores, principalmente nas empresas, vem se tornando cada vez mais necessária e executável, visto que, atualmente a exigência, tanto por parte dos colaboradores, quanto por parte dos clientes, por este tipo de energia vem apenas aumentando (SILVA. et al., 2008) e ainda, a mesma, foi eleita como a maneira mais barata de gerar eletricidade atualmente (IEA, 2020); diante deste cenário a energia solar vem com grande força, em questão de aprovação, como sendo uma energia limpa, sustentável, que garante um futuro retorno econômico, enfim, cada vez mais viável.

No entanto, uma fonte de energia limpa e sustentável, em sua maioria, não possui um baixo preço de instalação, gerando assim, uma pequena hesitação em quem busca esses produtos. Por este motivo realizar-se-á a pesquisa em questão, com o objetivo de melhor entender os efeitos econômicos da utilização da energia solar como energia primária de empresas em geral.

Para tanto, um estudo detalhado será realizado, buscando-se compreender e informar em quanto tempo o investimento na energia solar compensará o preço de instalação. Para tanto um estudo comparativo será realizado relacionado a este assunto, jornais e revistas com certo destaque e lojas que comercializam os referidos produtos. E de forma mais particularizada, o estudo se dará da seguinte forma:

No Referencial Teórico será realizado um estudo mais detalhado dos principais temas que envolve essa pesquisa, tais como: os recursos renováveis, a energia solar e a sustentabilidade.

No Método e Metodologia serão descritos a forma de realização deste trabalho, a natureza da pesquisa, sua forma de abordagem, seus objetivos e seus procedimentos técnicos.

A Pesquisa, irá avaliar o desenvolvimento do tema ao longo de sua evolução, até a contemporaneidade, analisando sua importância, tanto para a economia, meio ambiente e para a sociedade e ainda propor novas perspectivas futuras.

Na Análise dos Resultados, como o próprio nome diz, tem por objetivo avaliar e comentar todos os dados obtidos, de maneira a avaliar as particularidades levantadas no artigo.

As Considerações Finais vêm para que os dados obtidos possam ser comparados a outros projetos/artigos de modo a se aprofundar com relação a pesquisa, suas limitações e, com base nisto, fazer sugestões às pesquisas futuras que se relacionam ao tema de maneira direta ou indireta.

2 REFERENCIAL TEORICO

2.1 Recursos Renováveis

Recursos Renováveis são aqueles que podem regenerar-se naturalmente com uma taxa menor ou similar à que a humanidade consome. Alguns destes recursos requerem certos cuidados para que esta taxa mantenha-se constante, pois são considerados relativamente finitos (EIA, 2020), são os casos dos recursos que necessitam ser cultivados, como madeiras, couro e plantas. Entretanto, alguns recursos renováveis são considerados, relativamente, infinitos e, neste caso podem ser considerados também como Recursos Sustentáveis (MANUTENÇÃO E SUPRIMENTO, 2018) este é o caso da energia solar (tratada nesta dissertação), as mesmas não necessitam ser repostas pois sua utilização não acarreta seu esgotamento (SOARES, 2015, 8).

O desenvolvimento e o uso dos Recursos Renováveis e Sustentáveis são a chave para a redução do uso de fontes energéticas não renováveis ou insustentáveis e dessa forma manter a viabilidade para que haja formas bióticas na Terra (CAVALCANTI, 2001).

2.2 Energia Solar

Considerada um recurso renovável e sustentável, sendo assim, é uma fonte energética ideal e, apesar de o Sol enviar à Terra em 60 minutos mais energia que a mesma consome em um ano, a eficiência com que as obras de engenharia da humanidade conseguem transformar esta energia em elétrica não passa dos 15% (MACHADO, MIRANDA; 2015), todavia estes quinze por cento de efetividade são o suficiente para tornar uma empresa autossustentável energeticamente.

A Energia Solar, é a que mais se viabiliza no Brasil em função de sua aplicabilidade, devido ao imenso potencial energético da fonte, porém ainda possui um valor elevado de instalação, mas seu valor graças as inovações estão em transformações (Tabela 1), como pode ser observado a seguir:

Fonte	Custo de instalação (R\$/KW)	Tendência da evolução próximos 10 - 15 anos
Biomassa (cana de açúcar)	3000,00	↓
Eólica	3350,00	↓
Geotérmica	3000,00	→
Hidráulica (UHEs)	3345,00	↑
Hidráulica (PCHs)	5000,00	→
Mar (Ondas)	98000,00	↓
Mar (Correntes marítimas)	7770,00	↓
Solar (UFV)	5100,00	↓

Tabela 1 – Custo estimado para implantação das fontes renováveis de energia

Legenda: Símbolos (↑ = Aumentar, ↓ = Diminuir, → = Manter-se)

Legenda: EHE= Usina Hidrelétrica; PCH= Pequena Central Hidrelétrica; UFV= Central Geradora Fotovoltaica.

Fonte: Adaptado de (NASCIMENTO, ALVES, 2016)

E ainda, com as constantes inovações ao redor do globo a capacidade de produção de produtos que convertam a energia solar em elétrica, com um grande destaque para painéis fotovoltaicos (Figura 1), só vem crescendo como pode ser observado no seguinte gráfico:

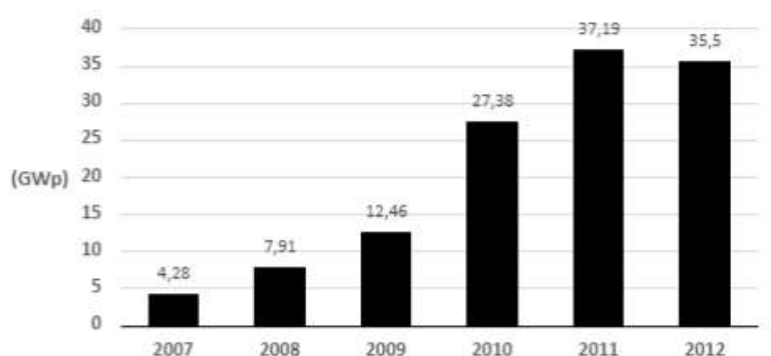


Figura 1 – Capacidade de produção de painéis fotovoltaico no mundo (GWp)

Fonte: Adaptado de (REN21 apud ESPOSITO, 2013)

2.3 Sustentabilidade

O termo sustentabilidade foi primeiramente utilizado pelo jurista alemão Hans Carl Von Carlowitz em *Sylvicultura Oeconomica*, em 1713. Carlowitz sugeria o uso sustentável dos recursos florestais, o que implicava em manter um equilíbrio entre o corte das árvores velhas e o plantio das novas, isto é, o volume de produção da indústria não poderia ser superior à velocidade de regeneração dos bosques. Carlowitz, sem dúvida, foi o criador do termo, mas não do conceito, que foi muito comum durante a era medieval (FEIL, 2017).

Em 1972, a Conferência de Estocolmo sobre ecodesenvolvimento e o Clube de Roma sobre os limites do crescimento, marcam a história e iniciam a discussão sobre as diversas faces da Sustentabilidade.

O conceito clássico de Desenvolvimento Sustentável surge em 1987, sob a chefia da primeira-ministra norueguesa, Gro Harlem Brundtland através do documento intitulado “Nosso Futuro Comum”, também conhecido como “Relatório de Brundtland” que define “desenvolvimento sustentável como sendo o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações.” (WCED, 1987).

Em 1992, na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Eco-92, importantes documentos como a Agenda 21 e as Convenções sobre Diversidade Biológica e Mudanças Climáticas impulsionaram outras iniciativas no sentido de se pensar o desenvolvimento sustentável (STIEFELMANN, 2012).

Como gestão de uma conduta corporativa mais sustentável, em 1994, John Elkington cria o termo **Triple Bottom Line (TBL)** (ELKINGTON, 1994), para que organizações tenham uma governança baseada na criação de valor em três aspectos: econômico, ambiental e social; além disso, Lovins et al. (1999) acreditam que existam 4 tipos de capital; **capital natural** (recursos, sistemas vivos, serviços ecossistêmicos), **capital manufaturado** (infraestrutura, máquinas, ferramentas, fábricas), **capital financeiro** (dinheiro, investimentos, instrumentos monetários) e **capital humano** (trabalho, inteligência, cultura, organização).

A partir de então o termo “desenvolvimento sustentável” vem tomando forma e sendo cada vez mais requisitado/incentivado, por órgãos que atuam sobre o tema, como os integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) (IBAMA, 2016), que estudam sobre o assunto; pela sociedade civil e pelo governo (ESTENDER, PITTA, 2008), diante dos grandes imbrólios que a falta do mesmo ocasionou nas últimas décadas.

E é com este viés que o referente trabalho vem sendo pautado, ampliando-se a visão dos responsáveis pelas empresas, para que assim eles possam guiar-se e escolher o tipo de caminho que irão seguir.

3 MÉTODO E METODOLOGIA

3.1 Método

O artigo de revisão é uma pesquisa bibliográfica exploratória por tratar-se de uma análise de diversos artigos e material científico relacionados ao tema, levando a uma análise quantitativa.

3.2 Metodologia

A pesquisa pode seguir algumas classificações, quanto a(aos):

Natureza: Trata-se de uma pesquisa aplicada, pois com base na literatura, levantar os custos envolvidos para a instalação de energia solar em empresas, para tanto, é necessário avaliar os custos envolvidos e o tempo de sua amortização benefícios que com uma análise de viabilidade pode ser contornado após alguns anos da implementação do projeto.

Forma de abordagem: A pesquisa é considerada como uma pesquisa qualitativa pois iniciaremos com uma pesquisa bibliográfica exploratória, e quantitativa, pois os dados utilizados foram, em sua maioria, coletados em campo por outros pesquisadores da área e, dados secundários, sendo assim, a pesquisa se apoia em dados estatísticos e numéricos comprovados previamente, para garantir uma ampla precisão.

Procedimentos técnicos: É um trabalho que é inicialmente uma pesquisa bibliográfica exploratória, nas principais bases de dados. Os critérios de avaliação quanto à relevância das informações analisadas estão diretamente relacionados ao tema proposto e as suas palavras chaves.

4 PESQUISA

4.1 Histórico

Em 1839, o efeito fotovoltaico foi observado pela primeira vez (VALLÊRA, BRITO, 2006), todavia, desde o descobrimento dos combustíveis fósseis, essa fonte de energia não adquirira qualquer reconhecimento em relação ao seu potencial, agora, graças a degradação ambiental, mudanças climáticas e escassez de recursos naturais, a humanidade, mais do que nunca, vem abordando temas como sustentabilidade, proteção e conservação do planeta e seus recursos.

A implementação eficaz destes temas nem sempre foi viável, geralmente o cumprimento desses ideais eram trabalhosos e ocasionavam desvantagens econômicas e, por esses motivos, foi necessário tomar providências que facilitassem e incentivassem o acesso a tecnologias que tem como base a conservação do planeta, o que só pode ser concebido com otimização e inovações desses produtos (SOLARVOLT, 2016).

Apesar das facilidades que a atualidade trouxe, ainda há muito que ser feito para que uma parte significativa da sociedade atue como provedora de uma boa relação entre homem e meio ambiente, para tanto, o governo vem desempenhando um papel importante como incentivador, tanto às indústrias quanto à sociedade, fomentando o investimento empresarial em sustentabilidade (BR DISTRIBUIDORA, 2019).

Deste modo, o artigo em questão aborda a energia solar nas empresas, justamente pelo vínculo da mesma para com a sociedade e pelo fato, de essa energia, apesar de ter sofrido negligência por muito tempo e ainda sofrer preconceitos quanto a

sua vantagem de instalação, agora está recebendo o devido reconhecimento e é uma boa representante dessa relação sociedade-natureza.

4.2 Evolução

A eficiência, o preço e a aparência da célula fotovoltaica evoluiu abundantemente com o passar dos anos. Graças a todas as etapas que esses módulos passaram, desde sua criação em 1839 até os dias atuais, foi-se possível chegar a qualidades, que possibilitam os usos de tais magnitudes contemporâneas (BLOGARAMA, 2017).

O primeiro dispositivo sólido de produção fotovoltaica, produzido em 1877, possuía apenas 0,5% de eficiência, em contrapartida, os dispositivos atuais têm eficiência de até 20%. E ainda, na década de 90, um kilowatt produzido custava em média R\$65.000,00 (DEMARCO, 2019) e nos dias atuais um kilowatt tem custo 100 vezes menor (PORTAL SOLAR, 2020).

Além disso, no passado a células eram claramente visíveis em estrutura cristalina (Figura 2), ao contrário dos módulos atuais, que são de cores e texturas uniformes como pode ser observado na Figura 3, tendo como materiais mais geralmente usados o silício monocristalino e o silício policristalino, a seguir.



Figura 2 - Placa fotovoltaica antiga

Fonte: (DEMARCO, 2019)

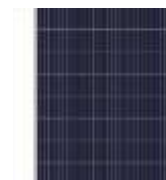


Figura 3 - Placa fotovoltaica nova

Fonte: (DEMARCO, 2019)

Além desses, novas tecnologias vêm emergindo para os próximos anos e são os módulos de filme fino (Figura 4), que além de serem mais finos, adaptam-se melhor a diferentes tipos de superfície, todavia seu custo ainda é mais elevado e possui uma eficiência menor (DEMARCO, 2019), e os painéis orgânicos (Figura 5), que são uma projeção mais futura pois ainda não possuem um preço acessível à concorrência no mercado, mas visto que são mais flexíveis e de relativa fácil fixação nas superfícies (PORTAL SOLAR, 2019), além de terem a possibilidade de serem reciclados quando

chegam ao fim de sua vida útil (ECYCLE, 2021), já pode ser considerada um módulo solar de próxima geração (PORTAL SOLAR, 2019).

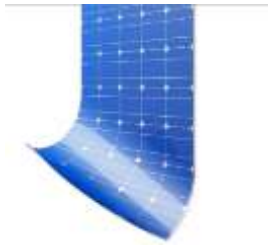


Figura 4 - Módulo de filme fino
Fonte: (DEMARCO, 2019)

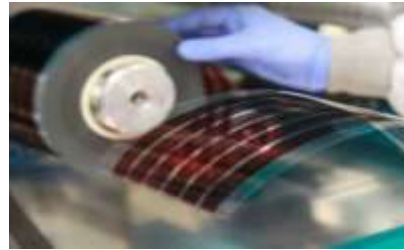


Figura 5 - Célula orgânica
Fonte: (ECYCLE, 2021)

4.3 Uso atual

A pesquisa correspondente aborda a implementação da energia solar em empresas, independente do porte, ou do tipo, por tratar-se de uma fonte abundante, que pode adaptar-se a diversas situações e que ainda poder gerar créditos.

O painel solar fotovoltaico pode se subdividir de acordo com algumas classificações, conforme mostrado na Tabela 2:

Principais características das opções tecnológicas				
Modalidade	Tecnologias	Perfil industrial	Estágio do desenvolvimento tecnológico	Padrão de concorrência
Fotovoltaica	Painéis rígido (silício cristalino)	Vertical: mais etapas; menos integrado, concentração industrial nas etapas iniciais da cadeia (purificação do silício); atomizado no <i>downstream</i>	Desenvolvimento em etapas do processo de fabricação: maior eficiência energética e escala de produção, novas tecnologias de aplicação de contatos metálicos	Principal: preço e escala de produção; P, D&I com foco em redução de custos e aumento da eficiência
	Filmes finos (silício amorfo, compostos policristalinos, etc.)	Vertical: menos etapas; mais integrado	Desenvolvimento em etapas do processo de fabricação: maior durabilidade (redução da degradação), novos processos de deposição em substratos	Principal: preço e escala de produção; P, D&I com foco em redução de custos e aumento da eficiência
	Novas tecnologias: <i>painting</i> e célula orgânica (OPV)	Vertical: menos etapas; mais integrado	Fronteira tecnológica: no caso da tecnologia OPV, integrado com a indústria eletrônica	Esforços de P, D&I para a viabilização econômica

Tabela 2 - Principais características das opções tecnológicas

Fonte: Adaptado de (ESPOSITO, FUCHS; 2013)

As placas de energia fotovoltaica têm vida útil de, aproximadamente, 25 anos (REIS, 2015) e possui uma manutenção relativamente simples (nos sistemas On Grid) que consiste em uma limpeza periódica, de uma a duas vezes ao ano (ENERGYSEG, 2020), dos painéis.

Quanto a instalação: considerando a irradiação solar local e a capacidade de conversão de energia solar para elétrica das placas. É necessário fazer um levantamento para identificar a média de consumo energético anual e só então pode-se precisar a área de ocupação do equipamento, pois o mesmo é diretamente proporcional ao consumo (SOUZA, FRANCO; 2018).

O cálculo para a área necessária aos painéis é simples e de fácil compreensão, como demonstrado na equação (1) (PORTAL SOLAR, 2011), dados:

- Energia consumida pela empresa = potência*horas/mês (Wh/mês)
- Energia consumida por um painel com determinada área = potência*horas/mês
- Áreas=metros ao quadrado (m^2)
- Área total dos painéis = (área de um painel*energia consumida pela empresa) / *energia consumida por um painel **(1)**

Os painéis são capazes de converter em média 13% da energia solar incidente em energia elétrica e em dias nublados ou chuvosos o equipamento funciona com uma intensidade um pouco menor.

O produto funciona da seguinte maneira:

- a. Os fótons solares se chocam com os átomos do material semicondutor que reveste a placa.
- b. No inversor solar, a energia fotovoltaica é convertida em energia elétrica, que sai do inversor e vai para o quadro de luz, que distribuirá toda a energia pela empresa.
- c. Quando se trata de um sistema On- Grid: excedente de energia solar (créditos) vai para a rede da distribuidora e pode gerar créditos.
- d. Quando se trata de um sistema Off- Grid: excedente de energia solar abastece uma bateria (SOLIENS ENERGIA SOLAR,2020).

A energia que vem do alto
Partículas de luz solar deslocam os elétrons da placa semicondutora, gerando eletricidade.

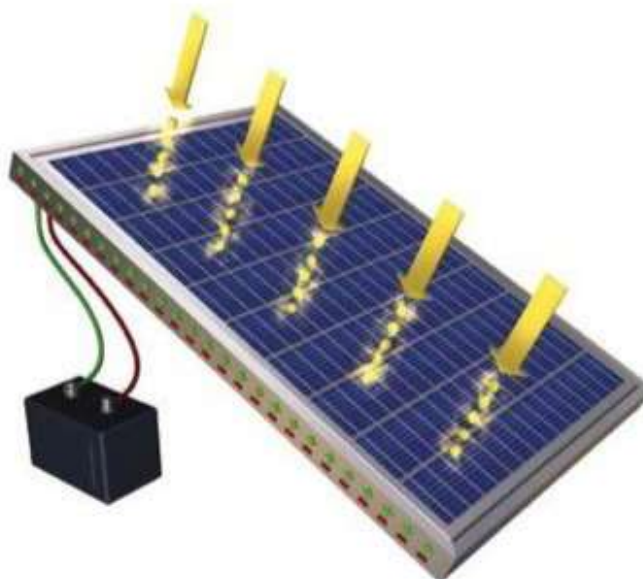


Figura 6- Placa de energia fotovoltaica Off Grid

Fonte: Adaptado de (BLOGSPOT, 2010).

Nas cidades, o uso mais comum é o sistema On Grid, conectado à rede elétrica; com este tipo de sistema pode obter-se uma redução de até 95% na conta de luz (PORTAL SOLAR, 2011), além de ser possível transformar o excedente energético em créditos, que tem validade de até 60 meses (MÓDULO DE ENERGIA, 2017) e transferi-lo a outro local. Assim é possível transferir a energia a outros locais ou para o próprio imóvel em lugares, dias ou épocas em que a produção de energia pelos painéis fotovoltaicos não é suficiente e se ainda assim a produção de energia não for suficiente a energia é adquirida da maneira convencional, pela rede elétrica comum.

No entanto, se a empresa almeja completa independência energética o sistema Off Grid é o ideal, pois a energia excedente é transferida à bateria atrelada a placa, que devem atender aos seguintes critérios: capacidade de ciclagem, alta eficiência energética, longa vida útil, pouca manutenção e baixo custo (COPETTI, MACAGNAN; 2007), e pode ser usada a qualquer momento, todavia a manutenção desses equipamentos é um pouco mais exigente e constante pois a vida útil das baterias por não ser determinada com precisão, porque esse fator depende do modo de manuseio, podendo ocorrer falhas e exigir trocas periódica do produto, sendo assim falhas no equipamento podem levar a um déficit energético na empresa, o que não é uma ideia

promissora, por isto foi-se criado o sistema híbrido que nada mais é que uma mistura de um sistema Off Grid com um sistema On Grid.

4.4 Importância para a economia

Quanto mais um país cresce industrialmente, urbanamente maior a necessidade energética e, muitas vezes, torna-se difícil suprir toda a demanda, o que pode ocasionar em um aumento do preço da energia elétrica, que por sua vez desencadeia uma crescente nos preços de todos os produtos e serviços que dependem da mesma, por isso as fontes de energia que tornam casas e empresas quase, independentes vem tornando-se cada vez mais comuns, com adesão especial às empresas que utilizam a energia fotovoltaica, pois com a atenuação do empecilho decorrente da transmutação dos preços energéticos as empresas podem manter seu preços mais estáveis e, assim, ficarem mais hábeis à competição no mercado (HENRIQUE, 2019).

Contudo, como qualquer investimento, é necessário pensar com cautela antes de iniciar o procedimento e instalação dos painéis solares, pois os mesmos podem ter seus preços variando de em decorrência do material escolhido, o tamanho e a complexidade da instalação, para tanto, é importante saber quando o investimento terá um retorno, assim pode-se verificar a atratividade do investimento.

Quanto ao preço médio do produto:

Potencia do gerador solar (kWp)	Preço médio (R\$)
17.01	76.256,72
27.54	116.584,14
76.55	311.769,78

Tabela 3- Preço da energia solar para comércios (instalação e equipamentos)

Fonte: Adaptado de (PORTAL SOLAR, 2020).

Potência de gerador solar (kWp)	Preço médio (R\$)
76.95	313.451,90
107.73	441.590,45
324.00	1.341.850,06

Tabela 4- Preço da energia solar para indústrias (instalação e equipamentos)

Fonte: Adaptado de (PORTAL SOLAR, 2020).

Já para calcular o tempo de retorno do investimento (Payback) basta utilizar equação (2) (QUANTUM, 2020):

- $\text{Payback (tempo em meses)} = \text{Investimento (em R\$)} / \text{Energia gerada (kWh/ mês)} \times \text{Valor da tarifa (2)}$

Tendo o tempo de *Payback* estimado as empresas poderão facilmente planejar-se com mais precisão quanto aos próximos passos como empresas com menores gastos de manutenção e mais sustentáveis.

4.5 Importância para a sociedade

Quanto mais independente economicamente uma empresa, mais apta ela está a adaptar-se às oscilações do mercado e desse modo competir por uma posição de destaque. Quanto mais empresas aderirem a esse método alternativo mais o custo que elas teriam com energia poderá ser utilizado de forma mais produtiva às próprias, alavancando a qualidade dos serviços, ou ampliando-os em variedade, podendo aderir melhor as necessidades e interesses do público. E ainda, considerando o índice de aprovação dessa energia pelo público, Figura 7, pode-se concluir que ao tomar a energia solar como a fonte energética primária da empresa a aceitação da mesma pelo público poderá ampliar-se consideravelmente (SOLARVOLT, 2016).

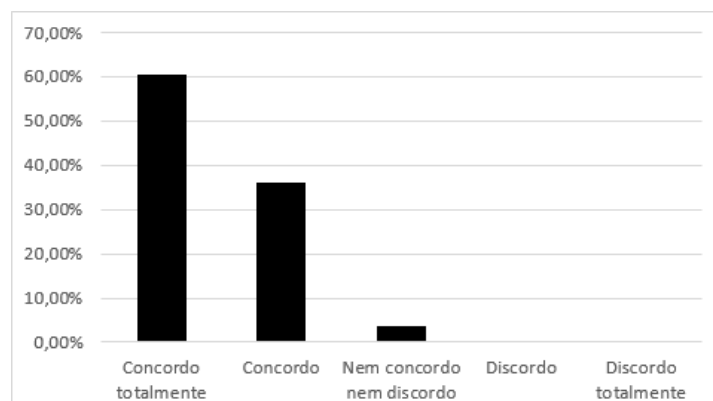


Figura 7- Aceitação da energia solar no Brasil

Fonte: Adaptado de (SENA, 2016).

4.6 Perspectivas futuras

Conforme a Tabela 2, a principal tecnologia compositora dos painéis fotovoltaicos é, majoritariamente, o silício; dessa forma, o custo dos módulos fotovoltaicos vai estar diretamente relacionado ao valor desse semimetal. O valor dos módulos corresponde a 35% do valor integral pago pelo produto e, considerando a Figura 8, o preço deste produto, apresentado pelo gráfico, incentiva instintivamente a dedução da redução de seus valores para os anos futuros. (NAKABAYASHI, 2014).

A projeção é apresentada em 3 cenários: um conservador, um médio e um agressivo. As taxas de decréscimo nos preços dos módulos são, respectivamente, de 5,4%, 5,9% e 6,3%. Como pode ser observado na Figura 8 (NAKABAYASHI, 2014).

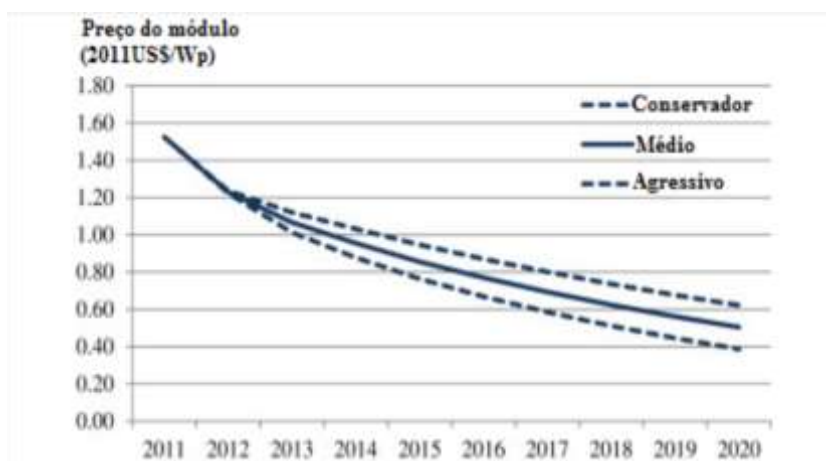


Figura 8- Projeção para os preços dos módulos fotovoltaicos

Fonte: Adaptado de (NAKABAYASHI, 2014).

Como o preço do produto não reflete apenas o preço dos módulos, a fim de estimar os valores Watt-pico instalado do sistema completo, deve-se considerar outros serviços e componentes, sendo estes, os responsáveis por 38% do valor Watt-pico instalado de sistemas fotovoltaicos (< 10 kW), demonstrando o impacto dos produtos extra-módulo tem na composição dos preços (Figura 9).

Ao contrário dos preços dos módulos que têm seus preços de acordo com uma escala internacional, os produtos extra-módulos têm seus preços diretamente relacionados aos mercados locais (NAKABAYASHI, 2014).

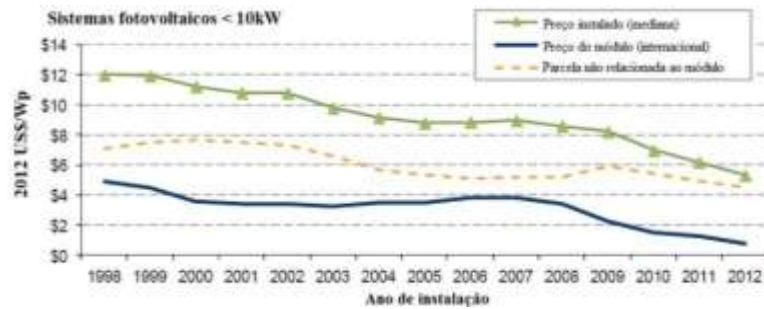


Figura 9- Preços dos componentes de um painel fotovoltaico

Fonte: Adaptado de (NAKABAYASHI, 2014).

Desse modo, considerando o grau de aprovação da população para com a energia fotovoltaica (Figura 7) e que o valor da energia solar fotovoltaica vem caindo, nos últimos anos (Figura 10), em decorrência do que foi mostrado nas Figura 8 e Figura 9 e tende a permanecer com essa queda nos anos futuros, é conclusivo afirmar que este produto vem tornando-se ainda mais viável ao consumo.

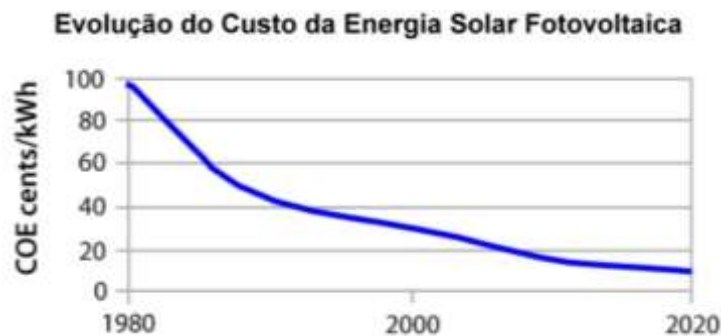


Figura 10- Evolução do Custo da Energia Solar Fotovoltaica

Fonte: Adaptado de (BLOGARAMA, 2017)

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este estudo teve como base majoritária trabalhos, artigos, livros e teses publicados a partir do ano de 2000, porque apesar de estar a um bom período no mercado é somente nos últimos anos que esse tipo de energia vem ganhando maior espaço e por esse mesmo motivo que trabalhos e projetos sobre o produto vem se destacando neste período.

No contexto de economia de custos e sustentabilidade a energia solar provou-se um ótimo investimento, por proporcionar uma maior (e quase total) autonomia energética das empresas, sendo esta economia de até 95% na cobrança da conta de luz, reduzindo custos de tal modo que toda a linha de produção dependente desta energia

terá seus todos os gastos reduzidos; e ainda possuir elevados índices de aprovação por parte dos consumidores pelo fato de tratar-se de uma energia que não emite gases poluentes, não ocupa espaços e não proporcionar poluição visual ou sonora.

Com relação a eficiência e otimização dos custos percebe-se os grandes avanços no decorrer dos anos e, com os contínuos estudos sobre o assunto, é válido confirmar que em alguns anos esse tipo de energia pode ter um potencial e eficiência ampliados, acompanhados de um custo reduzido de módulo e instalação, em decorrência de uma maior variedade de tipos/formatos de módulos, materiais para as células, tamanho dos locais de instalação, maior concorrência entre os produtores, etc.

Desta forma, a implementação da energia solar nas empresas acarreta positivamente toda a produção e distribuição de serviços da mesma.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o crescente estímulo e pressão a um estilo de vida e convivência mais sustentável todos, principalmente as empresas e indústrias, devem adaptar-se de algum modo e aquelas com maior resiliência sobressaem-se e prevalecem. Na modernidade, a energia solar é um forte meio para esta adaptação, dando aos usuários um maior destaque e vantagens (citadas ao longo do artigo).

A pesquisa apresenta que a constante inovação, ocasionada tanto pelo setor público, quanto pelo setor privado, somado a concorrência entre os fornecedores que afetam, diretamente, a lei da oferta e da procura, vem possibilitando, incentivando e facilitando a instalação de painéis fotovoltaicos, o que futuramente deve ter um impacto de predominância positiva em toda a sociedade.

Ademais, mostrou que os benefícios do uso da energia solar, não só vêm aumentando, como também tendem a crescer, com os custos tanto dos painéis, quanto dos componentes extra-módulo, reduzindo (Figura 8 e Figura 9) diante da crescente evolução dos mesmos, sendo esta evolução dada na forma de eficiência e material empregado no produto (Figura 2, Figura 3, Figura 4 e Figura 5).

E ainda, na pesquisa é evidente que se considerar a médio e longo prazo as reduções na conta de energia são relevantes de tal forma que toda a cadeia de produção e distribuição de serviços da empresa é beneficiada e o valor poupado pode ser

investidos em aprimoramentos e benefícios à mesma. Dessa forma, é desqualificado o principal empecilho que a sociedade impõe sobre os painéis (de que o custo de aquisição dos mesmos não faz jus aos custo-benefício oferecido).

Ademais, considerando o índice de aprovação da energia solar (Figura 7), por ser considerada uma energia limpa, sustentável, somado ao estímulo e a pressão por um estilo de vida mais sustentável é evidente que as empresas que aderem o uso dessa energia serão muito bem-vindas, apoiadas e incentivadas tanto por aliados/investidores, quanto por clientes.

Todavia, o artigo tem algumas limitações, sendo elas:

- Os dados apresentados devido as constantes atualizações atuais, podem necessitar atualizações em breve;
- Apesar de o artigo incentivar a aquisição da energia solar fotovoltaica pelas empresas, alegando que, com esta atitude, a economia e o índice de aprovação da empresa só tendem a alavancar. A incorporação da dito cujo não é garantia de sucesso e grandeza, pois isto depende de diversos outros fatores, não só energéticos.

Para as futuras pesquisas diversas são a recomendações, sendo algumas delas:

- Analisar empresas que adquiriram o sistema fotovoltaico, levando em conta os valores assumidos pelos produtos e prestações de serviços a curto, médio e longo prazo;
- Verificar após o devido retorno do valor investido, se o valor líquido final mensal da empresa teve aumento significativo;

7 REFÊRENCIAS

BLOGRAMA, 2017. **O preço dos painéis solares fotovoltaicos é cada vez mais baixo.** Disponível em: <https://www.blogarama.com/business-blogs/138375-noticias-empregos-sobre-energias-renovaveis-blog/20094179-preco-dos-paineis-solares-fotovoltaicos-cada-vez-mais-baixo>. Acessado em: 13/01/2021;

BLOGSPOT, 2010. **Placa Solar Fotovoltaica.** Disponível em: <http://bicicletaseletricasmistersucesso.blogspot.com/2010/07/placa-solar-fotovoltaica.html>. Acessado em: 19/12/2020;

BR DISTRIBUIDORA. **Relatório de Sustentabilidade 2019.** Rio de Janeiro, 2019;

CANIATO, A. M. P.; RODRIGUES, S. M.: **A construção psicossocial da competição: o engano na cumplicidade de uma falsa vida.** Belo Horizonte: Psicol. Soc. vol.24 no.1 Jan./Apr. 2012;

CAVALCANTI, C.. **Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas.** 21 Embratel. Curso Agenda 21, 2001;

COPETTI, J. B.; MACAGNAN, M. H.. **Baterias em sistemas solares fotovoltaicos.** Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Engenharia Mecânica. I Congresso Brasileiro de Energia Solar (I CBENS). Associação Brasileira de Energia Solar (ABENS), 2007;

DEMARCO, M.. **Evolução da célula fotovoltaica.** ENG&TEC, 2019. Disponível em: [EVOLUÇÃO DA CÉLULA FOTOVOLTAICA » Eng&Tech | Energia Solar \(eet.eng.br\)](http://www.eng.br/evolucao-da-celula-fotovoltaica). Acessado em 03/01/2021;

ECYCLE: SUA PEGADA MAIS LEVE, 2021. **Células orgânicas solares: nova tecnologia é leve e pode gerar energia solar em praticamente qualquer superfície.** Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/69-energia/4178-celulas-organicas-solares-nova-tecnologia-e-leve-e-pode-gerar-energia-solar-em-praticamente-qualquer-superficie.html>. Acessado em: 01/03/2021;

EIA, 2020: **Renewable energy explained.** Disponível em: <https://www.eia.gov/energyexplained/renewable-sources/>. Acessado em: 29/12/2020;

ELKINGTON, J. (1994). **Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development.** California Management Review, v.36, n.2, p.90-100.

ENERGYSEG, 2020. **Inspeção e manutenção de sistemas solares fotovoltaicos.** Disponível em: <https://energyseg.com.br/blog/inspecao-e-manutencao-de-sistemas-solares-fotovoltaicos/>. Acessado em: 20/12/2020;

ESPOSITO, A. S.; FUCHS, P. G.. **Desenvolvimento tecnológico e inserção da energia solar no Brasil.** Revista do BNDES 40, p. 85-114, 2013;

ESTENDER, A. C.; PITTA, T. de T.. **O conceito de desenvolvimento sustentável.** UNG. Universidade. Revista Terceiro Setor. v.2, n.1, 2008

FADEL, B.; MORAES, C. R. B.. **As ondas de inovação tecnológica.** Franca: Facef Pesquisa - v.8 - n.1 - 2005

FEIL, A. A.; SCHREIBER, D.. **Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados.** Rio de Janeiro: Cad. EBAPE.BR, v. 14, nº 3, Artigo 7, Jul./Set. 2017;

HENRIQUE, V.. **Por que a energia incentivada varia tanto de preço no mercado?** Ecom. Energ., 2019. Disponível em: <https://ecomenergia.com.br/blog/por-que-a-energia-incentivada-varia-tanto-de-preco-no-mercado/>. Acessado em: 13/01/2021;

IBAMA. **Educação Ambiental no Ibama.** Ibama: Ministério do meio ambiente, 2016 | última atualização em 2018. Disponível em: [Educação Ambiental no Ibama](http://www.ibama.gov.br/educacao-ambiental). Acessado em: 06/12/2020;

JACOBI, P.. **Meio Ambiente e Sustentabilidade**. Michelon Engenharia;

JESUS, F.. PORTAL ENERGIA, 2020. **Células solares orgânicas com eficiência de 25% são uma realidade**. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/celulas-solares-fotovoltaicas-organicas-com-eficiencia/>. Acessado em: 13/01/2021;

MACHADO, C. T.; MIRANDA, F. S.. **Energia solar fotovoltaica: uma breve revisão**. Revista Virtual de Química (Ano Internacional da Luz) v. 7, n. 1, 2015;
MANUTENÇÃO E SUPRIMENTO, 2018. **Definição de recursos renováveis**. Disponível em: <https://www.manutencaoesuprimentos.com.br/definicao-de-recursos-sustentaveis/#gsc.tab=0>. Acessado em: 06/12/2020;

MÓDULO ENERGIA, 2017. **Créditos de energia solar: o que é e como funciona?** Disponível em: <https://www.moduloenergia.com/blog/creditos-de-energia-solar-o-que-e-e-como-funciona/>. Acessado em: 19/12/2020;

NAKABAYASHI, R. K.. **Microgeração fotovoltaica no Brasil: Condições atuais e perspectivas futuras**. Dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação em energia do Instituto de Energia e Ambiente da universidade de São Paulo para a obtenção do título de mestre em ciências, 2014;

NASCIMENTO, R. S.; ALVES, Prof. Dra. G. M.. **Fontes alternativas e renováveis de energia no Brasil: métodos e benefícios ambientais**. Centro Universitário Ingá - Uningá/Engenharia Elétrica, 2016;

NETO, J. C.. **A energia solar como uma vantagem competitiva em empresas industriais da Amazônia. Ganhos de eficiência da empresa e preferências do consumidor**. Lisboa: Dissertação de mestrado. ISCTE, 2010;

PENA, R. F. A.. **Desenvolvimento sustentável**. Brasil Escola, 2020. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/desenvolvimento-sustentavel.htm>. Acessado em: 02/01/2021;

PORTAL SOLAR, 2011. **Bateria Solar**. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/bateria-solar.html>. Acessado em: 20/12/2020;

PORTAL SOLAR, 2011. **Energia solar: Como calcular**. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/energia-solar-como-calcular>. Acessado em: 20/12/2020;

PORTAL SOLAR, 2020. **Preços e Custos de Instalação**. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/painel-solar-precos-custos-de-instalacao.html>. Acessado em 03/01/2021;

REIS, P.. **Qual o tempo de vida útil real dos painéis solares fotovoltaicos?** Portal Energia, 2015. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/qual-o-tempo-de-vida-util-real-de-um-painel-solar/>. Acessado em: 20/12/2020;

SENA, L. A. de. **Impactos e aceitação social de energias renováveis na matriz elétrica brasileira: o caso do Estado do Rio Grande do Norte**. Universidade do Minho. Escola de Engenharia. Tese de Doutorado Programa Doutoral em Engenharia Industrial e Sistemas (PDEIS), 2016;

SILVA, A. M. N. da. et al.. **A metodologia da produção mais limpa em empresas rurais**. Rio Branco: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia rural;

SOARES, T. G.. **Recurso solar no porto de santos**: Estudo de caso da produção de energia elétrica fotovoltaica no Terminal Portuário da Citrosuco. Dissertação TCC. Bacharelado interdisciplinar em ciências do mar. Universidade Federal de São Paulo. Instituto do Mar. Departamento de Ciências do Mar. Santos, 2015;

SOLARVOLT, 2016. **Conheça os benefícios de ter energia solar em empresas**. Disponível em: <https://www.solarvoltenergia.com.br/blog/conheca-os-beneficios-de-ter-energia-solar-em-empresas/>. Acessado em: 13/01/2021

SOLIENS ENERGIA SOLAR, 2020. **Energia Fotovoltaica**. Disponível em: <https://www.soliens.com.br/energia-fotovoltaica/>. Acessado em: 19/12/2020;

SOUZA, M.. ArchDaily, 2020. **Energia solar é fonte de eletricidade mais barata da história**. Disponível em: [Energia solar é fonte de eletricidade mais barata da história | ArchDaily Brasil](#). Acessado em: 06/12/2020;

STIEFELMANN, G.C. **Mudanças na visão sobre ambiente entre conferência das Nações Unidas para o meio ambiente e o desenvolvimento (ECO 92) e a conferência das Nações Unidas para o desenvolvimento sustentável (Rio+20)**. Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao curso de Graduação em Relações Internacionais, da Universidade do Sul de Santa Catarina.

VALLÊRA, A. M., BRITO, M. C.. **Meio século de história fotovoltaica**. Lisboa: Gazeta de física, 2006;

QUANTUM, 2020. **Energia Solar: Payback gera cerca de 20 anos de energia praticamente gratuita**. Disponível em: <https://www.quantumengenharia.net.br/payback-gera-cerca-de-20-anos-de-energia-praticamente-gratuita/>. Acesso em: 15/03/2021;

WCED (1987) - UN. Secretary-General, World Commission on Environment and Development. **Report of the World Commission on Environment and Development**. Berlin: VOL. 17 - DOC. 149, 1987.

THE ECONOMIC IMPACT OF USING SOLAR ENERGY

ABSTRACT

With the expansion of the market to the consumer, in the terms of the increasing availability of products and the ease of obtaining them, it is natural that the excessive use of natural resources makes the quantities of them in deficit. This inversely proportional relationship generated the need for the expansion and application of new renewable energy sources, which will lead the planet towards sustainable development as a way to prevent the scarcity of these resources. This work aims to analyze the economic impact, in the short and long term, due to the use of solar energy, which is a clean and sustainable energy, which has been increasingly important in recent decades.

For this study, where it is based on an exploratory bibliographic analysis, of articles and academic works, in the main databases, identifying the advantages of using solar energy in terms of sustainability (environmental, economic and social).

Keywords: Renewable resources; Clean energy; Solar energy; Sustainable.

Enviado em: 08/07/2021