



**XXVI CREEM**

Congresso Nacional de Estudantes  
de Engenharia Mecânica

**ILHÉUS/ITABUNA - BAHIA**



XXVI Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica,  
CREEM 2019  
19 a 23 de agosto de 2019, Ilhéus, BA, Brasil

## **GERAÇÃO FOTOVOLTAICA – ANÁLISE DE VIABILIDADE ATUAL**

**Luiz Roberto Giraldi, giraldi@carioeng.com.br**

**Thiago da Fonseca Rigaud, 1thiago.rigaud@gmail.com**

Fundação Técnico Educacional Souza Marques - Av. Ernani Cardoso, 335 - Cascadura Rio de Janeiro / RJ - CEP 21310-310

**Cláudio Vidal Teixeira, claudiovidalteixeira@gmail.com**

Fundação Técnico Educacional Souza Marques - Av. Ernani Cardoso, 335 - Cascadura Rio de Janeiro / RJ - CEP 21310-310

**Resumo.** Atualmente com o desenvolvimento de novas tecnologias a geração de energia fotovoltaica (FV) vem se e tornado uma opção de suprimento de energia cada vez mais viável mesmo para pequenos consumidores, em geral. Este desenvolvimento vem acompanhado de uma redução dos custos de implantação, tornando-se uma opção economicamente atrativa. Os equipamentos utilizados na foto conversão, veem se tornando mais viáveis economicamente e acessíveis, provocado pela emergente concorrência, e decorrente de melhoras na legislação existente, ANEEL - Resolução 482/2012 e 687/2015, e as linhas de crédito e estímulos fiscais, que atraíram novos investimentos. Caso ocorra, à exemplo do que fez a Alemanha, Itália, Espanha, teremos uma expansão significativa da quantidade de pequenos produtores urbanos e rurais. Em recente palestra apresentada da ABSOLAR (Associação Brasileira de energia solar fotovoltaica), realizada em 20 de junho de 2018 no Seminário Internacional de Micro e Minigeração distribuída registrou-se um acréscimo significativo 2012 até 2018, tanto na potência instalada (MW) quanto na distribuição, ocorrendo entre unidades rurais, urbanas, residenciais e comerciais. Podemos verificar o custo descendente do KW instalado com uma diminuição do custo médio de investimento, e impactando em taxas de retorno do investimento cada vez mais atrativas. A participação de geração FV, quando comparada com outras formas de obtenção ainda é pequena, que pode ser visto na figura 3, uma das vantagens é ser consumida, em sua maior parte no próprio estabelecimento gerador, o que diminui as perdas e custos decorrentes do transporte da energia. Neste trabalho estamos avaliando as opções para Micro geração, interligada a rede das concessionárias, com compensação do consumo, e serão abordados de forma superficial o mecanismo de entrada da energia solar na atmosfera, os desafios atuais, as tecnologias disponíveis, as instalações para interligar a rede de distribuição. O objetivo é demonstrar a viabilidade, cada vez mais acessível de entrar como gerador na rede de distribuição, sua justificativa ambiental e a análise econômica.

**Palavras chave:** Energia. Fotovoltaica. Economia. Sustentabilidade.

### **1. INTRODUÇÃO**

A matriz de energia elétrica brasileira tem uma parcela significativa em energia renováveis principalmente oriunda de hidrelétricas, mas a disponibilidade desta fonte, em grandes projetos já está implementada e os novos potenciais, hodiernamente, enfrentam restrições sócio ambientais, decorrentes de grandes áreas alagadas e que, com isso geram, inúmeros impactos: (BATISTA B.M.F. *et al*, 2012, UFMT)

- Positivos - Fornecem energia renovável; Controlam as cheias; Desenvolvimento econômico em sua microrregião de influência; Irrigação no seu entorno com maior produção agrícola.
- Negativo - Grandes áreas alagadas; Modificação do fluxo do rio, superficial e profundo, afetando a biodiversidade ictiológica; Remoção de populações ribeirinhas; Alterações climáticas decorrentes de mudanças do regime de evaporação e precipitação pluviométrica.

A vegetação encoberta pelo alagamento, se decompõem, e provocando liberação de gases, principalmente o metano, que afeta a atmosfera, reduzindo a camada de ozônio, restringindo e dificultando licenças ambientais para estas opções de fontes renováveis.

Um fator relevante na busca de novas fontes renováveis de energia é a crescente demanda e dependência da sociedade em usar energia elétrica, e as alternativas de geração com baixo impacto não são ainda disponíveis em grande escala (Fig.1).

A dependência da energia elétrica e o consequente aumento do desenvolvimento atrelado a isso, é visível até do espaço, com a maior iluminação e consumo, coincidindo com as regiões com as melhores condições de vida e desenvolvimento, fonte Atlas de Energia Elétrica do Brasil 3ª edição, atualizada em 2018 (Fig. 2).

Figura 1 . Consumo de energia elétrica per capita (ANEEL, 2008)

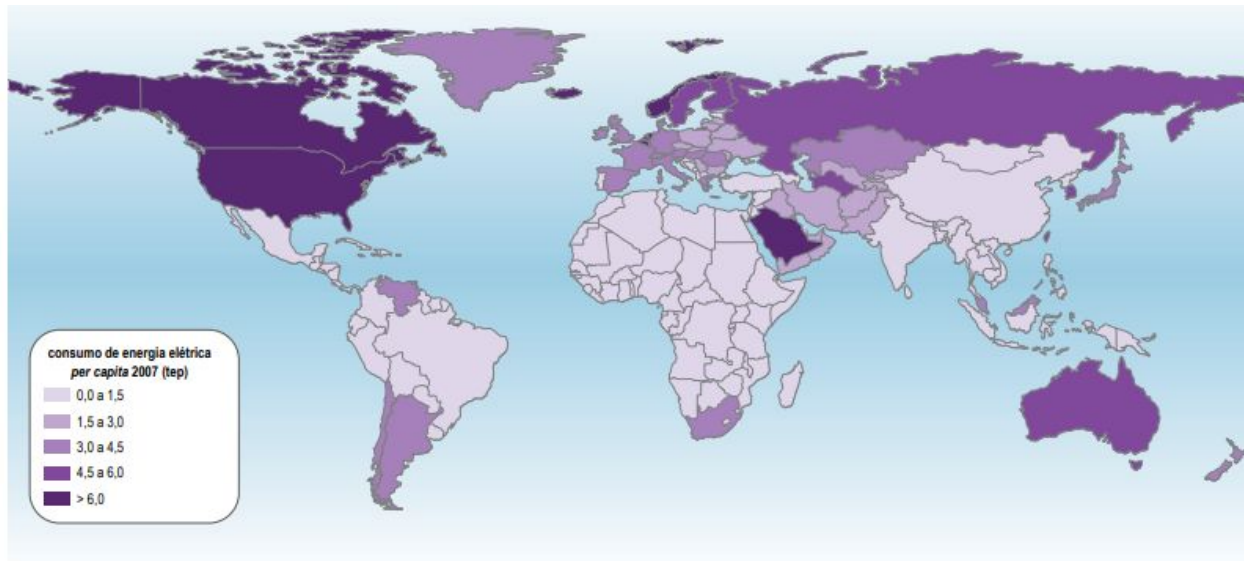
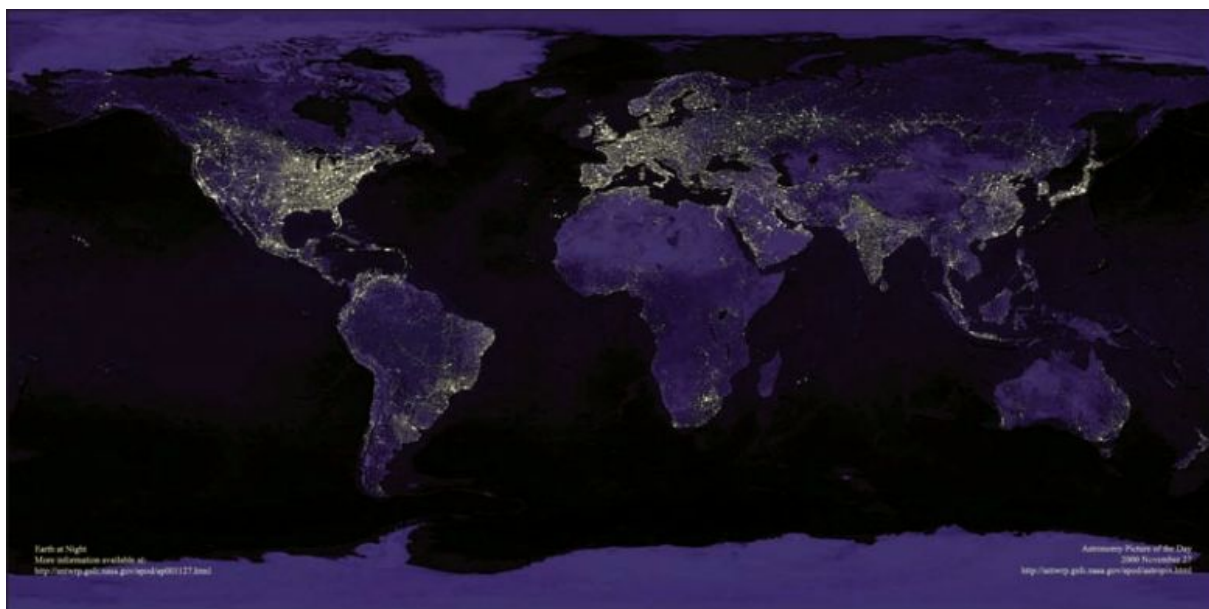


Figura 2. Visão noturna da iluminação elétrica da terra (ANEEL 2018)



Abaixo, na Fig. 3, mostra o conjunto de energia utilizado e na Fig. 4, mostra a estrutura empregada na produção de eletricidade no Brasil.

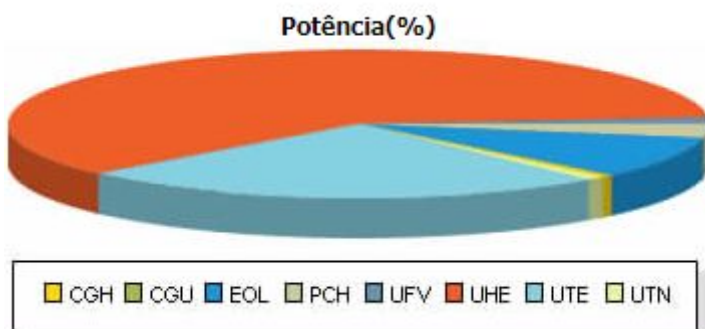
Figura 3. Estrutura empregada na produção de energia elétrica no Brasil (ANEEL, 2019)

Empreendimentos em Operação				
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	%
CGH	704	720.211	720.025	0,43
CGU	1	50	50	0
EOL	615	15.106.789	15.075.293	9,09
PCH	424	5.268.249	5.224.676	3,15
UFV	2.474	2.106.239	2.103.239	1,27
UHE	217	102.532.178	99.922.634	60,26
UTE	3.016	42.300.291	40.789.862	24,6
UTN	2	1.990.000	1.990.000	1,2
<b>Total</b>	<b>7.453</b>	<b>170.024.007</b>	<b>165.825.779</b>	<b>100</b>

Os valores de porcentagem são referentes a Potência Fiscalizada. A Potência Outorgada é igual a considerada no Ato de Outorga. A Potência Fiscalizada é igual a considerada a partir da operação comercial da primeira unidade geradora.

Legenda	
CGH	Central Geradora Hidrelétrica
CGU	Central Geradora Undi-elétrica
EOL	Central Geradora Eólica
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
UFV	Central Geradora Solar Fotovoltaica
UHE	Usina Hidrelétrica
UTE	Usina Termelétrica
UTN	Usina Termonuclear

Figura 4- Distribuição percentual da Matriz Elétrica do Brasil (ANEEL, 2019)



Observando o gráfico vemos que a energia de fontes renováveis fotovoltaicas e eólicas representam pouco da matriz 10,36%, e a foto voltaica isoladamente 1,27%, mesmo tendo o Brasil um grande potencial para a aplicação da energia solar fotovoltaica (FV) e tenha elevados níveis de irradiação solar, desempenhando um percentual modesto no conjunto. Os custos para sua implantação, no presente momento, ainda são elevados, mas vem tendo uma redução significativa, e vai tornar-se viável, a exemplo do que ocorreu em países desenvolvidos (Alemanha, Espanha, Itália, etc.). O Brasil tem excelente perspectiva para todo o território, pois quase todas as regiões do Brasil recebem mais de 2200 horas de insolação por ano, com um potencial equivalente a 15 milhões de TWh (1,5 x 10<sup>18</sup> Wh), correspondendo a 32 mil vezes o consumo nacional de eletricidade, que em 2015 atingiu 464,70 TWh (PEREIRA, E. B. et al. Atlas brasileiro de energia solar. São José dos Campos: INPE, 2006), e ainda que a maior parte do território brasileiro está localizada próxima à linha do equador, o que implica em dias com maior quantidade de horas de radiação solar.

Figura 5. Geração Distribuída por Tipo acumulado 2012/2018 (ANEEL, 2018)

UNIDADES CONSUMIDORAS COM GERAÇÃO DISTRIBUÍDA			
Tipo	Quantidade	Quantidade de UCs que recebem os créditos	Potência Instalada (kW)
CGH	92	7.630	87.742,60
EOL	57	100	10.314,40
UFV	91.287	114.164	975.251,64
UTE	169	3.849	46.949,54

Total de usinas: 91.605	Total de UCs que recebem os créditos: 125.743	Potência total: 1.120.258,18 kW
-------------------------	---	---------------------------------

- CGH- GD Origem Hidráulica
- EOL – GD Origem Eólica
- UFV- GD Origem Fotovoltaica
- UTE- GD Origem Térmicas –gás natural, rejeitos renováveis

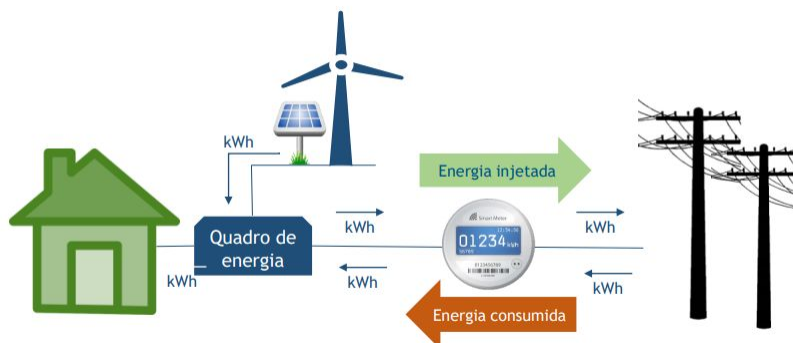
Neste trabalho abordaremos somente os Sistemas FV conectados à rede elétrica pública, nas instalações de pequeno porte, GERAÇÃO DISTRIBUIDA (GD), residencial e pequenos empreendimentos, diversos autores e instituições dividem, pela complexidade da solução fotovoltaica, pela potência instalada, neste trabalho optamos pela caracterização que é utilizada pela ANEEL –Agencia Nacional de Energia Elétrica, Geração distribuída (GD) nas seguintes faixas:

- Micro GD: Sistemas com potência inferior a 75 KW.
- Mini GD: sistemas com potência entre 75-5000 KW (exceto hídricas) e 75-3000 KW hídricas

Neste trabalho estamos avaliando as opções para Micro geração, interligada a rede das concessionárias, com compensação do consumo, a rede funcionando como uma” bateria virtual”, vide figura abaixo, e com potência inferior a 75 kW, que no caso da fotovoltaica é predominante, conforme se verifica na tabela da fig. 5, acima.

Figura 6. Sistema de compensação de Energia Elétrica - Net Metering Resolução Normativa N° 482/2012 e 687/2015 (ANEEL, 2019)

## Sistema de Compensação de Energia Elétrica



### 2. MECANISMO DE ENTRADA DA ENERGIA SOLAR NA ATMOSFERA

O mecanismo de entrada da energia solar na atmosfera e suas inúmeras consequência é um assunto muito complexo, existem estudos aprofundados sobre tais fenômenos, as próprias fontes mencionadas no trabalho já incrementam substancialmente estes conhecimentos. Entretanto, neste trabalho não nos estenderemos, descreveremos somente superficialmente

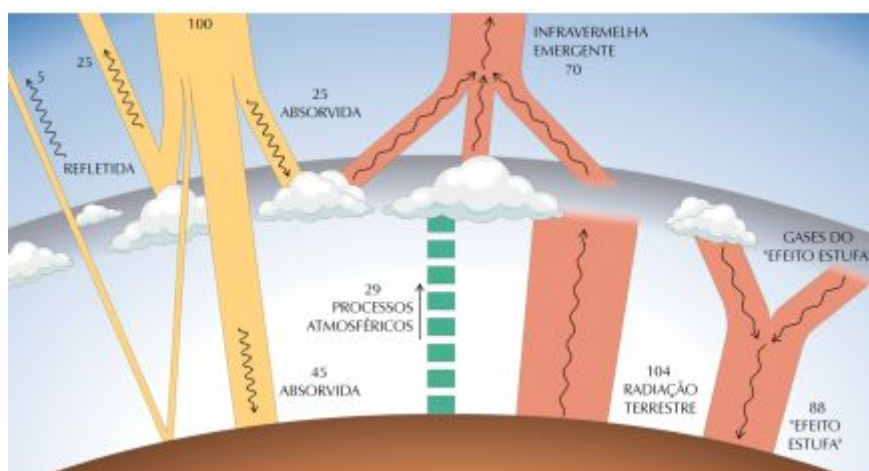
A radiação solar incide nas altas camadas da atmosfera e é atenuada e sofre um espalhamento e absorção, de forma simplificada os principais processos envolvidos no sistema Atmosfera-Terra, são:

Em torno de 25% da energia incidente na alta atmosfera é refletida pelas nuvens, gases, partículas em suspensão atmosféricas e as superfícies terrestres refletem 5%, observado no lado direito da imagem abaixo esquemática, totalizando 30% (fig. 7).

O saldo de 70% da energia incidente 25% é absorvido pelas altas nuvens e parte devolvido como energia infravermelha, o saldo de 45% aquece a terra e provoca, evaporação de água (calor latente) ou convecção (calor sensível), aqui chamado de processos atmosféricos (29%) no centro da imagem abaixo, cor verde. Também vale menção as radiações infravermelhas que partindo da superfície da terra, decorrentes da entrada líquida de energia, são refletidas para o exterior da alta atmosfera. E uma não menos importante é fluxo que fica retido reverberando na atmosfera, provocando o efeito estufa, pode se observar na figura abaixo lado esquerdo. A camada responsável por esse aprisionamento desta energia é afetada por emissões de diversos gases gerados por atividades industriais, queima de carboidratos, metano, gerado em decomposição de matéria orgânica, etc.

Existem modelos matemáticos para estimar o fluxo de radiação solar parametrizados a partir de dados coletados na superfície da terra e também coletados por satélites.

Figura 7. Processos de interação da radiação solar-principais constituintes atmosféricos ( CPTEC - IMPE, 2019)



### 3. DESAFIOS ATUAIS

Os desafios que dificultam a implantação da energia solar FV no Brasil de acordo com ABSOLAR (Associação Brasileira de energia solar fotovoltaica):

- O Brasil ainda não tem um mercado consolidado de geração fotovoltaica, pois apesar de ser a sétima economia, ter condições geográficas privilegiadas, 2200 horas ano de sol, 1300 w/m<sup>2</sup>, não figura entre os principais países em aproveitar esta fonte de energia, conforme pode-se se ver na fig. 8 abaixo:

Figura 8. Mercado Fotovoltaico no mundo (ABSOLAR, 2019)



## O Mercado Fotovoltaico no Mundo

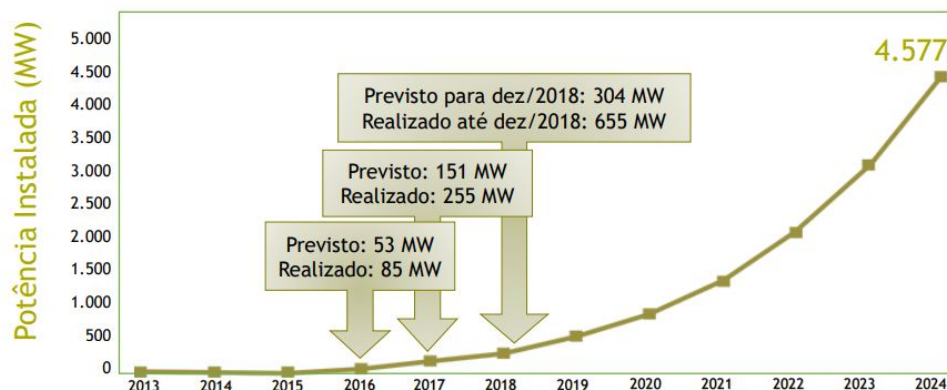
- Brasil ainda não figura no Ranking Mundial Solar FV

TABLE 1: TOP 10 COUNTRIES FOR INSTALLATIONS AND TOTAL INSTALLED CAPACITY IN 2016

TOP 10 COUNTRIES IN 2016 FOR ANNUAL INSTALLED CAPACITY				TOP 10 COUNTRIES IN 2016 FOR CUMULATIVE INSTALLED CAPACITY			
1		China	34,5 GW	1		China	78,1 GW
2		USA	14,7 GW	2		Japan	42,8 GW
3		Japan	8,6 GW	3		Germany	41,2 GW
4		India	4 GW	4		USA	40,3 GW
5		UK	2 GW	5		Italy	19,3 GW
6		Germany	1,5 GW	6		UK	11,6 GW
7		Korea	0,9 GW	7		India	9 GW
8		Australia	0,8 GW	8		France	7,1 GW
9		Philippines	0,8 GW	9		Australia	5,9 GW
10		Chile	0,7 GW	10		Spain	5,5 GW

Mas há uma previsão crescente deste mercado no Brasil, segundo a Aneel que monitora os incrementos desta opção energética, teremos um crescimento surpreendente vide abaixo previsões, em suas avaliações anteriores, os números previstos foram superados, o que dá consistência em suas previsões.

Figura 9. Evolução da geração fotovoltaica e previsões (ANEEL, 2019)



- Falta um programa de “telhados solares”, gerando energia fotovoltaica conectada à rede elétrica.
- O fornecimento pela industrial nacional ainda não é suficientemente competitivo na área da energia solar FV, tornando os custos ainda elevados.
- Tecnologia e *know-how* nacionais pouco desenvolvidos;
- A mão-de-obra qualificada para atuar neste novo nicho de mercado, ainda é pequena, apesar de já ter se desenvolvido acompanhando a curva do crescimento
- A tributação não contribui significativamente para incremento desta opção, alguns estados cobram o ICMS sobre o valor total, desconsiderando a produção interna, vide mapa abaixo (fig. 10).

Figura 10. Tributação sobre a energia (ANEEL, 2017)

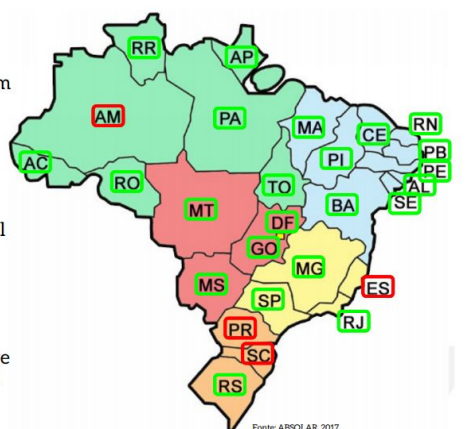
### Tributação

Convênio ICMS Nº 16/2015

- Autoriza estados a isentarem o ICMS sobre a energia da REN 482/2012.
- 23 estados já aderiram:
  - Mais de 178 milhões de brasileiros beneficiados (87,4% do país).
- Todos os 23 estados já publicaram decreto estadual efetivando o benefício.
- 4 estados ainda precisam aderir.

Lei Nº 13.169/2015

- Isenção de PIS/COFINS sobre a energia da REN 482/2012.



● Adesão e Decreto OK! ● Aderiu, mas falta Decreto ● Falta Adesão e Decreto <sup>14</sup>

## 4. TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS

O princípio básico da produção de energia fotovoltaica é que quando determinados materiais semicondutores são atingidos por radiação solar, provocam uma transformação desta, em energia elétrica, e as pesquisas têm levado os fabricantes a utilizarem diversos compostos.

Os fabricantes dos sistemas fotovoltaicos vêm desenvolvendo novos modelos, com diferentes materiais e configurações técnicas.

#### 4.1. Sistemas Principais

Conforme Eiffert e Kiss (2000), a maioria delas pode ser agrupada em dois sistemas principais:

- Sistemas de fachadas: fachadas externas das edificações.

Nos sistemas de fachada são elementos de revestimentos de parede, painéis para vãos e vidros.

- Sistema de cobertura: Telhados e iluminações naturais nas coberturas.

As duas opções de sistemas, são opções interessantes para áreas urbanas onde existem grande quantidade de áreas disponível em telhados e fachadas, usualmente disponíveis.

#### 4.2. Tecnologias de Fabricação das Células Fotovoltaicas.

Os fabricantes atualmente usam diversos produtos e tecnologias para fabricação de células fotovoltaicas, mas os tipos principais se resumem em três:

- Células Mono cristalinas - Células solares de silício cristalino (c-Si), são as pioneiras na geração e tem um rendimento em torno de 16%, mas custos de produção elevados. De acordo com Rütther e Montenegro, é a tecnologia mais usual e a única das listadas que faz o uso de lâminas cristalinas, relativamente espessas, o que aumenta os custos de produção.
- Células. Poli cristalinas - são a da segunda geração possuem um custo de fabricação menor, e em contrapartida um rendimento menor em torno de 11%. Neste último grupo, segundo Rütther, Salamoni e Montenegro (2008), utiliza-se elementos altamente tóxicos e raros, em função desse fato existem obstáculos na utilização desta tecnologia em alguns países.
- Células de Silício Amorfo - tem o menor custo de produção, entretanto apresentam também o menor rendimento, em torno de 8%. Sua fabricação permite películas muito finas, e apresentam diversos usos como materiais de construção e incorporam o aproveitamento da energia solar incidente, vidros semitransparentes, por exemplo. E um diferencial desta tecnologia é apresentar coeficientes de temperaturas nulos, isto é, o acréscimo da temperatura de operação não afeta seu desempenho, o que não ocorre com as outras tecnologias.

Das tecnologias de fabricação acima a distribuição de consumo das células segundo “Mercado mundial das diferentes tecnologias fotovoltaicas”. (Goetzerberg A.)

- Silício cristalino poli cristalino - 47,59%
- Silício monocristalino - 35,21%
- Silício amorfo - 8,31%

#### 5. INSTALAÇÕES TÍPICAS PARA INTERLIGAR À REDE PÚBLICA.

- SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE (SFVCR)

Os sistemas fotovoltaicos conectados à rede são aplicações que operam complementarmente a rede de suprimento usual, sendo a rede como fosse uma “bateria virtual”. Estando em flutuação com a rede de suprimento normal e quando sem incidência solar, o sistema opera como usuário, e quando com alta incidência e após suprir a demanda da unidade, transforma-se em um gerador autônomo, entregando energia devidamente ajustada às exigências da rede, frequência, tensão, harmônicas etc., e gerando um superávit e um crédito para consumo posterior. (RÜTHER R., SALAMONI I., MONTENEGRO A.A., 2009)

Existem outras modalidades de geração em escalas muito superiores, que recebem a denominação de Fazendas Solares, são grandes áreas cobertas por células fotovoltaicas, e que são conectadas as redes de distribuição normal e oferecem energia complementar as mesmas.

Figura 11- Sistema de captação solar (WEG, 2019)



### COMPONENTES BÁSICOS DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO:

- 1 - PAINÉIS SOLARES ou Módulos fotovoltaicos – Recebem a energia solar e através de mecanismos foto elétricos transformam os fótons absorvidos pela superfície exposta em movimento dos elétrons e por conseguinte em corrente elétrica, os painéis são interligados entre si formando uma geradora de acordo com estas conexões. Este arranjo é interligado ao inversor.
- 2 - INVERSOR E CONTROLADOR - O inversor recebe a energia proveniente das placas em corrente contínua (CC) e a transforma em corrente alternada (CA), que é a utilizada usualmente em todas aplicações convencionais. Este equipamento também tem a função de gerar corrente alternada alinhada ou faseada ou sincronizada com a fornecida pela concessionária, para não gerar problemas com o sistema externo
- 3 - QUADRO DE LUZ OU FORÇA - Consumo interno. Alimentado pela corrente proveniente do Inversor, distribui para as cargas existentes no empreendimento ou residência servido pelo sistema de geração fotovoltaica.
- 4 - MEDIDOR DE ENERGIA BIDIRECIONAL - Vide a figura 11. Este medidor registra nos dois sentidos o fluxo de energia, quando há geração interna pelo sistema fotovoltaico superior ao consumo da unidade, este saldo é enviado para a rede da concessionária, gerando um saldo positivo, entretanto nos horários que não tenha radiação solar, por estar nublado ou noite, a concessionária assume as cargas e o medidor passa a marcar, gerando um consumo. Do confronto entre entradas e saídas é medido o consumo da unidade para faturamento pela concessionária.

## 6. ANALISE ECONOMICA

Para analisarmos a viabilidade econômica desta opção de energia renovável fizemos algumas simulações utilizando o portal da WEG, <https://www.weg.net/institucional/BR/pt/news/produtos-e-solucoes/conheca-o-payback-weg> e abaixo uma avaliação para as potências de um consumo mensal 1500 kW/h mês, que corresponde a um pequeno comercio;

Figura 12. Simulador solar WEG (WEG, 2019)



Figura 13. Simulador de financiamento WEG (WEG, 2019)

A seguir serão apresentados alguns exemplos de consumo na tab. 1 e o cálculo da amortização.

O prazo de amortização foi calculado utilizando-se uma taxa de atratividade de 1,0% ao mês, considerando-se o IPCA de 2018 que foi de 3,75% ao ano, uma redução no valor mensal de como taxa de amortização de 15%, decorrentes de valores que serão cobrados de taxas de distribuição e transmissão de energia, bem como a taxa de demanda contratada, acreditamos que já é uma boa remuneração sem considerar valores intangíveis iniciais, como energia renovável e ganhos mercadológicos decorrentes como empresa ecológica. O cálculo foi realizado para que a prestação ficasse igual ou menor que o valor da fatura mensal.

Tabela 1. Simulação de amortização do investimento

	Valor da Fatura Mensal	Consumo Mensal	Investimento	Prazo Amortização
Unidade	R\$	KW	R\$	Meses
Indústria A	106.274	138.712	3.474.954,00	49
Escritório B	11.454	10.600	347.281,43	45
Sem Otimização	2.089	1608,35	70.253,00	51
Com Otimização	923	710,91	33.684,00	57

Otimização: No momento de implantar e discutir-se a solução de geração fotovoltaica é importante verificar e substituir equipamentos existentes na planta por soluções de maior eficiência energética, e mesmo substituir as soluções convencionais por outras tecnologias, neste caso estudado as medidas adotadas foram:

Substituir toda iluminação interna pela opção LED;

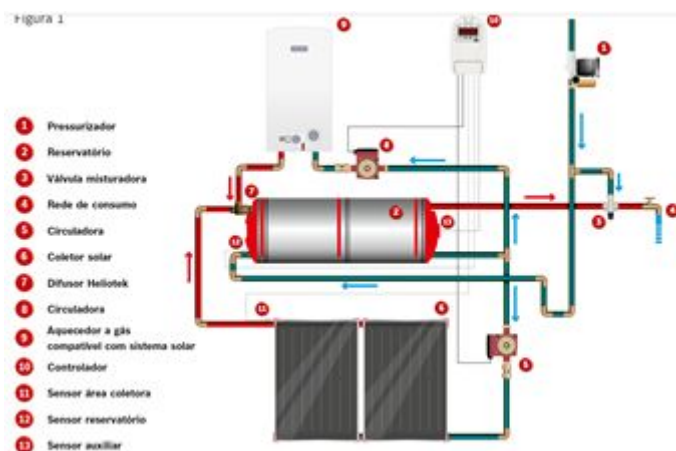
Substituir toda iluminação externa pela opção LED, inclusive jardins, pátios.

Figura 14. Iluminação externa de LED (ILUMINIM, 2019)



Substituição dos chuveiros elétricos por aquecimento solar e complementação com gás GLP

Figura 15. Informativo Técnico BOSCH (BOSH, 2019)



Aquecimento dos ambientes , neste caso uma região fria , que utilizava ar condicionado Quente/frio, por aquecedores de passagem de água aquecida pelo sistema de coletores solares combinados com aquecimento da água a gás GLP

## 7. CONCLUSÕES

O Brasil tem um grande potencial de aproveitamento da energia fotovoltaica, decorrente de sua geográfica de alta incidência de Energia Solar, porém ainda não estamos utilizando-a em larga escala, o que oferece um grande potencial de crescimento, tão logo as condições de implantação alcancem um retorno do investimento e confiabilidade da solução.

A energia fotovoltaica é entendida como uma fonte complementar devido a dependência de fonte intermitente, no entanto considerando a durabilidade prevista pelos fabricantes de 25 anos, e no estágio atual, com o retorno do investimento, mencionado em propostas técnicas comerciais de distribuidores, de 48-60 meses, é de se prever um crescimento elevado desta alternativa. O que já ocorre em países desenvolvidos. Mas o estudo dessa alternativa passa necessariamente por uma avaliação de todas medidas cabíveis economicamente para redução do consumo de energia elétrica. Pois não tem sentido estudar energia solar e continuar usando tecnologias ultrapassadas em termos de eficiência, nos processos produtivos, tornando esta avaliação muito importante para evoluções tecnológicas disponíveis, e muitas destas, com retorno sobre o investimento inferior ao da fotovoltaica, que levarão à menores potências necessárias, sem estas medidas prioritárias o sentido do investimento fica degradado em sua essência.

## 8. BIBLIOGRAFIA

ANEEL-Geração Distribuída- Regulamentação Atual e Processo de Revisão -Superintendência de Regulação dos Serviços de Distribuição-SRD, 2019. 26 Jul 2019 – <https://www.aneel.gov.br/documents/655804/14752877/Gera%C3%A7%C3%A3o+Distribu%C3%ADa+%E2%80%93+regulamenta%C3%A7%C3%A3o+atual+e+processo+de+revis%C3%A3o.pdf/3def5a2e-baef-bb59-2ce1-4f69a9cb2d88.>>

- ACKERMANN, T.ANDERSSON, G.; SÖDER, L, 2001. Distributed generation: a definition. *Electric Power Systems Research*, v.57, pg. 195-204.
- Atlas Solar Brasileiro, 2018 - 26 Jul 2019 - CPTEC - IMPE  
<<https://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2018/11/baixar-segunda-edicao-atlas-brasileiro-de-energia-solar/32294>>
- BATISTA B.M.F. *et al*, 2012. REVISÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS NA FASE DE INSTALAÇÃO DAS HIDRELÉTRICAS: UMA ANÁLISE DA SUB-BACIA DO ALTO JURUENA- UFMT, MT. 30 Jul 2019. <<http://www.periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/707>>
- EIFFERT P., KISS G.J., 2000; Building-integrated Photovoltaic Designs for Commercial and Institutional Structures
- GOETZERBERGER A., 2019. PV-TEC-Photovoltaic Technology Evaluation Center – Fraunhofer Institute for Solar Energy System ESE <[www.ise.fraunhofer.de](http://www.ise.fraunhofer.de)>
- Informativo Técnico BOSCH, 2014 - 30 Julho 2019  
<[https://www.google.com/search?q=aquecedores+solar+combinado+com+gas&rlz=1C1GCEU\\_pt-BRBR822BR822&aq=chrome.0.69i59j0l2j69i57j0l2.3705j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=aquecedores+solar+combinado+com+gas&rlz=1C1GCEU_pt-BRBR822BR822&aq=chrome.0.69i59j0l2j69i57j0l2.3705j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8)>
- PAYBACK WEG, 2019. 27 Jul 2019  
<<https://www.weg.net/institucional/BR/pt/news/produtos-e-solucoes/conheca-o-payback-weg>>
- PHOTOVOLTAIC TECHNOLOGY EVALUATION CENTER, 2019. 7 mai 2019  
<[https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/infomaterial/brochures/fue-infrastruktur/18\\_en\\_ISE\\_Flyer\\_PV-TEC.pdf](https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/infomaterial/brochures/fue-infrastruktur/18_en_ISE_Flyer_PV-TEC.pdf)>
- TEIXEIRA B. A.P.; ALMEIDA, V.C.T.A, 2010 Aplicabilidade de funcionalidade de Elementos fotovoltaicos como revestimento exterior de Edifícios- FEUP
- TIEPOLO G.M. et al – V Congresso Brasileiro de Energia Solar. Comparação entre potencial de geração fotovoltaica no estado do Paraná com Alemanha, Itália e Espanha. Recife 2014. 8 mai 2019  
<[https://www.researchgate.net/profile/Gerson\\_Tiepolo/publication/275828922\\_COMPARACAO\\_ENTRE\\_O\\_POTENCIAL\\_DE\\_GERACAO\\_FOTOVOLTAICA\\_NO\\_ESTADO\\_DO\\_PARANA\\_COM\\_ALEMANHA\\_ITALIA\\_E\\_ESPANHA/links/5547f2930cf2e2031b384c36.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gerson_Tiepolo/publication/275828922_COMPARACAO_ENTRE_O_POTENCIAL_DE_GERACAO_FOTOVOLTAICA_NO_ESTADO_DO_PARANA_COM_ALEMANHA_ITALIA_E_ESPANHA/links/5547f2930cf2e2031b384c36.pdf)>
- RÜTHER R., SALAMONI I., MONTENEGRO A.A., 2009. Um programa residencial de telhados solares para o Brasil: diretrizes de políticas públicas para a inserção da geração fotovoltaica conectada à rede elétrica. Tese de doutorado, UFSC, Santa Catarina.

## 9. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Luiz Roberto Giraldo, Thiago da Fonseca Rigaud, Claudio Vidal Teixeira