

PROJETO E ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO EM UMA RESIDÊNCIA DE MÉDIO PORTE NA CIDADE DE MOSSORÓ

Anderson Ferreira Fontes, Herick Talles Queiroz Lemos (Orientador)

Resumo: A energia solar fotovoltaica vem crescendo de forma exponencial no Brasil, e na cidade de Mossoró começa a surgir os primeiros sistemas instalados, porém a maioria em prédios comerciais que têm um grande consumo de energia elétrica e por isso torna a tecnologia rentável em um espaço de tempo relativamente curto. Porém, buscando entender como se dá retorno do investimento em um sistema de menor porte foi desenvolvido esse trabalho, onde foi escolhida uma residência de médio porte em Mossoró e avaliada *in loco* as características da residência que influenciam na geração de energia através da tecnologia fotovoltaica, após isso foi feito uma análise de rendimento energético para o dimensionamento dos equipamentos necessários para suprir a demanda da unidade consumidora. Após isso foi feita uma análise de retorno do investimento no sentido de avaliar a possibilidade de popularização dessa tecnologia na cidade de Mossoró e região.

Portanto, o presente trabalho tem por objetivo apresentar um estudo de caso da implantação de um sistema fotovoltaico conectado à rede para uma residência de médio porte na cidade de Mossoró, no intuito de apresentar o desenvolvimento do projeto e verificar sua viabilidade econômica. O sistema foi projetado tendo como base o perfil de consumo da unidade consumidora e os dados de irradiância do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) sendo esses ajustados em relação aos fatores de orientação geográfica e inclinação do plano de instalação do painel fotovoltaico por meio do software Radiasol 2. Com base nesses dados foi possível realizar a previsão de geração de energia para suprir a demanda da unidade e fazer o dimensionamento de todos os equipamentos do sistema, que inclui a captação, conversão e proteção. Após o dimensionamento foi feito um levantamento do investimento necessário em valores comerciais para implantação do sistema para que fosse feita uma previsão de retorno do investimento, levando em consideração a inflação média da tarifa de energia para o estado do Rio Grande do Norte e a perda de eficiência do sistema ao longo dos anos. Com isso, foi verificado que o projeto é viável economicamente, atingindo o *payback* em oito anos.

Palavras-chave: Sistemas fotovoltaicos conectados à rede; Energia solar; Geração distribuída; Viabilidade econômica.

1. INTRODUÇÃO

O mercado da energia fotovoltaica cresce de forma exponencial no Brasil, apesar das dificuldades como o alto custo da tecnologia. No ano de 2016, por exemplo, enquanto a economia do país retraiu 3,5% (BNDS, 2018) [1], o mercado de energia solar fotovoltaica ultrapassou os 407% (ESTADÃO, 2018) [2] de crescimento superando todas as expectativas. Em um país onde as condições climáticas são extremamente favoráveis e com necessidade de diversificação da matriz energética evidenciada por crises recentes do setor, a tecnologia fotovoltaica encontra o ambiente perfeito para, no longo prazo, ser uma fonte com grande impacto na matriz energética brasileira.

A partir desse cenário fica visível a importância da ampliação desse setor, para que se reduza o custo da tecnologia através de sua popularização, abrindo caminho para quem deseja investir nesse mercado, gerando empregos e ajudando a economia do país voltar a crescer. Uma vez que a energia solar fotovoltaica é a fonte de energia renovável que tem maior capacidade de geração de empregos, mundialmente esse mercado acumulou mais de 3,09 milhões de empregos em 2016 (IRENA, 2017) [3] tendo uma capacidade média de 25 a 30 empregos por MW instalado em toda sua cadeia produtiva, desde a produção dos equipamentos até a instalação. No Brasil, onde o desemprego só cresce nos últimos anos, em 2016 foi de 12% e no primeiro trimestre de 2018 já alcançou os 13,1% (IBGE, 2018) [4], o investimento nessa tecnologia se mostra como uma alternativa para estimular o empreendedorismo, já que grande parte dos sistemas instalados no Brasil são feitos por pequenas e médias empresas integradoras, ajudando a economia a girar. E isso deve ser feito disseminando conhecimento, mostrando que os benefícios em longo prazo são enormes, do ponto de vista estrutural, ambiental e social por

motivos já citados. E isso pode ser só o começo, considerando a crescente demanda por carros elétricos ao redor do mundo, é questão de tempo até que essas duas tecnologias se complementem e se mostrem como sendo a forma mais prática e eficiente de geração e consumo de energia, complementando não só a demanda de energia elétrica para as residências e comércios, mas também o consumo de combustíveis fósseis para os veículos.

Com base nisso, surge a motivação desse trabalho, que é analisar a viabilidade de implantação de um sistema fotovoltaico em uma residência de médio porte na cidade de Mossoró, com o objetivo de averiguar a possibilidade de popularização dessa tecnologia na região.

2. ANÁLISE PRELIMINAR E INSPEÇÃO TÉCNICA

O imóvel a ser analisado está situado na cidade de Mossoró no estado do Rio Grande do Norte, possui latitude -5.18 e longitude -37.36 (Figura 1), é abastecido pela concessionária Cosern (Companhia Energética do Rio Grande do Norte) por meio de uma ligação trifásica e pertence ao grupo tarifário tipo B – residencial.



Figura 1. Localização geográfica da unidade consumidora.

Fonte: Google maps (2018).

O local de instalação do sistema fotovoltaico será no próprio telhado da unidade consumidora. O telhado é novo e limpo, possui apenas uma água de 8 metros de comprimento por 6 de largura totalizando uma área de 48 m² com uma inclinação de 25 graus, como mostra a Figura 2.



Figura 2. Telhado da unidade consumidora.

Fonte: Autoria própria (2017)

Será preciso fazer uma readequação nos fios da antena de TV a cabo para receber a estrutura de fixação do sistema fotovoltaico que deve ser própria para telhado do tipo cerâmico, por isso a estrutura escolhida foi a da marca Schletter, que tem ajuste de altura para um melhor encaixe das telhas e conta com trilhos e grampos em

alumínio, um material leve e resistente para suportar as condições do local da instalação. Na Figura 3 é possível visualizar a estrutura em detalhes.



Figura 3. Estrutura de fixação dos módulos fotovoltaicos.
Fonte: NeoSolar (2018).

O inversor ficará na parede sudeste do depósito que tem 3 metros de altura e 2,5 metros de largura. O inversor ficará próximo à porta, mas não impedirá sua abertura total, como mostra a Figura 4. A distância entre o inversor e o quadro de distribuição é de 6 metros, e entre o inversor e o arranjo fotovoltaico é de 14 metros já contando com as curvas de cabos e dutos.

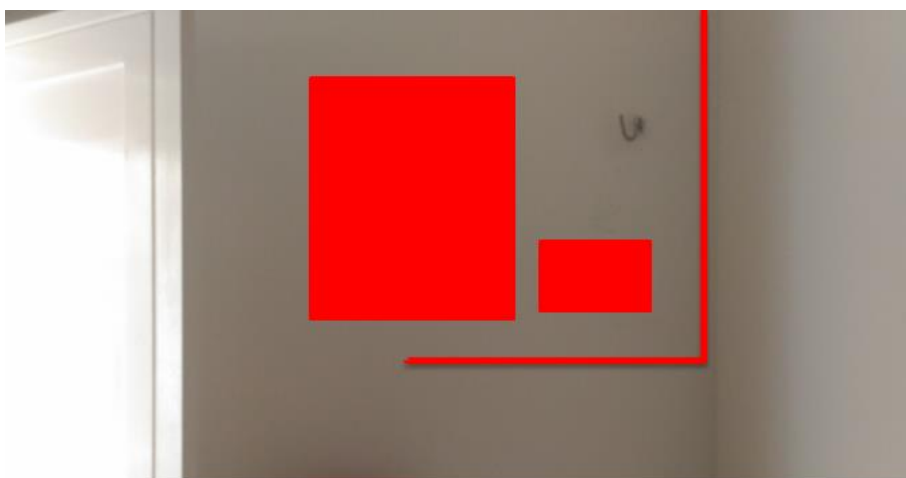


Figura 4. Localização do inversor.
Fonte: Autoria própria (2017).

O consumo médio mensal da residência é de 348 kWh/mês, como mostrado na Tabela 1. Por ser uma ligação trifásica é previsto um custo de disponibilidade de 100 kWh/mês (ANEEL, 2012) [7].

Tabela 1. Consumo médio em kWh (Autoria própria).

MÊS	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
CONSUMO (KwH)	325	339	405	451	480	407	427	244	200	341	304	253
MÉDIA ANUAL										348 kWh/mês		

3. ESTIMATIVA DE RENDIMENTO ENERGÉTICO

O banco de dados utilizado para obtenção da irradiância do local foi o Swera, que utiliza dados do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) para a cobertura nacional, como mostra a Figura 5.



Figura 5. Cobertura da irradiância no território nacional.

Fonte: Banco de dados Swera (2017).

Para o local da unidade consumidora os valores médios diários de irradiância no plano horizontal podem ser visualizados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios diários de irradiância solar para o plano horizontal (Banco de dados Swera, 2017).

MÊS	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
IRRADIÂNCIA (kWh/m²/dia)	5,39	5,36	5,08	4,81	5,00	4,66	5,06	5,89	6,03	6,39	6,39	5,92
MÉDIA MENSAL										5,49 kWh/m²/dia		

Para as condições do telhado da unidade consumidora há uma variação desses dados, devido os parâmetros de inclinação e orientação, que é 25° de inclinação e um desvio azimutal de 120° N, por isso, é preciso fazer uma adequação dos valores de irradiância obtidos pelo Swera, já que para esses dados são considerados como parâmetros o plano horizontal e orientação norte, por isso, foi feito o uso do software Radiasol 2 que faz essa adequação a partir dos dados obtidos pelo Swera. Na Figura 6 é possível visualizar a interface do Radiasol 2 e a configuração utilizada para a obtenção dos dados desejados.

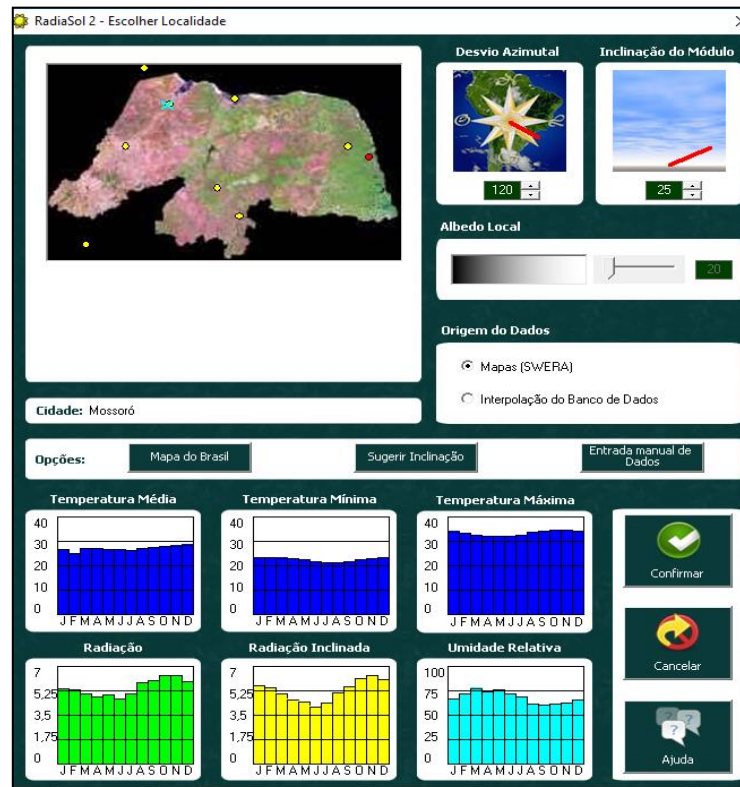


Figura 6. Interface do RadiaSol 2.
Fonte: Autoria própria (2018).

Com isso, se obteve os valores atualizados apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores de irradiância solar para o plano inclinado/orientado obtido do RadiaSol 2. (Autoria própria)

MÊS	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
IRRADIÂNCIA (kWh/m²/dia)	5,48	5,30	4,83	4,35	4,35	3,91	4,30	5,08	5,55	6,10	6,37	6,04
MÉDIA ANUAL										5,14 kWh/m²/dia		

Para a análise da geração de energia faz-se necessário que se defina o módulo fotovoltaico a ser utilizado no projeto, por isso foi definido a utilização do modelo CSI CS6P-265P da fabricante Canadian com potência de 265 Wp, eficiência de geração de 16,47% e área do módulo de 1,48m², todos esses dados podem ser encontrados no Datasheet do módulo. Para definir a quantidade de módulos foi feito o cálculo da geração de energia a partir da Equação 1.

$$G = Qtd_{módulos} * Área_{módulo} * HSP * \eta_{módulos} * Qtd_{dias} * \eta_{sistema} \quad (1)$$

Onde:

G = geração de energia (kWh/mês).

$Qtd_{módulos}$ = quantidade de módulos utilizados.

$Área_{módulo}$ = área do módulo utilizado (m²).

HSP = hora de sol pleno (kWh/m²/dia).

$\eta_{módulos}$ = coeficiente de rendimento dos módulos.

Qtd_{dias} = quantidade de dias no mês.

$\eta_{sistema}$ = coeficiente de rendimento do sistema.

Verificando os valores obtidos através da Equação 1 chegou-se à conclusão de que onze módulos seria a quantidade ideal para o projeto, levando em consideração o consumo e buscando um melhor aproveitamento da energia gerada. Os valores de geração obtidos podem ser visualizados na Tabela 4.

Tabela 4. Previsão de geração mensal do sistema em kWh. (Autoria própria)

MÊS	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
GERAÇÃO (kWh)	364,41	329,70	321,18	279,93	289,26	251,62	285,94	337,81	357,16	405,63	409,92	401,64
Média Anual										336,18 kWh/mês		

Definidos a quantidade e a potência dos módulos a ser utilizado é possível obter a potência do sistema, através da Equação 2.

$$P_{sistema} = Qtd_{módulos} * P_{módulo} (2)$$

$$P_{sistema} = 11 * 265 = 2915W$$

Levando em consideração a disponibilidade do mercado foi selecionado um kit fotovoltaico com onze módulos Canadian de 265W e inversor Fronius Symo 3.0 (NeoSolar, 2017) [9], pois é o que está mais próximo da configuração projetada. A previsão de geração para esse sistema pode ser visualizada no Gráfico 1.

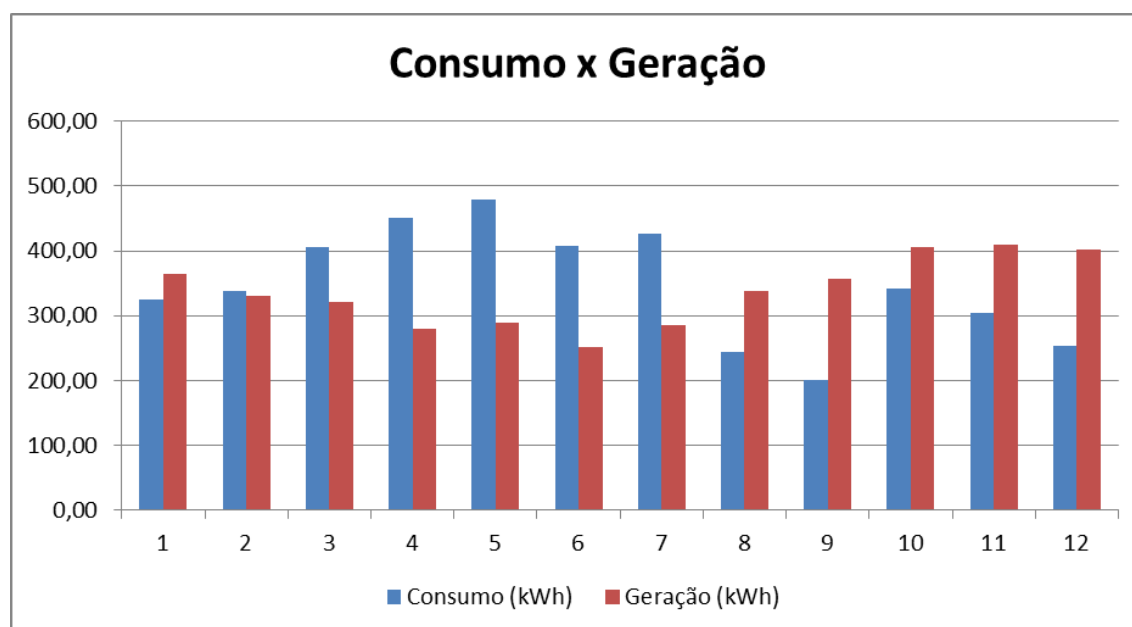


Gráfico 1. Previsão de consumo e geração mensal do sistema em kWh.

Fonte: Autoria própria (2018).

3.1. Determinação da configuração do painel fotovoltaico

O módulo fotovoltaico escolhido contém as seguintes características elétricas em STC:

- Máxima Potência = 265 W;
- Tensão em Máxima Potência = 30,6 V;
- Corrente em Máxima Potência = 8,66 A;
- Tensão em Circuito Aberto = 37,7 V;
- Corrente em Curto-Circuito = 9,23 A;
- Eficiência do módulo = 16,47%;

E o inversor escolhido foi o modelo Symo 3.0 da fabricante Fronius que contém as seguintes características elétricas:

- Potência máxima de saída = 3000W;
- Corrente máxima de entrada = 16,0A;
- Tensão máxima de entrada = 595V;

- Tensão mínima de funcionamento = 165V;
- Corrente de saída = 4,3A;

Com todos esses dados é possível determinar a associação dos módulos que irão compor o painel. O número máximo de módulos em série por *string* foi determinado pela razão entre a tensão máxima de entrada do inversor e a tensão de circuito aberto dos módulos.

$$595V/37,7V = 15,8 \cong 16$$

O número máximo de *strings* em paralelo foi obtido por meio da razão entre a corrente máxima de entrada do inversor e a corrente de curto-circuito dos módulos.

$$16,0A / 9,23A = 1,8 \cong 2$$

Desta forma, fica definido que o sistema contará com uma string de onze módulos em série conectada a um inversor de 2,65 kWp. Finalmente, a tensão do painel foi calculada multiplicando-se a quantidade de módulos fotovoltaicos pela tensão no ponto de máxima potência; e a corrente do painel pela multiplicação da quantidade de *strings* pela corrente no ponto de máxima potência.

$$\begin{aligned} \text{Tensão do painel} &= 11 * 30,6 V = 336,6 V \\ \text{Corrente do painel} &= 1 * 8,66 A = 8,66 A \end{aligned}$$

Os diagramas unifilar e multifilar do sistema fotovoltaico podem ser visualizados nos Anexos 1 e 2, respectivamente.

3.2. Dimensionamento dos condutores e do sistema de proteção

Para o dimensionamento da seção do fio utilizado para conectar o painel fotovoltaico ao quadro de junção (*string-box*) foi dimensionado pelo método da queda de tensão que utiliza a Equação 3.

$$S_{mm^2} = \frac{2 * L * I_{SC} * 1,25}{C_{Cu} * QV * V_{Pmáx.}} \quad (3)$$

Onde:

S_{mm^2} = seção do fio (mm²).

L = distância dos módulos ao quadro (m).

I_{SC} = corrente de curto-circuito (A).

C_{Cu} = condutividade do cobre (m/Ω*mm²).

QV = queda de tensão permitida no trecho (1%)

$V_{Pmáx.}$ = tensão no ponto de máxima potência (V)

Conforme exigido na norma internacional IEC 60364-7-712, para o cálculo da seção transversal do condutor solar é utilizado a corrente de curto-circuito mais 25% (Blue Sol, 2017) [10].

$$S_{mm^2} = \frac{2 * 10 * 9,23 * 1,25}{56 * 0,01 * 336,6} = 1,22 \text{ mm}^2$$

Portanto, será utilizado o valor mínimo definido pela mesma norma que é de 4mm².

A corrente nominal de operação dos fusíveis deve ser maior que a corrente de curto-circuito da *string* acrescida 25% e menor ou igual a 15A como determinado na folha de dados do fabricante.

$$11,54A \leq I_{fusível} \leq 15A$$

Portanto, será utilizado fusíveis de 15A.

A chave seccionadora deve ter corrente de operação maior que a corrente de curto-circuito da *string* acrescida de pelo menos 25%.

$$I_{chave} > 11,54A$$

Será utilizado uma chave seccionadora de 25A.

O DPS (Dispositivo de proteção contra surtos) deve suportar a tensão de circuito aberto da *string* acrescida de 25%.

$$V_{DPS} > 420,75V$$

O DPS selecionado foi um Classe II que suporta uma tensão de 1000V e uma corrente de descarga de 20kA.

No dimensionamento dos disjuntores a corrente nominal do disjuntor deve ser maior que a corrente nominal de saída do inversor e menor que a corrente máxima suportada por condutor de 2,5mm² que é o mínimo definido na NBR5410 (ABNT, 2004) [11] para circuitos de força.

$$4,3A \leq I_n \leq 24A$$

Dessa forma, será utilizado um disjuntor tripolar de 16A.

O diagrama unifilar contendo todos os dispositivos de proteção pode ser visualizado no Anexo 3.

4. ANÁLISE ECONÔMICA

Com os valores de consumo já apresentados na Tabela 1 e considerando um valor de R\$ 0,643/kWh, é possível obter os valores da fatura de energia com e sem o sistema fotovoltaico, conforme apresentado na Tabela 5. Caso a geração cubra totalmente o consumo, ainda será cobrado o valor de 100 kWh.

Tabela 5. Análise econômica do sistema fotovoltaico. (Autoria própria)

Mês	Consumo (kWh)	Geração (kWh)	Crédito Acumulado (kWh)	Fatura sem GD (R\$)	Fatura com GD (R\$)	Diferença (R\$)
Janeiro	325,00	364,41	39,41	208,98	64,30	144,68
Fevereiro	339,00	329,70	39,41	217,98	64,30	153,68
Março	405,00	321,18	39,41	260,42	64,30	196,12
Abril	451,00	279,93	0,00	289,99	84,66	205,33
Maiο	480,00	289,26	0,00	308,64	122,65	185,99
Junho	407,00	251,62	0,00	261,70	99,91	161,79
Julho	427,00	285,94	0,00	274,56	90,70	183,86
Agosto	244,00	337,81	93,81	156,89	64,30	92,59
Setembro	200,00	357,16	250,97	128,60	64,30	64,30
Outubro	341,00	405,63	315,60	219,26	64,30	154,96
Novembro	304,00	409,92	421,52	195,47	64,30	131,17
Dezembro	253,00	401,64	570,16	162,68	64,30	98,38
TOTAL				2685,17	912,32	1772,85

Em posse desses valores é possível verificar que houve uma economia de cerca de 66%. Essa diferença fica evidente observando o Gráfico 2 onde são traçados os valores previstos das faturas de energia antes e depois da instalação do sistema.

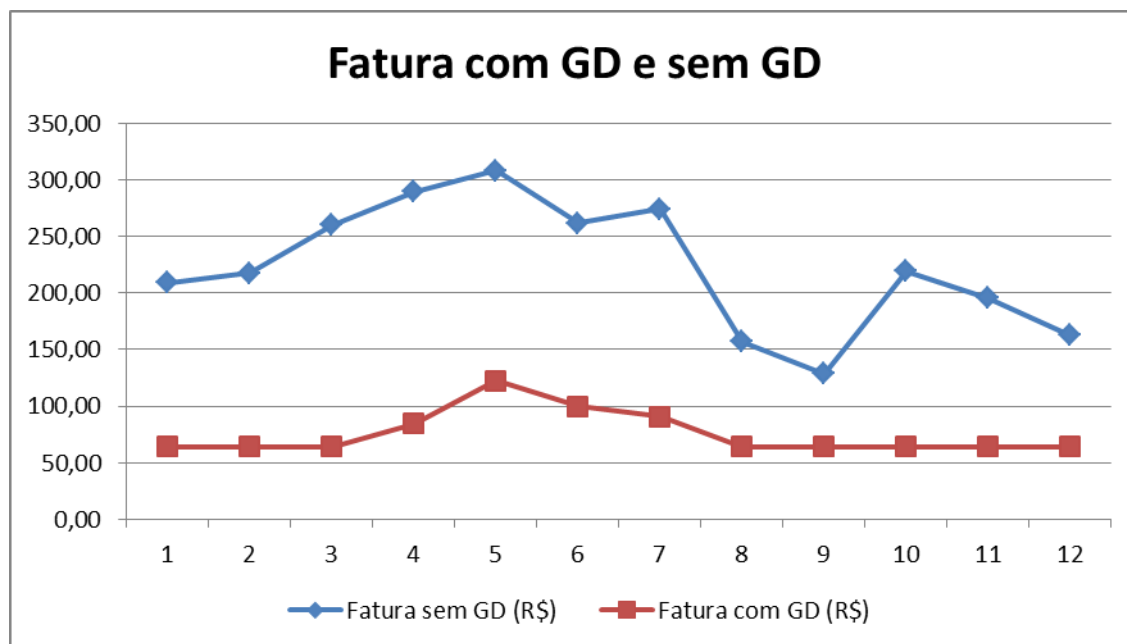


Gráfico 2. Fatura sem geração distribuída e com geração distribuída em R\$.
Fonte: Autoria própria (2018).

4.1. Custo do sistema e retorno investimento

O kit selecionado já conta com 15 metros de cabo solar de 4mm², *string box* com DPS's, chave seccionadora e disjuntor, todos dentro dos valores aqui determinados. Porém, não conta com fusível e a quantidade de cabo solar é insuficiente, o valor desses componentes será adicionado no investimento do sistema. Além disso, será necessário solicitar a troca da estrutura de fixação que no kit é para telhado metálico e a do projeto para telhado cerâmico, a diferença de valor das duas estruturas também será inserido no custo do sistema.

Os valores de todos os custos envolvidos na implantação do sistema podem ser visualizados na Tabela 6.

Tabela 6. Custo de implantação do sistema fotovoltaico. (Autoria própria)

Itens	Valor (R\$)	Representação (%)
Kit fotovoltaico	15.090,00	67,5%
Estrutura de fixação (diferença) [12]	2710,00	12,50%
Cabo solar [13]	37,90	
Porta fusível com fusível [14]	50,00	
Mão de obra	4472,00	20%
Total	22.359,90	100%

A análise de retorno financeiro leva em consideração a perda de eficiência do sistema ao longo dos anos, sendo uma perda de 1% no primeiro ano e 0,5% nos anos subsequentes (Blue Sol, 2017), além disso, é

considerado um aumento médio da tarifa de energia de 3% ao ano que é a tendência da distribuidora COSERN que atende a região do RN. Considerando esses fatores, o retorno financeiro se deu em oito anos, como pode ser visualizado na Tabela 7.

Tabela 7. Previsão de retorno financeiro. (Autoria própria)

Ano	Geração anual considerando perdas (kWh)	Tarifa (R\$)	Geração monetária anual (R\$)	Geração monetária acumulada (R\$)
1	3993,86	0,643	2568,05	2568,05
2	3953,92	0,662	2618,64	5186,69
3	3934,15	0,682	2683,72	7870,41
4	3914,48	0,703	2750,41	10620,82
5	3894,91	0,724	2818,75	13439,57
6	3875,43	0,745	2888,80	16328,37
7	3856,06	0,768	2960,59	19288,95
8	3836,78	0,791	3034,16	22323,11
9	3817,59	0,815	3109,56	25432,67
10	3798,50	0,839	3186,83	28619,49

Essa é uma análise bastante conservadora, tendo em vista que no presente ano de 2018 já houve um reajuste de 14,81% (Inter TV, 2018) [15] na tarifa de energia elétrica do estado do RN, além disso, não foi considerada a variação do valor da fatura em decorrência das bandeiras amarela e vermelha por serem aplicados arbitrariamente pela ANEEL não havendo previsibilidade, ou seja, o provável é que o retorno do investimento se dê muito antes do previsto e que haja uma grande economia financeira ao longo da vida útil do sistema.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de caso evidencia que a energia solar fotovoltaica é viável economicamente para o estado do RN, onde há uma irradiância que favorece a produção de energia através da fonte solar, fazendo com que o retorno do investimento se dê de forma rápida em relação à durabilidade do sistema, que é por volta de 20 anos. Um dos principais fatores que impede a disseminação dessa tecnologia é o aporte inicial que é relativamente alto, linhas de crédito atrativas são de fundamental importância para a expansão da tecnologia fotovoltaica no país. Superada essa barreira, os custos dos equipamentos tendem a ser reduzidos ao longo do tempo, pois com a popularização da tecnologia haverá um aumento da demanda fazendo com que os preços diminuam. Além disso, a tendência é que novos fabricantes se instalem no país, diminuindo consideravelmente o custo com transporte, já que a maioria dos equipamentos comercializados hoje no Brasil são importados.

6. REFERÊNCIAS

- [1] TINOCO, G.; GIAMBIAGI, F. Perspectivas depec 2018 - O crescimento da economia brasileira 2018-2023. [s.l.:s.n]. BNDS – Departamento de Comunicação. abr. 2018. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/14760/1/Perspectivas%202018-2023_P.pdf>. Acesso em: 12 agosto de 2018.
- [2] ESTADÃO. Energia solar cresce 407% em um ano no Brasil impulsionada por painéis em residência. Disponível em: <<https://economia.estadao.com.br/blogs/ecoando/energia-solar-cresce-407-em-um-ano-no-brasil-impulsionada-por-paineis-em-residencias/>>. Acesso em: 12 agosto de 2018
- [3] IRENA. Disponível em: <www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2017/May/IRENA_RE_Jobs_Annual_Review_2017.pdf>. Acesso em: 12 agosto de 2018.
- [4] AGENCIA IBGE NOTÍCIAS. Desemprego volta a crescer no primeiro trimestre de 2018. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/20995-desemprego-volta-a-crescer-no-primeiro-trimestre-de-2018.html>>. Acesso em: 12 agosto de 2018.
- [5] GOOGLE MAPS. Disponível em: < <https://www.google.com.br/maps/> >. Acesso em: 02 de abril de 2018.
- [6] NEOSOLAR. Kit montagem para telha cerâmica. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/loja/kit-montagem-fixacao-neosolar-telhado-inclinado-ceramica-ganchos-3-paineis-fotovoltaicos.html>>. Acesso em: 20 abril de 2017.
- [7] ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa 482: Micro e mini geração distribuída. Rio de Janeiro. 2012.
- [8] SWERA. Banco de dados INPE. Disponível em : <<https://maps.nrel.gov/swera/>>. Acesso em: 20 abril de 2017.
- [9] NEOSOLAR. Kit gerador de energia solar 2,92 kWp. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/loja/gerador-solar-fotovoltaico-400-kwh.html> >. Acesso em: 20 abril de 2017.
- [10] BLUE SOL. Campus virtual. Disponível em: <<http://campusvirtual.bluesoleducacional.com.br/login/index.php>>. Acesso em: 20 abril de 2017.
- [11] ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma Brasileira 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro. 2004.
- [12] NEOSOLAR. Jogo de conexão para perfil. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/loja/jogo-conexao-perfis-thesan-universal-medium.html>>. Acesso em: 20 abril de 2017.
- [13] NEOSOLAR. Cabo solar. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/loja/cabo-solar-conduspar-4mm-preto-1kv.html>>. Acesso em: 20 abril de 2017.
- [14] MERCADO LIVRE. Seccionadora fusível para energia solar 1000vdc com fusível 15A. Disponível em: < <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-886083550-seccionadora-fusivel-p-energia-solar-1000vdc-c-fusivel-15a-JM>>. Acesso em: 20 abril de 2017.
- [15] INTER TV. Aneel aprova aumento de 14,81% na conta de energia elétrica residencial no RN. Disponível em: <https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/aneel-aprova-aumento-de-1481-na-conta-de-energia-eletrica-residencial-no-rn.ghtml>>. Acesso em: 12 abril de 2018.

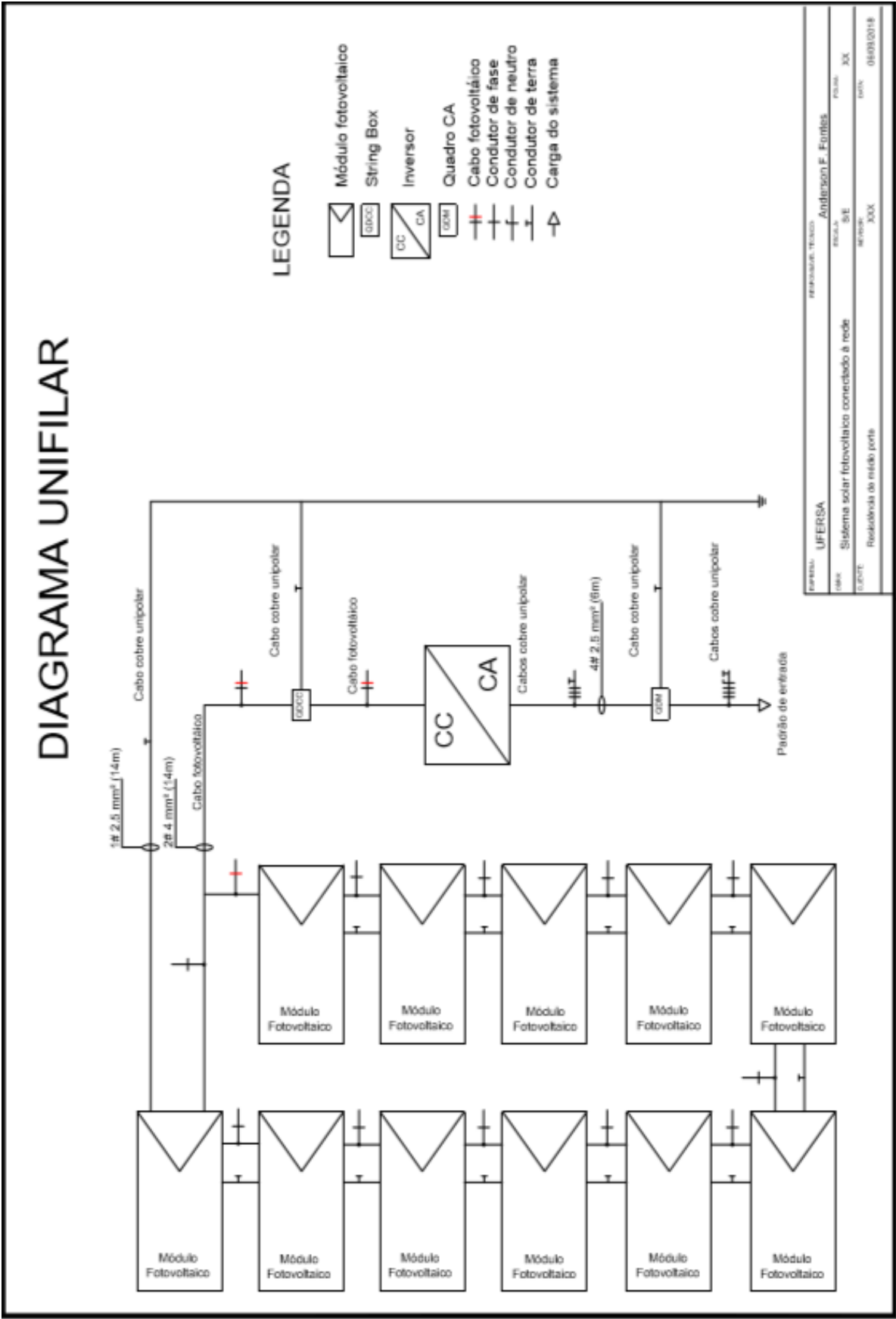
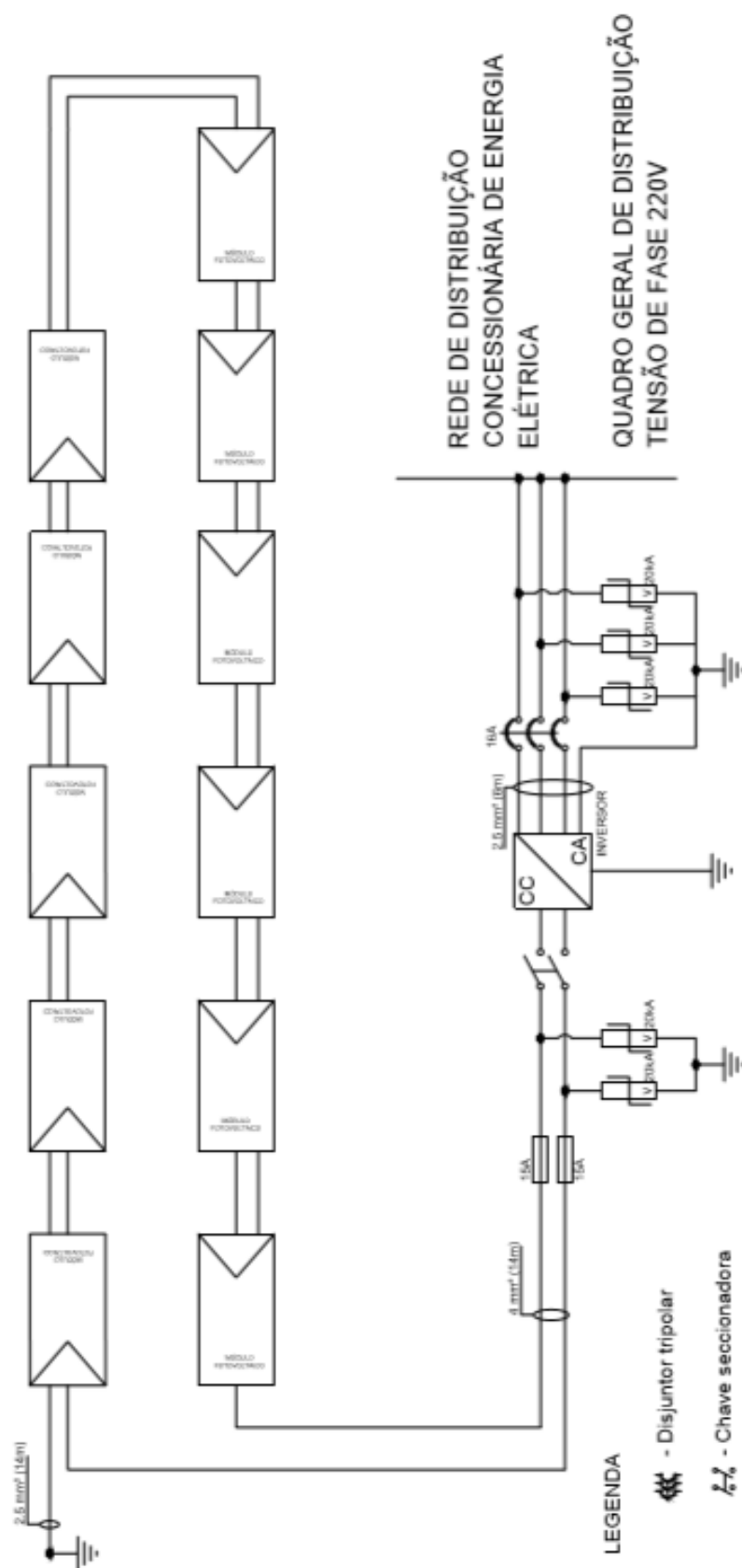
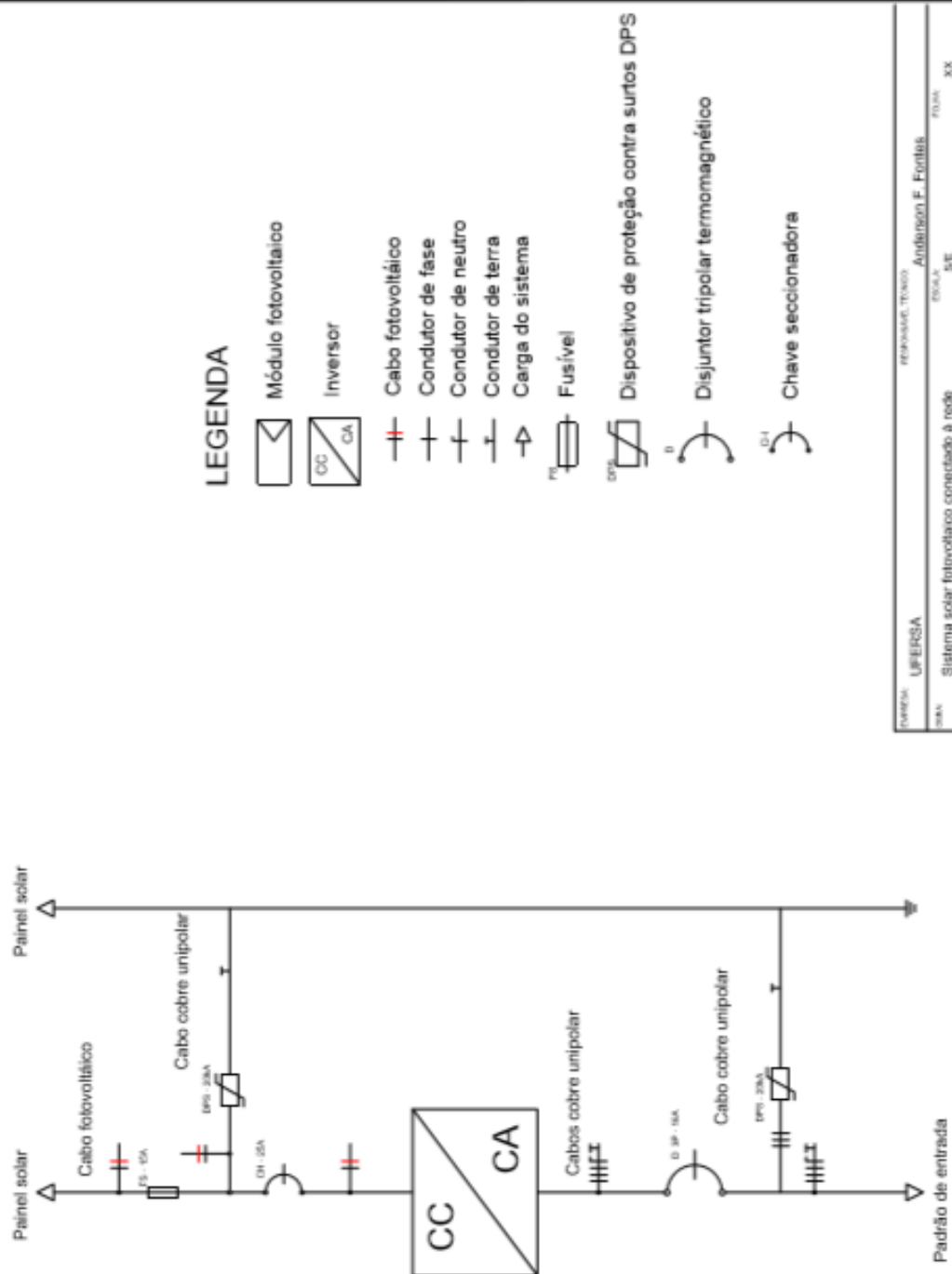


DIAGRAMA MULTIFILAR

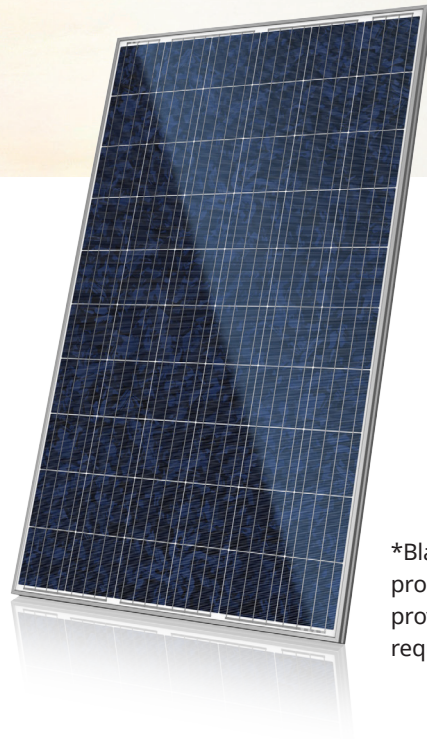


UNIVERSAL	UFERSA	PROFESSOR(A) RESPONSÁVEL	Anderson F. Fontes
REPOS	Sistema solar fotovoltaico conectado à rede	PROJETO	SFE
DATA DE	Realização da medição gerada	PROJETO	XXXX
		DATA	09/09/2018

DIAGRAMA UNIFILAR - PROTEÇÃO



EMPRESA:	UFERSA	PROFESSOR TUTOR:	Anderson F. Fontes
DISCIPLINA:	Sistema solar fotovoltaico conectado à rede	PROVA:	SE
PROVA:	Resistência da malha porla	REPROVAÇÃO:	XXX
DATA:	06/06/2018		



*Black frame product can be provided upon request.

QUARTECH CS6P-260 | 265 | 270P

Canadian Solar's new Quartech modules have significantly raised the standard of module efficiency in the solar industry. They introduced innovative four busbar cell technology, which demonstrates higher power output and higher system reliability. Worldwide, our customers have embraced this next generation of modules for their excellent performance, superior reliability and enhanced value.

NEW TECHNOLOGY

- Reduces cell series resistance
- Reduces stress between cell interconnectors
- Improves module conversion efficiency
- Improves product reliability

KEY FEATURES



Higher energy yield

- Outstanding performance at low irradiance
- Maximum energy yield at low NOCT
- Improved energy production through reduced cell series resistance



Increased system reliability

- Long-term system reliability with IP67 junction box
- Enhanced system reliability in extreme temperature environment with special cell level stress release technology



Extra value to customers

- Positive power tolerance of up to 5 W
- Stronger 40 mm robust frame to hold snow load up to 5400 Pa and wind load up to 2400 Pa
- Anti-glare project evaluation
- Salt mist, ammonia and blowing sand resistance apply to seaside, farm and desert environments*



linear power output warranty



product warranty on materials and workmanship

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2008 / Quality management system
ISO/TS 16949:2009 / The automotive industry quality management system
ISO 14001:2004 / Standards for environmental management system
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / MCS / CE / JET / SII / CEC AU / INMETRO / CQC
UL 1703 / IEC 61215 performance: CEC listed (US) / FSEC (US Florida)
UL 1703: CSA / IEC 61701 ED2: VDE / IEC 62716: VDE / IEC 60068-2-68: SGS
Take-e-way / UNI 9177 Reaction to Fire: Class 1



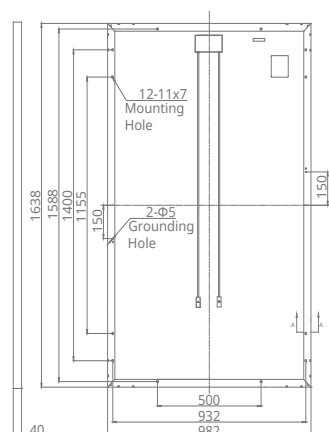
CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. As a leading manufacturer of solar modules and PV project developer with over 14 GW of premium quality modules deployed around the world since 2001, Canadian Solar Inc. (NASDAQ: CSIQ) is one of the most bankable solar companies worldwide.

CANADIAN SOLAR INC.

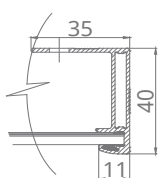
545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

ENGINEERING DRAWING (mm)

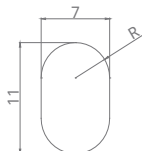
Rear View



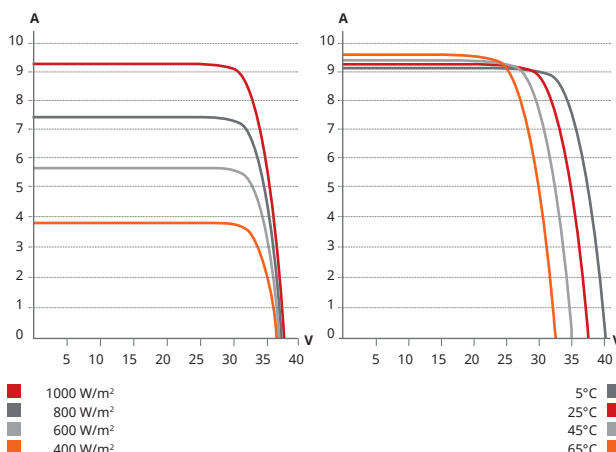
Frame Cross Section A-A



Mounting Hole



CS6P-265P / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA / STC*

CS6P	260P	265P	270P
Nominal Max. Power (Pmax)	260 W	265 W	270 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	30.4 V	30.6 V	30.8 V
Opt. Operating Current (Imp)	8.56 A	8.66 A	8.75 A
Open Circuit Voltage (Voc)	37.5 V	37.7 V	37.9 V
Short Circuit Current (Isc)	9.12 A	9.23 A	9.32 A
Module Efficiency	16.16 %	16.47 %	16.79 %
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C		
Max. System Voltage	1000 V (IEC) or 1000 V (UL)		
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC61730)		
Max. Series Fuse Rating	15 A		
Application Classification	Class A		
Power Tolerance	0 ~ + 5 W		

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA / NOCT*

CS6P	260P	265P	270P
Nominal Max. Power (Pmax)	189 W	192 W	196 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	27.7 V	27.9 V	28.1 V
Opt. Operating Current (Imp)	6.80 A	6.88 A	6.97 A
Open Circuit Voltage (Voc)	34.5 V	34.7 V	34.8 V
Short Circuit Current (Isc)	7.39 A	7.48 A	7.55 A

* Under Nominal Operating Cell Temperature (NOCT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

PERFORMANCE AT LOW IRRADIANCE

Industry leading performance at low irradiance, average relative efficiency of 96.5 % from an irradiance of 1000 W/m² to 200 W/m² (AM 1.5, 25°C).

The specification and key features described in this datasheet may deviate slightly and are not guaranteed. Due to on-going innovation, research and product enhancement, Canadian Solar Inc. reserves the right to make any adjustment to the information described herein at any time without notice. Please always obtain the most recent version of the datasheet which shall be duly incorporated into the binding contract made by the parties governing all transactions related to the purchase and sale of the products described herein.

Caution: For professional use only. The installation and handling of PV modules requires professional skills and should only be performed by qualified professionals. Please read the safety and installation instructions before using the modules.

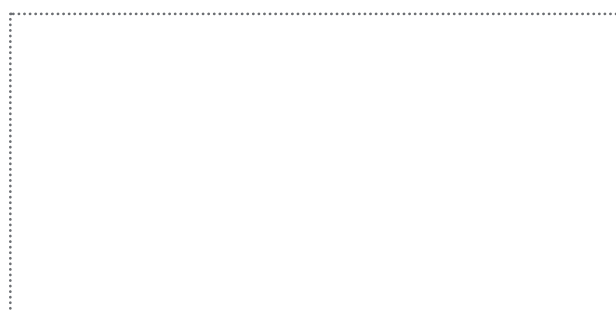
MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Poly-crystalline, 6 inch
Cell Arrangement	60 (6×10)
Dimensions	1638×982×40 mm (64.5×38.7×1.57 in)
Weight	18 kg (39.7 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame Material	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP67, 3 diodes
Cable	4 mm ² (IEC) or 4 mm ² & 12AWG 1000 V (UL), 1000 mm (39.4 in) (650 mm (25.6 in) is optional)
Connectors	Friends PV2a (IEC), Friends PV2b (IEC / UL)
Standard Packaging	26 pieces, 515 kg (1135.4 lbs) (quantity & weight per pallet)
Module Pieces per Container	728 pieces (40' HQ)

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.41 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.31 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.053 % / °C
Nominal Operating Cell Temperature	45±2 °C

PARTNER SECTION



Scan this QR-code to discover solar projects built with this module



FRONIUS SYMO

Maximum flexibility for the applications of tomorrow



SnapInverter
technology



Integrated data
communication



Dynamic Peak
Manager



Smart Grid
Ready



SuperFlex
Design



Zero feed-in



With power categories ranging from 3.0 to 20.0 kW, the transformerless Fronius Symo is the three-phase inverter for systems of every size. Owing to the SuperFlex Design, the Fronius Symo is the perfect answer to irregularly shaped or multi-oriented roofs.

The standard interface to the internet via WLAN or Ethernet and the ease of integration of third-party components make the Fronius Symo one of the most communicative inverters on the market. Furthermore, the meter interface permits dynamic feed-in management and a clear visualisation of the consumption overview.

TECHNICAL DATA FRONIUS SYMO (3.0-3-S, 3.7-3-S, 4.5-3-S, 3.0-3-M, 3.7-3-M, 4.5-3-M)

INPUT DATA	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Number MPP trackers	1			2		
Max. input current (I _{dc max 1} / I _{dc max 2} ¹⁾)	16.0 A			16.0 A / 16.0 A		
Max. array short circuit current (MPP ₁ / MPP ₂ ¹⁾)	24.0 A			24.0 A / 24.0 A		
DC input voltage range (U _{dc min} - U _{dc max})	150 - 1000 V					
Feed-in start voltage (U _{dc start})	200 V					
Usable MPP voltage range	150 - 800 V					
Number of DC connections	3			2+2		
Max. PV generator output (P _{dc max})	6.0 kW _{peak}	7.4 kW _{peak}	9.0 kW _{peak}	6.0 kW _{peak}	7.4 kW _{peak}	9.0 kW _{peak}

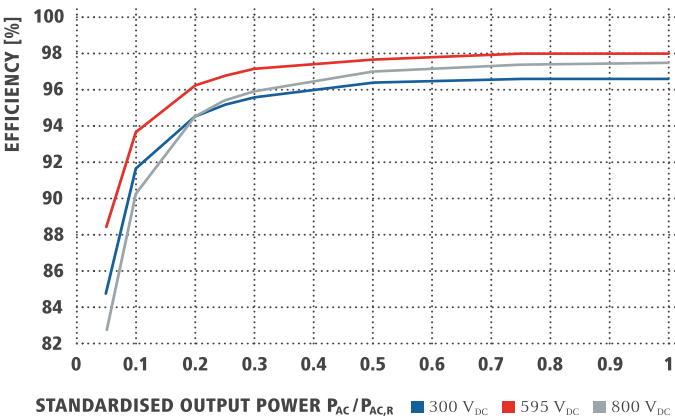
OUTPUT DATA	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
AC nominal output ($P_{ac,n}$)	3,000 W	3,700 W	4,500 W	3,000 W	3,700 W	4,500 W
Max. output power	3,000 VA	3,700 VA	4,500 VA	3,000 VA	3,700 VA	4,500 VA
AC output current ($I_{ac \text{ nom}}$)	4.3 A	5.3 A	6.5 A	4.3 A	5.3 A	6.5 A
Grid connection (voltage range)	3-NPE 400 V / 230 V or 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)					
Frequency (Frequency range)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)					
Total harmonic distortion	< 3 %					
Power factor ($\cos \phi_{ac,n}$)	0.70 - 1 ind. / cap.			0.85 - 1 ind. / cap.		

GENERAL DATA	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Dimensions (height x width x depth)	645 x 431 x 204 mm					
Weight	16.0 kg			19.9 kg		
Degree of protection	IP 65					
Protection class	1					
Overvoltage category (DC / AC) ²⁾	2 / 3					
Night time consumption	< 1 W					
Inverter design	Transformerless					
Cooling	Regulated air cooling					
Installation	Indoor and outdoor installation					
Ambient temperature range	-25 - +60 °C					
Permitted humidity	0 - 100 %					
Max. altitude	2,000 m / 3,400 m (unrestricted / restricted voltage range)					
DC connection technology	3x DC+ and 3x DC- screw terminals 2.5 - 16 mm ²			4x DC+ and 4x DC- screw terminals 2.5 - 16mm ^{2 3)}		
AC connection technology	5-pole AC screw terminals 2.5 - 16 mm ²			5-pole AC screw terminals 2.5 - 16mm ^{2 3)}		
Certificates and compliance with standards	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777 ¹⁾ , CEI 0-21 ¹⁾ , NRS 097					

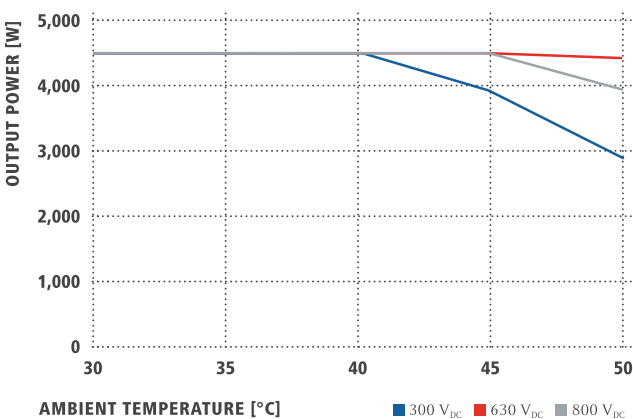
¹⁾ This applies to Fronius Symo 3.0-3-M, 3.7-3-M and 4.5-3-M. ²⁾ According to IEC 62109-1.

³⁾ 16 mm² without wire end ferrules. Further information regarding the availability of the inverters in your country can be found at www.fronius.com.

FRONIUS SYMO 4.5-3-S EFFICIENCY CURVE



FRONIUS SYMO 4.5-3-S TEMPERATURE DERATING



TECHNICAL DATA FRONIUS SYMO (3.0-3-S, 3.7-3-S, 4.5-3-S, 3.0-3-M, 3.7-3-M, 4.5-3-M)

EFFICIENCY	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Max. efficiency	98.0 %					
European efficiency (ηEU)	96.2 %	96.7 %	97.0 %	96.5 %	96.9 %	97.2 %
MPP adaptation efficiency	> 99.9 %					

PROTECTIVE DEVICES	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
DC insulation measurement	Yes					
Overload behaviour	Operating point shift, power limitation					
DC disconnect	Yes					
Reverse polarity protection	Yes					

INTERFACES	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)					
6 inputs and 4 digital in/out	Interface to ripple control receiver					
USB (A socket) ¹⁾	Datalogging, inverter update via USB flash drive					
2x RS422 (RJ45 socket) ¹⁾	Fronius Solar Net					
Signalling output ¹⁾	Energy management (potential-free relay output)					
Datalogger and Webserver	Included					
External input ¹⁾	S0-Meter Interface / Input for overvoltage protection					
RS485	Modbus RTU SunSpec or meter connection					

¹⁾ Also available in the light version.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA
CENTRO DE ENGENHARIAS

ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA

Às 15:55 horas do dia **seis de setembro** do ano de **dois mil e dezoito**, no Laboratório de Energias Renováveis da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, reuniu-se a banca examinadora constituída pelos docentes **Prof. Herick Talles Queiroz Lemos**, presidente da banca e orientador da monografia, e **Prof. Dr. Adriano Aron Freitas de Moura**, e a **Eng.^a Amanda Suianny Fernandes Rocha**, para proceder a avaliação do trabalho de conclusão de curso intitulado “**Projeto e análise de viabilidade econômica da instalação de um sistema fotovoltaico em uma residência de médio porte na cidade de Mossoró**”, do aluno **Anderson Ferreira Fontes**. Foram registradas as seguintes ocorrências: após a apresentação do aluno pelo presidente da banca, ocorreu a apresentação da monografia, seguida dos questionamentos dos membros da banca e sugestões de modificações e correções. Concluída a defesa, procedeu-se o julgamento pelos membros da banca examinadora, em reunião fechada, tendo o aluno obtido as seguintes notas: 10 (dez) e 9,5 (nove vírgula cinco). Apuradas as notas, verificou-se que o aluno foi **aprovado** com média geral 9,8 (nove vírgula oito), fazendo jus, portanto, ao título de **Bacharel em Ciência e Tecnologia**. E para constar, eu, **Herick Talles Queiroz Lemos**, lavrei a presente ata que, após lida e aprovada pelos membros da banca examinadora, será assinada por todos.

Assinatura dos membros da Banca Examinadora.

Herick Talles Queiroz Lemos
Prof. Herick Talles Queiroz Lemos – Presidente
UFERSA

Adriano Aron Freitas de Moura
Prof. Dr. Adriano Aron Freitas de Moura – Membro
UFERSA

Amanda Suianny Fernandes Rocha
Eng.^a Amanda Suianny Fernandes Rocha – Membro
Externo

Mossoró, 6 de setembro de 2018.