



**Consórcio Público de Saúde da Microrregião
de Limoeiro do Norte – CPSMLN**



PROJETO BÁSICO

**USINAS DE GERAÇÃO SOLAR FOTOVOLTAICA
Projeto Básico e Execução**

**CONSÓRCIO PÚBLICO DE SAÚDE DA MICRORREGIÃO DE LIMOEIRO DO
NORTE - CPSMLN**

OUTUBRO/2024



1. ESTUDO DE CASO

1.1 O Local

A pesquisa foi realizada em instituição pública do município de limoeiro do Norte, Estado do Ceará, sendo elas: CEO e POLICLÍNICA.

O município de Limoeiro do Norte localiza-se no leste do estado, na divisa com o Rio Grande do Norte, mais especificamente na Mesorregião do Jaguaribe, na Microrregião do Baixo Jaguaribe, no Vale do Jaguaribe, a 200 km da capital cearense.

Figura 2: Localização geográfica de Limoeiro do Norte, Ceará



Fonte: IBGE, 2024

1.2 Instrumentos de Coleta de Dados

Sobre a coleta de dados, concorda-se com o pensamento de Yin (2005), quando afirma que: “dados secundários são informações coletadas por outra pessoa, como documentos, relatórios, planilhas reunidas em outro momento, para algum outro propósito, mas que são de grande importância podendo ser utilizados para o presente estudo. Estes dados serão fornecidos pela empresa onde o estudo será aplicado”.

Neste sentido, a coleta de dados da pesquisa bibliográfica foi feita a partir de levantamento de referenciais em fontes eletrônicas, sites de universidades brasileiras da área de Engenharia. Na pesquisa documental realizou-se uma ampla análise dos documentos exigidos para a implantação de um sistema de energia solar como material descritivo do projeto, fotos e outros.



No estudo de caso utilizou-se como instrumentos para coleta de dados o projeto de implantação da energia solar nas unidades da pesquisa, analisando minuciosamente toda a documentação utilizada na implantação deste sistema fotovoltaico. Realizou-se ainda uma comparação entre os consumos de energia das unidades antes e depois da instalação da energia solar.

Os dados foram coletados durante os meses de janeiro a dezembro do ano de 2023, através de observação direta nas unidades de instalação dos painéis fotovoltaicos e faturas do agrupamento a receber os sistemas, análise e cálculos para conhecer a viabilidade do projeto junto aos responsáveis no Consórcio Público de Saúde da Microrregião de Limoeiro do Norte - CPSMLN.

O Município de Limoeiro do Norte tem sob sua gerência diversos equipamentos públicos que facilitam a vida do cidadão de Limoeiro do Norte, dentre os quais destacam-se os vinculados à área da saúde, como os edifícios onde funcionam os programas de Saúde da Família (PSF's) e o Hospital Municipal; na área da educação, como os prédios das escolas municipais; à área da assistência social, esporte, cultura, etc. Todos têm a função de servir o munícipe nas suas necessidades mais diversas, haja vista a enorme gama de atuação do poder público municipal.

O quadro 3 abaixo sintetiza os agrupamento que compoem a demanda de energia com a potência correspondente.

Quadro 3: Agrupamentos, Unidades Consumidoras e Consumos

AGRUPAMENTO	UNIDADES CONSUMIDORAS		CONSUMO (kWh)	POTÊNCIA CORRESPONDENTE (kWp)
	QTDE TOTAL	PODEM SER CONTEMPLADAS		
Consórcio Público de Saúde da Microrregião de Limoeiro do Norte - CPSMLN	1	1	17700	135,79

Fonte: Autor do trabalho, 2024.

A usina ficaria na **POLICLÍNICA**. Os detalhes pertinentes a unidade consumidora estão detalhados no quadro abaixo.

Nº DO CLIENTE:	
ENDEREÇO (BASE DE DADOS DA CONCESSIONÁRIA DE ENERGIA):	
MODALIDADE TARIFÁRIA:	B3 OUTROS-CONV. - Poder Público
LIGAÇÃO:	Trifásica - 220V / 380V
DISJUNTOR GERAL (A):	
MEDIDOR:	
CONSUMO MÁXIMO NO PERÍODO DE ANÁLISE (kWh/mês)	17700
GERAÇÃO MENSAL ESTIMADA (kWh):	18700



Consórcio Público de Saúde da Microrregião de Limoeiro do Norte - CPSMLN



INJEÇÃO NA REDE (kWh):	1000
POTÊNCIA TOTAL (kWp):	143,64
QUANT. DE MÓDULOS DE 570Wp:	252
QUANT. DE INVERSORES:	3 INVERSORES DE 25 kW
ÁREA DA USINA SOLAR (m ²):	750
LOCAL DE INSTALAÇÃO:	Telhado de Telha Cerâmica Colonial



A partir da coleta destes dados, apresenta-se no tópico seguinte, os resultados obtidos na referida pesquisa, ao mesmo tempo em que faz-se uma discussão acerca destes e relata-se sobre a viabilidade da instalação de energia solar nas unidades de pesquisa. Não serão contempladas todas as UCs (Unidades Consumidoras), pelo fato de o baixo consumo de algumas, as mesmas só pagam as taxas e impostos da fatura da ENEL.

Identificando as UCs, foi constatado um total de 120 nos agrupamentos e as únicas que entraram no estudo foram as de consumo a partir de 300 kWh por mês, pois não compensa ratear para UCs com consumo menor que esse valor, totalizando 2 UCs, estas serão responsáveis por um consumo máximo de 17700 kWh/mês no período analisado.

Visto os agrupamentos foi feita a viabilidade, que é composto por 2 Unidades Consumidoras e 2 podem ser contempladas devido ao seu elevado consumo de energia.



1.3 Análise e Discussão dos Resultados

Inicialmente, buscou-se conhecer a latitude e longitude do município de Limoeiro do Norte (Latitude: 5° 8' 56" Sul, Longitude: 38° 05' 52" Oeste), bem como a média de irradiação solar mensal do município, isto é possível pelo site da CRESESB (Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito), o qual encontram-se dispostos na figura 35, abaixo.

Figura 35: Irradiação solar média mensal em Limoeiro do Norte, Ceará.

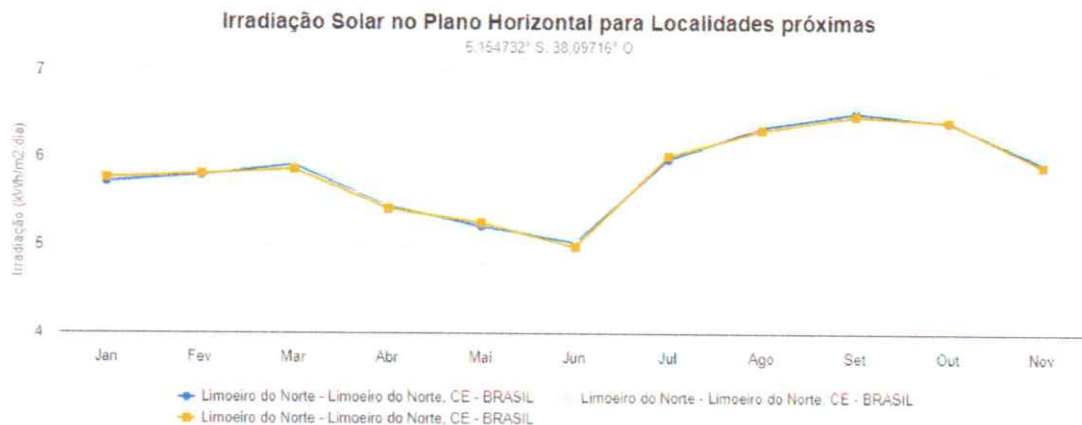
Estação: Limoeiro do Norte
Município: Limoeiro do Norte, CE - BRASIL
Latitude: 5,101° S
Longitude: 38,049° O
Distância do ponto de ref. (6,154732° S; 38,09716° O): 6,0 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
1	Plano Horizontal	0° N	5,77	5,81	5,87	5,42	5,25	4,98	5,31	6,02	6,32	6,18	6,42	5,91	5,80	1,50
2	Ângulo igual a latitude	5° N	5,59	5,71	5,86	5,51	5,45	5,20	5,53	6,19	6,38	6,39	6,23	5,70	5,81	1,19
3	Maior média anual	4° N	5,63	5,73	5,86	5,50	5,41	5,16	5,49	6,16	6,35	6,41	6,27	5,74	5,81	1,26
4	Maior mínimo mensal	10° N	5,38	5,57	5,82	5,58	5,60	5,39	5,72	6,32	6,36	6,27	6,00	5,46	5,79	,98

Fonte: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php#data>.

Após consulta chega-se à média de 5,79 de irradiação e põe margem 93% de segura para um dimensionamento mais assertivo resultando numa irradiação de 5,3847. Ou seja, diminui a radiação para dimensionamento para aumentar o número de painéis, conforme pode-se observar no gráfico 1, abaixo, o mesmo mostra a irradiação média nos meses ao longo do ano.

Gráfico 1: Irradiação solar média mensal em Limoeiro do Norte, Ceará.



Fonte: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php#data>.

Após pesquisas, evidenciou-se que a geração média mensal total em kWh/mês, considerando-se os meses de janeiro a dezembro do ano de 2023, chegou-se ao resultado constante no quadro 4 abaixo.

Quadro 4: Geração média mensal (kWh/mês)

Geração Mensal		
Irradiação	Mês	Geração (KWh/Mês)
5,38	Jan	17248,521

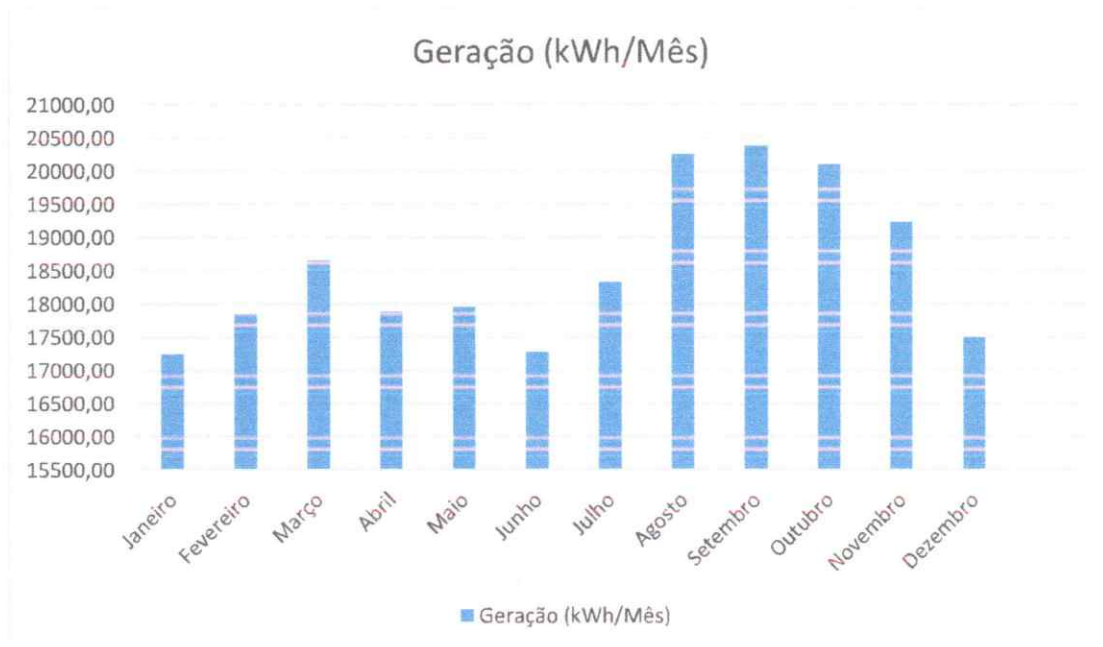


5,57	Fev	17857,670
5,82	Mar	18659,181
5,58	Abr	17889,730
5,60	Mai	17953,851
5,39	Jun	17280,581
5,72	Jul	18338,576
6,32	Ago	20262,203
6,36	Set	20390,445
6,27	Out	20101,901
6,00	Nov	19236,269
5,46	Dez	17505,005
5,79	MÉDIA	18562,999

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Para complementar os dados obtidos no quadro acima, o gráfico 2 abaixo, representa a geração média mensal de energia do município de Limoeiro do Norte.

Gráfico 2: Geração média por mês em Limoeiro do Norte, Ceará.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Ressalte-se que em um projeto de energia solar deve-se utilizar como base módulos com potência de 570Wp utilizada pelas empresas de energia solar e considerar uma perda estimada na captação dessa energia devido ao acúmulo de sujeira ou resíduos e outros fatores, tendo rendimento médio de 80% na geração das placas. No caso da unidade em Limoeiro do Norte, cuja geração de energia para o agrupamento foi considerada 18.562,999 kWh por mês em média, obtém-se uma geração de energia equivalente a 222.755,988 kWh por ano, conforme demonstrado na tabela abaixo.



Tabela 1: Premissas do projeto

Discriminação do cálculo	Valores
Geração médio mensal (kwh)	18562,999
Taxa de Manutenção Concessionaria (kw)	100
Irradiação média ajustada (kwh/m2)	5,3847
Rendimento (%)	80
Potência dos Painéis (Wp)	570

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A partir destes dados, é necessário conhecer o consumo médio mensal de energia elétrica convencional onde o sistema fotovoltaico será instalado.

Consumo médio diário geral(kwh)

- Consumo médio diário geral (kwh) = [Consumo médio mensal geral(kwh)] / 30 dias
- Consumo médio diário geral (kwh) = (18500) / 30
- Consumo médio diário geral (kwh) = 616,667**

Demanda Prevista (kw)

- Demanda Prevista Geral(kw) = Consumo médio diário geral (kwh) / Irradiação ajustada (kwh/m2)
- Demanda Prevista Geral (kw) = 616,667 / 5,3847
- Demanda Prevista Geral (kw) = 114,5220**

Número de Painéis (Unid)

- Número de Painéis (Unid) = (Demanda Prevista Geral (kw) * 1000) / (Rendimento dos painéis % / Potência dos Painéis (W))
- Número de Painéis (Unid) = (114,5220 * 1000) / (80 / 100 / 570)
- Número de Painéis (Unid) = 252**

Geração Total (kWp)

- Geração Total (kWp) = (Número de painéis * potência do painel) / 1000
- Geração Total (kWp) = 252 * 570 / 1000
- Geração Total (kWp) = 143,64**

A partir destes dados apresentados, a tabela 2 apresentado o sistema dimensionado, discriminando o cálculo e determinando os valores do consumo de energia fotovoltaica, bem como o número de painéis que deverão ser utilizados nessa instalação.

Tabela 2: Sistema Dimensionado

Discriminação do cálculo	Valores
Consumo médio diário (kwh)	616,667
Demanda Prevista (kw)	114,5220
Número de Painéis (Unid)	252
Geração Total (kWp)	143,64

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Para a obtenção da média de energia consumida, foi consultado o consumo médio dos agrupamentos durante os meses de janeiro a dezembro de 2023, o qual constatou uma média mensal de consumo de 22900 kW/h e uma média anual de 224400 kWh, o qual dividido pela produção anual de uma placa fotovoltaica foi possível chegar ao resultado de quantas unidades foram necessárias para suprir o consumo, conforme demonstra a tabela 3.

Tabela 3: Cálculo de quantidade de placas necessárias para suprir o consumo de energia



Discriminação do cálculo	Valores
Consumo de energia durante um ano	224400 kW/h
Produção de energia por unidade de placa fotovoltaica por ano	890,4762 kW/h
Quantidade necessária de placas fotovoltaicas	252 unidades

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Ao utilizar-se como referência o valor da energia elétrica convencional que pode ser encontrada no site da concessionária de energia (ENEL Ceará) que corresponde a 84,417 por cada 100kWh ao ser convertido em kW/h, encontra-se um valor de R\$ 0,84417 por kW/h, conforme se verifica na tabela 4.

Tabela 4: Cálculo do valor da energia elétrica convencional

Discriminação do cálculo	Valores
Valor da energia em kW/h	84,417
Fator de conversão	100
Valor do kW/h	0,84417

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Considerando-se os valores constantes na tabela acima e, aplicando o consumo anual de 224400 kW/h, o valor gasto com a energia convencional, sem levar em conta adicionais como taxas e tributos, a conta de energia da unidade sairia por um valor de R\$ 189.431,74.

Para conhecer a viabilidade do investimento, ou seja, para identificar se a instalação deste projeto se torna viável economicamente, realiza-se o cálculo do Valor Presente Líquido (VPL) que permite conhecer o valor do investimento a longo prazo, o que deve ser considerado o valor do investimento inicial, o tempo de vida útil do projeto, a taxa mínima de atratividade e os fluxos de caixa futuros.

Estudos realizados por Guimarães (2016) apontam que o tempo de vida útil de sistemas fotovoltaicos é de aproximadamente 25 anos, tendo este equipamento uma capacidade de 100%, podendo ser reduzida para 80% após este período e não necessitando de troca, descarte ou reparo durante todo este tempo.

A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) refere-se a uma taxa mínima de juros que representa o quanto um investidor pode ganhar sobre determinado investimento ou o valor máximo que está disposto a pagar pelo financiamento. Geralmente, o cálculo desta taxa é feito utilizando-se o rendimento de uma poupança que atualmente tem cotação de 1,40% ao ano. Nesta direção, para o projeto desta pesquisa, utilizou-se o seguinte cálculo de VPL, constante no quadro

Quadro 5: Cálculo do fluxo de caixa

Ano	Tarifa da Concessionária (B3) sem Solar	*Custo da Energia SEM Energia Solar (R\$)	FIO B - Rede de Distribuição LEI 14300 (R\$)	TUSDg (R\$)	*Custo MENSAL da Energia COM Energia Solar (R\$)	ECONOMIA (R\$)	ECONOMIA (%)
2024	R\$ 0,99	R\$ 18.468,81	R\$ 1.085,79	R\$ 919,25	R\$ 2.005,04	R\$ 16.463,77	89%
2025	R\$ 1,09	R\$ 20.315,69	R\$ 1.194,37	R\$ 1.011,17	R\$ 2.205,54	R\$ 18.110,15	89%



Consórcio Público de Saúde da Microrregião de Limoeiro do Norte – CPSMLN



2026	R\$ 1,20	R\$ 22.347,26	R\$ 1.970,71	R\$ 1.112,29	R\$ 3.082,99	R\$ 19.264,26	86%
2027	R\$ 1,31	R\$ 24.581,98	R\$ 2.890,37	R\$ 1.223,52	R\$ 4.113,89	R\$ 20.468,10	83%
2028	R\$ 1,45	R\$ 27.040,18	R\$ 3.974,26	R\$ 1.345,87	R\$ 5.320,13	R\$ 21.720,06	80%
2029	R\$ 1,59	R\$ 29.744,20	R\$ 5.246,02	R\$ 1.480,46	R\$ 6.726,47	R\$ 23.017,72	77%
2030	R\$ 1,75	R\$ 32.718,62	R\$ 5.770,62	R\$ 1.628,50	R\$ 7.399,12	R\$ 25.319,50	77%
2031	R\$ 1,92	R\$ 35.990,48	R\$ 6.347,68	R\$ 1.791,35	R\$ 8.139,03	R\$ 27.851,45	77%
2032	R\$ 2,12	R\$ 39.589,53	R\$ 7.758,28	R\$ 1.970,49	R\$ 9.728,77	R\$ 29.860,76	75%
2033	R\$ 2,33	R\$ 43.548,48	R\$ 8.534,11	R\$ 2.167,54	R\$ 10.701,64	R\$ 32.846,84	75%
2034	R\$ 2,56	R\$ 47.903,33	R\$ 9.387,52	R\$ 2.384,29	R\$ 11.771,81	R\$ 36.131,52	75%
2035	R\$ 2,82	R\$ 52.693,66	R\$ 10.326,27	R\$ 2.622,72	R\$ 12.948,99	R\$ 39.744,68	75%
2036	R\$ 3,10	R\$ 57.963,03	R\$ 11.358,89	R\$ 2.884,99	R\$ 14.243,89	R\$ 43.719,14	75%
2037	R\$ 3,41	R\$ 63.759,33	R\$ 12.494,78	R\$ 3.173,49	R\$ 15.668,27	R\$ 48.091,06	75%
2038	R\$ 3,75	R\$ 70.135,27	R\$ 13.744,26	R\$ 3.490,84	R\$ 17.235,10	R\$ 52.900,16	75%
2039	R\$ 4,13	R\$ 77.148,79	R\$ 15.118,69	R\$ 3.839,92	R\$ 18.958,61	R\$ 58.190,18	75%
2040	R\$ 4,54	R\$ 84.863,67	R\$ 16.630,56	R\$ 4.223,92	R\$ 20.854,47	R\$ 64.009,20	75%
2041	R\$ 4,99	R\$ 93.350,04	R\$ 18.293,61	R\$ 4.646,31	R\$ 22.939,92	R\$ 70.410,12	75%
2042	R\$ 5,49	R\$ 102.685,04	R\$ 20.122,97	R\$ 5.110,94	R\$ 25.233,91	R\$ 77.451,13	75%
2043	R\$ 6,04	R\$ 112.953,55	R\$ 22.135,27	R\$ 5.622,03	R\$ 27.757,30	R\$ 85.196,24	75%
2044	R\$ 6,64	R\$ 124.248,90	R\$ 24.348,80	R\$ 6.184,24	R\$ 30.533,03	R\$ 93.715,87	75%
2045	R\$ 7,31	R\$ 136.673,79	R\$ 26.783,68	R\$ 6.802,66	R\$ 33.586,34	R\$ 103.087,46	75%
2046	R\$ 8,04	R\$ 150.341,17	R\$ 29.462,05	R\$ 7.482,92	R\$ 36.944,97	R\$ 113.396,20	75%
2047	R\$ 8,84	R\$ 165.375,29	R\$ 32.408,25	R\$ 8.231,22	R\$ 40.639,47	R\$ 124.735,82	75%
2048	R\$ 9,73	R\$ 181.912,82	R\$ 35.649,08	R\$ 9.054,34	R\$ 44.703,42	R\$ 137.209,40	75%

Fonte: Autor do trabalho, 2024.

Para todo e qualquer grande investimento que se pretende realizar é preciso fazer o estudos de viabilidade prévia, ainda mais se tratando de órgão público como uma prefeitura, câmara de veadores ou quaquer outra repartição pública, com a análise de viabilidade é feito uma simulação, nessa simulação tem – se o valor do investimento, descobre – se o prazo de retorno e o lucro do investimento, nesse trabalho será usado o método de PAYBACK , com esse método será possível calcular o tempo necessário para recuperar o valor investido.

Nesse estudo foi utilizado um método de análise indicado por Rocha (2015), será analisado o PAYBACK. A instalação desse sistema acarretará em uma economia muito boa para a cidade, pois o sistema será capaz de suprir o consumo médio dos prédios públicos.

O cálculo do retorno financeiro do investimento no gerador fotovoltaico foi realizado levando-se em consideração a tarifa de energia de R\$ 0,84417/kWh.

O resultado obtido foi um Payback Simples de: 4 anos e 7 meses e monitoramento ao longo de 10 anos de geração da usina solar a economia gerada acumulada será R\$ 3.071.548,13, conforme pode-se observar no gráfico 3, abaixo.



Consórcio Público de Saúde da Microrregião de Limoeiro do Norte - CPSMLN



Gráfico 3: Fluxo de caixa ao longo de 10 anos.

Ano	Conta de Energia SEM Energia Solar	Tarifa sem Solar	Conta de Energia COM Energia Solar	Economia mês (R\$)	Economia Ano (R\$)	Retorno acumulado (R\$)	Fluxo de caixa (R\$)	REDUÇÃO %
HOJE	R\$ 18.468,81	R\$ 0,00	RS 0,00	0	0	0	-R\$ 849.235,59	0%
2024	R\$ 18.468,81	R\$ 0,99	RS 2.005,04	R\$ 16.463,77	R\$ 16.463,77	R\$ 16.463,77	-R\$ 832.771,82	89,14%
2025	R\$ 20.315,69	R\$ 1,09	RS 2.205,54	R\$ 18.110,15	R\$ 217.321,80	R\$ 233.785,57	-R\$ 615.450,02	89,14%
2026	R\$ 22.347,26	R\$ 1,20	RS 3.082,99	R\$ 19.264,26	R\$ 231.171,15	R\$ 464.956,72	-R\$ 384.278,87	86,20%
2027	R\$ 24.581,98	R\$ 1,31	RS 4.113,89	R\$ 20.468,10	R\$ 245.617,17	R\$ 710.573,89	-R\$ 138.661,70	83,26%
2028	R\$ 27.040,18	R\$ 1,45	RS 5.320,13	R\$ 21.720,06	R\$ 260.640,67	R\$ 971.214,56	R\$ 121.978,97	80,33%
2029	R\$ 29.744,20	R\$ 1,59	RS 6.726,47	R\$ 23.017,72	R\$ 276.212,70	R\$ 1.247.427,25	R\$ 398.191,66	77,39%
2030	R\$ 32.718,62	R\$ 1,75	RS 7.399,12	R\$ 25.319,50	R\$ 303.833,97	R\$ 1.551.261,22	R\$ 702.025,63	77,39%
2031	R\$ 35.990,48	R\$ 1,92	RS 8.139,03	R\$ 27.851,45	R\$ 334.217,36	R\$ 1.885.478,59	R\$ 1.036.243,00	77,39%
2032	R\$ 39.589,53	R\$ 2,12	RS 9.728,77	R\$ 29.860,76	R\$ 358.329,17	R\$ 2.243.807,76	R\$ 1.394.572,17	75,43%
2033	R\$ 43.548,48	R\$ 2,33	RS 10.701,64	R\$ 32.846,84	R\$ 394.162,08	R\$ 2.637.969,84	R\$ 1.788.734,25	75,43%
2034	R\$ 47.903,33	R\$ 2,56	RS 11.771,81	R\$ 36.131,52	R\$ 433.578,29	R\$ 3.071.548,13	R\$ 2.222.312,54	75,43%
					R\$ 3.071.548,13			

Fonte: Autor do trabalho, 2024.

Feita a análise de viabilidade o CPSMLN usaria o recurso próprio ou empréstimo para o custeio do investimento no Consórcio Público de Saúde de Limoeiro do Norte - CPSMLN com recurso próprio para cobrir o investimento nos demais agrupamentos.

De posse de todos os resultados e cálculos realizados, apresenta-se no quadro 6, as tarifas pagas pelas unidades consumidoras antes e após a instalação do sistema.

Quadro 6: Tarifas antes e após o sistema

Consórcio Público de Saúde da Microrregião de Limoeiro do Norte - CPSMLN			
	QTDE KWH	TARIFA	VALOR
Energia ativa fornecida TE	18500	R\$ 0,39	R\$ 7.233,87
Energia ativa fornecida TUSD	18500	R\$ 0,55	R\$ 10.129,49
Energia ativa inj. TE	18500	-R\$ 0,39	-R\$ 7.233,87
Energia ativa inj TUSD	18500	-R\$ 0,39	-R\$ 7.233,87
Adicional bandeira vermelha	18500	R\$ 0,20	R\$ 3.700,00
Abatimento bandeira vermelha	18500	-R\$ 0,19	-R\$ 3.515,00
Conta sem energia solar			R\$ 21.063,36
Conta com energia solar			R\$ 3.080,62
ECONOMIA PREVISTA			R\$ 17.982,74
			85%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Após estes cálculos, o quadro 7 demonstra a cobertura por agrupamentos e a economia imediata gerada a partir da instalação do sistema fotovoltaico.

Quadro 7: Cobertura por agrupamento e economia imediata

AGRUPAMENTOS	CONSUMO (KWH)	POTÊNCIA (KWP)	VALOR DA FATURA (sem energia solar)	VALOR DA ECONOMIA	VALOR DA FATURA (com energia solar)	REDUÇÃO
POLICLÍNICA	18500	143,15	R\$ 18.271,28	R\$ 15.190,66	R\$ 3.080,62	83,14%



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A tabela mostra os valores que o agrupamento gasta em R\$ por mês e os valores que passará a pagar por conta do sistema fotovoltaico instalados, mostra também a cobertura em porcentagem do agrupamento e os valores das UCs que ficarão de fora do rateio que somadas as UCs contempladas, ainda proporcionarão uma economia de mais de 83%. Ou seja por mais que não seja contemplados todas UCs pelo fato do município não ter todo recurso e ainda assim a economia será bem satisfatório.

O quadro 8, abaixo, demonstra a economia imediata, em reais, fazendo um comparativo das despesas pagas com energia convencional e a energia solar.

Quadro 8: Economia imediata em R\$

VALOR ENERGIA HOJE	R\$ 18.271,28
VALOR COM ENERGIA SOLAR	R\$ 3.080,62
ECONOMIA R\$	R\$ 15.190,66

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Analisando o quadro acima, observa-se que houve uma redução significativa nos valores das contas de energia a partir de quando instalar os painéis de energia solar nas unidades da pesquisa, obtendo, portanto, uma economia nos 12 primeiros meses no valor de R\$ 182.287,92 o que pode-se considerar que a instalação de energia solar, embora tenha um investimento alto no início, pode ser considerado um bom investimento.

1.4. PLANILHA DE QUANTITATIVOS E ESPECIFICAÇÕES

Material: POLICLÍNICA

Material	Unidade	Quantidade
INVERSOR SOLAR ON GRID 25KW TRIFÁSICO 220V / 380V 2 MPPT 4 ENTRADAS MONITORAMENTO	pç	3
PAINEL SOLAR 570W PERC HALF CEL	pç	252
CONECTOR MC4 ACOPLADOR FEMEA	pç	51
CONECTOR MC4 ACOPLADOR MACHO	pç	51
ESTRUTURA DE FIXAÇÃO SOLAR 4 PAINÉIS FIXADOR GANCHO TELHA COLONIAL	pç	63
CABO SOLAR FOTOVOLTAICO FLEXIVEL 4MM 1,8KV CC RL200 PRETO	pç	600
CABO SOLAR FOTOVOLTAICO FLEXIVEL 4MM 1,8KV CC RL200 VERMELHO	pç	600
CANALETA PVC ABERTA HD-OP 15x20x2000mm	und	9
DISJUNTOR 50A TRIPOLAR 5kA CURVA C	pç	3
DISJUNTOR 150A TRIPOLAR 5kA CURVA C	pç	1
DPS CA MONOPOLAR 275V CLASSE II 10/20KA	pç	4
DPS CC BIPOLAR 1040Vcc 10/20KA	pç	12
QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE LUZ SOBREPOR ATÉ 12 DIVISÕES	pç	1
ELETRODUTO PVC ROSC.INCL. CONEXÕES D= 50,80mm (2")	m	30
ELETRODUTO PVC ROSC.INCL. CONEXÕES D= 76,20mm (3")	m	30
CABO CA 16mm ² 0.6/1Kv EPR/XLPE Vermelho	m	90
CABO CA 70mm ² 0.6/1Kv EPR/XLPE Vermelho	m	90
CABO CA 16mm ² 0.6/1Kv EPR/XLPE Azul	m	30
CABO CA 35mm ² 0.6/1Kv EPR/XLPE Azul	m	30



CABO CA 16mm ² 0.6/1Kv EPR/XLPE Verde	m	30
CABO CA 35mm ² 0.6/1Kv EPR/XLPE Verde	m	30
CABO DE COBRE NU 35mm ²	m	6
CONDUTOR DE PROTEÇÃO COR VERDE	m	6
CONECTOR SIMPLES PARA HASTE DE ATERRAMENTO 5/8"	pç	3
HASTE DE TERRA COPPERWELD 2,40M X 5/8"	pç	3
CAIXA DE INSPEÇÃO DE TERRA	unid	3

MEMORIAL:

- Os telhados receberão reforço estrutural de acordo com a necessidade de cada local que receberão as usinas;
- Árvores receberão podas para evitar sombreamento e perda de rendimento das placas
- Para o dimensionamento foi sugerido placa de potência de 570Wp, pois assim teria uma que utilizar o máximo de área devido precisar de uma maior quantidade de placas;
- Os inversores sugeridos com potencias variáveis, pois adequa-se pela potência e área disponíveis nos locais que irão recebe-las;
- Os conectores MC4 varia entre 10 e 20% da quantidade de placa, os mesmos serão utilizados como reposição e extensões de cabos;
- Estrutura para fixar os painéis, um kit fixação pra cada quatro painéis;
- Cabo solar em média 2,5m por placa e arredonda para múltiplos de 100m;
- DPS poderá ser substituído por String Box;
- Cabeamento CA, media de cabos por usina
- Aterramento 3 hastes por usina, cada haste em uma caixa de inspeção.

1.5. Detalhes técnicos dos itens

1.5.1.. Os itens "Módulos Fotovoltaicos" e "Inversores de frequência" devem possuir certificação por organização que sejam signatárias de acordo de reconhecimento mútuo do qual o INMETRO faça parte, tais como INTERAMERICAN ACCREDITATION COOPERATION (IAAC) e o INTERNATIONAL LABORATORY ACCREDITATION COOPERATION (ILAC), sendo aceitos os equipamentos em conformidade com as normas europeias IEC 61727:2004-12, IEC 62116:2014 ou norma americana IEEE 154.

1.5.2. Normas Aplicáveis

- Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST/ANEEL.
- Resolução Normativa ANEEL N° 517, de 11 de dezembro de 2012.
- Norma Técnica N° 0129/2021 - SRD/ANEEL
- Resolução Normativa ANEEL N°687, de 24 de novembro de 2015.
- Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST/ANEEL.
- Portaria Inmetro N° 004, de 04 de janeiro de 2011.
- Portaria Inmetro N° 357, de 01 de agosto de 2014.
- Portaria Inmetro N° 271, de 02 de junho de 2015.
- ABNT NBR 10899:2013 - Energia solar fotovoltaica — Terminologia.
- ABNT NBR 11704:2008 - Sistemas fotovoltaicos - Classificação.
- ABNT NBR 14039 - Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0 kV a 36,2 kV
- ABNT NBR 16149:2013 - Sistemas Fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição.



Consórcio Público de Saúde da Microrregião de Limoeiro do Norte – CPSMLN



- ABNT NBR 16150:2013 - Sistemas Fotovoltaicos (FV) — Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição —
- Procedimento de ensaio de conformidade.
- ABNT NBR 16274:2014 - Sistemas fotovoltaicos conectados à rede Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho.
- ABNT NBR 5410:2004 - Instalações elétricas de baixa tensão.
- ABNT NBR IEC 62116 - Procedimento de ensaio anti-ilhamento para inversores de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica.
- ENEL CNC-OMBR-MAT-18-0125-EDCE - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição.
- ENEL CNC-OMBR-MAT-18-0122-EDBR - Conexão de Micro e Mini geração
- Distribuída ao Sistema Elétrico da Enel Distribuição Ceará / Enel Distribuição Goiás/ Enel Distribuição Rio.

1.5.3. Quadro Dos Agrupamentos e Recursos

RECURSO	AGRUPAMENTO	LOCAIS DAS USINAS	GERAÇÃO EM kWp POR USINA	GERAÇÃO EM kWh	VALOR DO kWp	VALOR DO INVESTIMENTO POR USINA
PRÓPRIO / EMPRÉSTIMO	Consórcio Público de Saúde da Microrregião de Limoeiro do Norte - CPSMLN	POLICLÍNICA	143,64	18500	R\$ 5.912,25	R\$ 849.235,59

2. O DA CONTRATADA

Razão Social	
CPF	
Telefone	
Resp. Técnica	
CREA-CE Nº	
E-mail	

3. IDENTIFICAÇÃO DO CONTRATANTE

Razão Social	CONSÓRCIO PÚBLICO DE SAÚDE DA MICRORREGIÃO DE LIMOEIRO DO NORTE - CPSMLN
CNPJ	13.328.683/0001-52
Telefone	(88) 3423-4938
E-mail	ouvidoria@cpsmlimoeiro.ce.gov.br
Endereço	Rua Napoleão Nunes Maia, S/N - José Simões - CEP: 62930-000 - Limoeiro do Norte\CE

4. DETALHAMENTO DO PRÉ-PROJETO

Este documento apresenta a projeto básico para Fornecimento e Instalação de um Sistema de Minigeração de Energia Solar Fotovoltaica conectado à rede de 143,64 kWp.

DETALHAMENTO TÉCNICO		
Potência nominal das USF	143,64	kWp
Produção de energia	18500	kWh/mês
FC	25	%
Local de instalação	Limoeiro do Norte/CE	
Tipo de instalação	Telhado	
Nº de módulos	252	Unid.
Área ocupada (aprox.)	800	m ²
Potência de saída (inversores)	75	kW
Nº de inversores		
Conexão do(s) inversor (es)	Trifásico	



Consórcio Público de Saúde da Microrregião de Limoeiro do Norte - CPSMLN



5. ESCOPO DO PROJETO - DAS ESPECIFICAÇÕES

OBJETO: Fornecimento de Sistema de Minigeração de Energia Solar Fotovoltaica ON-GRI para os prédios públicos do Consórcio Público de Saúde da Microrregião de Limoeiro do Norte - CPSMLN, compreendendo a elaboração do Básico, Caderno de Especificações e Encargos, aprovação deste junto à concessionária energia, e a instalação, a efetivação do acesso junto à concessionária de energia.

ITEM	DESCRIÇÃO	QTDE
1	Projetos Executivos, Fornecimento e instalações de usinas fotovoltaicas com capacidade de 143,64 kWp conectado à rede da concessionária para equipamentos públicos do Consórcio Público de Saúde da Microrregião de Limoeiro do Norte - CPSMLN.	1

MATERIAL	UNIDADE	QTDE
INVERSOR SOLAR ON GRID 25KW TRIFÁSICO 220V / 380V 2 MPPT 4 ENTRADAS MONITORAMENTO	pç	3
PAINEL SOLAR 570W PERC HALF CEL	pç	252
CONECTOR MC4 ACOPLADOR FEMEA	pç	51
CONECTOR MC4 ACOPLADOR MACHO	pç	51
ESTRUTURA DE FIXAÇÃO SOLAR 4 PAINEIS FIXADOR GANCHO TELHA COLONIAL	pç	63
CABO SOLAR FOTOVOLTAICO FLEXIVEL 4MM 1,8KV CC RL200 PRETO	pç	600
CABO SOLAR FOTOVOLTAICO FLEXIVEL 4MM 1,8KV CC RL200 VERMELHO	pç	600
CANALETA PVC ABERTA HD-0P 15x20x2000mm	und	9
DISJUNTOR 50A TRIPOLAR 5kA CURVA C	pç	3
DISJUNTOR 150A TRIPOLAR 5kA CURVA C	pç	1
DPS CA MONOPOLAR 275V CLASSE II 10/20KA	pç	4
DPS CC BIPOLAR 1040Vcc 10/20KA	pç	12
QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE LUZ SOBREPOR ATÉ 12 DIVISÕES	pç	1
ELETRODUTO PVC ROSC.INCL. CONEXÕES D= 50,80mm (2")	m	30
ELETRODUTO PVC ROSC.INCL. CONEXÕES D= 76,20mm (3")	m	30
CABO CA 16mm ² 0.6/1Kv EPR/XLPE Vermelho	m	90
CABO CA 70mm ² 0.6/1Kv EPR/XLPE Vermelho	m	90
CABO CA 16mm ² 0.6/1Kv EPR/XLPE Azul	m	30
CABO CA 35mm ² 0.6/1Kv EPR/XLPE Azul	m	30
CABO CA 16mm ² 0.6/1Kv EPR/XLPE Verde	m	30
CABO CA 35mm ² 0.6/1Kv EPR/XLPE Verde	m	30
CABO DE COBRE NU 35mm ²	m	6
CONDUTOR DE PROTEÇÃO COR VERDE	m	6
CONECTOR SIMPLES PARA HASTE DE ATERRAMENTO 5/8"	pç	3
HASTE DE TERRA COPPERWELD 2,40M X 5/8"	pç	3
CAIXA DE INSPEÇÃO DE TERRA	unid	3

VALOR GLOBAL: R\$ 849.235,59 (oitocentos e quarenta e nove mil, duzentos e trinta e cinco reais e cinquenta e nove centavos)

OBS.: O DETALHAMENTO DO ORÇAMENTO, ASSIM COMO TODOS OS DESCRITIVOS SOLICITADOS ESTÃO ANEXADOS A ESTE DOCUMENTO.



GERADORES FOTOVOLTAICOS

O sistema de geração fotovoltaica é composto por diversos alinhamentos de séries de módulos, onde cada série é composta por diversos módulos fotovoltaicos, que por sua vez são compostos de diversas células fotovoltaicas (as células fotovoltaicas captam a luz do sol, fonte primária de energia, transformando a energia luminosa em energia elétrica).

Os módulos fotovoltaicos são montados sobre estruturas metálicas, denominado como suporte dos módulos, que por sua vez são fixados no solo, laje ou telhados de forma adequada.

Os cabos provenientes dos diversos conjuntos de séries se conectam entre si por intermédio de uma caixa de junção ou diretamente ao inversor, caso este apresente as proteções necessárias para dispensar o uso de caixa de junção.

Os inversores transformam a corrente contínua (C.C) em corrente alternada (C.A). Toda a energia elétrica produzida é consumida pelo local da instalação ou injetada na rede elétrica por meio do ponto de entrega de energia da distribuidora, caso a demanda seja inferior a energia produzida.

A quantidade de energia gerada em um dia por um sistema fotovoltaico, é proporcional à irradiação disponível no plano dos módulos fotovoltaicos. A energia gerada pelos módulos fotovoltaicos, em corrente contínua, é fornecida a carga local ou injetada na rede de forma sincronizada através dos inversores, que por sua vez, é transformada em corrente alternada. Durante a noite o inversor deixa de operar e se mantém em estado de "stand by", com o objetivo de minimizar o consumo do sistema.

Os inversores supervisionam a tensão e a frequência da rede, entrando em operação somente quando os valores estão dentro da faixa de regime normal de operação. O conjunto de proteções de conexão dos inversores não permite que funcione de forma ilhada, ou seja, em caso de falha da rede elétrica a planta deixaria de funcionar.

O gerador fotovoltaico apresentado neste projeto básico mantém as orientações específicas a respeito do seu processo de instalação e operação seguindo, de maneira precisa, o que está estabelecido pela Resolução Normativa Nº 687 do ano de 2015 da ANEEL - Associação Nacional de Energia Elétrica.

É necessário ressaltar que o sistema de produção de energia deste projeto básico possui, em valores nominais de potência, um total somado de 143,64 kWp, conforme é exigido pelo Consórcio Público de Saúde da Microrregião de Limoeiro do Norte - CPSMLN.

Visando cumprir as especificações, os sistemas fotovoltaicos apresentam uma taxa média de perdas globais inferiores ao parâmetro indicado que, para esse projeto básico, são calculadas em torno de 23%. Nesse contexto e visando uma instalação que, de fato, demonstre um aproveitamento técnico de maior capacidade, os geradores, o abrigo dos inversores, a subestação e a rede aérea de conexão serão instaladas no solo e telhados de prédios públicos listados neste termo com o devido registro sob responsabilidade do Consórcio Público de Saúde da Microrregião de Limoeiro do Norte - CPSMLN.

O gerador fotovoltaico proposto é composto por 252 módulos fotovoltaicos do fabricante Trina ou similar, modelo monocristalino com 570Wp de potência individual, totalizando 143,64 kWp de potência CC total para a usina.

Os módulos fotovoltaicos serão conectados a 3 inversores do fabricante GROWATT ou similar, modelo (INVERSOR SOLAR ON GRID 25KW TRIFÁSICO 220V / 380V 2 MPPT 4 ENTRADAS MONITORAMENTO) com potência unitária de 25 kW, totalizando 75 kW de potência CA total para a usina.

MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

O módulo fotovoltaico fabricado pela Trina ou similar é constituído de células de silício monocristalino. Possui robustas esquadrias de alumínio resistente à corrosão e independentemente testado para suportar altas cargas de vento e cargas de neve.

O gerador fotovoltaico apresentado é composto por módulos de 570Wp semelhantes, ou seja, módulos que possuem as mesmas características físicas e operacionais e que possuem uma tolerância máxima de saída em STC de 0" + 5W. Além disso, são constituídos de células fotovoltaicas do mesmo tipo e modelo, com tecnologia de silício monocristalino, conforme pode ser observado no **Anexo V - Datasheets dos Módulos Fotovoltaicos**.

Os módulos adotados dispõem das certificações de qualidade INMETRO e aprovação nos testes do ICE2 61215,51730,61701 e 62716, bem como atende as normas internacionais de segurança da UL3 1703.



INVERSORES

O inversor é o equipamento responsável por transformar a energia elétrica gerada nos módulos fotovoltaicos em corrente contínua (CC), na forma de corrente alternada (CA) para entregar a rede. Em casos de perda ou anormalidades de tensão e frequência na rede CA, o inversor deixa de fornecer energia CA, evitando o funcionamento ilha, garantindo a segurança para os trabalhadores de manutenção da rede elétrica da companhia. Retomados os valores de tensão e frequência a sua normalidade, o inversor se conecta à rede automaticamente.

Os inversores aplicados em sistemas fotovoltaicos devem atender aos requisitos estabelecidos na ABNT NBR IEC 62116. Funcionará também como dispositivo de monitorização de isolamento, para desconexão automática da instalação fotovoltaica, no caso de perda da resistência de isolamento. O lado de corrente contínua (CC) do inversor, será conectado aos módulos fotovoltaicos, e no lado de corrente alternada (CA), será conectado ao quadro de distribuição elétrica mais próximo da planta fotovoltaica, com tensão trifásica de saída CA de 380 V.

Os inversores do presente projeto básico são do fabricante GROWATT ou similar, modelo (INVERSOR SOLAR ON GRID 25KW TRIFÁSICO 220V / 380V 2 MPPT 4 ENTRADAS MONITORAMENTO) do tipo ON-GRID. Além da proteção anti-ilhamento, este equipamento possui proteção contra reversões de polaridades na entrada C.C., proteção contra curto-circuito na saída C.A., proteção contra sobretensão, surtos de tensão e sobrecorrente em ambos os circuitos (C.C. e C.A.) e proteção contra sobretemperatura, conforme exibido pelo **Anexo VII - Datasheets dos Inversores**.

Cada inversor apresentará um dispositivo de seccionamento adequado, que estará visível e identificado para promover o devido acesso de proteção à rede e as equipes de manutenção. As proteções de seccionamento do circuito C.A. estarão agrupados no quadro geral de baixa tensão da unidade, formado por disjuntores, barramentos neutro e terra, etiquetas de identificação, dispositivos de proteção contra surto (DPS), dentre outros. Neste, cada circuito será dimensionado e instalado em conformidade com a Norma Brasileira 5410 da Associação Brasileira de Normas Técnicas que trata de forma específica de instalações de baixa tensão.

Quanto às configurações visuais de monitoramento, estes inversores possuem uma interface de interação digital que pode ser acessada localmente através do aplicativo SUNNY PORTAL. O acesso ao dispositivo pode ser feito através de conexão de um cabo de dados USB, conexão Bluetooth ou módulo de acesso do tipo Wi-Fi. Após conectado ao inversor, é possível acessar as opções de "Configurações", "Produção de Energia", "Alarme", "Manutenção".

MONITORAMENTO REMOTO

O sistema de controle e monitoramento remoto, permite, por meio de um computado sistema dedicado, de comunicar em cada instante com o sistema de modo a verificar funcionalidade dos inversores instalados com a possibilidade de visualizar as indicações técnicas (tensão, corrente, a potência, etc.) para cada inversor. Também pode ser lido no histórico de eventos do inversor.

O sistema SolarView ou similar possui uma interface de troca de informações online que é alimentada através de um dispositivo conhecido como Datalogger, sendo este conectado ao ramal de saída de comunicação do inversor a uma tomada comum de energia em C.A. Este, por sua vez, utiliza-se de um sinal Wi-Fi externo ou conexão Lan (com conector de rede rj45) para conectar-se a uma rede de internet privada onde, uma vez configurada através de login e senha, é possível acompanhar a geração da usina em tempo real.

O acompanhamento remoto e local da geração pode ser realizado através de quatro faixas de especificação, sendo estas: dia, mês, ano e total. Além disso, os painéis de Status (ativado ou desativado), Economia (em moeda vigente no país), Potência da Usina (kWp) e Condição Meteorológica também estão disponíveis para que futuras análises de produtividade possam ser feitas.

O menu "Analisar", além do que foi citado no parágrafo anterior, também demonstra a possibilidade latente de utilizar os parâmetros de Potência CA (W), Energia CA (kWh) bem como suas respectivas correntes, tensões, fatores de potência e horas de injeção de energia.

A energia gerada pelos inversores também aparece em forma de gráficos, permitindo que o pico do dia, mês, ano e total possam ser analisados de forma individual e conjunta. O gerenciamento de alarmes pode ser gerenciado através do aplicativo, conforme descrito no **Anexo VIII - Guia de Utilização do SolarView**.

QUADROS DE PROTEÇÃO E CONTROLE CC



O seccionamento CC é feito pelos inversores, que apresentam chaves de interrupção sob carga, evitando acidentes, possuindo intrinsecamente dispositivos contra surtos e também com o sistema de aterramento, especificados de acordo com a NBR IEC 61643-1. As dimensões do quadro e controle CA são projetadas obedecendo as Normas Brasileiras de Instalação Elétrica, bem como havendo proteção contra sobrecorrentes e correntes de falta, proteção contra sobretensões, proteção para choques elétricos, dispositivos de proteção contra surtos em ambas as fases e também no sistema de aterramento, bem como barramentos independentes de terra e neutro. Os quadros de proteção e controle C.A incluem circuitos próprios que geram luz e força para a usina em tempo integral, além de permitir a possibilidade de ampliação do sistema, deixando um espaço para instalação de mais três disjuntores e barramentos tripolares e/ou outros dispositivos de proteção.

ESTRUTURAS DE SUPORTE

Os módulos serão montados em suportes de aço galvanizado, com um ângulo de 3°, tendo todos a mesma exposição. Os sistemas de fixação da estrutura deverão resistir a rajadas de vento, com velocidade de até 120 km/h.

Uma vez que as estruturas de suporte são parte fundamental da execução da obra, e também, devem seguir especificações normativas que melhor utilizam de seu material para resistir a intempéries climáticas como forças do vento, ambientes de corrosão e etc. A licitante vencedora, por sua vez, oferece estruturas que seguem a Norma Brasileira 6123/1988 e 9223, sendo estas fabricadas no material de aço ou ferro galvanizado de acordo com o **Anexo IX - Especificações das Estruturas de Suporte**. Nesse sentido, a instalação não terá como prioridade somente contra a proteção contra a corrosão nas estruturas de suporte, mas sim em todo os materiais envolvidos neste processo bem como os parafusos, porcas e outros elementos de fixação num âmbito geral. Para isso, os procedimentos de instalação irão prezar pelo zelo e diligência com o material adquirido.

As estruturas de suporte, além de oferecerem a fixação necessária supracitada nos parágrafos anteriores, também servem para manter os módulos em uma altura suficientemente satisfatória do solo e de telhados, de modo que exista a ventilação adequada de acordo com as recomendações do fabricante. Essa responsabilidade, nas condições citadas, fica em cargo da licitante vencedora, ressaltando também a distância de 16mm entre os módulos adjacentes.

Para que o peso dos módulos seja melhor distribuído sobre o solo, visando um melhor direcionamento da carga sobre os pilares e fazendo com que estes fiquem firmemente presos ao solo, o método de construção "sapata" será utilizado na concretagem das bases necessárias e para os telhados, as cargas serão distribuídas sobre as terças de madeira (Caibros ou linhas) fazendo com que estes fiquem firmemente presos ao telhado, o método de instalação dos Kits Fixação, será a fixação por meio de (Parafuso Solar Group) para terça de madeira com telhas cerâmicas levando em consideração as especificações feitas pelos seus respectivos fabricantes, fato que também pode ser observado através do **Anexo IX - Especificações das Estruturas de Suporte**.

CABOS FOTOVOLTAICOS (CC)

As características dos cabos elétricos que a licitante vencedora utilizará para a instalação em questão obedecem determinados termos positivos quanto a resistências a intempéries climáticas e a radiação UV. Para além disso, os cabos ainda possuem uma variação de autoextinção de fogo e suporta temperaturas de até 90°C sem alterar sua capacidade de condutividade.

Os cabos também possuem isolamento LSH, além de serem compostos de poliolefinico termofixo, não halogenado, na cor preta, 120°C, com características especiais a baixa emissão de fumaça e livre de metais pesados. A dupla camada de isolamento serve tanto quanto para fins mecânicos quanto para o isolamento elétrico e, nessas condições, ainda mantém sua capacidade de serem maleáveis, facilitando o manuseio para instalação. Essas informações encontram-se **Anexo X - Especificações dos Cabos Solares**.

ATERRAMENTO

O projeto de aterramento irá contemplar todo o complexo da usina e sua subestação em conformidade com as Normas Brasileiras de Instalação Elétrica, ressaltando também a necessidade de todas as estruturas metálicas e equipamentos estarem conectados ao sistema em questão, garantindo, dessa forma, sua potencialidade em níveis globais.



Dessa forma, a continuidade entre os módulos e as estruturas de fixação será verificada e garantida durante todo o processo de instalação, utilizando, inclusive, de uma terceira via caso a continuidade não seja atingida somente pelo torqueamento e instalações anteriores garantindo, assim, espaço para que toda o projeto e sua respectiva instalação seja realizada em Conformidade com a Norma Brasileira 5419, inclusive, oferecendo suporte para eventuais adaptações necessárias.

SERVIÇOS COMUNS DE ENGENHARIA

Esta sessão está disposta para discriminar as responsabilidades sobre os serviços comuns de engenharia que ficam sob responsabilidade da licitante vencedora:

1. Instalação e preparação de caminhos e/ou passarelas para acesso aos geradores fotovoltaicos e seus demais elementos, de forma propriamente planejada para que as manutenções das mesmas ocorram de forma acessível e periódica.
2. Construção de dutos ou linhas aéreas que permitam a correta conexão da usina com a rede elétrica da concessionária de energia local, Enel Distribuição Ceará.
3. Durante o período de execução no projeto bem como dentro das instalações e durante o processo de montagem, todos os colaboradores deverão estar utilizando seus devidos EPI's e EPC's e seguindo todas as normas de segurança aplicáveis, sobretudo as Normas Reguladoras 06, 10 e 35, respectivamente.

A licitante vencedora toma para si a responsabilidade de que irá entregar à Fiscalização com, no mínimo, dois dias de antecedência das obras, toda a documentação relativa aos certificados dos cursos NR10 e NR35 de todos os trabalhadores selecionados ressaltando o fato de que estes só podem executar seu serviço mediante a devida regularização.

PROJETO EXECUTIVO

Para a elaboração do projeto executivo, a licitante vencedora deverá realizar uma análise prévia das instalações para que o processo de elaboração dos projetos civis e elétricos da nova unidade consumidora que será estabelecida esteja em conformidade com todas as Normas Reguladoras existentes e que permeiam essas condições.

Este pré-projeto, foi realizado a partir da simulação da produção anual de energia através do software especializado SOLERGO 2020 (pode ser utilizado similar) que permite simular as características reais dos equipamentos, os dados climatológicos da localidade, a influência das sombras e dos demais fatores que impactem na geração de energia do sistema fotovoltaico. O projeto executivo, dessa forma, ainda irá contar com o detalhamento da distribuição das plataformas e mesas e desenhos técnicos contendo todas as informações necessárias para a instalação dos painéis, strings, inversores, estruturas de suporte e demais componentes do sistema com suas respectivas ARTs.

TREINAMENTO

A licitante vencedora se responsabilizará, também, pelo treinamento dos colaboradores do Consórcio Público de Saúde da Microrregião de Limoeiro do Norte - CPSMLN na operação, gerenciamento e monitoramento do sistema solar fotovoltaico instalado no local. O programa será pensado para ter sua execução em duas etapas distintas, sendo a primeira delas com o objetivo principal o treinamento dos responsáveis para o acesso do sistema de monitoramento. A segunda, por sua vez, será realizada através de uma capacitação para a conferência e análise dos padrões de energia existentes tanto nas contas de energia, no sistema referente a usina e no software de monitoramento local e remoto.

A primeira etapa será realizada através de um treinamento teórico e técnico com duração de no mínimo, quatro horas. O local será de responsabilidade da licitante vencedora, cabendo uma ressalva por conta da pandemia do Corona Vírus, onde o treinamento pode ser realizado de forma remota por conta das medidas de segurança e distanciamento social apontadas pela OMS - Organização Mundial da Saúde. A segunda etapa do treinamento será realizada em até, no máximo, 06 meses esses após o início da operação da usina e poderá acontecer de forma remota.

COMISSIONAMENTO

A licitante vencedora se responsabiliza pelo comissionamento da execução da obra, primeiramente, através da inspeção visual e termográfica que será realizada mediante o devido equipamento que, no caso referido ao este projeto básico, especifica-se uma câmera termográfica.



O teste será realizado com o gerador fotovoltaico operando normalmente, isto é, conectado à rede onde serão realizados os testes e analisados as diferenças entre as células mais quentes e mais frias e no mesmo sentido, registrando qualquer temperatura igual ou superior a 100°C. Ainda nesse sentido, a análise termográfica dos quadros elétricos da usina e da subestação também deverão ser realizados.

O teste dos módulos individuais e das strings será feita de forma diferenciada, sendo o primeiro destes, dos módulos fotovoltaicos de forma aleatória, onde serão selecionados 04 (quatro) módulos que serão desconectados do gerador. Os testes de tensão, polaridade e resistência de isolamento de cada string serão feitos e as curvas $-V$ de todas elas obtidas individualmente.

PROJETO AS BUILT

O projeto As Built, assim como pode ser traduzido para o português é, resumidamente, o projeto o da planta da edificação após a finalização das obras. Considerando que um projeto dessa estrutura esteja ligado a diversos fatores existentes no local em que se encontra, existe sempre a possibilidade de o mesmo passar por procedimentos de replanejamento, sofrer pequenas mudanças ou até mesmo ser ampliado.

Nesse sentido, a licitante vencedora utilizará de sua responsabilidade profissional para entregarem meio digital, preferencial em DWG (Autocad) o As Built da instalação completa.

6. DISPOSIÇÕES GERAIS

Os demais técnicos, chefes de equipes, operários e etc. serão obrigatoriamente supervisionados á pelo Engenheiro Eletricista que está registrado como Responsável Técnico pela licitante a vencedora e, sempre que necessário, a licitante vencedora utilizará de seus recursos para aumentar o número efetivo de funcionários ou o nível técnico (qualificação) dos mesmos para não somente resolver possíveis problemas, mas também os prevenir com a ajuda do engenheiro em questão.

Neste tópico, a licitante vencedora deverá ressaltar que todos os processos existentes e que foram discriminados nesta sessão (desde o pré-projeto até a finalização das obras), todos os materiais utilizados serão adequados para seus respectivos fins e condizentes com as boas práticas de engenharia, bem como aproveita-se do presente parágrafo para reiterar que de padrões do projeto obedecem às normas da ANVISA, ANEEL e ABNT e da Distribuidora de Energia local, Enel-CE. Os técnicos habilitados pela licitante vencedora também possuem grande qualificação e estão em contingente suficiente para o atendimento das demandas que forem requisitas pelo Consórcio Público de Saúde da Microrregião de Limoeiro do Norte - CPSMLN do Norte e, também, aptos a manusear os equipamentos de forma correia garantindo a conservação da vida útil dos equipamentos e seu perfeito funcionamento.

7. ITENS NÃO INCLUSOS NO ESCOPO

- Obras elétricas para conexão com a rede da distribuidora (se necessário);
- Equipamento para correção do fator de potência (como: Compensador estático, Banco de capacitores);
- Licenças administrativas, autorizações e autorizações de qualquer natureza para a construção, teste, operação e manutenção de Plantas Fotovoltaicas Solares, incluindo acordos e negociações com proprietários de terras, comunidades, Estados, Municípios e Órgãos Públicos; (ex. Autorização de Supressão Vegetal);
- CFTV (monitoramento com câmeras de segurança);
- Pontos de internet, água ou provisório de energia durante após conclusão da obra;
- Quaisquer outros itens não especificados nos itens anteriores.

8. GARANTIAS

- Os Módulos fotovoltaicos: 10 anos (fabricação) e 25 anos (produção de energia em até 80%);
- Os Inversores: 5 anos (fabricação);
- Serviço de Instalação: 2 anos;

9. ORÇAMENTO

VALOR GLOBAL: R\$ 849.235,59 (oitocentos e quarenta e nove mil, duzentos e trinta e cinco reais e cinquenta e nove centavos)



Consórcio Público de Saúde da Microrregião de Limoeiro do Norte - CPSMLN



25.1 Viabilidade Econômica do projeto

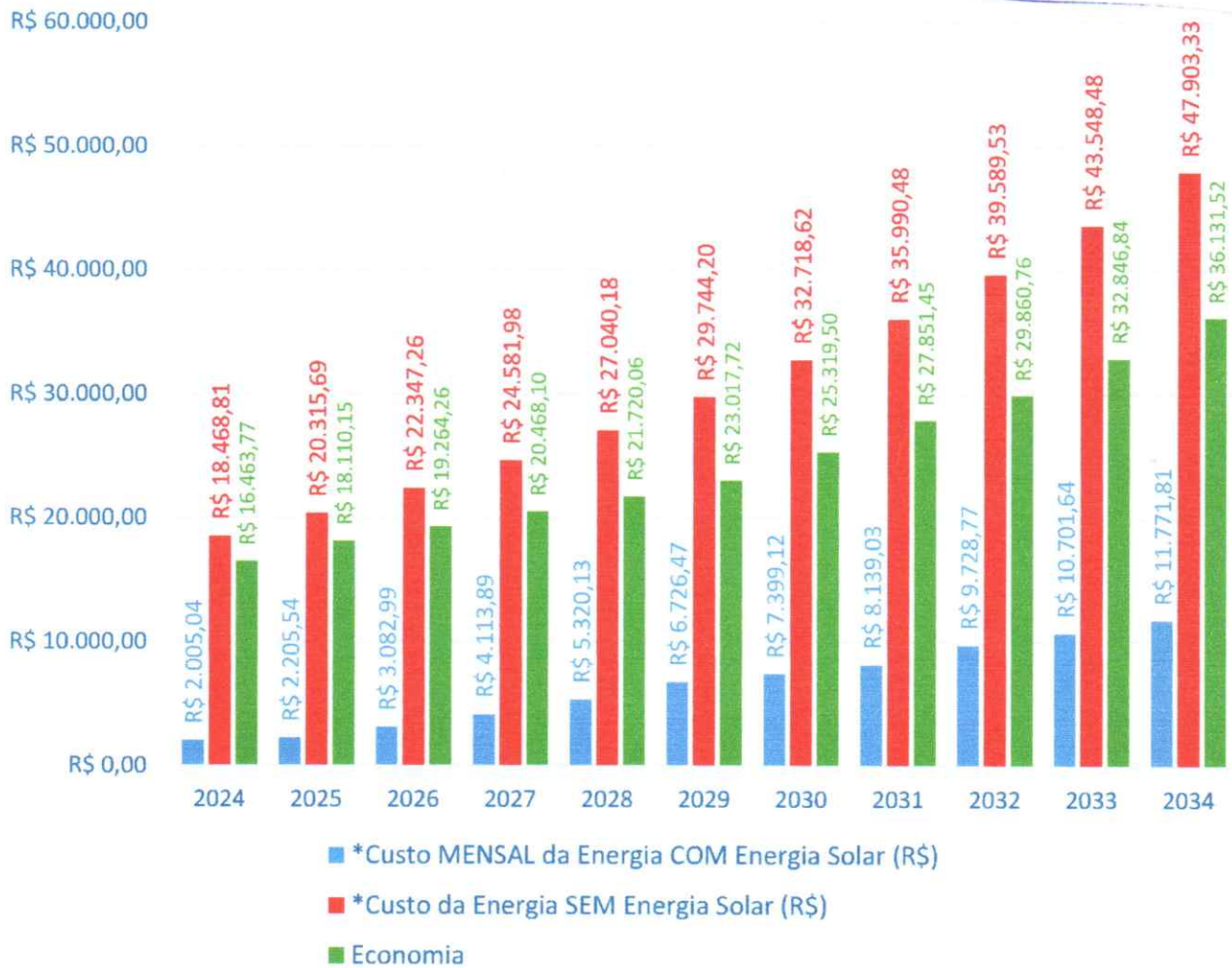
25.1.1 Quadros e Gráfico de Viabilidade do Empréstimo

Ano	*Conta de Energia SEM Energia Solar	*Tarifa sem solar	*Conta de Energia COM Energia Solar	*Economia mês (R\$)	*Economia Ano (R\$)	*Retorno acumulado (R\$)	*Fluxo de caixa (R\$)	REDUÇÃO (%)
HOJE	R\$ 18.468,81	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0	0	0	-R\$ 849.235,59	0%
2024	R\$ 18.468,81	R\$ 0,99	R\$ 2.005,04	R\$ 16.463,77	R\$ 16.463,77	R\$ 16.463,77	-R\$ 832.771,82	89,14%
2025	R\$ 20.315,69	R\$ 1,09	R\$ 2.205,54	R\$ 18.110,15	R\$ 217.321,80	R\$ 233.785,57	-R\$ 615.450,02	89,14%
2026	R\$ 22.347,26	R\$ 1,20	R\$ 3.082,99	R\$ 19.264,26	R\$ 231.171,15	R\$ 464.956,72	-R\$ 384.278,87	86,20%
2027	R\$ 24.581,98	R\$ 1,31	R\$ 4.113,89	R\$ 20.468,10	R\$ 245.617,17	R\$ 710.573,89	-R\$ 138.661,70	83,26%
2028	R\$ 27.040,18	R\$ 1,45	R\$ 5.320,13	R\$ 21.720,06	R\$ 260.640,67	R\$ 971.214,56	R\$ 121.978,97	80,33%
2029	R\$ 29.744,20	R\$ 1,59	R\$ 6.726,47	R\$ 23.017,72	R\$ 276.212,70	R\$ 1.247.427,25	R\$ 398.191,66	77,39%
2030	R\$ 32.718,62	R\$ 1,75	R\$ 7.399,12	R\$ 25.319,50	R\$ 303.833,97	R\$ 1.551.261,22	R\$ 702.025,63	77,39%
2031	R\$ 35.990,48	R\$ 1,92	R\$ 8.139,03	R\$ 27.851,45	R\$ 334.217,36	R\$ 1.885.478,59	R\$ 1.036.243,00	77,39%
2032	R\$ 39.589,53	R\$ 2,12	R\$ 9.728,77	R\$ 29.860,76	R\$ 358.329,17	R\$ 2.243.807,76	R\$ 1.394.572,17	75,43%
2033	R\$ 43.548,48	R\$ 2,33	R\$ 10.701,64	R\$ 32.846,84	R\$ 394.162,08	R\$ 2.637.969,84	R\$ 1.788.734,25	75,43%
2034	R\$ 47.903,33	R\$ 2,56	R\$ 11.771,81	R\$ 36.131,52	R\$ 433.578,29	R\$ 3.071.548,13	R\$ 2.222.312,54	75,43%
					R\$ 3.071.548,13			

VIABILIDADE EMPRESTIMO PROJETO ENERGIA SOLAR						
	Conta de Energia anual sem sistema solar (0)	Conta de Energia anual com sistema solar (1)	Juros e Amortização (2)	Gasto Total Anual (3) = (1) + (2)	Economia Anual (4) = (0) - (3)	ECONOMIA ACUMULADO
Hoje	R\$ 221.625,69	R\$ 221.625,69	R\$ 0,00	R\$ 221.625,69	R\$ 0,00	
1° Ano	R\$ 221.625,69	R\$ 24.060,42	R\$ 166.110,48	R\$ 190.170,91	R\$ 31.454,79	R\$ 31.454,79
2° Ano	R\$ 243.788,26	R\$ 26.466,47	R\$ 166.110,48	R\$ 192.576,95	R\$ 51.211,31	R\$ 82.666,10
3° Ano	R\$ 268.167,09	R\$ 36.995,93	R\$ 166.110,48	R\$ 203.106,42	R\$ 65.060,67	R\$ 147.726,78
4° Ano	R\$ 294.983,80	R\$ 49.366,63	R\$ 252.010,67	R\$ 301.377,30	-R\$ 6.393,50	R\$ 141.333,27
5° Ano	R\$ 324.482,18	R\$ 63.841,51	R\$ 233.553,95	R\$ 297.395,46	R\$ 27.086,72	R\$ 168.419,99
6° Ano	R\$ 356.930,40	R\$ 80.717,70	R\$ 215.097,22	R\$ 295.814,92	R\$ 61.115,47	R\$ 229.535,47
7° Ano	R\$ 392.623,43	R\$ 88.789,47	R\$ 196.640,50	R\$ 285.429,97	R\$ 107.193,46	R\$ 336.728,93
8° Ano	R\$ 431.885,78	R\$ 97.668,41	R\$ 178.183,78	R\$ 275.852,19	R\$ 156.033,58	R\$ 492.762,52
9° Ano	R\$ 475.074,36	R\$ 116.745,19	R\$ 159.727,06	R\$ 276.472,25	R\$ 198.602,11	R\$ 691.364,62
10° Ano	R\$ 522.581,79	R\$ 128.419,71	R\$ 141.270,34	R\$ 269.690,05	R\$ 252.891,75	R\$ 944.256,37
11° Ano	R\$ 574.839,97	R\$ 141.261,68	R\$ 0,00	R\$ 141.261,68	R\$ 433.578,29	R\$ 1.377.834,66
TOTAL	R\$ 4.106.982,75	R\$ 854.333,12	R\$ 1.874.814,97	R\$ 2.729.148,08	R\$ 1.377.834,66	R\$ 4.644.083,50



COMPARATIVO ANUAL COM O VALOR DA CONTA MENSAL
Com Energia Solar x Sem Energia Solar x Economia



25.1.2 Período de Retorno do Investimento

PAYBACK SIMPLES (LEI 14.300)

4 Anos e 7 Meses

OBS.: O DETALHAMENTO DO ORÇAMENTO, BEM COMO TODOS OS DESCRITIVOS SOLICITADOS SEGUEM EM ANEXO A ESTE DOCUMENTO.

10. VALIDADE DO PROJETO BÁSICO

Este projeto básico é válido pelo prazo de, no máximo, 60 (sessenta) dias a partir de sua data de emissão.

Limoeiro do Norte/CE, 30 de Outubro de 2024

CELSO RENATO DA SILVEIRA MUNIZ

ENGENHEIRO ELETRICISTA

CPF: 699.046.007-59

CREA: 43211/CE



PROJETO: MICROGERAÇÃO DE 143,64 kWp

**CLIENTE: CONSÓRCIO PÚBLICO DE SAÚDE DA
MICRORREGIÃO DE LIMOEIRO DO NORTE**



CELSO RENATO DA SILVEIRA MUNIZ

ENGENHEIRO ELETRICISTA

CPF: 699.046.007-59

CREA: 43211/CE

outubro/2024



1. APRESENTAÇÃO

O presente memorial tem como finalidade apresentar o projeto elétrico da conexão de uma Unidade de Microgeração Distribuída de 143,64 kWp do Sistema Elétrico da Enel Distribuidora no Estado do Ceará.

O referido projeto foi desenvolvido baseado no Módulo 3 da PRODIST (seção 3.7) e na NT-010/2016 da ENEL.

A ligação à rede de distribuição será efetuada em regime trifásico e a central será constituída por um conjunto de 252 módulos fotovoltaicos Leapton Solar 570W de 570 Wp cada um, instalados em estrutura de fixação assente na cobertura do estabelecimento, ligado a 3 inversores de 25,00 kW da SAJ R6-25K-T2-32.

2. IDENTIFICAÇÃO

Cliente:

Nome da obra: Município de Limoeiro do Norte

Endereço da obra: RUA NAPOLEAO NUNES MAIA CENTRO, LIM. DO NORTE CE, CEP: 62932-000.

Atividade Desenvolvida na UC:

Ramo de Negócio: A4 HOROSAZONAL VERDE - PODER PUBLICO - TRIFÁSICO

Projetista:

Eng. Eletricista Responsável:

CREA-CE:


Fone:

Endereço:

E-mail:

Previsão para ligação:

24 DE DEZEMBRO DE 2024

 2



3. CARGA INSTALADA

A unidade consumidora possui uma carga instalada de **75,00 kW**.

4. QUADRO DE GERAÇÃO INSTALADA

Tipo de Geração	Potência Fotovoltaica Instalada	Potência de saída do Inversor
FOTOVOLTAICA (252 PAINÉIS)	143,64 kW	75,00 kW

5. DEMONSTRATIVO DO CONSUMO DE ENERGIA DO CLIENTE E DIMENSIONAMENTO DOS PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

Observa-se que o consumo médio do cliente é 17700 kWh. Por se tratar de um cliente grupo A, para o cálculo de potência é necessário descontar do valor consumido a energia equivalente à taxa de disponibilidade, a qual para clientes Trifásico equivale a 100 kWh. Então o valor médio da energia será de 17600 kWh.

Dimensionamento do gerador fotovoltaico

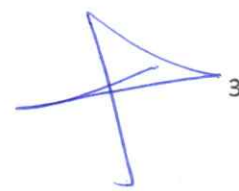
Sabendo os valores das HSP e o consumo médio do cliente, é possível determinar o valor da potência prévia do gerador através da equação (4.2). Considerou-se o valor para a taxa de desempenho igual a 0,93, então tem-se:

$$P_{FV} = \frac{17600}{0,93 * 0,8 * 5,79 * 30} = 136,188 \text{ kWp} \quad (4.2)$$

A potência do sistema igual a 143,64 kWp suprirá totalmente a necessidade energética do cliente.

É importante verificar se é necessário solicitar da distribuidora um aumento de carga, para isso, analisa-se a potência máxima do ramal de entrada. A capacidade do disjuntor de entrada do estabelecimento é igual a 450 A e a tensão de entrada Trifásico é igual a 380 V, a potência máxima de entrada será:

$$P_{m\acute{a}x} = \frac{\sqrt{3} * 450 * 380}{1000} = 296,18 \text{ kW} \quad (4.4)$$



Unidade Possui Subestação Própria de **300 kVA**.

Percebe-se que a potência do gerador está dentro dos limites, não sendo necessário solicitar aumento de carga à distribuidora.

6. DEMONSTRATIVO DE EQUIPAMENTOS E TOPOLOGIA

Sabendo a potência do gerador foram escolhidos os equipamentos que irão fazer parte do sistema. Existem diversas empresas que trabalham com equipamentos para sistema fotovoltaicos, eles podem ser vendidos separadamente ou em forma de conjuntos, os quais são escolhidos através da capacidade de geração. Na Tabela 02 a seguir está descrita os equipamentos a serem utilizados para a instalação deste Sistema Fotovoltaico.

Tabela 02 – Equipamentos utilizados para a instalação deste Sistema Fotovoltaico.

EQUIPAMENTOS/COMPONENTES	QUANTIDADE
PAINEL SOLAR Leapton Solar 570W	252
INVERSOR SOLAR SAJ R6-25K-T2-32	3
Disjuntor tripolar 50A	3
DPS Monopolar, 275 Vac, 20kVA, Classe II	4
DPS 1P 1000 Vcc 20 kA	12

FONTE: Autor.

Percebe-se que há todos os equipamentos necessários para montar o sistema fotovoltaico. A energia que o sistema é capaz de suprir se dá por:

$$E = 143,64 * 0,93 * 0,8 * 5,79 * 30 = 18.562,999 \text{ kWh/MÊS} \quad (4.5)$$

Como é visto na Tabela 2, o conjunto já define a quantidade de módulos e de Inversor necessários para o SFCR. Nota-se que a topologia do SFCR será do tipo Inversor de grupo de módulos. As Tabelas 03 e 04 trazem as informações técnicas contidas nas folhas de dados dos respectivos equipamentos.

Tabela 03 – Especificações técnicas do módulo Leapton Solar 570W

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	
Tipo do módulo	Leapton Solar 570W
Modelo da placa	LP182*199M66NH
Potência máxima ($P_{\text{máx}}$)	570 Wp



Tensão para máxima potência (V_{mp})	39,91 V
Corrente para máxima potência (I_{mp})	14,28 A
Tensão de circuito aberto (V_{oc})	47,82 V
Corrente de curto circuito (I_{sc})	15,12 A
Eficiência do módulo STC (%)	22,10 %
Temperatura de operação ($^{\circ}C$)	--40~+85 $^{\circ}C$
Corrente máxima do fusível	25 A
Coefficiente de temperatura para $P_{m\acute{a}x}$	-0,30 %/ $^{\circ}C$
Coefficiente de temperatura para V_{oc}	-0,25 %/ $^{\circ}C$
Coefficiente de temperatura para I_{sc}	0,046 %/ $^{\circ}C$

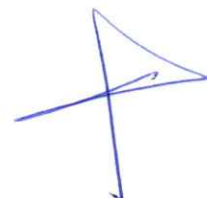
FONTE: Leapton (2024)

Tabela 04 – Especificações técnicas do inversor fotovoltaico INVERSOR SOLAR SAJ R6-25K-T2-32

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	
DADOS DA ENTRADA CC	
Máxima potência Fotovoltaica(W)	37500
Máxima tensão CC(V)	1100
Faixa de operação SPMP(V)	180-1000V
Tensão CC de partida(V)	200
Corrente CC máxima(A)	32
DADOS DA SAÍDA CA	
Potência CA nominal(W)	25000
Máxima potência CA(VA)	27500
Máxima corrente CA(A)	37,9
Saída nominal CA (V Ca)	3L+N+PE, 220/380, 230/400, 240/415
Faixa de operação CA	180~280/312~485
Fator de potência ajustável	0,8 \square adiantado ~ 0,8 \square atrasado
MÁXIMA EFICIÊNCIA (%)	98,70 %
EFICIÊNCIA SPMP (%)	99,30 %

FONTE: SOLPLANET (2024).

Pela tabela 03, sabe-se que a tensão V_{mp} é igual a 39,91 V e V_{oc} é igual a 47,82 V, pela tabela 4 sabe-se a faixa de operação do inversor é de 180V a 1000 V, então pode-se determinar as quantidades limites de módulos apenas calculando a tensão de partida pela tensão de máxima potência, para a mínima quantidade de módulos em série e a máxima tensão CC e a tensão de circuito aberto para obter a máxima quantidade de módulos em série. Sendo seus valores, 6 e 20 respectivamente.



Observa-se que a corrente do módulo é superior a corrente de entrada da MPPT, entretanto o fabricante assegura o funcionamento correto do inversor para correntes menores que a de curto-circuito da MPPT.

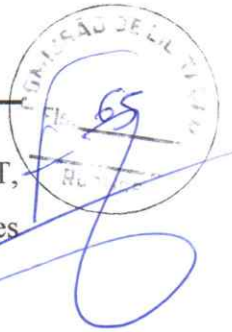


Tabela 05 – Número de Placas por String pra cada MPPT

ESTRUTURA DE CONEXÃO DAS MPPTs			
INVERSORES	Nº do MPPT	Nº da STRING	Quant. de Placas
INVERSOR 1	1	1	21
		2	21
	2	1	21
		2	21
INVERSOR 2	1	1	21
		2	21
	2	1	21
		2	21
INVERSOR 3	1	1	21
		2	21
	2	1	21
		2	21

FONTE: AUTORIA PRÓPRIA.

Diante disso será respeitado as condições técnicas, confirmando que o sistema fotovoltaico utilizado é composto por 252 módulos.

Definida a quantidade de módulos no arranjo é possível calcular o FDI. A potência total em cada inversor será a soma das potências de todos os módulos, então pela equação (4.13):

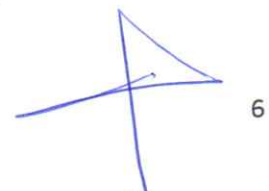
$$FDI = \frac{75000}{252 * 570} = 0,5221 \quad (4.13)$$

Percebe-se que o valor do FDI está dentro da faixa do que é aconselhável para o dimensionamento.

7. CÁLCULO DA QUEDA DE TENSÃO

A NBR-5410:2004, estabelece que o valor máximo de queda de tensão admissível é igual a 3%. Segundo a norma internacional IEC 60354-7-712 é 1%.

Dimensionamento dos condutores para corrente contínua



De acordo a Tabela 02 e o manual do fabricante dos equipamentos do sistema fotovoltaico, no estudo em questão, os condutores que interligarão os módulos serão do tipo cabo solar providos de proteção UV com seção de 4mm², os quais atendem aos requisitos citados.

Sabendo que I_{fileiras} é igual a 14,28 A e que como os painéis serão colocados em uma fileira, pode-se encontrar o valor de I_{painel} , por meio da equação (5.4):

$$I_{\text{painel}} = 14,28 * 1 * 1,25 = 17,85 \text{ A} \quad (5.4)$$

Pela tabela 03, o valor de tensão de máxima potência de cada módulo é igual a 39,91 V, para o cálculo e levado em consideração a fileira com a menor quantidade de módulos, para este arranjo esse valor é de 21, então o valor da V_{fileira} é igual a 838,11 V. Considerando que o cabo será de Cobre e a distância máxima entre o sistema e o inversor é de 30 m, pela equação (5.5):

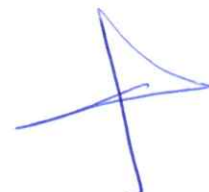
$$S_{\text{mm}^2} = \frac{2 * 30 * 17,85}{\text{Cobre} * 0,01 * 838,11} = 2,2819 \text{ mm}^2 \quad (5.5)$$

De modo a atender aos requisitos mínimos para escolha do condutor, optou-se por utilizar um cabo solar provido de proteção UV com seção de 6 mm². Os eletrodutos escolhidos para protegerem os cabos, serão do tipo rígido de PVC rosqueado de 1 polegadas.

Dimensionamento dos condutores para corrente alternada

Para o estudo em questão, será utilizado um inversor Trifásico para compor o sistema. O inversor possui uma corrente de saída igual a 37,9 A, ele estará ligado ao disjuntor do quadro de distribuição, a corrente máxima que circulará para o quadro será igual a 37,9 A. Para efeito de projeto e para uma maior segurança, consideraremos uma margem de segurança de 15% no valor nominal da corrente por solicitação do próprio fabricante, portanto iremos considerar **43,585 A**. Sabendo que a tensão de linha do sistema é igual a 380 V e que a distância até o medidor é igual a 30 m, a seção mínima do condutor pode ser obtida através da equação (5.3):

cálculo da corrente corrigida:





$$S_{mm^2} = \frac{\sqrt{3} * 30 * 43,585}{56 * 0,03 * 380} = 3,5475 \text{ mm}^2 \quad (5.6)$$

Levando em consideração o critério de capacidade de corrente e a configuração do sistema, optou-se por escolher um condutor com seção igual a 16 mm². Os condutores de fase serão representados pela cor vermelha. O condutor de proteção e o neutro terão a mesma seção que os condutores de fase e serão representados pelas cores verde e azul, respectivamente. Os eletrodutos escolhidos para proteção dos cabos serão de PVC rígido do tipo rosqueado de 3 polegadas. Portanto, pela Tabela 36 da NBR5410:2004 a capacidade de condução de corrente do condutor de 16 mm², sistema com 3 condutores carregados e método de instalação B1 é 68 A, com isso, da equação (8.7) pode-se dimensionar o disjuntor.

$$I_{inversor} < I_{disjuntor} < I_{condutor} \quad (8.7)$$

$$43,585 \text{ A} < I_{disjuntor} < 68 \text{ A}$$

Com isso, será utilizado um disjuntor tripolar de 50 A para a proteção do sistema. Atendendo as especificações técnicas do inversor e do condutor dimensionado.

8. ATERRAMENTO

Os condutores de aterramento são dimensionados conforme o item 6.4.3.1.3 da norma brasileira NBR-5410:2004, os quais seguem na tabela abaixo.

Tabela 7 - Seção mínima do condutor de proteção

Seção dos condutores de fase (S)	Seção mínima do condutor de proteção correspondente
$S \leq 16\text{mm}^2$	S
$16\text{mm}^2 \leq S \leq 35\text{mm}^2$	16mm ²
$S > 35\text{mm}^2$	S/2

FONTE: ABNT NBR-5410 (2004).

O condutor de terra deve ser conectado na haste de terra e ao parafuso da caixa de medição, não deve haver nenhum tipo de seccionamento no caminho e os mesmos devem ser protegidos por eletroduto rígido.

A haste de terra, no caso do SFCR, é utilizada para aterramento dos componentes que compõe o sistema. A haste escolhida foi a de aço com seção circular (aço cobreado), com as seguintes dimensões: 2,40m x 5/8".

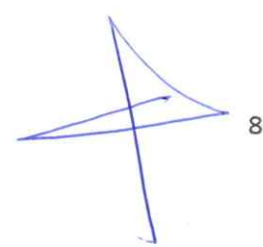


Figura 03 – Placa de advertência e sinalização de Geração Própria.



Características:

- Espessura: 2 mm;
- Material: chapa galvalume (43,5% zinco, 55% alumínio e 1,5% silício) nº 22 USG (0,79 mm), cantos arredondados;
- Cor do fundo: amarela, em epóxi;
- Letras: cor preta, tinta eletrostática em pó;
- Na chapa deverá ser aplicada uma demão de fundo anti-corrosivo de espessura mínima de 30 μm (frente e fundo).

Será fornecida uma placa de advertência à distribuidora para ser instalada no poste onde se encontra o transformador de distribuição com os seguintes dizeres: “CUIDADO – GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO CIRCUITO”.

A placa de advertência deve ser confeccionada conforme Figura 4 e possuirá as seguintes características:

- Material: chapa de fibra de vidro altamente resistente as intempéries e corrosão, cantos arredondados;
- Dimensões da placa: 140 x 270 mm;
- Cor do fundo: amarela, em epóxi;
- Letras: cor preta, tinta eletrostática em pó;

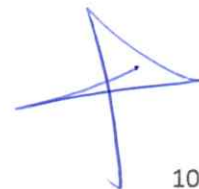


Figura 03 – Placa de advertência e sinalização de Geração Própria.



Características:

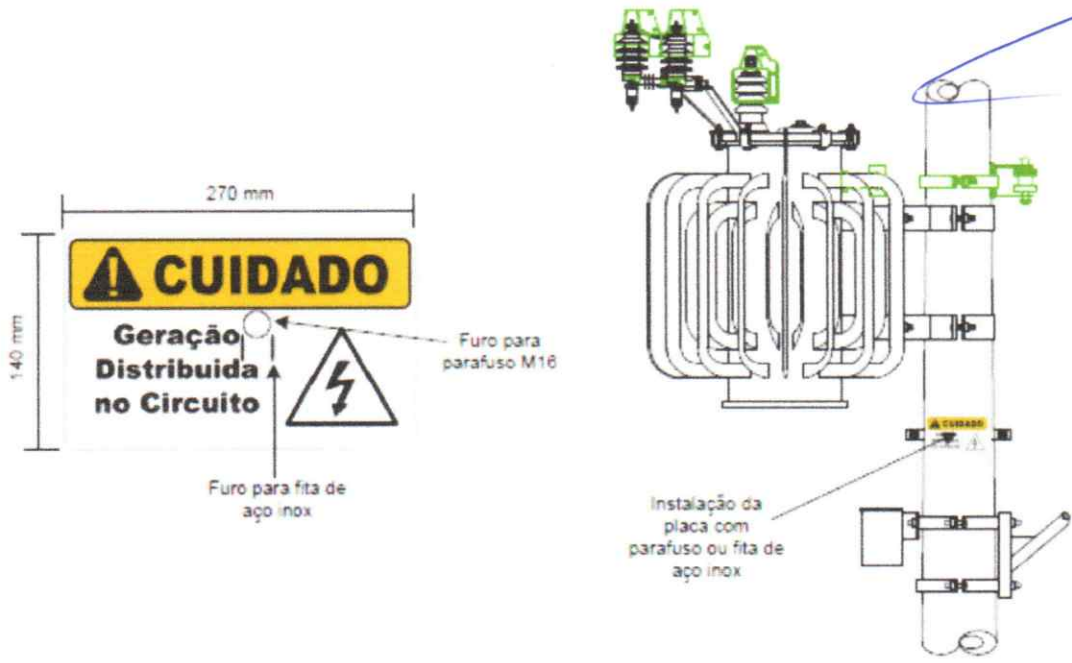
- Espessura: 2 mm;
- Material: chapa galvalume (43,5% zinco, 55% alumínio e 1,5% silício) nº 22 USG (0,79 mm), cantos arredondados;
- Cor do fundo: amarela, em epóxi;
- Letras: cor preta, tinta eletrostática em pó;
- Na chapa deverá ser aplicada uma demão de fundo anti-corrosivo de espessura mínima de 30 μm (frente e fundo).

Será fornecida uma placa de advertência à distribuidora para ser instalada no poste onde se encontra o transformador de distribuição com os seguintes dizeres: “CUIDADO – GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO CIRCUITO”.

A placa de advertência deve ser confeccionada conforme Figura 4 e possuirá as seguintes características:

- Material: chapa de fibra de vidro altamente resistente as intempéries e corrosão, cantos arredondados;
- Dimensões da placa: 140 x 270 mm;
- Cor do fundo: amarela, em epóxi;
- Letras: cor preta, tinta eletrostática em pó;

Figura 04 – Placa de advertência e sinalização de Geração Própria



11. PONTO DE CONEXÃO

O ponto de conexão do sistema da Microgeração com a UC e o Sistema Elétrico da ENEL será localizado no Quadro de Distribuição da UC.

CELSO RENATO DA SILVEIRA MUNIZ
ENGENHEIRO ELETRICISTA
CPF: 699.046.007-59
CREA: 43211/CE



CERTIDÃO DE REGISTRO E QUITAÇÃO
PESSOA FÍSICA
Lei Federal Nº 5194 de 24 de Dezembro de 1966

CREA-CE

Página 1/1

Nº 331133/2024

Emissão: 08/04/2024

Validade: 31/03/2025

Chave: 0z5z8

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Ceará

CERTIFICAMOS que o profissional mencionado encontra-se registrado neste Conselho, nos termos da Lei 5.194/66, de 24/12/1966, conforme os dados abaixo. CERTIFICAMOS, ainda, face o estabelecimento nos artigos 68 e 69 da referida Lei, que o interessado não se encontra em débito com o CREA-CE.

Interessado(a)

Profissional: CELSO RENATO DA SILVEIRA MUNIZ

Registro: 2003411461

CPF: 699.***.***-59

Tipo de Registro: VISTO PROFISSIONAL

Data Inicial: 20/09/2013

Data Final: Indefinido

Número do Visto: 43211

Título(s)

GRADUAÇÃO

ENGENHEIRO ELETRICISTA

Atribuição: RESOLUÇÃO 218/73 - ARTIGO 08 (AT.01 A 18) RESAOLUÇÃO 218/73 - ARTIGO 09 (AT.01 A 18)

Data de Formação: 13/09/1986

Descrição

CERTIDÃO DE REGISTRO E QUITAÇÃO PESSOA FÍSICA

Informações / Notas

- A falsificação deste documento constitui-se em crime previsto no Código Penal Brasileiro, sujeitando o(a) autor(a) à respectiva ação penal.
- Documento válido em todo território nacional.
- Esta certidão perderá a validade, caso ocorra qualquer alteração posterior dos elementos cadastrais nela contidos.

Última Anuidade Paga

Ano: 2024 (1/1)

Autos de Infração

Nada consta

Responsabilidades Técnicas

Empresa: MARCELO GOMES DE BARROS PRODUÇÕES EVENTOS LTDA ME

Registro: 0010539867

CNPJ: 03.550.540/0001-37

Data Início: 29/09/2023

Data Fim: Indefinido

Data Fim de Contrato: Indefinido

Tipo de Responsabilidade: RESPONSABILIDADE TÉCNICA

