

## ANEXO VI

**AO  
PREGOEIRO  
PREFEITURA MUNICIPAL DE TAMANDARÉ - PE  
REF.: PROCESSO LICITATORIO N° 025/2020  
MODALIDADE PREGÃO PRESENCIAL N° 004/2020**

### MEMORIAL DESCRITIVO

Dimensionamento e estudo de geração para a Instalação de sistemas de geração Fotovoltaica nas coberturas de prédios da Prefeitura municipal de Tamandaré.

TAMANDARÉ – PE

**Responsável Técnico:**

---

**Francisco Jose Buelvas Uribe**

## Sumário

1.	INTRODUÇÃO .....	2
2.	ANÁLISE DE DEMANDA E GERAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES .....	4
3.	DESCRIÇÃO GERAL DOS SISTEMAS .....	9
	SISTEMA PRÉDIO PREFEITURA DE TAMANDARÉ .....	9
	SISTEMA PRÉDIO DO HOSPITAL JOSÉ MÚNCIO MONTEIRO .....	9
	SISTEMA PRÉDIO DA ESCOLA ALMIRANTE TAMANDARÉ .....	11
	SISTEMA PRÉDIO DA ESCOLA MUNDOMÁGICO .....	11
	SISTEMA PRÉDIO DA ESCOLA RINALDO OLIVEIRA .....	12
	SISTEMA PRÉDIO DA ESCOLA AMÁLIA MACÁRIO .....	14
4.	DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS .....	15
	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....	15
	INFRAESTRUTURA .....	15
	INVERSOR .....	16
	FIXAÇÃO DOS INVERSORES .....	17
	RESUMO DOS EQUIPAMENTOS DA SOLUÇÃO PROPOSTA .....	17
	ESTRUTURA DE FIXAÇÃO DOS MÓDULOS .....	19
	CABEAMENTO .....	19
	ESPECIFICAÇÃO DOS CABOS .....	19
	MEMORIAL DE CÁLCULO .....	20
	CONEXÃO .....	20
	PROTEÇÃO .....	21
	ATERRAMENTO .....	22
5.	REFERÊNCIAS UTILIZADAS .....	22

## 1. INTRODUÇÃO

Foi realizado um levantamento das áreas disponíveis nas coberturas de 6 prédios do poder público da prefeitura de Tamandaré com a finalidade de avaliar a viabilidade na instalação e a capacidade de geração de energia através da instalação de sistemas fotovoltaicos. Os prédios contemplados na análise de viabilidade são os seguintes:

- Prefeitura municipal de Tamandaré
- Hospital municipal José Múcio Monteiro
- Escola Municipal Almirante Tamandaré
- Escola Municipal Rinaldo Oliveira
- Escola Municipal Mundo Mágico
- Escola Municipal Amália Macário

Para análise foi realizado um estudo da demanda de energia de cada edificação, utilizando os históricos de consumo de energia dos últimos 12 meses apresentados nas faturas de energia de cada unidade consumidora.

Levando em consideração o consumo para cada edificação, foi dimensionado um sistema fotovoltaico com a capacidade de fornecer energia suficiente para diminuir o consumo de energia da concessionária dentro do esquema de compensação de energia de micro e mini geração distribuída de fonte solar, estabelecido pela Resolução Normativa da ANEEL 482 de 2012.

Após de avaliar as necessidades energéticas das instalações supracitadas, foi realizada uma avaliação das áreas disponíveis para instalação dos módulos fotovoltaicos nas coberturas dos prédios, visando atingir a máxima capacidade instalada, dentro dos limites das instalações elétricas em cada caso, com o intuito de maximizar a produção de energia, gerando créditos para serem compensados em outras unidades consumidoras dentro da área de atuação da prefeitura.

Os resultados dos estudos realizados em cada caso são apresentados a continuação.

Os prédios avaliados estão localizados na cidade de Tamandaré, no litoral do estado de Pernambuco, distando aproximadamente 110 km de Recife.

Tabela 1: Endereços das edificações

<b>Endereços das unidades consumidoras</b>	
Prefeitura municipal de Tamandaré	AV. José Bezerra Sobrinho, 92016 – Centro de Tamandaré
Hospital municipal José Múcio Monteiro:	Av. Dr. Leopoldo Lins, 29714 – Centro de Tamandaré
Escola Municipal Almirante Tamandaré	Av. Dr. Leopoldo Lins, 9214 – Centro de Tamandaré
Escola Municipal Rinaldo Oliveira	Av. Santos Dumont, 13413-LD – Centro de Tamandaré
Escola Municipal Mundo Mágico	Loteamento Santo Inácio, S/N – Santo Inácio- Tamandaré
Escola Municipal Amália Macário	Loteamento Estrela do Mar, 100 – Centro de Tamandaré

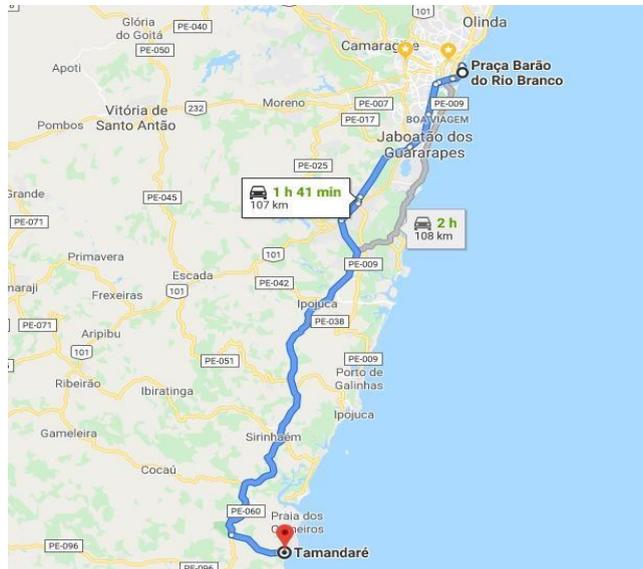


Figura 1 - Mapa de localização

Faz parte do presente memorial descritivo, em resumo, informações técnicas sobre cada usina fotovoltaica dimensionada para os prédios objeto da análise, focando em pontos específicos, necessários para apreciação e o entendimento adequado dos sistemas de geração propostos, possibilitando a execução de sua instalação de modo adequado.

## 2. ANÁLISE DE DEMANDA E GERAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES

Levando em consideração os históricos de consumo dos prédios, foi possível identificar os requerimentos anuais de energia em cada caso e, desta forma, determinar a potência do sistema fotovoltaico necessário para atender a demanda de cada instituição, levando em consideração o recurso solar incidente na região de estudo. Os resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Resultado da análise de demanda e dimensionamento dos sistemas de geração.

Unidade Consumidora	Grupo Tarifário	Demanda Anual [MWh/ano]	Tamanho do Sistema Solar para demanda [kWp]
1. PREFEITURA DE TAMANDARÉ	B3	68	45,1
2. HOSPITAL JOSÉ MÚCIO MONTEIRO	A4	215	142,6
3. ESCOLA ALMIRANT T.	B3	117	77,6
4. ESCOLA MUNDO MAGICO	B3	45	30
5. ESCOLA MUNICIPAL RINALDO	B3	57	38
6. ESCOLA MUNICIPAL AMALIA	B3	83	55
<b>TOTAL</b>		<b>585</b>	<b>388,3</b>

Através da vistoria técnica realizada no dia 14/01/2020, foi possível identificar o estado das coberturas nos 3 primeiros prédios listados na Tabela 2, sendo possível avaliar o estado das instalações elétricas, as condições de instalação dos módulos e fontes de sombreamento. Nas 3 edificações restantes não foi possível realizar a vistoria técnica devido a que os prédios estavam com restrição de acesso, nestes casos foi possível o dimensionamento dos sistemas levando em consideração as informações disponibilizadas e, considerando que as instalações elétricas das unidades são compatíveis com o gerador fotovoltaico.

Concomitantemente com a vistoria técnica, foram disponibilizados as plantas baixas das edificações, permitindo assim avaliar a área útil e as dimensões de cada cobertura. Com as dimensões de cada cobertura foi possível identificar a capacidade de geração máxima para cada empreendimento. Foi avaliado o dimensionamento dos geradores fotovoltaicos levando adicionalmente em consideração o grupo tarifário de cada unidade consumidora e suas



3.

Tabela 3: Resultado da análise de demanda e dimensionamento dos sistemas de geração.

Unidade Consumidora	Grupo Tarifário	Capacidade de Instalação [kWp]	Tamanho do Sistema Solar Dimensionado [kWp]
1. PREFEITURA DE TAMANDARÉ	B3	115,2	93,6
2. HOSPITAL JOSÉ MÚCIO MONTEIRO	A4	176	176
3. ESCOLA ALMIRANT T.	B3	224,8	96
4. ESCOLA MUNDO MAGICO	B3	106	96
5. ESCOLA MUNICIPAL RINALDO	B3	108	96
6. ESCOLA MUNICIPAL AMALIA	B3	182,8	96
<b>TOTAL</b>		<b>912,8</b>	<b>653,6</b>

É possível apreciar na tabela a capacidade de instalação na cobertura, ou seja, o tamanho do sistema fotovoltaico que seria possível instalar em função da área disponível. É possível apreciar também, o tamanho dos sistemas solar levando em consideração a viabilidade técnica de acordo com as instalações elétricas e o grupo tarifário e segundo o fornecimento de energia da concessionária.

As principais diferenças, entre os tamanhos dos sistemas apresentados nas Tabelas 2 e 3, nos casos específicos das unidades consumidoras do grupo B, é devido ao que para os clientes atendidos na Baixa Tensão, a concessionária disponibiliza um fornecimento máximo de 75 kW, sendo este o limite de potência CA que a fonte fotovoltaica pode ter nestas edificações. Para aproveitar a capacidade total da cobertura, seria necessário a migração grupo tarifário da unidade consumidora para BT optante (até 112,5 kVA sendo ainda alimentado em BT) ou grupo A4 (>112,5 kVA sendo alimentado em 13,8 kV), porém em qualquer um destes casos seria necessária a adequação das instalações elétricas das unidades, sendo necessário a instalação de uma subestação elétrica o que geraria custos adicionais na implementação dos sistemas. Concomitantemente com a migração do grupo tarifário existirá mudança no valor da tarifa aplicada, razão pela qual deverá ser uma análise mais criteriosa que permita estabelecer se existe viabilidade financeira nas mudanças tarifárias em decorrência do

MEMORIAL DESCRITIVO ESTUDO CAPACIDADE DE GERAÇÃO SOLAR – PREFEITURA DE TAMANDARÉ  
melhor aproveitamento das coberturas das edificações do grupoB.

Já no caso do Hospital Múcio Monteiro, devido a que a edificação é alimentada em Média Tensão e pertence ao grupo A4, a potencia de instalação fotovoltaica está limitada à demanda contratada e à potência da subestação no Ponto de Entrega (PDE) da concessionária. A demanda contratada para a unidade consumidora, segundo a fatura disponibilizada, é de 30kW. Analizando as informações contidas na fatura, é possível identificar que o hospital consome aproximadamente duas vezes mais energia do que a demanda contrada, pagando o excedente com um preço maior. No ato da vistoria, não foi possível identificar o disjuntor de entrada da unidade, sendo neste caso considerado que a subestação no PDE do Hospital comporta a conexão do sistema fotovoltaico sendo necessário, mesmo assim, o aumento da demanda contratada para 130kW.

Com as potências dos sistemas fotovoltaicos apresentados na Tabela 3, foi possível dimensionar e simular o comportamento dos sistemas em função do recurso solar incidente, sendo possível realizar a previsão de produção de energia em cada caso ao longo do primeiro ano. Um resumo dos resultados obtidos é apresentado na Tabela 4.

Tabela 4: Comparativo entre a demanda e a produção de energia em cada unidade consumidora.

Unidade Consumidora	Capacidade de Instalação [kWp]	Tamanho do Sistema Solar Dimensionado [kWp]	Demanda anual de Energia [MWh/ano]	Previsão anual de Energia [MWh/ano]	Energ. Excedente [MWh/ano]
1. PREFEITURA DE TAMANDARÉ	115,2	93,6	68	132	64
2. HOSPITAL JOSÉ MÚCIO MONTEIRO	176	176	215	260	45
3. ESCOLA ALMIRANT T.	224,8	96	117	137,5	20,5
4. ESCOLA MUNDO MAGICO	106	96	45	137,5	92,5
5. ESCOLA MUNICIPAL RINALDO	108	96	57	137,5	80,5
6. ESCOLA MUNICIPAL AMALIA	182,8	96	83	137,5	54,5
<b>TOTAL</b>	<b>912,8</b>	<b>653,6</b>	<b>585</b>	<b>942</b>	<b>357</b>

É possível apreciar na Tabela 4 as diferenças entre a demanda de energia de cada edificação e a energia que pode ser gerada com o sistema dimensionado para cada caso,. Mesmo com limitações técnicas em quanto a potência final a ser instalada em cada unidade, a energia gerada pelos sistemas fotovoltaicos dimensionados apresenta-se maior do que o

consumo em cada UC, a diferença entre a produção e a demanda são apresentados na última coluna. Essa energia excedente poderá ser utilizada para ser compensada no consumo de outras instalações do poder público municipal, desde que respeitados os requerimentos da distribuidora (CELPE) de acordo com a RN 482/2012 e 687/2015 da Aneel.

Adicionalmente, foi analisada a demanda de energia de 8 instituições ligadas à secretária de saúde do município, avaliando a possibilidade de utilizar o excedente de geração de energia nessas unidades. A demanda anual das 8 instituições são listadas na Tabela 5.

Tabela 5: Demanda Anual postos de saúde poder municipal

Posto de Saúde	Demanda [MWh/ano]
PSF AREIA BRANCA	14,905
UBS COQUEIRO	0,422
PSF DUAS BOCAS	1,619
PSF ESTRELA DO MAR	9,312
PSF LEOPOLDO LINS	6,86
PSF MARINAS	5,459
PSF OITIZEIRO	16,25
PSF SAUE	34,653
<b>TOTAL</b>	<b>89,48</b>

É possível visualizar na tabela a demanda anual consolidada para os postos de saúde do município listados acima. Pelos resultados obtidos apresentados na Tabela 4 é possível estimar que a energia necessária para compensar o consumo das UC's listadas na Tabela 5 aproveitando o excedente de energia gerada no Hospital e na Prefeitura, para isto é necessário avaliar em conjunto com a Celpe a necessidade de mudar a titularidade destas entidades para possuírem o mesmo CNPJ e desta forma integrar a mesma lista de compensação.

Com as informações apresentadas acima, a configuração da solução de geração de energia para as diferentes instalações da prefeitura de Tamandaré, seria a instalação de sistemas fotovoltaicos nas coberturas da prefeitura, do hospital e de duas das escolas aproveitando a geração de créditos para serem compensados tanto nos postos de saúde listados na Tabela 5 quanto nas escolas que não teriam instalação inicialmente. Desta forma

seria possível deixar as coberturas de estas instituições disponíveis para futuras instalações que acompanhem o aumento de carga desses centros educativos. A solução final proposta é apresentada na Tabela 6.

Tabela 6: Demanda Anual postos de saúde poder municipal

Unidade Consumidora	Demanda [MWh/ano]	Tamanho do Sistema Solar Dimensionado [kWp]	Previsão anual de Energia [MWh/ano]	Energ. Excedente [MWh/ano]
1. PREFEITURA DE TAMANDARÉ	68	93,6	132	64
2. HOSPITAL JOSÉ MÚCIO MONTEIRO	215	176	260	45
3. ESCOLA ALMIRANT T.	117	108	144	27
4. ESCOLA MUNDO MAGICO	45	108	144	99
5. ESCOLA MUNICIPAL RINALDO	57	-	-	-
6. ESCOLA MUNICIPAL AMALIA	83	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>585</b>	<b>485,6</b>	<b>680</b>	<b>235</b>

Na tabela é possível identificar as instituições onde seriam instalados os sistemas fotovoltaicos. No caso da secretaria de saúde os postos anteriormente listados seriam compensados com os créditos gerados pelos sistemas a serem instalados na Prefeitura e no hospital. Já as escolas Rinaldo Oliveira e Amália Macário compensariam seu consumo com o excedente de energia gerada pelas escolas Almirante Tamandaré e Mundo Mágico. Levando em consideração as características do inversor a ser utilizado e as áreas de telhado seria possível aumentar o tamanho do sistema para 108kWp sendo estes interligados em 72kWac, com o intuito de atingir 90% da demanda das escolas sem instalação fotovoltaica.

A continuação será descrito a configuração dos sistemas a serem utilizados em cada cobertura das unidades consumidoras descritas no presente estudo.

### 3. DESCRIÇÃO GERAL DOSSISTEMAS

#### SISTEMA PRÉDIO PREFEITURA DETAMANDARÉ

Os sistema dimensionado para atender a capacidade máxima de carga do prédio da prefeitura municipal de Tamandaré possuirá 234 módulos Fotovoltaicos de 400W cada, totalizando uma potência pico de 94kWp. Os módulos serão interligados em arranjos de 15, 19 e 20 módulos em série interligados a dois inversores de 36 kWac totalizando uma potência de 72kW. A relação da potência CC dos módulos e a potência CA dos inversores foi escolhida para viabilizar a conexão do sistema à rede elétrica da concessionária sem necessidade de mudanças no grupo tarifário da unidade. Nestes casos será necessária uma avaliação das características do PDE existente visando identificar se são necessárias mudanças a serem solicitadas à CELPE para comportar o sistema fotovoltaico na UC.

Nesta configuração espera-se produzir anualmente 139,2 kWh sendo suficiente para atingir o consumo ativo da edificação e exportando o excedente para outras unidades consumidoras. A distribuição dos painéis sobre a cobertura da prefeitura pode ser visualizada na Figura 1.

Figura 1. Distribuição dos módulos sobre a cobertura da Prefeitura



#### SISTEMA PRÉDIO DO HOSPITAL JOSÉ MÚNCIO MONTEIRO

O sistema dimensionado para o hospital leva em consideração as áreas disponíveis nas 5 coberturas principais do prédio maximizando a capacidade de geração com o intuito atingir o consumo da própria edificação e exportar créditos para outras edificações do município. A distribuição pretendida dos módulos sobre a cobertura do Hospital é apresentada na Figura 2.

Foi possível identificar, através da vistoria técnica, que existem áreas da cobertura nas quais existem incidências de sobreamento causados por árvores localizadas no perímetro do Hospital. Para garantir o correto funcionamento do sistema deve ser realizado um trabalho de manutenção diminuindo a altura das mesmas de forma periódica.

Figura 2. Distribuição dos módulos sobre a cobertura do Hospital

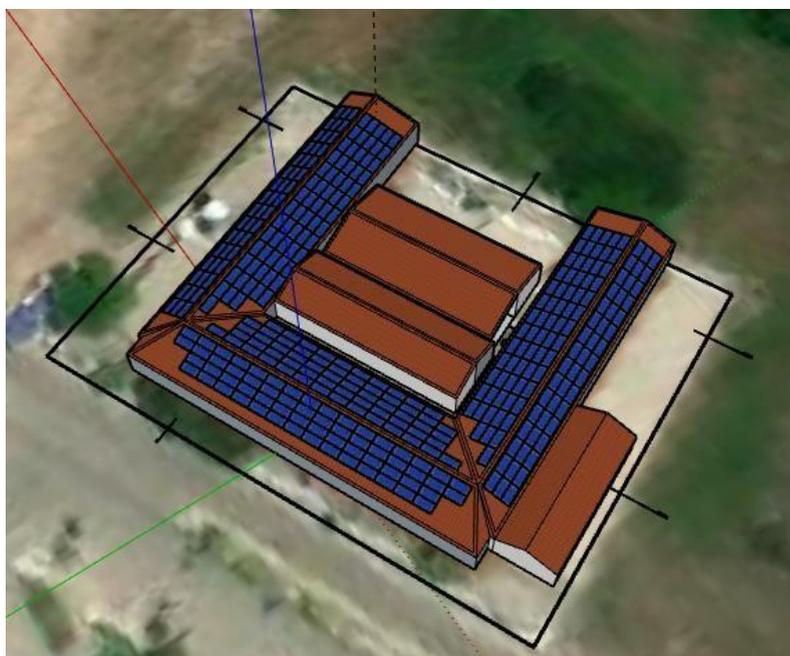


O sistema dimensionado para o Hospital está composto por 440 módulos de 400W totalizando 176 kWp. Os módulos estarão interligados formando arranjos de 22 módulos em série. Os módulos serão interligados em 3 inversores, totalizando 122 kW. Com esta configuração espera-se atingir uma geração anual de 260,5 MWh, suficiente para suprir o consumo do Hospital e quase 50% dos postos de saúde listados na Tabela 5.

## SISTEMA PRÉDIO DA ESCOLA ALMIRANTE TAMANDARÉ

O sistema dimensionado para aproveitar completamente a cobertura da Escola Municipal Almirante Tamandaré, foi composto por 360 módulos de 400W totalizando 144kWpporém,comomencionadoanteriormente,devidoaogrupoarifárioB3osistema foi dimensionado para não ultrapassar 75kW de potência instalada. Levando estas limitações em consideração, o sistema apresentado está composto por 252 módulos de 400W. Os módulos estarão interligados formando arranjos de 21 módulos em série. Os módulos serão interligados em 2 inversores, totalizando 72 kW. Com esta configuração espera-seatingirumaproduçãoanualdeenergiade144,4MWh.Olayoutpreliminarpara o sistema dimensionado pode ser visualizado na Figura3.

Figura 3. Distribuição dos módulos sobre a cobertura da Escola Almirante Tamandaré

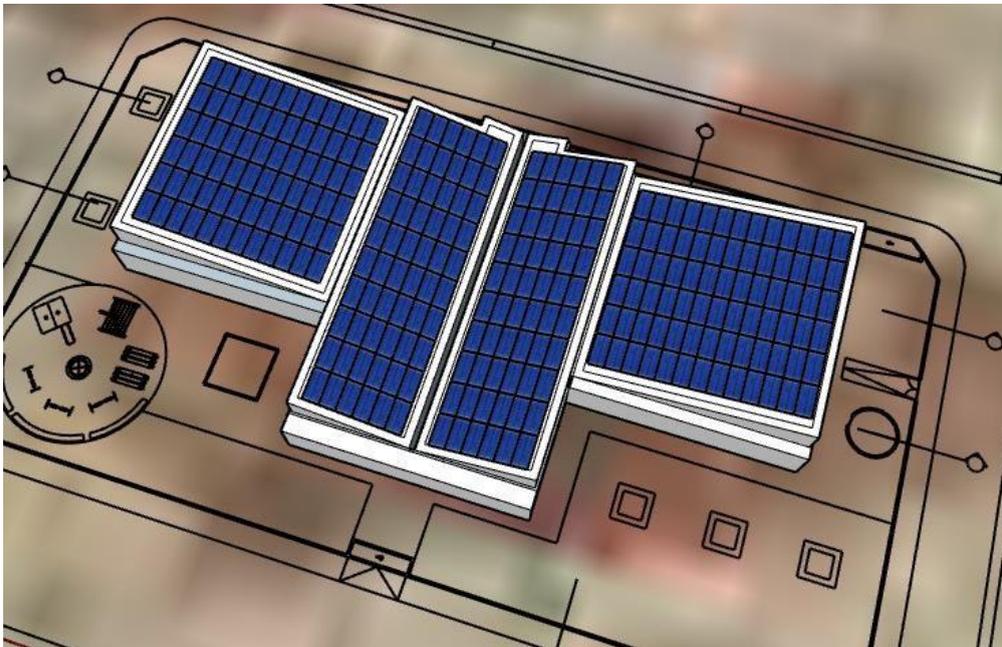


## SISTEMA PRÉDIO DA ESCOLA MUNDOMÁGICO

Os sistema dimensionado para atender a capacidade máxima de carga do prédio da Escola Municipal Mundo Mágico possuirá 252 módulos Fotovoltaicos de 400W cada, totalizando uma potência pico de 72 kW. Os módulos serão interligados em arranjos de 21módulos em série interligados a dois inversores de 36kW a totalizando uma potência de 72kW. A relação da potência CC dos módulos e a potência CA dos inversores foi escolhida para viabilizar a conexão do sistema à rede elétrica da concessionária sem necessidade de mudanças no grupo tarifário da unidade. Nestes casos será necessária uma avaliação das características do PDE existente visando identificar se são necessárias mudanças a serem solicitadas à CELPE para comportar o sistema fotovoltaico na UC.

Nesta configuração espera-se produzir anualmente 144 kWh sendo suficiente para atingir o dobro do consumo ativo da edificação e exportando o excedente para outras unidades consumidoras. A distribuição dos painéis sobre a cobertura da escola pode ser visualizada na Figura 4.

Figura 4. Distribuição dos módulos sobre a cobertura da Escola Mundo Mágico



## SISTEMA PRÉDIO DA ESCOLA RINALDO OLIVEIRA

Os sistema dimensionado para atender a demanda da Escola municipal de Rinaldo

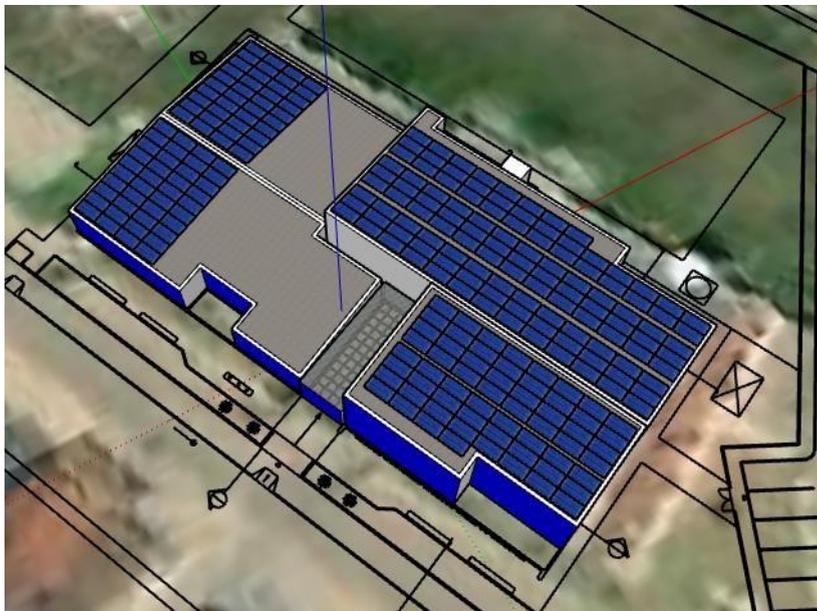
Av. José Bezerra Sobrinho, Centro – Tamandaré/PE

CEP. 55.578-000 – CNPJ: 01.596.018/0001-60

Oliveira possuirá 240 módulos Fotovoltaicos de 400W cada, totalizando uma potência pico de 96 kW. Os módulos serão interligados em arranjos de 20 módulos em série interligados a dois inversores de 36 kWac totalizando uma potência de 72kW. A relação da potência CC dos módulos e a potência CA dos inversores foi escolhida para viabilizar a conexão do sistema à rede elétrica da concessionária sem necessidade de mudanças no grupo tarifário da unidade. Neste caso será necessária uma avaliação das características do PDE existente visando identificar se são necessárias mudanças a serem solicitadas à CELPE para comportar o sistema fotovoltaico na UC.

Nesta configuração espera-se produzir anualmente 137,6 kWh sendo suficiente para atingir o consumo ativo da edificação e exportando o excedente para outras unidades consumidoras. A distribuição dos painéis sobre a cobertura da prefeitura pode ser visualizada na Figura 5.

Figura 5. Distribuição dos módulos sobre a cobertura da Escola Rinaldo Oliveira



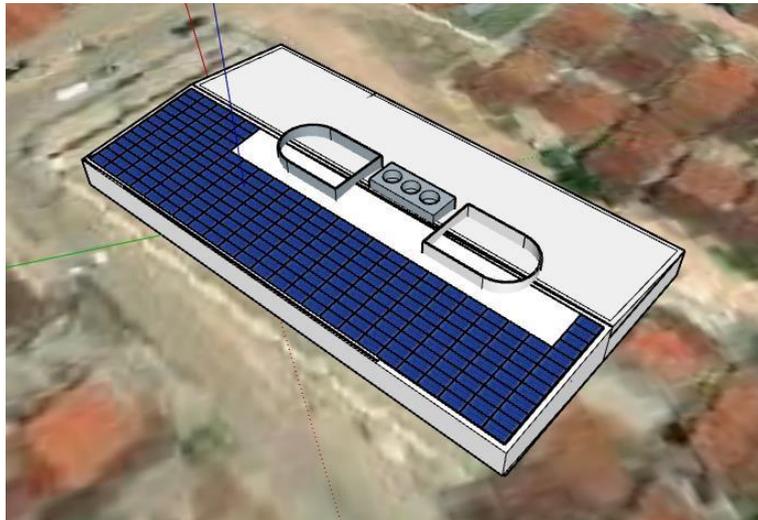
Embora tenha sido dimensionado um sistema para a escola, o resultado da análise levou a concluir que nessa primeira etapa é possível compensar o consumo da unidade com créditos fornecidos pelos sistemas a serem instalados na escolas Rinaldo Oliveira e Mundo Mágico.

## SISTEMA PRÉDIO DA ESCOLA AMÁLIAMACÁRIO

Os sistema dimensionado para atender a capacidade máxima de carga do prédio da Escola Municipal Mundo Mágico possuirá 240 módulos Fotovoltaicos de 400W cada, totalizando uma potência pico de 96 kW. Os módulos serão interligados em arranjos de 20módulos em série interligados a dois inversores de 36kW a totalizando uma potência de 72kW. A relação da potência CC dos módulos e a potência CA dos inversores foi escolhida para viabilizar a conexão do sistema à rede elétrica da concessionária sem necessidade de mudanças no grupo tarifário da unidade. Nestes casos será necessária uma avaliação das características do PDE existente visando identificar se são necessárias mudanças a serem solicitadas à CELPE para comportar o sistema fotovoltaico na UC.

Nesta configuração espera-se produzir anualmente 144,4 kWh sendo suficiente para atingir o dobro do consumo ativo da edificação e exportando o excedente para outras unidades consumidoras. A distribuição dos painéis sobre a cobertura da escola pode ser visualizada na Figura 6.

Figura 6. Distribuição dos módulos sobre a cobertura da Escola Amália Macário



Embora tenha sido dimensionado um sistema para a escola, o resultado da análise levou a concluir que nessa primeira etapa é possível compensar o consumo da unidade com créditos fornecidos pelos sistemas a serem instalados na escolas Rinaldo Oliveira e

Mundo Mágico

#### 4. DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS

##### MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Os painéis solares fotovoltaicos utilizados como referência na configuração dos sistemas foram do fabricante Canadian Solar, com potência de 400 Wp. A escolha do fabricante e a potência do painel foi levando em consideração a representatividade no mercado nacional, a maximização da potência a ser produzida nas coberturas, a eficiência e a disponibilidade no mercado nacional. As principais características do módulo são apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7. Principais características do módulo Fotovoltaico.

Dados Módulos Fotovoltaicos	
Potência do Painel Fotovoltaico	400 W
Eficiência	18,11 %
Corrente máxima potência (Impp)	10,34 A
Tensão de operação máxima potência (Vmpp)	38,7 Vcc
Tensão de circuito aberto (Voc)	47,2 Vcc
Corrente de curto-circuito (Isc)	10,90 A
Fabricante / Referência do módulo	Canadian Solar / CS3W-400P

Serão utilizadas 1634 unidades para compor as usinas solares descritas no numeral anterior, totalizando uma potência de 653,6 kWp. Os painéis serão conectados em strings compatíveis com as características dos inversores a serem utilizados, de acordo com as orientações e distribuição adotada em cada cobertura.

Os painéis da mesma string serão conectados de modo sequencial, ou seja, sempre conectando com o painel mais próximo, de modo que as saídas dos cabos positivo e negativo estarão localizadas nos painéis da extremidade das strings.

##### INFRAESTRUTURA

O encaminhamento dos cabos das strings será realizado através de eletrodutos corrugados com proteção UV, nos trechos em que os cabos percorrem sobre o telhado. Já nos trechos em que os cabos percorrem ao longo da parede será utilizado eletroduto de aço galvanizado (caso o percurso seja ao tempo) e PVC (caso o percurso seja em interiores), fixados com abraçadeiras metálicas, tipo “D” com parafuso, diretamente na construção existente. Adicionalmente serão utilizados condutores tipo X, unidut, curvase eletrocalhas para garantir o correto encaminhamento tanto dos cabos CC até o inversor e CA até o ponto de conexão.

## INVERSOR

Os inversores utilizados em sua grande maioria serão do fabricante Sungrow, com potência de 36 kW. Já no caso do Hospital foi sugerido inversores de 50 e 36 kW da marca Goodwe por possuírem uma maior quantidade de MPPT's e maior capacidade de carregamento na entrada. As principais características dos inversores propostos são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Características dos inversores

<b>Dados do Inversor 1 – Goodwe GW50KLV-MT</b>	
Potência Nominal do Inversor (kW)	50 kW
Máxima tensão de entrada (Vcc)	800 Vcc
Números de MPPT	4
Tensão de saída	380 Vac
Corrente máxima de saída	133 A
Eficiência (%)	98,7%
Fabricante	Goodwe
<b>Dados do Inversor 2 – Goodwe GW36K-MT</b>	
Potência Nominal do Inversor (kW)	36 kW
Máxima tensão de entrada (Vcc)	1100 Vcc
Números de MPPT	3
Tensão de saída	380 Vac
Corrente máxima de saída	53,3 A
Eficiência (%)	98,8%
Fabricante	Goodwe
<b>Dados do Inversor 3 – Sungrow SG36K-M</b>	
Potência Nominal do Inversor (kW)	36 kW
Máxima tensão de entrada (Vcc)	1000 Vcc
Números de MPPT	3

Tensão de saída	380 Vac
Corrente máxima de saída	53,5 A
Eficiência (%)	98,5%
Fabricante	Sungrow

Os inversores utilizados contém no mínimo três MPPTs, com entradas para duas strings por MPPT. Portanto, o sistema será conectado utilizando todos os MPPTs associando módulos com a mesma orientação e inclinação.

Os inversores utilizados possuem fusíveis, chave seccionadora e DPS na parte CC e DPS na parte CA.

## FIXAÇÃO DOS INVERSORES

Para realizar a fixação dos inversores nos locais de instalação, será necessário utilizar chumbadores, de modo que não haverá risco de desabamento do equipamento. Portanto, serão utilizados 6 chumbadores de nylon para base oca com parafuso sextavado para cada inversor, de acordo com a Figura 7.

Figura 7. Chumbador de nylon para base oca



## RESUMO DOS EQUIPAMENTOS DA SOLUÇÃO PROPOSTA

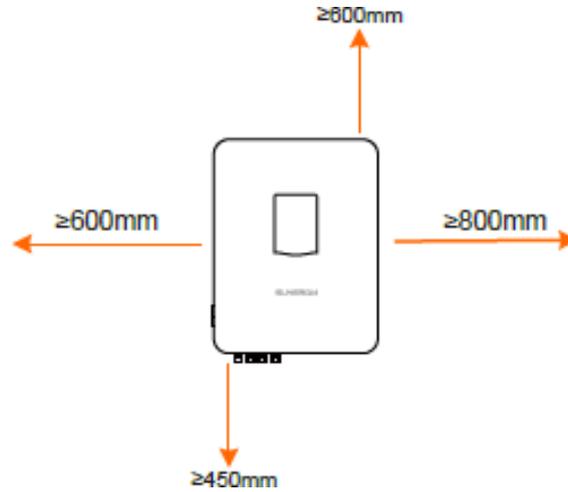
A descrição da totalidade dos equipamentos necessários para realizar as 4 instalações propostas são listados na Tabela 9 junto com quantitativos em cada caso. Para facilitar a aquisição dos equipamentos serão considerados todos do mesmo fabricante.

Tabela 9. Equipamentos necessários

EQUIPAMENTOS DE REFERÊNCIA – SISTEMA PREFEITURA TAMANDARÉ	
No. Módulos fotovoltaicos CS3W-400P	1178
Potência Pico total [kW]	471,2
Qtde. Inversor Sungrow SG50KTL-M	1
Qtde. Inversor Sungrow SG36KTL-M	8
Total potência CA [kW]	338

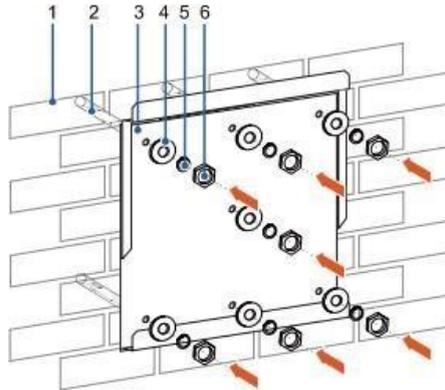
Deverão ser respeitadas as distâncias mínimas solicitadas pelo fabricante para instalação do inversor, segundo a Figura 8.

Figura 8. Distâncias mínimas de fixação do inversor



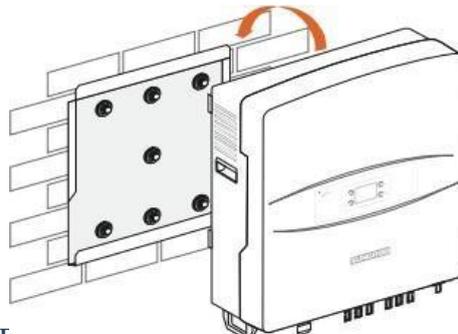
A fixação do inversor será feita em duas etapas, a primeira consiste em fixar o suporte metálico na parede, de acordo com a Figura 9 abaixo.

Figura 9. Fixação do suporte do inversor.



Em seguida, deverá ser encaixado o inversor nas aletas de fixação do suporte metálico e aperto dos parafusos de fixação, de acordo com a Figura 10.

Figura 10. Fixação do inversor no suporte metálico.



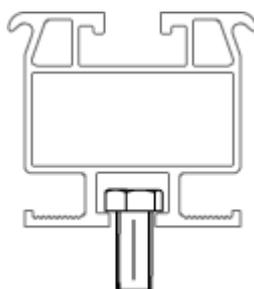
## ESTRUTURA DE FIXAÇÃO DOS MÓDULOS

De acordo com as informações compiladas na visita técnica foi possível identificar os tipos de telhados onde os módulos serão fixados. O tipo de telhado de cada edificação é apresentado na Tabela 8. Cada tipo de cobertura requer um tipo de estrutura de fixação diferente de forma a se adaptar às características da estrutura de suporte da cobertura.

Vale a pena mencionar que para os casos de telhados cerâmicos, com telha em fibrocimento, telha metálica ou concreto pré-moldado se faz necessária uma avaliação estrutural da cobertura que permita estabelecer a viabilidade da instalação fotovoltaica com segurança para as pessoas e a estrutura dos prédios escolhidos para a instalação.

Independente do tipo de fixação, de acordo do tipo de telhado instalado na edificação, os módulos serão instalados sobre perfis metálicos em alumínio, os quais permitem a fixação dos terminais finais e intermediários compatíveis com a espessura do frame dos módulos a serem instalados, segundo a seção transversal apresentada na Figura 11.

Figura 11. Perfil metálico para fixação dos módulos fotovoltaicos



Os parafusos devem **SEMPRE** ser inseridos sobre as abas superiores das telhas para evitar problemas de vazamento.

## CABEAMENTO ESPECIFICAÇÃO DOS CABOS

Todo o cabeamento em corrente contínua deverá ser realizado com cabos solar, preto para o negativo e vermelho para o positivo, com proteção UV, antichama, com isolamento XLPE 0,6/1kV de seção transversal mínima de 4mm<sup>2</sup>, evitando quedas de

tensão significativa e consequentemente perda de eficiência no rastreamento do ponto de máxima potência.

O cabeamento utilizado para conectar os inversores aos QDCAs será cabo HEPR0,6/1 kV com seção transversal compatível com a corrente a ser entregue pelo sistema fotovoltaico para as três fases, o neutro e o aterramento. O cabo utilizado para conexão do neutro deve ser obrigatoriamente de cor azul e o cabo utilizado para o aterramento deve ser obrigatoriamente de cor verde ou verde e amarelo, já os cabos utilizados para conexão das fases deverão ser todos pretos.

## MEMORIAL DE CÁLCULO

Para determinar o cabeamento adequado para os trechos em corrente contínua e em corrente alternada, foi definido uma perda ôhmica aceitável de até 1,0% em cada circuito de corrente contínua e uma perda ôhmica aceitável de até 1,5% no circuito de corrente alternada. Já para quedas de tensão, foi definido uma queda máxima aceitável de 0,5% e 1,5% para circuitos em corrente contínua e corrente alternada, respectivamente.

As perdas em cada circuito foram calculadas de acordo com as equações abaixo:

- SISTEMA EM CORRENTE CONTÍNUA:

$$\text{Perdas Elétricas (W)}: 2 * (I^2 * R_{\text{cabo}} * L_{\text{dist}})$$

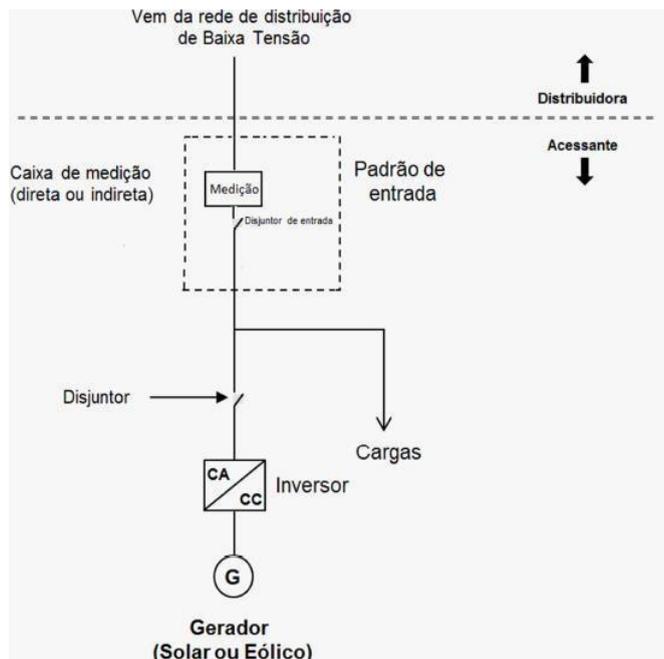
- SISTEMA EM CORRENTE ALTERNADA:

$$\text{Perdas Elétricas (W)}: 3 * (I^2 * R_{\text{cabo}} * L_{\text{dist}})$$

## CONEXÃO

Como se trata de uma usina solar classificada como microgeração distribuída, a conexão dos inversores à rede elétrica pode ser realizada diretamente em baixa tensão, localizada entre o disjuntor geral da unidade de consumidor e o quadro de distribuição de cargas.

Figura 12. Esquema simplificado com inversor na interface de conexão



Portanto, a conexão dos cabos que partem do inversor à rede da distribuidora será realizada em quadro de distribuição. A conexão será realizada diretamente no borne do disjuntor de proteção deste quadro de distribuição.

Para conexão dos cabos de corrente alternada no inversor, o fabricante recomenda desencapar os cabos em 2,5 cm, de modo a garantir a perfeita conexão entre os cabos e o borne de compressão.

## PROTEÇÃO

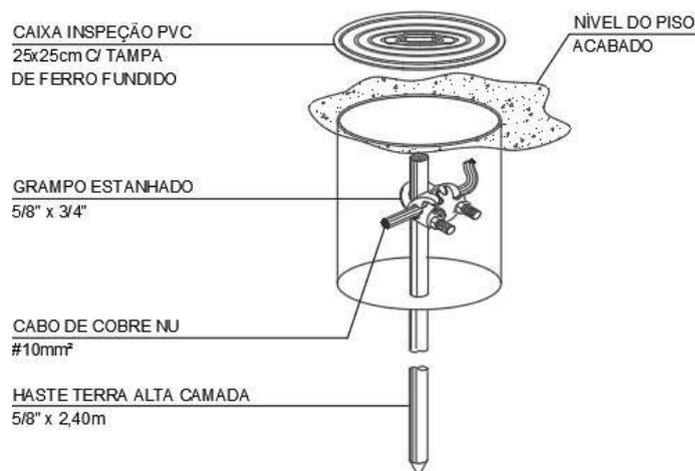
As proteções necessárias para os circuitos de corrente contínua estarão localizadas internamente ao inversor, utilizando fusíveis, DPS e chave de seccionamento. Já para o circuito de corrente alternada será necessário adicionar dispositivos de proteção de surto (DPS) e três disjuntores trifásicos.

Os DPS serão todos de 40 kA, tipo II, sendo um para cada fase e um para o neutro. Já o disjuntor trifásico de corrente alternada deverá ser calculado de acordo com a corrente dos inversores a serem interligados em cada UC. Os disjuntores deverão ser dimensionados utilizando uma margem de segurança de 15% com relação a corrente máxima de saída do inversor.

## ATERRAMENTO

Em cada instalação deverá ser instalada uma haste de aterramento em cobre de 5/8” em caixa de inspeção dedicada para sistema fotovoltaico corretamente equipotencializada com o sistema de aterramento existentes nos prédios escolhidos.

Figura 13: Aterramento do sistema elétrico local.



## 5 REFERÊNCIAS UTILIZADAS

Foram respeitadas todas as normas e padrões vigentes que regem sobre instalação e conexão de sistemas elétricos e sistemas de micro e minigeração distribuída, dentre elas NBR 16690, NBR 5410, IEC, notas técnicas emitidas pela distribuidora de energia local e manual de instalação dos equipamentos.

---

**Carlos Eduardo Vieira Galvão**  
Secretário de Infraestrutura

## ANEXO A

### 1 – DO OBJETO

Contratação de empresa para a aquisição de microgeradores fotovoltaicos, para atender a Prefeitura Municipal de Tamandaré, Hospital José Múncio Monteiro, Escola Municipal Almirante Tamandaré e Escola Municipal mundo mágico

### 2 - DA JUSTIFICATIVA DA CONTRATAÇÃO

Atendendo às diretrizes do planejamento estratégico da PREFEITURA MUNICIPAL DE TAMANDARÉ, este Termo de Referência visa a possibilidade da gestão atual investir, difundir e expandir o uso da energia solar no Município, haja vista, ser umas das alternativas mais viáveis para substituir as fontes poluentes pelo fato de ser uma energia limpa, abundante, renovável, com instalação rápida e fácil, destacando-se por produzir uma energia elétrica autossustentável e principalmente, preservando integralmente o meio ambiente para as futuras gerações.

Além disso, com a Resolução Normativa nº 482/2012, revisada pela Resolução Normativa nº 687/2015, da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, que regulamenta o uso da energia solar, observa-se que sob o ponto de vista financeiro, a situação atual apresenta-se bastante favorável à energia solar, tendo em vista que foi criado um Sistema de Compensação de Energia Elétrica, permitindo que os consumidores instalem pequenas usinas geradoras de energia solar fotovoltaica, pois quando a quantidade de energia gerada for superior à quantidade de energia consumida, serão gerados créditos que poderão ser compensados pelo prazo de até 60 meses.

No mais, ao ser feito estudo de viabilidade no local de instalação da energia, considerando as características climáticas, dimensão territorial e os valores das contas de energia elétrica dos prédios estimados, tendo em vista que o sistema irá permitir que a escola produza a maior parte da energia que consome, após a instalação do sistema.

Por fim, observa-se que o retorno de investimento dos valores a serem gastos com equipamentos e materiais para instalação do gerador solar fotovoltaico na Escola Municipal Pompeu Sarmiento, tem um payback estimado em 05 (cinco) anos, haja vista que o gerador fotovoltaico tem uma vida útil de 25 a 30 anos. Nesse sentido, não resta dúvida que o valor líquido de investimento, a longo prazo, será bastante rentável e atrativo.

ITEM	LOCAL	DESCRIÇÃO	QTD	R\$ UNT	R\$ TOTAL
1	PREFEITURA MUNICIPAL	Microgerador Fotovoltaico	1	R\$ 431.666,67	R\$ 431.666,67

	<b>DE TAMANDARÉ</b>	<p>conectado à rede de distribuição (SFRC) de 94kWp (+/- 10%), contendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Projeto Executivo, instalação e homologação</li> <li>- Paineis Fotovoltaicos de silício poli ou mono cristalino.</li> <li>-2 Inversores Trifásicos de 36kWca</li> <li>-Estrutura para Fixação em telha de Fibrocimento com parafuso estrutural</li> <li>- Infraestrutura Elétrica (Eletrocalhas, eletrodutos, condutores, caixas de passagem)</li> <li>- Cabos Solares, cabos CA, quadros elétricos, dispositivos de proteção e aterramento</li> <li>- Identificação, testes e comissionamento</li> </ul>			
2	<b>HOSPITAL JOSÉ MÚNCIO MONTEIRO</b>	<p>Microgerador Fotovoltaico conectado à rede de distribuição (SFRC) de 176kWp (+/- 10%), contendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Projeto Executivo, instalação e homologação</li> </ul>	1	<b>R\$ 763.333,33</b>	<b>R\$ 763.333,33</b>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Paineis Fotovoltaicos de silício poli ou mono cristalino.</li> <li>-2 Inversores Trifásicos de 36kWca + 1 Inversor Trifásico de 50kWca</li> <li>-Estrutura para Fixação em laje impermeabilizada com suporte tipo triângulo com inclinação de 5°</li> <li>- Infraestrutura Elétrica (Eletrocalhas, eletrodutos, condutores, caixas de passagem)</li> <li>- Cabos Solares, cabos CA, quadros elétricos, dispositivos de proteção e aterramento</li> <li>- Identificação, testes e comissionamento</li> </ul>			
3	<b>ESCOLA MUNICIPAL ALMIRANTE TAMANDARÉ</b>	<p>Microgerador Fotovoltaico conectado à rede de distribuição (SFRC) de 100,8kWp (+/- 10%), contendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Projeto Executivo, instalação e homologação</li> <li>- Paineis Fotovoltaicos de silício poli ou mono cristalino.</li> <li>-2 Inversores Trifásicos de</li> </ul>	1	<b>R\$ 448.333,33</b>	<b>R\$ 448.333,33</b>

		<p>36kWca</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Estrutura para Fixação em telha colonial com gancho de fixação com duas orientações</li> <li>- Infraestrutura Elétrica (Eletrocalhas, eletrodutos, condutores, caixas de passagem)</li> <li>- Cabos Solares, cabos CA, quadros elétricos, dispositivos de proteção e aterramento</li> <li>- Identificação, testes e comissionamento</li> </ul>			
4	<b>ESCOLA MUNICIPAL MUNDO MÁGICO</b>	<p>Microgerador Fotovoltaico conectado à rede de distribuição (SFRC) de 100,8kWp (+/- 10%), contendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Projeto Executivo, instalação e homologação</li> <li>- Paineis Fotovoltaicos de silício poli ou mono cristalino.</li> <li>-2 Inversores Trifásicos de 36kWca</li> <li>-Estrutura para Fixação 50% em telha colonial com gancho de fixação com duas orientações E 50% para Fixação</li> </ul>	1	<b>R\$ 448.333,33</b>	<b>R\$ 448.333,33</b>

		em - Infraestrutura Elétrica (Eletrocalhas, eletrodutos, conduletes, caixas de passagem) - Cabos Solares, cabos CA, quadros elétricos, dispositivos de proteção e aterramento - Identificação, testes e comissionamento			
					<b>VALOR MAXIMO ESTIMADO R\$ 2.091.666,66</b>

### 3. DA AQUISIÇÃO, PAGAMENTO E PRAZO

3.1- Após emissão da ordem de serviço pela contratante, o prazo para as instalações do objeto desta licitação será de 30(trinta) dias corridos a contar da aprovação da Companhia Elétrica(CELPE).

3.2 - Para pagamento: O pagamento será efetuado em até 30 (trinta) dias contados da data da liberação da nota fiscal pelo setor competente e estarem devidamente rubricadas pelo encarregado designado pela secretaria.

3.3- A nota fiscal somente será liberada quando o cumprimento do contrato estiver em total conformidade com as especificações exigidas pela Prefeitura Municipal de Tamandaré.

3.4- Juntamente com a nota fiscal, a contratada deverá apresentar o Certificado de regularidade do FGTS e Federal, através da Certidão Negativa de Débitos, ou Certidão Positiva com Efeitos de negativa, relativos a Créditos Tributários Federais e à dívida ativa da união (CND), expedida conjuntamente pela Secretaria da Receita Federal do Brasil (RFB) e pela Procuradoria-Geral da Fazenda Nacional(PGFN), referente a todos os créditos tributários federais e à Dívida Ativa da União (DAU) por elas administrados, inclusive as contribuições previdenciárias e de terceiros.

3.5- O CNPJ da contratada constante da nota fiscal e fatura deverá ser o mesmo da documentação apresentada no procedimento licitatório.

3.6 - Nenhum pagamento será efetuado à licitante vencedora enquanto pendente de liquidação, qualquer obrigação que lhe for imposta, em virtude de penalidade ou inadimplência, sem que isso gere direito ao pleito de reajustamento de preços.

#### **4. DO CONTRATO**

4.1 - O contrato deverá ser assinado pela(s) licitante(s) vencedora(s) no prazo máximo de até 05 (cinco) dias consecutivos, contado a partir da data da convocação oficial, sob pena de decair o direito à contratação, nos termos do art. 64 da Lei nº 8.666/93 e demais normas legais pertinentes.

4.1.2 O licitante vencedor deve apresentar no momento da assinatura do contrato, que possui em seu quadro profissional de nível superior qualificado como engenheiro elétrico, devidamente reconhecido pelo órgão competente Conselho Federal de Engenharia e Agronomia(CREA).

4.2 - O contrato a ser assinado subordina-se a Minuta em anexo, acrescido das obrigações constantes no Termo de Referência deste edital.

4.3 – A(s) licitante(s) vencedora(s) se obriga(m) a aceitar nas mesmas condições contratuais os acréscimos ou supressões que se fizerem necessários, até 25% (vinte e cinco por cento) do valor inicial do contrato.

4.4 – A Contratada ficará obrigada a atender à(s) especificação (ões) anexa (s) a este Edital, sem que isto acarrete qualquer ônus à Administração ou importe nas sanções previstas na legislação vigente.

#### **5. DA EXECUÇÃO E OBRIGAÇÕES CONTRATUAIS**

##### **DA CONTRATANTE:**

5.1- Atestar nas notas fiscais ou faturas da aquisição do objeto desta licitação;

5.2- Aplicar a empresa vencedora, as penalidades, quando for o caso;

5.3- Prestar a contratada toda e qualquer informação, por esta solicitada, necessária à perfeita execução do contrato;

5.4- Efetuar pagamento à contratada no prazo avençado, após a entrega da nota fiscal no setor competente.

5.5- Notificar, por escrito, à contratada da aplicação de qualquer sanção.

##### **DA CONTRATADA:**

5.6 – Prestar o serviço objeto desta licitação nas especificações contidas neste edital;

5.7- Pagar os tributos que incidem ou venham a incidir, direta e indiretamente, sobre os serviços prestados, mantendo, durante a execução do contrato, as mesmas condições de habilitações;

5.8- Aceitar, nas mesmas condições contratuais, os acréscimos ou supressões que se fizerem necessários nos quantitativos do objeto desta licitação, até o limite de 25% (vinte e cinco por cento) do valor contratual;

5.9 - Fornecer o objeto licitado, no preço, prazo e forma estipulada na proposta, sendo este objeto com qualidade dentro dos padrões exigidos neste edital.

5.10 - Será responsável pela existência de toda e qualquer irregularidade na aquisição do item, comprometendo-se a removê-lo ou repará-lo, desde que provenham da má execução de distribuição, sem ônus para o CONTRATANTE;

5.11 - Fornecer reparação e/ou trocas de todas as peças que apresentarem defeitos durante o período de garantia, responsabilizando-se por todas as despesas inerentes à reposição, transporte e estadia do(s) técnico(s), não cabendo aos órgãos solicitantes qualquer ônus

5.12 Além das obrigações legais, regulamentares e as demais constantes deste instrumento e seus anexos, obriga-se, ainda a licitante adjudicatária a:

a) Havendo descumprimento destas exigências o contrato poderá ser rescindido unilateralmente pela Prefeitura Municipal de Tamandaré, sem prejuízo de outras providências ou cominações legais.

## **6. DA QUALIFICAÇÃO TÉCNICA**

6.1 Atestado de Capacidade Técnica ou declaração, emitido por pessoa jurídica de direito público ou privado, comprovando que a licitante tenha fornecido ou esteja fornecendo serviços pertinentes e compatíveis com o objeto deste edital.

## **7. VALOR ESTIMADO**

7.1 Todos os custos com impostos, transportes e outros aspectos financeiros deverão estar contidos nos preços da proposta comercial.

## **8. DA FISCALIZAÇÃO DO CONTRATO**

8.1 A contratante designará para a fiscalização do contrato e cumprimento da obrigação um servidor responsável.