



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

## **ESTUDO TÉCNICO PRELIMINAR PARA CONTRATAÇÃO DE EMPRESA PARA IMPLANTAÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA**

### **1. DA DESCRIÇÃO DA NECESSIDADE DA CONTRATAÇÃO**

1.1 O presente Estudo Técnico Preliminar (ETP) tem por objetivo demonstrar a viabilidade técnica, bem como prover as informações necessárias à contratação de empresa especializada na prestação de serviço de instalação de uma Usina Fotovoltaica, de acordo com as quantidades e especificações descritas nesta documentação, haja vista os seguintes problemas e a necessidade de implementação de algumas políticas de sustentabilidade que vem acometendo o Tribunal de Contas do Distrito Federal (TCDF):

1.1.1 A Administração Pública arca com custos elevados e precisa adotar gestões nos gastos para adotar maior eficiência, com objetivo de efetivar o princípio da eficiência nas suas atividades, conforme preceitua o art. 37 da Constituição Federal.

1.1.2 Essa premissa se convalida pelos gastos com energia elétrica. Uma vez que o valores com energia elétrica chega no montante de aproximadamente R\$ 100.000,00. De forma que, precisa buscar meios para redução desse consumo de energia ou mesmo ações para abater esses custos variados com as atividades administrativas.

1.1.3 Além do mais, o TCDF não adota grandes ações com energias renováveis na concepção das suas atividades. O que traz impactos na sociedade e na sustentabilidade do planeta. De forma que, precisa diversificar as contratações com ações mais sustentáveis e utilização de energias nominadas de limpas. Essa é uma tendência mundial e o Brasil lidera em 3º lugar no ranking mundial de investimento em energias sustentáveis

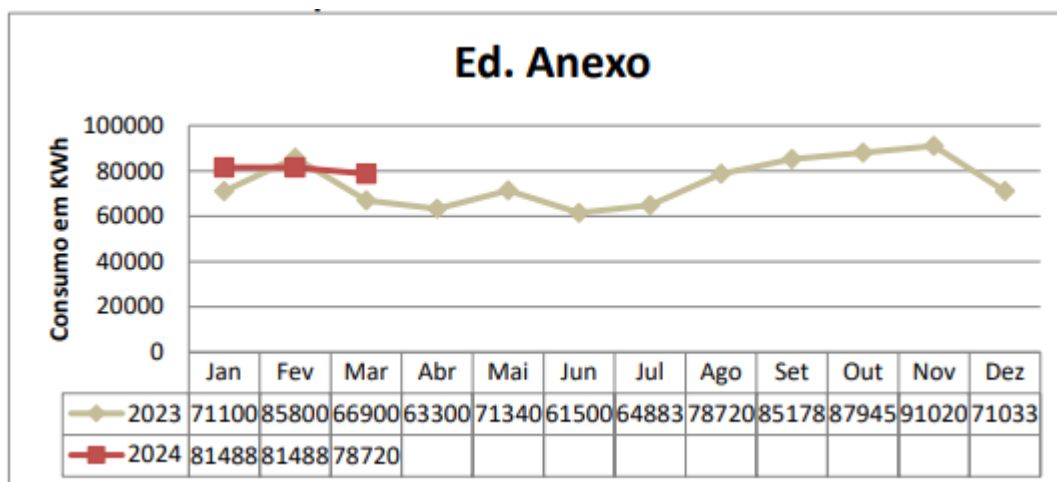
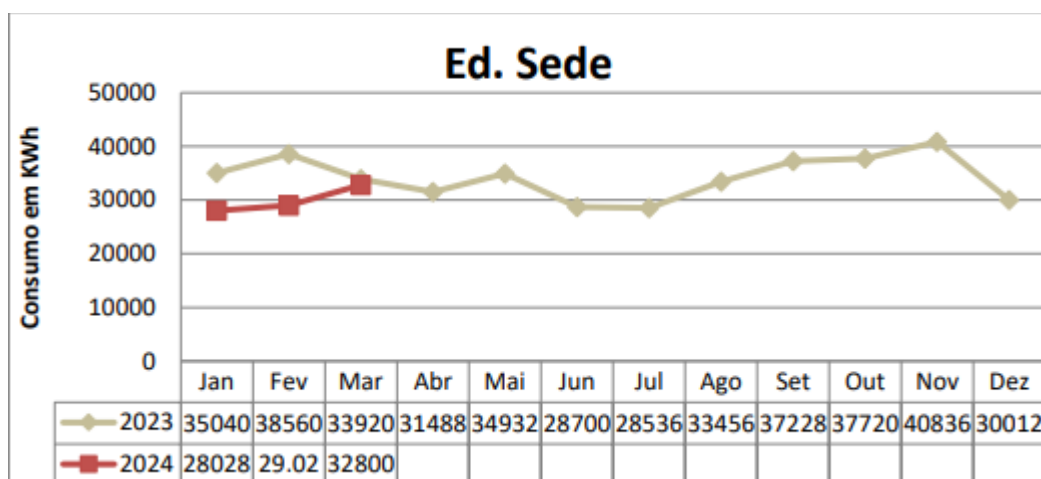
### **1.2 CONTEXTUALIZAÇÃO**

1.2.1 Em vista do A implantação de usina fotovoltaica com base na captação de energia solar na cobertura do Edifício Garagem do TCDF é uma proposta alternativa para o abastecimento de energia das edificações do TCDF.



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

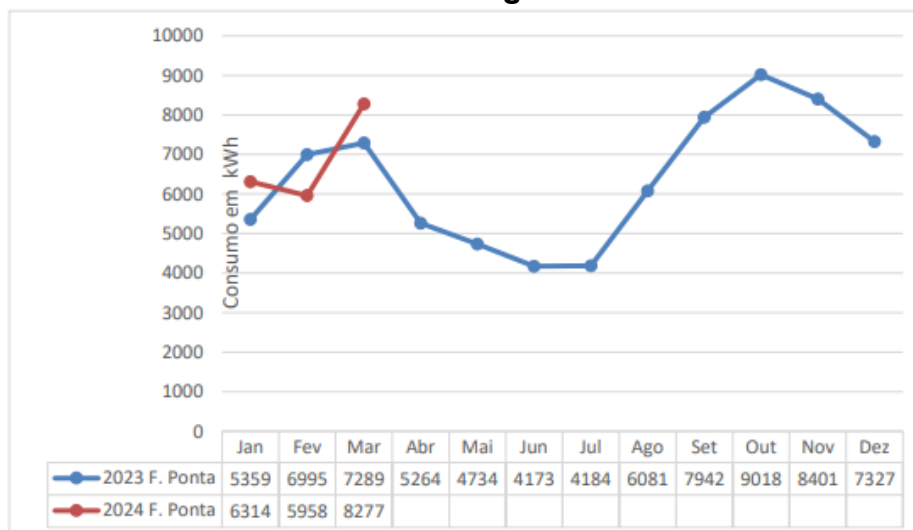
1.2.2 No ano de 2023 e início do ano de 2024 os edifícios do TCDF apresentaram o seguinte perfil de consumo de energia elétrica:





**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

**Ed. Garagem**



1.2.3 Dos gráficos apresentados podemos resumir o consumo geral dos edifícios na seguinte tabela:

Edifício	Consumo Médio Mensal em 2023 (kWh)	Consumo Médio Mensal em 2024 (kWh)
ANEXO	74.894	80.565
SEDE	34.202	29.952
GARAGEM	7.132	7.656
TOTAL	116.228	118.173

1.2.4 Da tabela acima podemos verificar que o consumo mensal médio de energia elétrica dos edifícios do TCDF está próximo de 117.000 kWh mensais, o que gera um custo mensal médio de R\$ 114.660,00, considerando-se o custo atual de R\$0,98/kWh, pago pelo TCDF.

1.2.5 Nesse cenário de grande consumo de energia elétrica é que o TCDF precisa adotar



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

medidas para a instalação de uma usina fotovoltaica se apresenta como uma possibilidade de redução do gasto mensal de energia elétrica dessa Corte de Contas.

- 1.2.6 Por meio de uma fonte de energia renovável, pode ser possível compensar parte do consumo de energia elétrica dos edifícios, reduzindo os valores da conta de energia elétrica, ainda atendendo ao princípio da sustentabilidade, tudo isso com uma solução economicamente vantajosa à Administração.
- 1.2.7 Pretende-se, conforme demonstração posterior, que uma usina fotovoltaica, instalada na cobertura do Edifício Garagem, possa gerar em média 18.820 kWh mensais, trazendo uma economia de até R\$18.443,00 mensais na conta de energia paga pelo TCDF.
- 1.2.8 Nos problemas relacionados a sustentabilidade ambiental, ressalte-se o histórico de adoção de medidas pelo TCDF, com a implantação de medidas de redução de consumo de água (sistema de esgoto a vácuo) e de energia elétrica (adoção de um moderno sistema de ar condicionado no Edifício Anexo e iluminação de LED em todos os Edifícios).
- 1.2.9 Ao implementar uma usina fotovoltaica, junto das medidas supracitadas, o TCDF se estabelece como um órgão que persegue medidas de sustentabilidade ambiental.
- 1.2.10 Além das vantagens ambientais e de economia de custos com energia elétrica, a implantação desse sistema de geração de energia apresenta grande vantagem econômica ao TCDF.
- 1.2.11 O custo estimado de instalação da usina é de R\$ 433.297,09, enquanto a economia mensal na conta de energia elétrica está estimada em R\$18.443,00. Dessa forma, o custo de instalação da usina seria recuperado em 24 meses. Se considerarmos os custos de manutenção, estima-se que o **payback** do investimento seja de 2,5 anos, sendo que a vida útil do sistema é de 20 anos, com baixo custo de manutenção, gerando lucro a partir do quinto ano após a instalação.



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

## **2. DA IDENTIFICAÇÃO DA MELHOR SOLUÇÃO**

2.1 Diante da necessidade identificada no item anterior, o objetivo a ser perseguido pela instalação da Usina Geradora de Energia Fotovoltaica é a economia de recursos financeiros do Tribunal com o consumo de energia elétrica. Para isso, a usina deve gerar a maior quantidade de energia na área de instalação disponível, visando maximizar o desconto na fatura de energia elétrica do TCDF. Uma condição inicial é que a entrada de energia do edifício não será alterada, o que limita a capacidade máxima de geração da usina a 150kWp.

2.2 O alcance desse objetivo deve se dar com a máxima eficiência, com a menor intervenção possível no edifício garagem, visando alcançar o objetivo ao menor custo possível.

2.2 Some-se a isso a baixa capacidade de suporte da cobertura do Edifício Garagem. Para receber toda a estrutura da usina (placas, inversores, cabos e dutos), será realizado um reforço na estrutura metálica da cobertura do edifício. Mesmo assim, como segurança, deverão ser escolhidos os componentes de forma a minimizar o peso que será colocado sobre a estrutura da cobertura.

2.3 Diante dessas condições de contorno, podemos elencar as alternativas e identificar a melhor solução possível para os principais componentes e características da usina fotovoltaica.

### **2.4 TIPO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO**

#### **2.4.1 ALTERNATIVAS POSSÍVEIS**

2.4.1.1 Os sistemas fotovoltaicos podem ser divididos em dois tipos, basicamente: os sistemas On-Grid (ou Grid-Tie) e Off-Grid.

2.4.1.2 Os sistemas On-Grid precisam estar conectados diretamente à rede de distribuição de energia elétrica, dispensam o uso de baterias para o seu armazenamento e precisam de inversores para viabilizar o sincronismo do sistema com a rede da concessionária local, de forma que toda energia excedente produzida seja injetada na rede de distribuição gerando créditos



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

---

de energia, que serão abatidos do consumo total registrado para a unidade no período de faturamento, reduzindo o valor a ser pago pelo consumidor.

2.4.1.3 O sistema de créditos e compensações foi regulamentado pela ANEEL, através da Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012, e permite que os clientes que possuam sistemas de geração On-Grid possam injetar energia excedente na rede, obtendo créditos, na proporção de 1 kWh consumido para cada 1 kWh gerado, com validade de 36 meses, podendo ser abatido em faturas de quaisquer unidades consumidoras de energia do mesmo proprietário, desde que previamente cadastradas.

2.4.1.4 Os sistemas Off-Grid são aqueles que são autônomos e totalmente independentes da rede de distribuição da concessionária local e funcionam utilizando bancos de baterias para armazenar a energia gerada, para que seja utilizada em períodos de pouca ou nenhuma incidência solar. Normalmente são utilizados para propósitos específicos e locais, como eletrificação de cercas, postes de iluminação ou ainda em áreas remotas sem acesso à rede de energia e costumam ser menos eficientes e mais caros que os sistemas On-Grid.



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

## 2.4.2 JUSTIFICATIVAS TÉCNICAS/ECONÔMICAS

2.4.2.1 O quadro a seguir resume vantagens e desvantagens dessas modalidades:

Alternativas	Vantagens	Desvantagens
<b>Off-Grid</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pode ser utilizado em regiões remotas, por ser independente da rede de distribuição de energia;</li><li>• Possui sistema de armazenamento de energia;</li><li>• Não há necessidade de pagamento de conta de energia.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alto custo de manutenção;</li><li>• Menor eficiência;</li><li>• Custo mais elevado devido ao uso de baterias e controladores de carga;</li><li>• Não há sistemas de créditos para uso em outras unidades.</li><li>• A energia produzida só pode ser consumida no mesmo local de produção.</li></ul>
<b>On-Grid</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Baixo custo de manutenção;</li><li>• Dispensa o uso de baterias e controladores de carga;</li><li>• Possibilita ao consumidor adquirir e usar créditos de energia, que podem ser usados em outras unidades do mesmo proprietário;</li><li>• Maior eficiência;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Necessita do acesso à rede de distribuição;</li><li>• Não há sistema de armazenamento de energia;</li><li>• Necessidade de pagar pelo menos um valor mínimo para as contas de energia.</li></ul>

## 2.4.3 ESCOLHA DA SOLUÇÃO

2.4.3.1 Analisando todos os pontos listados, a solução a ser implementada é o **sistema On-Grid**, tendo em vista que pelas características da usina a ser instalada não se consegue gerar energia acima do necessário para todas as edificações existentes, o sistema não será desligado da rede elétrica da concessionária de energia, a usina não conseguirá gerar energia suficiente



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

para ser armazenada em baterias – já que será plenamente abatida -, bem como ainda será efetivado pagamento das contas junto a concessionária já que a energia gerada apenas abaterá do consumo geral.

## 2.5 LOCAL DE INSTALAÇÃO DA USINA

### 2.5.1 ALTERNATIVAS POSSÍVEIS

2.5.1.1 Para a instalação da usina, poderiam ser utilizadas as coberturas dos edifícios Sede, Anexo e Garagem do TCDF.

### 2.5.2 JUSTIFICATIVA TÉCNICA

2.5.2.1 Foi realizada uma consulta de viabilidade à Concessionária de Energia, NEOENERGIA, responsável pelo abastecimento dos edifícios do TCDF.

2.5.2.2 Em reunião realizada entre a Secretaria-Geral de Administração (SEGEDAM) do TCDF e representantes da Concessionária, foi informado que na área onde se localizam os edifícios Sede e Anexo do TCDF (Praça Municipal, Lote 4), existe uma restrição para instalação de sistemas de geração fotovoltaica on-grid.

2.5.2.3 A área técnica da citada empresa informou que, por questões de segurança, é proibida a ligação de sistemas de geração de energia fotovoltaica à rede elétrica em todos os lotes que margeiam o Eixo Monumental, desde a Praça dos Três Poderes até a Praça do Buriti.

### 2.5.3 ESCOLHA DA SOLUÇÃO

2.4.3.1 Diante do exposto, a única alternativa de local possível para instalação da usina fotovoltaica do TCDF é o Edf. Garagem do TCDF.

2.4.3.2 Ressalte-se que as normas da concessionária permitem que a produção de energia gerada em uma unidade de consumo possa gerar crédito para abatimento nas contas de todas as unidades de consumo pertencentes ao mesmo CNPJ/CPF.





**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

2.4.3.3 Dessa forma, ainda que a usina fotovoltaica gere mais energia do que o consumido pelas instalações do Edifício Garagem, o excedente pode gerar descontos nas contas de energia dos Edifícios Sede e Anexo.

## 2.6 SUPORTES PARA INSTALAÇÃO DOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

### 2.6.1 ALTERNATIVAS POSSÍVEIS

2.6.1.1 Para a instalação dos módulos fotovoltaicos, poderão ser utilizados **cavaletes** com inclinação otimizada para a melhor eficiência de geração de energia ou pode-se fixar as placas diretamente sobre o telhado, utilizando-se perfis de alumínio **fixados na estrutura**.

### 2.6.2 JUSTIFICATIVA TÉCNICA

2.6.2.1 Os cavaletes são utilizados quando as placas são instaladas sobre lajes (horizontal) ou quando o telhado possui baixa inclinação (<10%). Uma desvantagem é o custo maior e o peso do cavelete, que deve ser considerado para avaliar a capacidade de suporte do telhado.

2.6.2.2 A fixação direta das placas no telhado é utilizada quando a inclinação do telhado é razoável e a orientação das águas (faces) permite uma boa insolação durante o dia.

2.6.2.3 No caso de fixação diretamente no telhado, o conjunto de fixação e perfis de alumínio utilizados possuem um peso bem menor que o cavelete, bem como um custo reduzido.

### 2.6.3 ESCOLHA DA SOLUÇÃO

2.6.3.1 O telhado do Edf. Garagem possui uma inclinação razoável (20%), bem como uma orientação perfeita para receber insolação nas duas águas do telhado (leste/oeste).

2.6.3.2 Além disso, devido ao baixo peso do conjunto de fixação, a fixação direta das placas no telhado torna-se uma solução ideal para o local, tendo em vista que



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

um dos objetivos, citados no item 2.2, é a escolha de componentes do sistema de forma a minimizar o peso que será colocado sobre a estrutura da cobertura

2.6.3.3 Diante do exposto, a alternativa mais adequada tecnicamente é a fixação das placas diretamente sobre o telhado.

## 2.7 TIPO E TECNOLOGIA DE MÓDULO FOTOVOLTAICO

### 2.7.1 ALTERNATIVAS POSSÍVEIS

2.7.1.1 Há uma variedade de tecnologias fotovoltaicas disponíveis comercialmente. Entre todas, destaca-se a tecnologia de silício cristalino fotovoltaico, incluindo o silício monocristalino e o silício policristalino.

2.7.1.2 Além das tecnologias de silício cristalino, há as tecnologias de filme fino, como o Silício Amorfo, Silício Microcristalino, Seleneto de cobre, índio e gálio (CIGS), e Telureto de cádmio (CdTe), bem como as células solares sensibilizadas por corantes e outras tecnologias em desenvolvimento ou já comercializadas.

2.7.1.3 No entanto, ao discutir tecnologias fotovoltaicas, frequentemente mencionamos apenas os módulos monocristalinos e policristalinos. Isso se deve ao fato de que, atualmente, essas tecnologias já representam mais de 90% do mercado global de módulos e células fotovoltaicas.

2.7.1.4 Hoje também existem diversas tecnologias desenvolvidas para otimizar os módulos de silício cristalino. Entre elas temos os módulos bifaciais, muito similares aos módulos tradicionais, mas diferente deles, por possuírem células fotovoltaicas com duas faces. De um lado, é absorvida a energia radiante, em que os raios incidem diretamente sobre o material. Do outro lado, é absorvida a luz refletida do solo.

### 2.7.2 JUSTIFICATIVA TÉCNICA



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

- 2.7.2.1 Os painéis solares policristalinos são menos eficientes quando comparados aos painéis monocristalinos. No entanto, eles custam menos, o que os torna uma opção mais econômica.
- 2.7.2.2 O silício é o principal componente de um painel solar policristalino. Na sua produção, são utilizados vários cristais de silício. Diferentes fragmentos de silício são derretidos para criar “bolachas”, que são anexadas ao painel.
- 2.7.2.3 Como existem mais de um cristal de silício em cada célula, há menos espaço para os elétrons se moverem livremente. Esta é a razão pela qual os painéis solares policristalinos são menos eficientes do que os monocristalinos.
- 2.7.2.4 Outra vantagem dos painéis solares policristalinos é sua maior tolerância ao calor, o que leva a um bom desempenho mesmo em climas quentes.
- 2.7.2.5 Os painéis solares monocristalinos possuem um desempenho superior aos painéis policristalinos.
- 2.7.2.6 Para produzir células fotovoltaicas para os painéis solares monocristalinos, as barras de silício são cortadas em fatias finas ou “bolachas”. A composição de cristal único da célula fotovoltaica permite que os elétrons tenham espaço suficiente para seu fluxo. Isso significa que os painéis solares monocristalinos funcionam com mais eficiência do que os painéis policristalinos.
- 2.7.2.7 A primeira e principal vantagem dos painéis solares monocristalinos é a sua melhor eficiência. O uso de silício de alta qualidade os torna altamente duráveis e resistentes. Geralmente oferecem taxas de eficiência de 15 a 20%.
- 2.7.2.8 Os painéis solares de silício monocristalino também são mais eficientes em termos de espaço. Dessa forma, eles precisam de relativamente menos espaço em comparação com os painéis policristalinos.
- 2.7.2.9 Os painéis solares monocristalinos também mantêm um bom desempenho ao longo do tempo. A maioria dos fabricantes oferece uma garantia de 25 anos em seus painéis solares monocristalinos.
- 2.7.2.10 Os painéis solares monocristalinos também mantêm uma boa eficiência mesmo em condições de pouca luz.



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

- 2.7.2.11 Para otimização da placa solar, existe a opção de utilização de placas bifaciais. Em vez de possuir células em apenas um dos lados, essa placa possui células em ambos. Dessa forma, além de absorver a luz solar que incide em um dos lados, ele também consegue absorvê-la na face oposta ao sol, por meio da luz refletida em superfícies como chão, telhados ou outros objetos.
- 2.7.2.12 Dessa forma, eles podem ser posicionados tanto na vertical quanto com alguma inclinação. Ao contrário dos painéis tradicionais, cuja face inferior fica, na maioria das vezes, totalmente colada a uma superfície, esse tipo de painel deve ser colocado em outras posições, aproveitando a luz que vem de cima e de baixo.
- 2.7.2.13 O painel solar bifacial consegue gerar até 25% mais energia com a mesma área. Isso porque eles aproveitam melhor a energia solar, uma vez que captam tanto a energia que incide diretamente na parte de cima do painel quanto a energia difusa, que incide na parte de trás, direta ou indiretamente.
- 2.7.2.14 Todavia, uma desvantagem é a necessidade de instalação na vertical ou inclinada, com a utilização de suportes, para permitir a captação de luz pela face oposta da placa. Como explanado no item 2.6.3, a instalação mais adequada das placas no Edf. Garagem é sua fixação direta no telhado.
- 2.7.2.15 Quanto à potência de cada placa, existem no mercado diversas potências de placas disponíveis, de 440Wp a 580Wp, com dimensões padrão de aproximadamente 220x110cm:
- “SunPower - A SunPower oferece a série Maxeon, com modelos que ultrapassam 545 Wp.
  - LG - A LG oferece a série NeON R, que também possui modelos com potências acima de 545 Wp.
  - Trina Solar - A Trina Solar oferece a série Vertex, com placas que podem exceder 545 Wp de potência.
  - JinkoSolar - A JinkoSolar também lançou a série Tiger Pro, que apresenta placas com potências superiores a 545 Wp.



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

2.7.2.16 Destaca-se que essa amostra exemplificativa é apenas como referência que há sim competitividade mesmo restringindo o mínimo de potência e demais características.

### 2.7.3 ESCOLHA DA SOLUÇÃO

2.7.3.1 Diante do exposto, pela sua característica de maior eficiência e grande vida útil, entende-se que a utilização de placas fotovoltaicas de silício monocristalino é a mais adequada tecnicamente para o alcance dos objetivos do projeto.

2.7.3.2 Quanto à utilização de placas bifaciais, o tipo de instalação, diretamente sobre o telhado, impede o seu aproveitamento adequado, razão pela qual a melhor solução é a utilização de placas comuns de uma face.

2.7.3.3 Quanto à potência das placas, como o objetivo principal é a maximização da geração de energia, entende-se que se deve buscar a maior potência máxima de geração por placa. Dessa forma, optou-se pela utilização de placas fotovoltaicas com potência mínima de 545Wp.

## 2.8 TIPO DE INVERSOR

### 2.8.1 ALTERNATIVAS POSSÍVEIS

2.8.1.1 O inversor desempenha o papel crucial no sistema fotovoltaico ao converter a eletricidade gerada pelos módulos fotovoltaicos. Sua função é transformar a corrente contínua em corrente alternada e, em seguida, sincronizá-la com a rede elétrica da concessionária.

2.8.1.2 Para a instalação pretendida, existem duas alternativas de inversores possíveis: inversores **string** ou **microinversores**.

2.8.1.3 Inversores string são inversores convencionais que atendem um grupo de painéis solares. Por esse motivo, os inversores string trabalham com níveis de tensão e potência mais elevados.

**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**

Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP

Serviço de Manutenção - SEMAN

2.8.1.4 Um microinversor solar é essencialmente uma versão em miniatura de um inversor convencional, projetado para ser utilizado com painéis solares individuais, em vez de uma série de painéis conectados em série, conhecida como string.

2.8.1.3 Enquanto o inversor tradicional é instalado em conjunto com um grupo de painéis solares, o microinversor é conectado diretamente a cada placa de energia solar individual. Recentemente, foram desenvolvidos microinversores capazes de gerenciar até 2 ou 4 placas solares, sendo este o conceito mais comum no mercado atualmente, visando reduzir custos.

**2.8.2 JUSTIFICATIVA TÉCNICA**

<b>Alternativas</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<b>Inversor String</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Custo relativamente baixo.</li><li>• Eficiência moderada.</li><li>• Fácil instalação e manutenção..</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tendem a ter menor eficiência em situações de sombreamento ou desempenho irregular dos painéis solares.</li><li>• Uma falha em um painel pode afetar o desempenho de toda a string.</li></ul>
<b>Microinversor</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eficiência superior em condições de sombreamento ou desempenho irregular dos painéis solares.</li><li>• Cada painel é independente, minimizando o impacto de falhas individuais.</li><li>• Monitoramento individual de cada painel.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Custo inicial mais elevado.</li><li>• Maior complexidade de instalação e manutenção devido à necessidade de conexão individual de cada painel.</li></ul>



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

### 2.8.3 ESCOLHA DA SOLUÇÃO

- 2.8.3.1 Ambas as alternativas oferecem vantagens e desvantagens que impactam a solução final.
- 2.8.3.2 A utilização de microinversores pode maximizar a eficiência do sistema, no caso de sombreamento parcial do sistema e falhas individuais de painéis. Todavia, sua utilização têm um impacto grande no custo de instalação e na manutenção durante a vida útil do sistema.
- 2.8.3.3 Devido à localização do Edf. Garagem, a geração de energia não estará sujeita a sombreamentos significativos, portanto a utilização de microinversores não trará ganhos significativos nesse caso. Quanto ao aumento da eficiência pelo funcionamento independente das placas, a limitação da máxima geração de energia (150kWp) limita o ganho gerado pela maximização da eficiência.
- 2.8.3.4 A utilização de inversores string traz como principal benefício o menor custo de instalação e manutenção durante a vida útil do sistema, gerando benefício econômico para a Administração. Todavia a eficiência deles é menor no caso de sombreamento e falha individual de painéis.
- 2.8.3.5 Considerando que ambos os tipos de inversores atendem a necessidade de geração de energia, bem como ambos apresentam vantagens e desvantagens que não permitem indicar que uma tecnologia é superior a outra no caso concreto, entendemos que ambos podem ser aceitos na especificação do objeto, sendo que a solução mais adequada será aquela que oferecer a melhor relação custo-benefício para a Administração, garantindo ao mesmo tempo o suprimento contratado de energia em kWp.

## 2.9 QUANTO A ESTRUTURA DE TELHADOS:

- 2.9.1 As estruturas de suporte devem estar projetadas para resistir aos esforços do vento de acordo com a NBR 6123/1988 e a ambientes de corrosão igual ou maiores que C3, a



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

depender da localização da instalação do sistema, em conformidade com a ISO 9223 e EN 12944-2.

2.9.2 A estrutura de fixação dos painéis deverá ser estática, com ângulo de inclinação conforme definido no projeto executivo.

2.9.3 As estruturas de suporte, inclusive parafusos, porcas e elementos de fixação em geral, devem atender ao requisito de resistência à corrosão e duração de 25 anos e os procedimentos de instalação devem preservar a proteção contra corrosão. As estruturas deverão ser fornecidas em alumínio e os parafusos, porcas e arruelas deverão ser de aço inoxidável.

2.9.4 Sempre que possível devem ser utilizados furos já existentes nas telhas, deve-se ainda aplicar materiais vedantes, a fim de eliminar quaisquer tipos de infiltração de água no interior da unidade.

2.9.5 Todos os módulos devem estar a uma altura suficiente da cobertura, de modo a permitir uma ventilação adequada, conforme recomendação do fabricante.

2.9.6 As estruturas/módulos fotovoltaicos devem ser dispostos de tal maneira que permita o acesso à manutenção do telhado e demais equipamentos existentes na unidade.

2.9.7 As estruturas de fixação e os corredores de acesso para manutenção dos painéis fotovoltaicos deverão ser perpendiculares às terças da estrutura do telhado.

2.9.8 Os corredores deverão garantir acesso seguro ao telhado, devendo ser posicionados na região central e evitando, principalmente, as extremidades.

2.9.9 O TCDF está em processo licitatório para ajuste de todo o telhado desse edifício garagem (00600-00002395/2024-92). Motivo este que exime essa contratação de quaisquer ajustes em relação ao telhado, uma vez que ele se encontrará em perfeitas condições para recebimento do sistema fotovoltaico.





**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

### **3. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO**

3.1. As especificações técnicas referentes ao objeto da presente contratação constam do Anexo I (Especificações Técnicas).

### **4. DOS REQUISITOS DA CONTRATAÇÃO**

4.1 Os serviços executados e os materiais empregados deverão obedecer a todas as legislações e Normas Brasileiras (NBR) pertinentes ao objeto, existentes ou que venham a ser editadas, bem como as normas internacionais consagradas, na falta das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) ou para melhor complementar os temas previstos por elas. À guisa de ilustração, cita-se as seguintes legislações e normativas:

4.1.1 Das legislações e normativas:

4.1.1.1 Lei 10.520 de 17 de julho de 2002 institui a modalidade do pregão;

4.1.1.2 Decreto nº 9.507/2018;

4.1.1.3 Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993;

4.1.1.4 IN n.º 01/ SLTI, de 19 de janeiro de 2010 que dispõe sobre critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional; As normas do Instituto Nacional de Metrologia INMETRO e suas regulamentações;

4.1.1.5 NBR 5410 - Execução de instalações elétricas de baixa tensão;

4.1.1.6 NBR 5471 - Condutores elétricos;

4.1.1.7 NBR 5419 - Proteção contra descargas atmosféricas;

4.1.1.8 NBR 16274 - Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho;

4.1.1.9 NBR 11876 - Módulos fotovoltaicos - Especificação;

4.1.1.10 NBR 16149 - Sistemas fotovoltaicos (FV) - Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição;



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

- 4.1.1.11 NBR 16150 - Sistemas fotovoltaicos (FV) - Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição - Procedimento de ensaio de conformidade;
- 4.1.1.12 NBR IEC 62116 - Procedimento de ensaios de anti-ilhamento para inversores de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica;
- 4.1.1.13 NBR IEC 61643-1/2007 - Dispositivos de proteção contra surtos em baixa tensão;
- 4.1.1.14 IEC 61215 - Terrestrial photovoltaic (PV) modules. Design qualification and type approval Test requirements;
- 4.1.1.15 Resolução ANEEL 482/2012;
- 4.1.1.16 Resolução ANEEL 687/2015;

4.2 Além disso, para o atendimento das especificidades da contratação, a empresa contratada deverá possuir qualificação técnica, nos termos seguintes:

- I. **Prova de inscrição ou registro da empresa junto ao Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA)**, da localidade da sede da licitante. No caso de a licitante vencedora possuir registro no CREA de outra localidade, deverá apresentar visto do Conselho respectivo do Distrito Federal, previamente à contratação.
- II. **Atestado(s) de Capacidade Técnica ou Certidão(ões)**, expedido(s) por pessoa jurídica de direito público ou privado, com registro no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) que comprove(m) ter a licitante executado instalação de sistema de geração de energia fotovoltaica on-grid com demanda estimada mínima de 75 kWp, incluindo elaboração de projeto executivo e aprovação junto à concessionária de energia.

4.3 Com o objetivo de prever requisitos de sustentabilidade ambiental nas contratações públicas no âmbito do Distrito Federal, o art. 2º da Lei Distrital nº 4.770, de 22 de fevereiro de 2012, estabelece que constem do procedimento de contratação critério de habilitação e cláusula contratual que exijam do fornecedor ações de recepção de bens, embalagens, recipientes ou



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

equipamentos inservíveis e não reaproveitáveis pela administração pública, bem como a comprovação de que adota práticas de desfazimento sustentável, reciclagem dos bens inservíveis e processos de reutilização e gerenciamento de resíduos segundo as diretrizes da resolução 107 de 5 de julho de 2002 da CONAMA. A fim de atender à citada obrigatoriedade, bem como considerando o disposto no art. 63, inciso I, da Lei nº 14.133/2021, deverá ser exigida do fornecedor:

4.3.1 Declaração de que atende aos requisitos previstos no art. 2º da Lei Distrital nº 4.770/2012, fazendo também constar como obrigação contratual a manutenção das condições de habilitação durante toda a vigência contratual, prevendo o direito do contratante de fiscalizar o cumprimento dos compromissos assumidos, bem como de aplicar as sanções contratuais em caso de descumprimento.

## **5. DA PREVISÃO DA CONTRATAÇÃO NO PLANO DE CONTRATAÇÃO ANUAL**

5.1 A presente contratação está prevista no Plano de Contratação Anual, aprovado pelo Secretário-Geral de Administração (SEGEDAM), conforme consta dos autos do processo administrativo eletrônico nº 00600-00014442/2023-60, peça 5, edoc 6A75E84F.

5.2 A presente contratação tem orçamento previsto no Quadro de Detalhamento da Despesa (QDD) do TCDF, no Programa de Trabalho 01.032.8231.3903.9702 – Reforma de Prédios e Próprios – Tribunal de Contas do Distrito Federal, subitem 4.4.90.51 - OBRAS E INSTALAÇÕES.

5.3 Os valores para a contratação estão contemplados no exercício de 2024 no supracitado subitem.

## **6. DA ESTIMATIVA DAS QUANTIDADES**

6.1. Conforme já mencionado no Item 2, a entrada de energia do edifício não será alterada, o que limita a capacidade máxima de geração da usina a 150kWp.

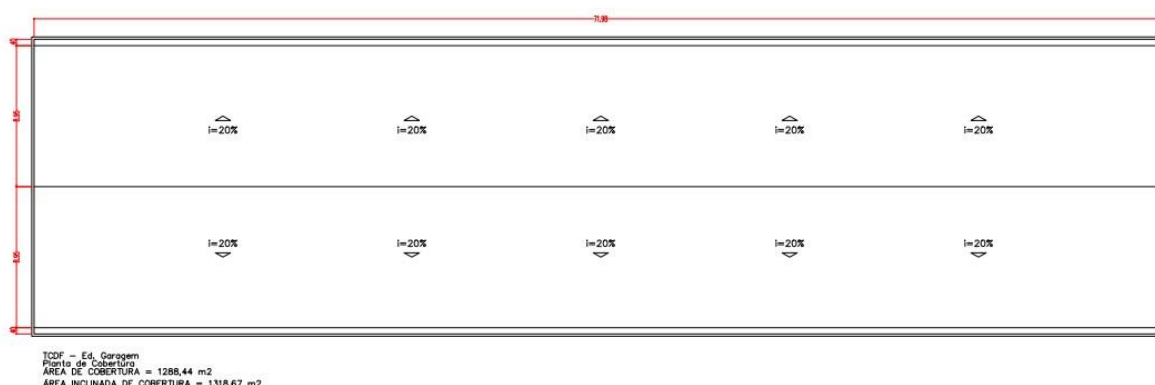
6.2. Dessa forma, considerando-se a utilização de placas de potência máxima de 545Wp, será utilizado um quantitativo de 275 placas, que possibilitará uma geração de energia de 149,88 kWp.



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN



6.3. Será disponibilizado toda área disponível na cobertura da edificação, aproximadamente 1.288,44 m<sup>2</sup>, para utilização do sistema a ser projetado e fornecido pela empresa. Caberá a empresa a análise da área disponibilizada para possível utilização.



6.4. Deve ser previsto em projeto a fixação dos equipamentos a serem instalados na estrutura de cobertura da edificação.

## **7. DO PARCELAMENTO DA CONTRATAÇÃO**

7.1 O objeto da Contratação pode ser decomposto, basicamente em 4 partes:

7.1.1. Projeto executivo e aprovação junto à Concessionária Local;

7.1.2. Fornecimento de Inversor Trifásico;



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

7.1.3. Fornecimento de Módulos Fotovoltaicos;

7.1.4. Instalação do conjunto;

7.2 Como as concessionárias de energia, no processo de análise para aprovação dos projetos executivos usinas fotovoltaicas, exigem detalhes dos equipamentos, inclusive a definição prévia de marca e modelo, especialmente do inversor trifásico, caso o projeto executivo (I) fosse contratado de forma separada e previamente ao fornecimento (II e III) e instalação (IV), a licitação restringiria a marca e modelo a ser adquirido / instalado, restringindo a competitividade do certame e elevando os preços.

7.3 As aquisições (II e III) se realizadas separadamente da instalação (IV), demandaria um tempo muito maior para o efetivo início da operação das usinas, gerando uma perda considerável da economia relativa à compensação da energia que teria sido gerada neste período.

7.4 Concluindo, apesar do parcelamento do objeto ser tecnicamente possível, há conveniência técnica e vantagem econômica para que não seja dividido visto que poderia acarretar em possíveis sobrepreços unitários, pois a aquisição / execução dos serviços de forma isolada teria menor relevância e potencial desinteresse do mercado.

7.5 Desta forma, é importante que seja contratada uma única empresa para o projeto, fornecimento e instalação da usina.

## **8. DA ESTIMATIVA DO VALOR DA CONTRATAÇÃO**

### **8.1 Estimativa do valor da Contratação**

8.1.1. Elaboração de projeto executivo de sistema de geração de energia fotovoltaica on-grid incluindo a aprovação deste junto à concessionária de energia e outros órgãos pertinentes, seguindo toda a legislação e normativas aplicáveis, que atenda a demanda estimada de 149,88 kWp, observando as exigências presentes no Termo de Referência para atender as necessidades do TCDF.

8.1.2. Fornecimento, instalação, comissionamento e ativação de todos os materiais e equipamentos para o sistema de geração de energia fotovoltaica on-gride conforme projeto



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

a ser elaborado e aprovado e Termo de Referência, incluindo ativação do sistema e efetivação do acesso junto à concessionária de energia, bem como o suporte técnico e o treinamento de operação e limpeza do sistema a ser instalado no edifício Garagem do TCDF.

8.2 Com base em pesquisa realizada no Portal de Compras do Governo Federal (compras.gov.br), foram coletados preços praticados na Administração Pública, bem como coleta de proposta na praça de Brasília-DF, com objetos similares ao da contratação em análise, e considerando os quantitativos e especificações da solução técnica selecionada, foram estimados o custo unitário e o custo total da contratação conforme tabelas abaixo:

ITEM	DESCRIÇÃO	PROPOSTA	TJRJ	SEBRAE-MG	CODEVASF	MEDIANA	PREÇOS EXORBITANTES (+50%)	PREÇOS INEXEQUÍVEIS (-50%)
1	USINA FOTOVOLTAÍCA	<del>4.478,96</del>	2.597,40	2.890,96	2.538,41	2.744,18	4.116,27	1.372,09

ITEM	QTD	UND	DESCRIÇÃO	TJRJ	SEBRAE-MG	CODEVASF	MÉDIA	MEDIANA	Valor Unitário Estimado (R\$)	Valor Total Estimado (R\$)
1	149,88	UND	USINA FOTOVOLTAÍCA	2.597,40	2.890,96	2.538,41	2.675,59	2.597,40	2.597,40	389.298,31
VALOR ESTIMADO DA CONTRATAÇÃO (R\$)										389.298,31



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

ITEM 1 – USINA FOTOVOLTAICA – 149,88					
ESTIMATIVA CUSTO TOTAL USINA FOTOVOLTAICA					
ITEM	DESCRIÇÃO OBJETO / ITEM	UND	QTD	VALOR UNITÁRIO (R\$ / kWp)	VALORTOTAL (R\$)
1.	Elaboração de projeto executivo de sistema de geração de energia fotovoltaica on-gride incluindo a aprovação deste junto à concessionária de energia e outros órgãos pertinentes, seguindo toda a legislação e normativas aplicáveis, que atenda a demanda estimada de 149,875 kWp, observando as exigências presentes no Termo de Referência para atender as necessidades do TCDF. Fornecimento, instalação, comissionamento e ativação de todos os materiais e equipamentos para o sistema de geração de energia fotovoltaica on-gride conforme projeto a ser elaborado e aprovado e Termo de Referência, incluindo ativação do sistema e efetivação do acesso junto à concessionária de energia, bem como o suporte técnico e o treinamento de operação e limpeza do sistema a ser instalado no edifício Garagem do TCDF	kWp	149,88	2.597,40	389.298,31
<b>PREÇO TOTAL ESTIMADO (Considerando 149,875 kWp)</b>				<b>R\$ 389.298,31</b>	
<b>PREÇO UNITÁRIO MÉDIO (R\$ / kWp)</b>				<b>R\$ 2.59740 / kWp</b>	



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

## **9. CONTRATAÇÕES CORRELATAS**

- 9.1 Visando viabilizar a presente contratação, foi contratado um laudo técnico estrutural para verificar a capacidade da estrutura da cobertura do Edf. Garagem de sustentar a sobrecarga gerada pela instalação de uma usina fotovoltaica.
- 9.2 A conclusão do laudo foi que a estrutura suportaria a sobrecarga pretendida mediante a execução de reforço estrutural. Foi elaborado o projeto de reforço e sua execução está em vias de contratação no âmbito do Processo n.º 0060000002395/2024-92-e. No citado processo também se encontram o laudo e o projeto citados, bem como a necessária Anotação de Responsabilidade Técnica (ART).
- 9.3 Dessa forma, a instalação da usina fotovoltaica, evento seguinte à elaboração do projeto e aprovação junto à Concessionária de Energia, só poderá ser iniciado após a conclusão dos serviços de recuperação do telhado e reforço estrutural da cobertura, objeto do Processo n.º 0060000002395/2024-92.

## **10. DAS PROVIDÊNCIAS CONTRATAÇÃO ADMINISTRATIVAS A SEREM TOMADA ANTES DA CONTRATAÇÃO**

- 10.1 Para que seja possível a efetiva instalação e funcionamento da usina fotovoltaica, a recuperação do telhado e reforço da estrutura da cobertura deverão ser finalizados.
- 10.2 Dessa forma, a instalação da usina fotovoltaica, evento seguinte à elaboração do projeto e aprovação junto à Concessionária de Energia, só poderá ser iniciado após a conclusão dos serviços de recuperação do telhado e reforço estrutural da cobertura, objeto do Processo n.º 0060000002395/2024-92-e.
- 10.3 Tendo em vista que não haverá alteração na entrada de energia do edifício, não existe adequação na rede elétrica interna do edifício, que não esteja no escopo dos serviços de empresa contratada para instalação da usina.
- 10.4 Assim, não há outros ajustes necessários para que a licitação ocorra de forma satisfatória.





**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

## 11. RESULTADOS PRETENDIDOS

- 11.1 Redução do valor da fatura de energia elétrica do edifício, por meio da compensação da energia gerada pela usina.
- 11.2 Retorno do investimento, realizado pela Administração, na aquisição e instalação da usina em aproximadamente 09 (nove) anos e ganho financeiro, após a amortização do investimento, até o fim da vida útil do sistema, estimada em 25 (vinte e cinco) anos, conforme demonstrado no gráfico do Anexo XIV.
- 11.3 Estimativa mensal de geração com 275 módulos de 545kW (considerando a tarifa de R\$0,98/kWh):

### ESTIMATIVA MENSAL DE GERAÇÃO E ECONOMIA

Mês	Geração kWh	Economia em R\$
Janeiro	17.318,46	R\$ 16.972,09
Fevereiro	17.257,34	R\$ 16.912,20
Março	17.809,53	R\$ 17.453,34
Abril	18.591,60	R\$ 18.219,77
Maiο	19.737,43	R\$ 19.342,68
Junho	19.338,03	R\$ 18.951,27
Julho	20.753,77	R\$ 20.338,70
Agosto	22.892,66	R\$ 22.434,80
Setembro	20.084,46	R\$ 19.682,77
Outubro	18.966,27	R\$ 18.586,95
Novembro	15.911,45	R\$ 15.593,22
Dezembro	17.178,04	R\$ 16.834,48
Média Mensal	18.819,92	R\$ 18.443,52
<b>Total Anual</b>	<b>225.839,04</b>	<b>R\$ 221.322,26</b>

- 11.4 Os dados foram calculados considerando a irradiação média de 5,27 kWh/m².dia médio e utilizando um software de simulação.



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

- 11.5 Geração anual prevista em 225,8 MWh.
- 11.6 O custo estimado de instalação da usina é de R\$ 433.297,09, enquanto a economia mensal na conta de energia elétrica está estimada em R\$18.443,00. Dessa forma, o custo de instalação da usina seria recuperado em 24 meses. Dessa forma, é esperado, considerando os valores apresentados, que o sistema se pague em 2,5 anos, mesmo considerando os custos de manutenção.
- 11.7 Como o sistema possui vida útil de 20 anos, será uma economia financeira considerável. Ainda mais se considerarmos a inflação no tempo nesses 20 anos – energia cada vez mais cara.

## **12. REQUISITOS DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL**

12.1 A utilização de energia solar fotovoltaica reduz o consumo de energia oriunda de fontes com maiores impactos ao meio ambiente, como as termelétricas e até mesmo as hidroelétricas. A iniciativa também está em harmonia com a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia contida na Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que preconiza a alocação eficiente de recursos energéticos e a preservação do meio ambiente.

12.2 A aquisição de produtos eletrônicos pela Administração Pública deve considerar medidas que reduzam os impactos da cadeia de circulação de seus componentes no meio ambiente, desde o recebimento até os procedimentos de logística reversa.

12.3 Nesse contexto, com o objetivo de prever requisitos de sustentabilidade ambiental nas contratações públicas no âmbito do Distrito Federal, o art. 2º da Lei Distrital nº 4.770, de 22 de fevereiro de 2012, estabelece que constem do procedimento de contratação critério de habilitação e cláusula contratual que exijam do fornecedor ações de recepção de bens, embalagens, recipientes ou equipamentos inservíveis e não reaproveitáveis pela administração pública, bem como a comprovação de que adota práticas de desfazimento sustentável, reciclagem dos bens inservíveis e processos de reutilização e gerenciamento de resíduos segundo as diretrizes da resolução 107 de 5 de julho de 2002 da CONAMA.



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

---

12.4 A fim de atender à obrigatoriedade descrita acima e considerando o disposto no art. 63, inciso I, da Lei nº 14.133/2021, deverá ser exigida do fornecedor, como critério de habilitação para a contratação, declaração de que atende aos requisitos previstos no art. 2º da Lei Distrital nº 4.770/2012, fazendo também constar como obrigação contratual a manutenção das condições de habilitação durante toda a vigência contratual, prevendo o direito do contratante de fiscalizar o cumprimento dos compromissos assumidos, bem como de aplicar as sanções contratuais em caso de descumprimento.



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

### 13. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

13.1 Consideradas as necessidades do Tribunal de Contas do Distrito Federal (TCDF) quanto ao serviço de instalação de uma usina fotovoltaica no telhado do Edifício Garagem, seguindo o formato on-grid, analisadas as alternativas de solução, suas vantagens, desvantagens, riscos, estimativa de custos, cotações de potenciais fornecedores, avaliadas as necessidades de adequação do ambiente, dentre outros itens constantes neste ETP, os integrantes técnico e requisitante concluem-se que a contratação do serviço objeto deste estudo é viável.

**Assinado Digitalmente**

**Valter Formiga Albuquerque**

Secretário

Secretária de Engenharia e Serviços de Apoio -  
SESAP

**Assinado Digitalmente**

**Hamilton de Souza Gomes**

Chefe

Serviço de Manutenção - SEMAN

**Assinado Digitalmente**

**Julio Mauricio Pinho Ribeiro Junior**

Chefe-Substituto

Serviço de Manutenção - SEMAN

**Assinado Digitalmente**

**Oswaldo Junqueira Vaz Júnior**

Supervisor

Supervisão de Planejamento da Contratação -  
SPC



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

## **ANEXO I - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

### **1. SERVIÇOS TÉCNICOS PROFISSIONAIS**

#### **1.1. ART – ANOTAÇÃO DE REGISTRO TÉCNICA**

1.1.1. A CONTRATADA tomará todas as providências necessárias à legalização da obra perante os órgãos distritais ou federais, correndo por sua conta as despesas, especificamente referentes à Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) junto ao CREA-DF.

#### **1.2. PROJETO EXECUTIVO**

1.2.1. A elaboração do projeto executivo inclui o dimensionamento, as memórias de cálculo, os desenhos, as especificações técnicas de materiais e de equipamentos, o dimensionamento dos sistemas necessários à proteção do Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede – SFCR (como o aterramento, SPDA e outros eventualmente necessários), o cronograma de execução, ART - Anotação de Responsabilidade Técnica - de profissional qualificado conforme resoluções do sistema CONFEA/CREA, aprovação junto a concessionária de energia, e todos os demais documentos necessários e suficientes para caracterizar todos os serviços relacionados à execução da instalação do Sistema Fotovoltaico conectado à rede - SFCR;

1.2.2. A CONTRATADA deverá elaborar os protocolos de comissionamento do sistema junto a concessionária de energia elétrica, neste caso a NEOENERGIA. Seguindo as diretrizes do MANUAL DE PROCEDIMENTOS específicos da empresa supracitada - REQUISITOS PARA A CONEXÃO DE MICRO OU MINIGERADORES DE ENERGIA AO SISTEMA ELÉTRICO DA NEOENERGIA DISTRIBUIÇÃO

1.2.3. O sistema de geração fotovoltaica deverá ser dimensionado para instalação de 275 placas fotovoltaicas de pelo menos 545 Wp cada de potência, totalizando 149,875 kWp.

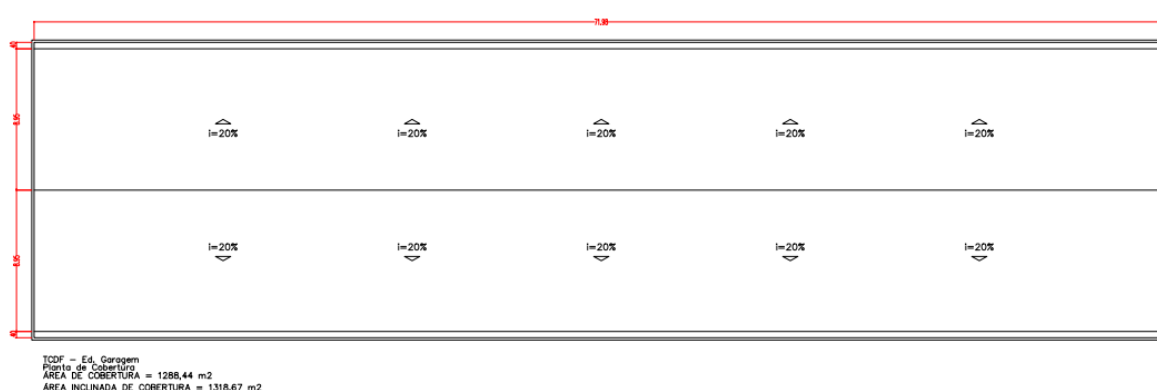


**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN



Figura 2 – Vista aérea do Edifício Garagem – TCDF - com simulação de disposição das placas.

1.2.4. Será disponibilizado toda área disponível na cobertura da edificação, aproximadamente 1.288 m<sup>2</sup>, para utilização do sistema a ser projetado e fornecido pela empresa. Caberá a empresa a análise da área disponibilizada para possível utilização.



1.2.5. Deve ser previsto em projeto a fixação dos equipamentos a serem instalados na estrutura de cobertura da edificação;

1.2.6. Para elaboração do projeto executivo a Contratada deve realizar análise prévia da área, das instalações elétricas de SPDA, com elaboração de relatório técnico, tendo em conta também o acesso ao sistema e toda estrutura necessária ao seu funcionamento;



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

- 1.2.7. O projeto executivo deverá ainda ser realizado a partir de simulação de produção anual de energia através de software especializado que permita simular as características reais dos equipamentos a serem instalados, os dados climatológicos da localidade, as influências de sombras, da inclinação dos módulos e de demais fatores na geração de energia do sistema fotovoltaico;
- 1.2.8. Na arquitetura do sistema de geração fotovoltaica deverá ser considerado que a topologia da rede elétrica deverá permitir que se realizem medições em tempo real para balanço de energia gerada, consumida e exportada. Tais medições serão objeto de monitoramento e gerenciamento remoto pelo sistema especificado neste Termo de Referência;
- 1.2.9. O projeto executivo deverá prever preparo da estrutura do telhado para a instalação dos painéis, como limpeza e proteção de modo a garantir sua integridade e funcionalidade;
- 1.2.10. O projeto executivo ainda deverá conter memorial de cálculo, memorial de quantitativos, memorial de especificações de todos os equipamentos e qualquer outro documento necessário (manuais, catálogos, guias, etc.) que comprovem o atendimento às exigências técnicas descritas neste Termo de Referência e contenham informações quanto ao armazenamento, estocagem e instalação do sistema. O projeto também deverá prever detalhes e desenhos técnicos contendo todas as informações necessárias para a instalação dos painéis, das strings, dos inversores, da estrutura de suporte e demais componentes do sistema, com as respectivas Anotações de Responsabilidade Técnica (ARTs);
- 1.2.11. Os desenhos deverão conter carimbo com assinatura do (s) engenheiro (s) responsável (eis) pelo projeto, constando seu (s) registro (s) ou visto (s) no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA);
- 1.2.12. A documentação de projeto deverá estar em conformidade com a IEC 62446, incluindo os dados básicos do sistema e as informações relacionadas com o projeto executivo, contendo, pelo menos:
- 1.2.12.1. Localização do projeto e data de elaboração;



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

- 1.2.12.2. Capacidade do sistema (CA e CC);
- 1.2.12.3. Especificações detalhadas dos módulos fotovoltaicos e inversores: fabricante, modelo, quantidade, eficiência, potência etc.;
- 1.2.12.4. Identificação dos projetistas responsáveis técnicos pelo sistema, bem como a respectiva ART;
- 1.2.12.5. Diagramas unifilar e trifilar do SFCR;
- 1.2.12.6. Especificações gerais dos arranjos: desenhos de layout dos arranjos; número de módulos por string; número de strings; informações das strings; tipo de cabo utilizado na string, seção e comprimento;
- 1.2.12.7. Especificações dos dispositivos de proteção contra sobretensão;
- 1.2.12.8. Especificações do sistema de Aterramento e SPDA;

## **2. EQUIPAMENTOS E MATERIAIS A SEREM DISPONIBILIZADOS**

2.1. Para a perfeita execução dos serviços, a Contratada deverá disponibilizar os materiais, equipamentos, ferramentas e utensílios necessários, nas quantidades estimadas no projeto a ser elaborado e qualidades a seguir estabelecidas, promovendo sua substituição quando necessário;

### **2.2. SISTEMA GERADOR FOTOVOLTAICO**

- 2.2.1. O sistema gerador deve ser instalado e colocado em funcionamento seguindo rigorosamente o estabelecido pela Resolução Normativa 687/2015 da ANEE e Portaria 140 do Inmetro;
- 2.2.2. Os sistemas fotovoltaicos devem apresentar perdas globais máximas de 23%. Como perdas globais, entende-se todos os fatores que acarretam diminuição da energia efetivamente entregue pelo sistema em relação ao valor ideal, ou seja, considerando apenas a potência pico do sistema e as Horas de Sol Pico (HSP) as da instalação. Fatores de perdas típicos são: perdas do inversor CC/CA; de sombreamento; sujidades/ coeficientes de temperatura/ desbalanceamento das cargas, entre outros;





**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

## **2.3. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS**

- 2.3.1. Os módulos fotovoltaicos devem ser constituídos por células fotovoltaicas do mesmo tipo e modelo, feitos de silício monocristalino;
- 2.3.2. Os módulos devem possuir a certificação INMETRO, além das certificações: IEC 61215 e IEC 61730, deverá ser entregue os laudos do flash test de todos os módulos fornecidos, não sendo admitidos aqueles cuja potência medida seja inferior à nominal;
- 2.3.3. Os módulos devem ter: eficiência mínima de 21% em STC (Standard Test Conditions); variação máxima de potência nominal em STC de 5%; e, potência nominal mínima de 545 Wp;
- 2.3.4. Os módulos devem ter, no mínimo, dois diodos de by-pass;
- 2.3.5. Vida útil mínima de 25 anos, com entrega do Certificado de Garantia do fabricante; nível máximo de 16% de degradação da potência durante o período de garantia;
- 2.3.6. Os conectores devem ter proteção mínima IP67; as caixas de junção devem ter proteção mínima IP65;
- 2.3.7. Em condições normais do inversor e na ausência de sombras, os módulos fotovoltaicos não devem apresentar nenhum fenômeno de “ponto quente”;

## **2.4. CONECTORES MACHO E FÊMEA:**

- 2.4.1. Todas as conexões entre componentes do sistema deverão ser padrão MC4, do tipo snaplock, ou similar, que possua mecanismo interno de travamento para evitar o desacoplamento acidental;
- 2.4.2. A prova de intempéries e resistentes aos raios UV;
- 2.4.3. Faixa de temperatura de operação:  $t (-) \leq -40^{\circ}\text{C}$  e  $t (+) \geq 80^{\circ}\text{C}$ ;
- 2.4.4. Índice de Proteção: IP67

## **2.5. INVERSORES:**

- 2.5.1. Todos os inversores devem ser do tipo GRID-TIE, ou seja, projetados para operarem conectados à rede da concessionária local de energia elétrica na frequência de 60 Hz;



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

- 2.5.2. A relação entre a potência nominal de cada inversor e a potência nominal do arranjo (strings) formado pelos módulos fotovoltaicos conectados a ele, não deve ser inferior a 0,80 e não superior a 1,35;
- 2.5.3. Deve apresentar eficiência de pico superior a 97% e nível de eficiência europeia superior a 96,5%;
- 2.5.4. Os inversores não devem possuir elementos passíveis de substituição com baixa periodicidade, de forma a propiciar vida útil longa, sem a necessidade de manutenção frequente;
- 2.5.5. Devem ser capazes de operar normalmente à potência nominal, sem perdas, na faixa de temperatura ambiente de 0°C a 45° C;
- 2.5.6. Os inversores não devem possuir transformador;
- 2.5.7. A distorção harmônica total de corrente (THDI) do inversor deve ser menor que 3,5%;
- 2.5.8. A tensão de saída do conjunto de inversores deve ser compatibilizada ao nível nominal de utilização da concessionária de energia local;
- 2.5.9. Os inversores devem atender a todos os requisitos e estar configurados conforme as normas IEC/EN 61000-6- 1/61000-6-2/61000-6-3, IEC 62109-1/2,
- 2.5.10. IEC 62116, NBR 16149 e DIN VDE 0126-1-1, além de possuir certificação do INMETRO;
- 2.5.11. Os inversores devem ter capacidade de operar com fator de potência de  $\pm 0,9$ . A regulação do fator de potência deve ser automática, em função da tensão e corrente na saída do sistema;
- 2.5.12. Os inversores devem incluir proteção contra o funcionamento em ilha, respeitando a resposta às quedas de tensão;
- 2.5.13. Os inversores devem incluir proteção contra reversão de polaridade na entrada CC, curto-circuito na saída CA, sobretensão e surtos em ambos os circuitos, CC e CA, proteção contra sobrecorrente na entrada e saída além de proteção contra sobretemperatura;
- 2.5.14. Os inversores devem ser conectados a dispositivos de seccionamento adequados, visíveis e acessíveis para a proteção da rede e da equipe de manutenção;



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

- 2.5.15. O quadro de paralelismo dos inversores de cada sistema fotovoltaico, disjuntores de proteção e barramentos associados, cabos de entrada e saída devem ser dimensionados e instalados em conformidade com a NBR 5410;
- 2.5.16. Os inversores devem ter grau de proteção mínimo IP 65; atender a todas as exigências da concessionária de energia local; possuir display digital para configuração e monitoramento dos dados; permitir monitoramento remoto e monitoramento local (com e sem fio);
- 2.5.17. Vida útil de no mínimo 5 anos, com fornecimento do Certificado de Garantia do fabricante;
- 2.5.18. Os inversores devem ser abrigados em locais protegidos das intempéries;

## **2.6. QUADROS DE PROTEÇÃO E CONTROLE CC E CA (STRING BOXES):**

- 2.6.1. A associação em paralelo das séries deve ser feita em caixas de conexão, localizadas na sombra dos módulos, que incluem os seguintes elementos:
  - 2.6.1.1. Todos os fusíveis das séries (quando houver necessidade);
  - 2.6.1.2. Disjuntores de seccionamento;
  - 2.6.1.3. Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS), entre ambos os polos do paralelo e entre eles e o sistema de aterramento, dimensionados conforme as características do sistema instalado e seguindo a Norma NBR IEC 61643-1;
- 2.6.2. Os fusíveis e dispositivos de proteção contra surtos devem estar em conformidade com a norma ABNT 5410 e da concessionária de energia;
- 2.6.3. As caixas de conexão devem ser pelo menos IP65, em conformidade com as normas pertinentes e devem ser resistentes à radiação ultravioleta. Dentro das caixas de conexão, os elementos devem ser dispostos de tal forma que os pólos positivo e negativo fiquem tão separados quanto possível, respeitando, minimamente, as distâncias requeridas pelas normas aplicáveis, reduzindo o risco de contatos diretos;
- 2.6.4. Os condutores CC desde as caixas de conexão até a entrada dos inversores devem ser acondicionados em eletrocalhas ou eletrodutos, com caixas de passagem seguindo as normas brasileiras de instalações elétricas;



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

2.6.5. A queda de tensão nos condutores CC, desde os módulos até a entrada dos inversores, deve ser inferior a 2% para a corrente de máxima potência do gerador em STC;

## **2.7. ESTRUTURAS DE SUPORTE:**

2.7.1. As estruturas de suporte devem estar projetadas para resistir aos esforços do vento de acordo com a NBR 6123/1988 e a ambientes de corrosão igual ou maiores que a categoria C3, em conformidade com a ISO 9223;

2.7.2. As estruturas de suporte devem ser feitas de aço inoxidável, alumínio ou aço galvanizado e devem atender ao requisito de duração de 25 anos. Os procedimentos de instalação devem preservar a proteção contra corrosão. Isto também é aplicável aos parafusos, porcas e elementos de fixação em geral;

2.7.3. Todos os módulos devem estar a uma altura suficiente de modo a permitir uma ventilação adequada, conforme recomendação do fabricante e ter separação de pelo menos 1 cm entre os módulos adjacentes;

2.7.4. As estruturas/módulos fotovoltaicos devem ser dispostos de maneira que permita o acesso à manutenção do sistema em si e demais equipamentos;

2.7.5. As estruturas realizadas no telhado, devem conter estrutura fixadora resistente, e serem instaladas a uma altura que permita o acesso para limpeza e manutenção dos painéis;

2.7.6. As estruturas realizadas no telhado, devem possuir distância mínima o suficiente para evitar o sombreamento entre os módulos, além de permitir a passagem de pessoas para manutenção e limpeza;

## **2.8. CABOS FOTOVOLTAICOS (CC):**

2.8.1. Os cabos elétricos, quando instalados ao tempo, devem apresentar as seguintes características:

2.8.1.1. Ser resistentes a intempéries e à radiação UV;



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

- 2.8.1.2. Apresentar propriedade de não propagação de chama, de auto extinção do fogo e suportar temperaturas operativas de até 90°C
- 2.8.1.3. Ser maleáveis, possibilitando fácil manuseio para instalação;
- 2.8.1.4. Apresentar tensão de isolamento apropriada à tensão nominal de trabalho;
- 2.8.1.5. Apresentar garantia mínima de 5 anos, vida útil de 25 anos e certificação TUV;

## **2.9. PROTEÇÃO, ATERRAMENTO E SPDA:**

- 2.9.1. Todas as estruturas metálicas e equipamentos devem estar conectados ao sistema de aterramento, que deve ser dimensionado e executado de forma a garantir a equipotencialidade, e seguindo as normas para garantir a resistência ôhmica mínima necessária;
- 2.9.2. Os módulos fotovoltaicos devem ter DPSs nas caixas de conexão, entre ambos os pólos das conexões em paralelo das strings e entre eles e o condutor de aterramento;
- 2.9.3. Toda a instalação, deve ser realizada em conformidade com as normas NBR 5410 e 5419, inclusive eventuais adaptações necessárias;
- 2.9.4. Deverão estar inclusas no fornecimento dos equipamentos todas as proteções exigidas pela concessionária de energia elétrica, Energisa Mato Grosso, bem como outras que possam ser exigidas;

## **2.10. INFRAESTRUTURA DE PASSAGEM DO CABEAMENTO:**

- 2.10.1. Caixas de passagem em liga de alumínio silício de alta resistência mecânica e a corrosão, possuindo tampa removível e reversível com um lado antiderrapante e outro liso, fixada por parafusos de aço galvanizado ou inoxidável IP $\geq$ 65;
- 2.10.2. Conduletes tipo múltiplo fabricados em liga de alumínio de alta resistência mecânica e a corrosão, com parafusos de mesma característica e junta de vedação em borracha neoprene ou similar;
- 2.10.3. Eletrodutos metálicos flexíveis fabricados com fita de aço zincado pelo processo contínuo de imersão a quente com revestimento externo em camada de PVC extrudado;



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

- 2.10.4. Eletrodutos em aço galvanizado a fogo do tipo médio ou pesado;
- 2.10.5. Eletrocalhas em chapa de aço contínua com tampa, galvanizada a fogo, com espessura mínima #18.

### **3. SERVIÇOS DE INFRAESTRUTURA E INSTALAÇÃO**

- 3.1. Deve-se executar todos os serviços previstos em projeto de modo a garantir o perfeito funcionamento do sistema, além de, quando necessário:
  - 3.1.1. Estrutura de içamento das placas e materiais para instalação no telhado; Frete e içamento do material a cargo da empresa;
  - 3.1.2. A execução de bases necessárias para a instalação dos sistemas, com instalação dos apoios/suportes;
  - 3.1.3. A construção de dutos para as linhas do sistema;
- 3.2. Deve-se realizar estudo de proteção e adequação da medição existente na edificação, com relé de proteção secundário, conforme as Normas de minigeração da NEOENERGIA;
- 3.3. Nas instalações e montagens deverão ser utilizados todos os EPIs e EPCs necessários e seguidas todas as normas de segurança aplicáveis, sobretudo as normas regulamentadoras: NR6, NR10 e NR35;
- 3.4. Nenhum trabalhador da equipe poderá executar suas funções, sem estar portando e utilizando os EPI necessários;
- 3.5. Todos os procedimentos, serviços e custos para a instalação do sistema correm por conta da Contratada, desta forma é importante o conhecimento do local (realizar a visita técnica) antes da elaboração da proposta financeira e principalmente do projeto;
- 3.6. Depois de realizada a instalação, deve-se realizar o start-up e o comissionamento do sistema verificando sua funcionalidade, realizando todos os testes necessários e corrigindo eventuais inconformidades, devendo haver o acompanhamento por no mínimo duas faturas fechadas;

### **4. MONITORAMENTO REMOTO**



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

- 4.1. Deverá ser fornecido sistema de monitoramento web e celular, responsável por coletar e monitorar todos os dados do sistema fotovoltaico instalado, devendo enviar pelo menos, as seguintes informações:
- 4.1.1. A energia gerada (diária, mensal, anual) em kWh;
  - 4.1.2. Tensão e corrente CC por inversor;
  - 4.1.3. Tensão e corrente CA por inversor;
  - 4.1.4. Potência em kW CA de saída por inversor;
  - 4.1.5. Gerenciamento de alarmes;
  - 4.1.6. Registro histórico das variáveis coletadas de, ao menos, 12 meses;
- 4.2. Cada circuito de geração fotovoltaica deverá ser fornecido com acompanhamento remoto de monitoramento capaz de gerar acompanhamento da geração de energia, das variáveis de tensão, corrente e potência, alternadas e contínuas, bem como histórico de falhas e alarmes;
- 4.3. A plataforma e demais recursos escolhidos para implementação do sistema de gerenciamento remoto deverão oferecer capacidade para expansão a fim de permitir o monitoramento conjunto de todos os futuros módulos de geração fotovoltaica do TCDF.
- 4.4. O sistema de monitoramento deve estar disponível durante toda a vida útil do SFCR sem custos adicionais para a Contratante. Em casos de atualizações do software, estas devem ser disponibilizadas à Contratante sem ônus;

## **5. COMISSIONAMENTO**

### **5.1. Avaliação Inicial:**

- 5.1.1. Deve ser realizada inspeção visual das estruturas metálicas, módulos, conectores e quadros;
- 5.1.2. Deve ser realizada avaliação termográfica do sistema, com o gerador fotovoltaico operando normalmente (conectado à rede), observando a temperatura dos módulos fotovoltaicos, registrando a diferença de temperatura entre a célula mais quente e a mais fria, e qualquer temperatura absoluta próxima ou maior que 100° C Deve ser realizada avaliação termográfica dos quadros elétricos também;



**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

5.1.3. Deverão ser feitos testes de módulos individuais e strings. Serão testados 4 módulos selecionados aleatoriamente, sem desmontar os módulos da estrutura de suporte, simplesmente serão desconectados do gerador;

#### 5.2. Avaliação de Desempenho:

5.2.1. Observar as condições durante a operação real do sistema, a energia efetivamente fornecida à rede elétrica e comparar a energia estimada conforme dimensionada em projeto a ser fornecida pelo sistema;

5.2.2. O período de registro deve englobar desde o nascer até o pôr do Sol e os valores de irradiação solar registrados com periodicidade menor ou igual que 1 (um) minuto;

5.2.3. Durante o teste deve ser evitada qualquer ação que afete o grau de limpeza dos geradores e dos módulos de referência; outros esforços de manutenção podem ser feitos, registrando cuidadosamente os detalhes (causa, tarefa e duração) em um relatório específico para o tempo de duração do teste;

5.2.4. Ao final do teste, deve ser plotado gráfico das medições de performance pela Irradiação Solar bem como apresentar a performance média do sistema.

5.2.5. Os testes deverão ser realizados em todos os equipamentos durante três dias consecutivos, realizando todas as medições e registrando todos os calores fornecidos pelo sistema.

5.2.6. Durante os três dias de testes, deverão ser disponibilizados os acessos aos sistemas de monitoramento para que a Contratante possa acompanhar o desempenho do sistema e realizar os questionamentos necessários;

#### 5.3. Caracterização dos inversores:

5.3.1. Realizar a medição da eficiência do inversor em relação à carga; a eficiência do inversor consiste na capacidade de conversão de energia CC em CA. Deve-se utilizar analisador de energia medindo a tensão CC, a corrente que alimenta a entrada do inversor, a corrente de saída e as três tensões CA de fase;

5.3.2. Deve-se avaliar a curva de eficiência medida para diferentes níveis de carregamento dos inversores e comparar com a curva de eficiência apresentada pelo fabricante;





**TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF**  
Secretária de Engenharia e Serviço de Apoio - SESAP  
Serviço de Manutenção - SEMAN

5.3.3. Deve-se realizar a medição de eficiência para cada modelo de inversor instalado no SFCR a ser avaliado.

## **6. PROJETO AS BUILT**

- 6.1. Antes da realização do comissionamento a Contratada deverá entregar em meio digital, arquivo editável .dwg e .pdf, o projeto “*As Built*” da parcela do sistema instalada, o qual será conferido durante o processo, e, caso haja necessidade, adaptado para atender às exigências feitas;
- 6.2. Em caso de adaptações das instalações após o comissionamento, o As Built deverá ser retificado e entregue a Contratante, também por meio digital;

## **7. CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL**

- 7.1. Os materiais e/ou equipamentos descritos neste Termo de Referência deverão, sempre que possível, seguir os critérios de sustentabilidade ambiental elencados no art. 4º do Decreto nº 7.746/2012, alterado pelo Decreto nº 9.178/2017, observando-se: a origem sustentável dos recursos naturais utilizados nos bens; o baixo impacto sobre recursos naturais; a maior eficiência na utilização de recursos naturais como água e energia, quando couber; e a maior vida útil e menor custo de manutenção do bem;