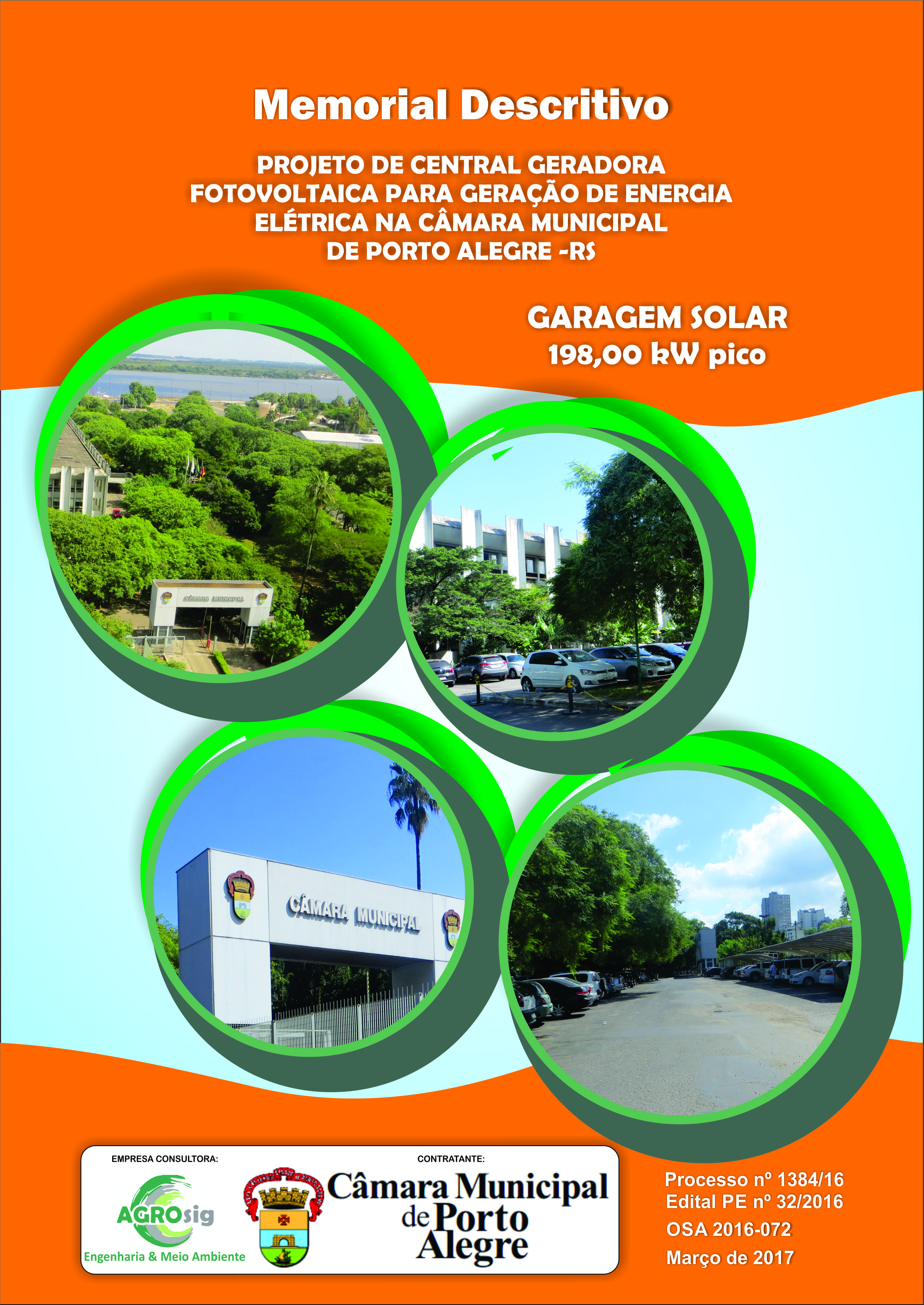
****

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **PROJETO DE CENTRAL GERADORA**  **FOTOVOLTAICA PARA GERAÇÃO DE ENERGIA**  **ELÉTRICA NA CÂMARA MUNICIPAL**  **DE PORTO ALEGRE - RS**  **MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO**  **GARAGEM SOLAR - 198,00 kWpico** |  |

*Preparado para:*

*CÂMARA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE - RS*

*Porto Alegre - RS*

*Preparado por:*

*AGROSIG ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE EIRELI - EPP*

*Porto Alegre - RS*

Distribuição:

|  |  |
| --- | --- |
| 01 cópia | Câmara Municipal de POA - RS |
| 01 cópia | Agrosig Engenharia e Meio Ambiente EIRELI - EPP |

|  |
| --- |
| **NOTA**  **Este Relatório foi preparado pela Agrosig a partir das normas técnicas recomendadas para trabalhos desta natureza, em estreita observação aos ditames da Legislação vigente e dos termos e condições contratuais firmados com o Cliente. Considerada esta premissa, a Agrosig se isenta de quaisquer responsabilidades perante o Cliente ou terceiros pela utilização dos dados e conteúdos contidos neste Relatório, ainda que parcialmente, fora do contexto citado no Contrato de Prestação de Serviços. Reitera-se, que todo o conteúdo é confidencial e destinado à utilização exclusiva do Cliente, de forma que a Agrosig não se responsabiliza pela utilização do material, ainda que parcialmente, por terceiros. Cópias do conteúdo ou a utilização dos dados para outros fins somente poderão ser efetuadas a partir da obtenção da autorização formal do Cliente ou da Agrosig. A impressão ou reprodução deste documento sem autorização torna a cópia não controlada.**  **A primeira via deste documento contém todas as páginas devidamente rubricadas pelo(a) Responsável pela elaboração do Relatório.** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Mês/Ano | Ordem Serviço | Contrato | Código Documento |
| Março, 2017 | OS 2016-072 | Processo 1384/16 PE 32/2016 | OSA2016-072-CAMARA-POA-FOTOVOLTAICA-MEM-DESC-GARAGEM-SOLAR.docx |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Tipo de Relatório | Parcial |  | No | Controle Versões | Documento | |
| Minuta Para Análise |  |
| Revisão 1 |  |
| Final | ■ | | Revisão 2 |  |
| Versão Aprovada Cliente | ■ |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Controle de Produção do Documento | | | | | |
|  | Profissional | Qualificação | Registro Profissional | Assinatura | Rubrica |
| Elaborado | Rogério Berni Gonçalves | Engenheiro Eletricista | CREA RS 76500 | C:\PASTA DE TRABALHO\22-04-08-17\ASSINATURA ROGERIO.jpg |  |
| Revisado | Jorge Vidal Olivera Duarte | Engenheiro Agrícola Ms Energia | CREA RS 44141 | ASSINATURA JORGE |  |
| Aprovado | Evandro Gottardo | Geólogo Ms Dr | CREA RS 83699 | ASSINATURAS EQUIPE |  |
| Autorizado | Jorge Vidal Olivera Duarte | Engenheiro Agrícola Ms Especialista | CREA RS 44141 | ASSINATURA JORGE |  |

**PROJETO DE CENTRAL GERADORA**

**FOTOVOLTAICA PARA GERAÇÃO DE ENERGIA**

**ELÉTRICA NA CÂMARA MUNICIPAL**

**DE PORTO ALEGRE - RS**

**MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO**

**GARAGEM SOLAR - 198,00 kWpico**

**ÍNDICE**

[1 - APRESENTAÇÃO 4](#_Toc489553754)

[2 - OBJETIVO 4](#_Toc489553755)

[3 - DESCRIÇÃO BÁSICA DA CENTRAL GERADORA 4](#_Toc489553756)

[4 - CONEXÃO DA CENTRAL GERADORA FOTOVOLTAICA AO SISTEMA ELÉTRICO DA CMPA 5](#_Toc489553757)

[5 - ESPECIFICAÇÕES DOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS 5](#_Toc489553758)

[6 - ESPECIFICAÇÕES DOS INVERSORES 6](#_Toc489553759)

[7 - CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS GARAGEM SOLAR 7](#_Toc489553760)

[7.1 - Requisitos Para Fornecimento da Estrutura Metálica 7](#_Toc489553761)

[7.2 - Estrutura de Fixação dos Módulos Fotovoltaicos 8](#_Toc489553762)

[7.3 - Notas 9](#_Toc489553763)

[8 - TELHAS PARA IMPERMEABILIZAÇÃO 9](#_Toc489553764)

[9 - ELETROCENTRO 9](#_Toc489553765)

[10 - DIMENSIONAMENTO CABOS CONDUTORES 10](#_Toc489553766)

[10.1 - Circuitos DC (Strings - Entradas dos Inversores) 10](#_Toc489553767)

[10.2 - Circuitos CA 10](#_Toc489553768)

[10.2.1 - Circuitos de Saída dos Inversores - Inversor 01 ao Inversor 06: 10](#_Toc489553769)

[10.2.2 - Alimentador Geral 11](#_Toc489553770)

[11 - DIMENSIONAMENTO E ELETRODUTOS 11](#_Toc489553771)

[12 - QUADRO GERAL DE PROTEÇÃO CA - QGPCA 12](#_Toc489553772)

[13 - SISTEMA DE ATERRAMENTO 13](#_Toc489553773)

[14 - SISTEMA DE MEDIÇÃO DE FATURAMENTO 14](#_Toc489553774)

[15 - ESTUDO DE SOMBREAMENTO 14](#_Toc489553775)

[16 - ESTUDOS ENERGÉTICOS 15](#_Toc489553776)

[17 - ESTIMATIVA REDUÇÃO DE CUSTOS NA AQUISIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA 16](#_Toc489553777)

[18 - MANUTENÇÃO PREVENTIVA E CORRETIVA 16](#_Toc489553778)

[19 - ELABORAÇÃO DE PROJETO PARA APROVAÇÃO NA CONCESSIONÁRIA 17](#_Toc489553779)

[20 - RELAÇÃO DE DESENHOS E DOCUMENTAÇÃO ANEXA 17](#_Toc489553780)

[21 - EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO 17](#_Toc489553781)

[22 - EQUIPE TÉCNICA 18](#_Toc489553782)

[23 - DOCUMENTÁRIO FOTOGRÁFICO GEORREFERENCIADO DIGITAL 18](#_Toc489553783)

[24 - ARQUIVOS KMZ 19](#_Toc489553784)

# APRESENTAÇÃO

O objetivo deste Relatório Técnico é atender aos preceitos estipulados pelo Contrato de Prestação de Serviços originado do Pregão Eletrônico 32/2016 (Processo 1384/16) firmado entre a empresa Agrosig Engenharia e Meio Ambiente EIRELI - EPP (doravante denominada AGROSIG) e a contratante CÂMARA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE - RS.

O instrumento contratual foi originado a partir de processo licitatório vinculado ao EDITAL PREGÃO ELETRÔNICO 32/2016 e respectivos Anexos, do qual a empresa AGROSIG resultou vencedora.

O objeto contratual trata da elaboração de projeto de central geradora fotovoltaica para geração de energia elétrica na Câmara Municipal de Porto Alegre - RS.

# OBJETIVO

O presente memorial descreve a concepção do projeto, requisitos e especificações técnicas para fornecimento e montagem de uma Central Geradora Fotovoltaica do tipo Garagem Solar com capacidade nominal de 198,00 kWpico a ser implantada na Câmara Municipal de Vereadores de Porto Alegre/RS

O referido projeto será instalado em uma área disponível localizada a leste do prédio sede da CMPA, imediatamente a esquerda do pórtico de acesso, em local atualmente utilizado como área de estacionamento descoberto.

Além da produção de energia propriamente dita, a Central Geradora Fotovoltaica desempenhará de forma assessória a função de estacionamento coberto com um total de 78 vagas (76 vagas normais + 02 vagas reservadas para futura Estação de Recarga Veicular).

# DESCRIÇÃO BÁSICA DA CENTRAL GERADORA

A Central Geradora Fotovoltaica (CGF) terá área de captação de radiação solar de 1.200 m² e capacidade máxima de produção de 198,00 kWpico.

Será composta por 600 Módulos Fotovoltaicos de 330Wp associados a 06 Inversores ON GRID (INVERSOR 01 a INVERSOR 06) com Potência Nominal unitária de 33 kW.

A CGF será eletricamente subdividida em 06 setores sendo que cada setor corresponderá ao conjunto de módulos responsáveis pelo suprimento de energia a cada um dos Inversores.

SETOR 01 suprirá INVERSOR 01, SETOR 02 SUPRIRÁ INVERSOR 02 e assim sucessivamente.

Cada um dos setores será formado por 100 módulos divididos eletricamente em 5 grupos de 20 módulos ligados em série (Circuito de Corrente Contínua/Strings). Serão 05 strings que se conectarão aos terminais de INPUT de cada um dos 06 Inversores.

# CONEXÃO DA CENTRAL GERADORA FOTOVOLTAICA AO SISTEMA ELÉTRICO DA CMPA

O ponto de conexão da Central Geradora ao sistema elétrico da CMPA se dará na tensão trifásica de 380V através da instalação no QGBT do futuro transformador de 2.000 kVA da subestação rebaixadora de 01 disjuntor tripolar caixa moldada 3x500A Icc 80 kA. O referido disjuntor de conexão será instalado em substituição ao disjuntor reserva 3x200A.

# ESPECIFICAÇÕES DOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

| **Parâmetros elétricos a STC\*** | |
| --- | --- |
| Potência Máxima Nominal | 330W |
| Tensão de operação para Pmáx - Vmp | 37 V |
| Tensão de Circuito Aberto - Voc | 46 V |
| Eficiência mínima do módulo | 16,5% |
| Classificação de aplicação | Classe A |
| Tolerância de Potência | 0 W a + 5W |
| Máxima Tensão do Sistema | 1.000 V |
| Performance para baixa irradiação | 96,5% entre 200W/m² e 1000W/m² |

\*Condições STC: irradiância 1000W/m2, AM 1,5 temperatura ambiente 25°C

| **Parâmetros Mecânicos** | |
| --- | --- |
| Tipo da célula | Monocristalino 6 polegadas |
| Arranjo das células no módulo | 72 (6 x 12) |
| Dimensões (tolerância de +/- 5%) | 1.960mm x 990mm x 40 mm |
| Peso | < 25 kg |
| Caixa de Junção | IP 67 com 03 diodos de bypass |
| Cabos de conexão | 4,00 mm² /1.000V L> 1,00m |
| Resistência a impacto de granizo | Fornecedor deverá apresentar resultado de ensaio |

|  |  |
| --- | --- |
| **Características de Temperatura** | |
| Coeficiente de Temperatura (Pmáx) | - 0,41% / °C |
| Coeficiente de Temperatura (Voc) | -0,31% / °C |
| Coeficiente de Temperatura (Isc) | 0,053% / °C |
| Temperatura de operação da célula para NOCT | 45 +/- 2 °C |

|  |
| --- |
| **Certificações e conformidades do produto** |
| IEC 61215, IEC 61730, IEC 61701, VDE/IEC 62716, INMETRO selo A |

|  |  |
| --- | --- |
| Garantia linear de potência | 80% da Pmáxima em 25 anos |
| Garantia de produto | 10 anos ou superior |

# ESPECIFICAÇÕES DOS INVERSORES

|  |  |
| --- | --- |
| **Parâmetros elétricos lado DC - INPUT** | |
| Máxima tensão absoluta Input DC | 1.100V |
| Número mínimo de canais MPPT | 01 |
| Range Tensão operacional de entrada DC | Vmin>500V e Vmax<950V |
| Máx potência de entrada DC - Pdcmáx | 37 kW> Pdcmáx ≥ 33,0 kW |
| Numero de inputs DC (Strings) | > 6 |
| Corrente de entrada DC - Idcmáx | 65A > Idcmáx > 55A |

|  |  |
| --- | --- |
| **Proteção mínimas no lado INPUT DC** | |
| Polaridade Reversa - diodo interno | Fixa |
| Sobretensão - varistores DC | Fixa |
| Sobretensão - dispositivo surto de tensão - DPS tipo II | Fixa |
| Sobrecorrente MPPT - disjuntor DC | Fixa |
| Sobrecorrente dos strings - fusíveis | fixa |

| **Parâmetros lado CA - OUTPUT** | |
| --- | --- |
| Tipo de conexão | Trifásico, 3F+N+PE |
| Potência Nominal CA - PCA (kW) | 36,0 kW>Pca ≥ 33.000 W |
| Tensão nominal de conexão CA (V) | 320 V - 480 V |
| Frequência Nominal (Hz) | 60 Hz |
| Eficiência Máxima (%) | > 98% |
| Monitoramento local e remoto via PC | Sim, com Cartão wi-fi |
| Interface local com usuário | Display gráfico |

|  |  |
| --- | --- |
| **Proteções mínimas lado OUTPUT CA** | |
| Anti-ilhamento | ajustável |
| Sobrecorrente | ajustável |
| Sobretensão - DPS tipo II | fixa |
| Sobretensão - varistores | fixa |

|  |  |
| --- | --- |
| **Dados mecânicos de referência** | |
| Dimensões aproximadas (H x L x D) | 750 x 550 x 350 mm |
| Peso | < 75 kg |
| Grau de proteção | IP 65 |
| Refrigeração | Cooler forçado |

|  |  |
| --- | --- |
| **Certificações e conformidades** | |
| DIN V VDE V 0126-1-1 | ABNT NBR16149/16150 |
| IEC 61727 | IEC/EN 62109-1 |
| IEC 62116 | IEC/EN 62109-2 |

# CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS GARAGEM SOLAR

## Requisitos Para Fornecimento da Estrutura Metálica

* A Garagem solar será fabricada em estrutura metálica devendo constar em catálogo do fornecedor como produto disponível para comercialização, de fabricação nacional ou não, desde que assegurada garantia do produto no Brasil.
* Deverão ser fornecidas para montagem em módulos para 04 vagas de veículos lado a lado com dimensões adequadas para a instalação de 30 módulos fotovoltaicos 72 células (3 x 10).
* Ângulo de inclinação: 10°
* Medidas dos módulos fotovoltaicos a serem considerados no dimensionamento: 990 x 1960 x 40 mm e peso unitário aproximado de 25 kg;
* Arranjo construtivo dos pilares de apoio deverão garantir um mínimo de 2,0m em balanço no lado de acesso dos veículos;
* Afastamento entre pilares deverá ser no mínimo de 4,8m;
* As vagas para veículos deverão ter medidas mínimas de 2,40 x 5,50m
* Dimensionamento da estrutura deverá observar esforços das cargas de vento conforme NBR 6123
* Estrutura pilares e vigas em aço carbono SAE 1010 a 1020 ou superior.
* Pilares fabricados em tubos seção quadrada e vigas em perfil C
* Toda estrutura deverá ser em aço zincado segundo norma NBR 6323.
* Dimensionamento estrutural segundo NBR 8800.
* Bases de fixação com chumbadores.
* Módulos fotovoltaicos, perfil estrutural de alumínio e clamps de fixação não fazem parte da estrutura Garagem Solar e serão especificados em separado.

Quantidades:

Módulo Garagem Solar para 4 vagas/30 módulos FV 72 células - 20 peças

## Estrutura de Fixação dos Módulos Fotovoltaicos

Perfil estrutural alumínio para fixação dos módulos.

* Liga 6063 ou equivalente padrão Thesan ou similar
* Dimensões: 60x60 mm
* Quantidade: 1.200m

Clamps/Grampos intermediários liga alumínio 6063 padrão Thesan ou similar

* Quantidade = 1080 pçs

Clamps/Grampos terminais liga alumínio parão Thesan ou similar

* Quantidade= 240 pçs

Parafusos/porca em aço inoxidável fixação trilho/terça - 1un p/ 3m linear

* Quantidade: 400 pçs

## Notas

As dimensões das estruturas metálicas indicadas no projeto são de caráter preliminar e elaboradas para fins de compor com boa precisão os quantitativos e custos globais da Central Geradora Fotovoltaica.

O Fornecedor/montador selecionado pela CMPA deverá realizar a verificação estrutural bem como o dimensionamento final das estruturas e fundações indicando, se necessário, eventuais reforços e/ou adequações de especificações.

O Fornecedor/montador poderá propor solução técnica alternativa à sugerida neste projeto desde que respeitadas a quantidade, orientação azimutal e ângulo de inclinação dos módulos fotovoltaicos.

Recomenda-se que os pilares e vigas sejam encaminhados para processo de zincagem a fogo somente após realizados todos os cortes, furações e soldagem de flanges.

# TELHAS PARA IMPERMEABILIZAÇÃO

Para assegurar boa estanqueidade de águas das chuvas e de águas utilizadas rotineiramente para lavagem e limpeza dos módulos fotovoltaicos, é prevista a instalação em toda cobertura da garagem solar de telhas trapezoidais metálicas tipo T25/1020.

* Quantidade: 1.200m² x 1,1 = 1.320m²

# ELETROCENTRO

É prevista a implantação de uma Cabine de Inversores medindo 2,30 x 3,66m construção em em alvenaria onde será abrigado os 06 inversores e o QGPCA.

A cabine terá apenas paredes de fechamento e ficará abrigada sob a cobertura do estacionamento.

Piso deverá ser em material antiderrapante.

Porta de acesso em chapa de aço tipo veneziana 0,80 x 2,10m.

A interligação dos inversores ao QGPCA bem como a chegada dos circuitos DC provenientes dos módulos fotovoltaicos deverá ser através de com eletrodutos aparentes PVC rígido padrão tigre ou similar e caixas de derivação em alumínio fundido padrão Wetzel ou similar.

# DIMENSIONAMENTO CABOS CONDUTORES

## Circuitos DC (Strings - Entradas dos Inversores)

Serão conectados 05 circuitos DC (strings) por inversor (denominados circuitos DC1 a DC5).

Considerando 06 inversores, tem-se um total de 30 circuitos DC para toda a central.

Todos os strings serão formados por 20 módulos ligados em série.

* Corrente máxima gerada string = Imáx módulo 330W = 9.2A
* Tensão circuito aberto do string =21 x Voc = 20 x 46V = 920,0 V

Cabo selecionado:

* Cabo unipolar seção 6,00 mm² classe 0,9/1,8 kV cobertura HEPR proteção UV para aplicação SOLAR.

Execução: os condutores deverão instalados sem emendas ao longo de todo seu trajeto, desde os conectores dos módulos até os bornes de INPUT dos Inversores.

Forma de instalação: canaleta ventilada, acomodados no interior dos trilhos de alumínio, sob os módulos e sobre o telhado.

Quantidades:

* Cabo 1#6,00 mm² HEPR cor vermelha (positivo) = 1.050m
* Cabo solar 1#6,00 mm² 1,8 kVDC HEPR cor vermelha (polaridade +) = 1.800m
* Cabo solar 1#6,00 mm² 1,8 kVDC HEPR cor preto (polaridade -) = 1.800m
* Conectores MC4 = 100 pares

## Circuitos CA

* 06 circuitos trifásicos 380 VCA de saída dos inversores (01 por Inversor)
* 01 circuito trifásico Alimentador Geral que fará a conexão da Central Geradora ao QGBT da subestação da CMPA.

### Circuitos de Saída dos Inversores - Inversor 01 ao Inversor 06:

* Tensão nominal de operação = 380 VCA
* Números de fases = 03
* Corrente máxima CA saída Inversor = 50,0 x 1,2 = 60,0 A
* Queda de tensão máxima admissível até QGPCA = 1,0 %
* Comprimento máximo do condutor = 5,0m
* Condutor Fase selecionado: cabo unipolar 1#16,0 mm² XLPE/EPR 90ºC 0,6/1 kV atende o critério de capacidade de corrente e o requisito de queda de tensão máxima de 1%.

Como os inversores estarão instalados no ELETROCENTRO e juntos do QGPCA, aplica-se o mesmo condutor Fase para a saída CA de todos os 06 inversores.

Os condutores Neutro e PE serão igualmente 1#16,0 mm².

Quantidade cabos 1#16,0 mm² 0,6/1,0 kV EPR/XLPE = 6 x 5 x 5 x 1,2 = 180,0 m

### Alimentador Geral

Forma de instalação: eletroduto PEAD enterrado

Disposição dos condutores no eletroduto: em trifólio + N + PE

Número de fases = 03

Tensão de operação = 380 VCA

* *Imáx = Imáx CGF = (33.000 x 6)/(√3 x 380) = 300,8 A*

*Comprimento do condutor = Lc = 80,0m*

Pelo critério de capacidade de corrente para temperatura de 90ºC conjuntamente com queda de tensão de máxima de 1% verifica-se necessidade de 2 condutores por fase com seção 185,0 mm².

Condutor Fase = 2 x 3#185,0 mm² classe 0,6/1,0 kV XLPE/EPR 90°C

Condutor Neutro = 1#185,0 mm² classe 0.6/1,0 kV XLPE/EPR 90°C

Condutor PE = 1#185,0 mm² classe 0.6/1,0 kV XLPE/EPR 90°C

**Quantidades**

Cabo 1#185,0mm² 0.6/1,0 kV XLPE/EPR 90°C = 8 x 80 x 1,1 = 704,0m

# DIMENSIONAMENTO E ELETRODUTOS

Critério de dimensionamento NBR 5410 - ocupação máxima 40% da seção útil do eletroduto.

Eletroduto para descidas dos circuitos DC:

Tipo: Eletroduto em Aço Galvanizado tipo pesado d=100mm

Forma instalação: aparente/enterrado

Seção útil = 7.853 mm²

Taxa ocupação máxima admissível = 40% = 3.141 mm²

Condutores = 23 x 1#6,00mm² + 1 x 1#10,0 mm²

Seção externa condutor 6,00mm² HEPR = 33,18 mm²

Seção ext condutor 10,0 mm² = 95,0 mm²

Ocupação do eletroduto = 22 x 33,18 + 95,0 = 824,96 mm²

Taxa de ocupação efetiva = 10,5% ok

Quantidade eletroduto aço galvanizado tipo pesado d=100,0mm = 15,0m (5 barras de 3,00m)

Eletroduto PEAD subterrâneo d=100mm - ligação circuitos DC ao ELETROCENTRO

Condutores DC: 22#6,00 mm² HEPR + 1#10,0 mm² 0,6/1,0 kV

Taxa ocupação do eletroduto = 10,5% < 40% Ok

Comprimento = 7,0m

Caixas de Passagem - são previstas 02 caixas de passagem (01 junto ao ELETROCENTRO e 01 do outro lado da via junto à descida dos cabos DC provenientes dos módulos). Serão de construção em alvenaria com medidas 0,80x0,80x0,80m conforme indicadas no projeto, todas com tampa de concreto armado.

Eletroduto PEAD subterrâneo 2x d=100mm - Alimentador Geral CA.

Forma instalação: enterrado

Disposição condutores energizados: em trifólio

Serão instalados 02 eletrodutos corrugados flexíveis PEAD d=100mm na seguinte configuração:

* Eletroduto 01 = 3#185,0mm² + 1#185,0mm² (N)
* Eletroduto 02 = 3#185,0mm³ + 1#185,0 mm² (PE)

Quantidade PEAD 100mm corrugado = 2 x 80,0m x 1,1 = 176,0m

Caixas de Passagem - são previstas 03 caixas de passagem (01 junto ao ELETROCENTRO, 01 intermediária e 01 na chegada junto à SE da CMPA). Serão de construção em alvenaria com medidas 0,80x0,80x0,80m conforme indicadas no projeto, todas com tampa de concreto armado.

# QUADRO GERAL DE PROTEÇÃO CA - QGPCA

No QGPCA serão agrupados todos os circuitos CA da Central Geradora e serão instalados os seguintes dispositivos de proteção:

* 06 disjuntores tripolares caixa moldada 3 x 60A (/Icc 50 kA) para proteção dos aiimentadores CA provenientes dos Inversores;
* 01 disjuntor caixa moldada 3 x 400A (Icc 50 kA) para proteção do Alimentador Geral proveniente do QGBT da subestação.
* 04 DPS (3F+N) tensão nominal 275V classe tipo II, corrente de descarga 25 kA conectados aos condutores do alimentador geral.

O painel será do tipo armário em chapa aço carbono dimensões 2200 x 600 x 640 mm com barramento trifásico, barra de neutro e barra de condutor PE (ver layout e demais características construtivas na prancha específica).

A armário será instalado no ELETROCENTRO em local abrigado com possibilidade de respingos conforme indicado no projeto requerendo-se que o fornecedor considere grau de proteção adequado na fabricação do mesmo.

Recomenda-se que a base do armário fique elevada 100mm em relação ao nível do piso da circulação de pedestres.

O painel deverá dispor em sua parte inferior de barras exclusivas e independentes de Proteção (Barra PE) e de Neutro (Barra N). A barra de proteção de terra (PE) do Quadro Geral de Proteção de Corrente Alternada (QGPCA) deverá ser conectada à malha de aterramento local e ao condutor de proteção PE proveniente da subestação.

# SISTEMA DE ATERRAMENTO

Serão implantadas 48 hastes de aterramento em aço cobreada bitola 5/8”x 2.400mm junto a todos a todos os pilares metálicos a fim de proteger pessoas e equipamentos ante a ocorrência de descargas atmosféricas e eventuais tensões induzidas indesejadas. Todas as hastes deverão ser interligadas através de condutores em cobre nú 16,0 mm² de forma a constituir uma robusta e contínua malha de aterramento. Todas as hastes de aterramento deverão ser acessíveis através de caixas de inspeção com d=300mm sendo recomendável que a resistência de aterramento medida a qualquer época do ano não seja superior a 5,0 ohms.

Os condutores de aterramento dos módulos fotovoltaicos e trilhos de alumínio serão unipolares 1#10,0 mm² classe 0,6/1,0 kV e serão ligados diretamente à malha de aterramento junto a base dos Pilares.

Todos os Pilares deverão ser conectados à malha de aterramento através de cabos de cobre nu 1#10,0 mm². A ligação destes condutores de aterramento ao cabo de malha de aterramento deverá se dar exclusivamente através de solda exotérmica.

# SISTEMA DE MEDIÇÃO DE FATURAMENTO

Após aprovação do projeto pela concessionária CEEE-D, deverá ser solicitado pela CMPA a solicitação de ligação da Central Geradora e a respectiva substituição dos medidores atuais por medidores bidirecionais apropriados para Geração Distribuída de forma a permitir adesão ao Sistema de Compensação de Energia autorizado pela Resolução ANEEL 482/2012, Seção 3.7 do PRODIST e Norma Técnica CEEE-D.

# ESTUDO DE SOMBREAMENTO

Ângulo Azimutal = 260°

Ângulo de inclinação = 10°

|  | **Sombreamento - %** | | |
| --- | --- | --- | --- |
| **Solstício Verão**  **21/12** | **Equinócios**  **22/09 e 22/03** | **Solstício Inverno**  **21/06** |
| 8 - 10 | 0 | 50% | 50% |
| 10-12 | 0 | 0 | 0 |
| 12-14 | 0 | 0 | 0 |
| 14-16 | 0 | 0 | 50% |
| 16-18 | 30% | 50% | 100% |

Perdas de irradiação incidente devido sombreamento:

| **Mês** | **Perda irradiação inc (%)** |
| --- | --- |
| Janeiro | 5,2 |
| Fevereiro | 5,4 |
| Março | 5,65 |
| Abril | 10 |
| Maio | 15 |
| Junho | 20 |
| Julho | 15 |
| Agosto | 10 |
| Setembro | 5,65 |
| Outubro | 5,4 |
| Novembro | 5,2 |
| Dezembro | 5 |

Obs: valores de perdas calculados já considerando desbaste de árvores localizadas a leste e a oeste conforme indicado no projeto (redução altura máxima para 9,5m no topo da copa das árvores).

# ESTUDOS ENERGÉTICOS

O cálculo da de produção de energia da Central Geradora Fotovoltaica considera as perdas de produção de energia devido aos efeitos do sombreamento a partir dos dados de irradiação global incidente fornecidos pelo programa SUNDATA/CRESESB, para plano horizontal.

Parâmetros de eficiência do sistema:

Eficiência do módulo fotovoltaico a STC = 16,5%

Perdas térmicas no módulo fotovoltaico (para operação na condição NOCT) = 8%

Perdas ôhmicas Max condutores CC/CA = 2%

Eficiência do Inversor = ηINV = 96%

Eficiência global de conversão da Central Geradora = ηCGF = 14,28%

Irradiação efetivamente incidente nos módulos = (irradiação sem sombreamento plano horizontal) x ( % de perdas devido ao sombreamento).

Área de Captação = AC = 1.200 m²

Produção média mensal da Central Geradora = irradiação incidente nos módulos x ηCGF x AC x n° dias do mês.

|  | **Irradiação sem sombreamento**  **kWh/m².dia** | **Irradiação efetivamente incidente nos módulos**  **kWh/m².dia** | **Produção Energia da Central Geradora**  **kWh/mês** |
| --- | --- | --- | --- |
| Janeiro | 5,97 | 5,65 | 30.013 |
| Fevereiro | 5,50 | 5,3 | 25.429 |
| Março | 4,67 | 4,40 | 23.880 |
| Abril | 3,86 | 3,47 | 17.700 |
| Maio | 2,92 | 2,48 | 13.233 |
| Junho | 2,42 | 1,93 | 9.966 |
| Julho | 2,83 | 2,40 | 12.805 |
| Agosto | 3,33 | 3,00 | 16.008 |
| Setembro | 4,08 | 3,85 | 19.880 |
| Outubro | 5,25 | 4,96 | 26.466 |
| Novembro | 6,03 | 5,71 | 29.485 |
| Dezembro | 6,50 | 6,17 | 32.923 |
| Total/ano |  |  | 257.788 |

Obs:

Simulação efetuada a partir de dados de irradiação incidente em Porto Alegre, no plano horizontal.

Fonte: Sundata/CRESESB/CEPEL

# ESTIMATIVA REDUÇÃO DE CUSTOS NA AQUISIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Produção anual de energia = 257.788 kWh

Tarifa CEEE-D consumidor Poder Púbico THS Verde A4 vigência abril/2017:

* Tarifa Ponta - R$ 1,750/kWh
* Tarifa Fora Ponta - R$ 0,380/kWh
* Energia produzida fora ponta - 257.788 kWh/ano
* Energia produzida na ponta (18hs - 21hs) - não há produção neste horário
* Estimativa de redução de custos = R$ 97.959,44/ano

# MANUTENÇÃO PREVENTIVA E CORRETIVA

Devido baixa inclinação dos módulos e por estarem instalados muito próximos ao solo e em região de grande fluxo viário, recomenda-se que seja observado pela CMPA a necessidade de disponibilização de equipe própria de manutenção para realização corriqueira de inspeção visual diária e rápidas intervenções para limpeza dos vidros dos módulos fotovoltaicos para remoção de folhas, galhos ou qualquer outro elemento estranho que possa causar obstrução à incidência da radiação solar nas células dos módulos.

O sombreamento parcial das células do módulo fotovoltaico, especialmente em dias e horários de alta radiação, pode vir acarretar “*hotspots*” e consequente danificação permanente e/ou degradação da vida útil do equipamento.

Salienta-se que, Independente do procedimento acima relatado, recomenda-se realização ao longo do primeiro ano de operação da Central Geradora a limpeza completa de todos os módulos a cada 03 meses. Caso sejam observados nesse primeiro baixos níveis de acúmulo de poeira, fuligem, folhas, etc, pode-se então ampliar para 06 meses o período entre os eventos de limpeza completa. Deve ser programada manutenção preventiva anual para verificação geral dos equipamentos podendo ser realizada termografia caso seja identificada discrepância injustificada de correntes nos strings dos inversores.

# ELABORAÇÃO DE PROJETO PARA APROVAÇÃO NA CONCESSIONÁRIA

O fornecedor/montador, após homologado pela CMPA as especificações de equipamentos e materiais a serem empregados na Central Geradora, deverá elaborar e encaminhar para aprovação junto a CEEE-D, no prazo máximo de 30 dias, o projeto final da Central Geradora Fotovoltaica. Deverão ser observados em especial os requisitos técnicos de proteção estabelecidos na seção 3.7 do PRODIST/ANEEL bem como deverão ser observadas as normas específicas para solicitação de acesso, elaboração de projeto e regras operativas da Central Geradora Fotovoltaica.

Após concluída a obra o fornecedor/montador deverá apresentar, no prazo máximo de 30 dias após a energização, todos os desenhos e diagramas de projeto devidamente revisados indicando expressamente tratar-se de revisão final como construído (“*As Built* “).

# RELAÇÃO DE DESENHOS E DOCUMENTAÇÃO ANEXA

A documentação anexa a seguir relacionada complementa o Relatório Técnico:

Anexo - Prancha 01 - Situação/Localização.

Anexo - Prancha 02 - Arranjo Geral.

Anexo - Prancha 03 - Layout, Planta Estrutural e Detalhes.

Anexo - Prancha 04 - Planta Elétrica, Diagrama de Ligação dos Módulos e Detalhes.

Anexo - Prancha 05 - Diagrama de Ligação

Anexo - Prancha 06 - Diagrama Unifilar.

Anexo - Prancha 07 - Projeto Quadro CA - QGPCA.

Anexo - Prancha 08 - Estudo Sombreamento - Solstício Verão.

Anexo - Prancha 09 - Estudo Sombreamento - Equinócio.

Anexo - Prancha 10 - Estudo Sombreamento - Solstício Inverno.

Anexo - Planilhas de Quantitativos, Custos e Cronograma Físico-Financeiro.

Anexo - Anotações de Responsabilidade Técnica.

# EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO

Os principais dados de identificação da empresa de consultoria responsável pelos estudos técnicos constam do Quadro 1.

Quadro - Dados gerais da empresa consultora.

| **Dados Gerais da Empresa Consultora** | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Razão Social: Agrosig Engenharia e Meio Ambiente EIRELI - EPP | | | | |
| CNPJ/M.F: 05.848.147/0001-50 | CREA RS: 171.356 | | CRBIO 3 (RS): 657-03/2011 | CTF/IBAMA: 5473920 |
| Endereço Correspondência: Rua Hilário Ribeiro, nº 294, Conjs. 201-204 | | | | |
| Bairro: Moinhos de Vento | | CEP: 90510-040 | Município: Porto Alegre/RS | |
| Telefone: (51) 3072-6563 ou (51) 3072-6863 | | | | |
| Contatos: Geólogo Evandro Gottardo / Engenheiro Jorge Vidal Olivera Duarte | | | | |
| Endereço eletrônico: comercial.agrosigeng@gmail.com | | | | |

# EQUIPE TÉCNICA

No Quadro 2 está relacionada a equipe técnica da empresa consultora responsável pela execução dos estudos que compõem o Relatório em questão. As respectivas Anotações de Responsabilidade Técnica (ART’s) dos profissionais participantes da equipe constam no Anexo XII do Relatório.

Quadro - Equipe responsável pela elaboração do Relatório Técnico.

| **Profissional** | **Qualificação** | **Registro Profissional** | **ART** |
| --- | --- | --- | --- |
| Rogério Berni Gonçalves | Engenheiro Eletricista | CREA RS 76500 | 9028299 |
| Guilherme Querotti e Silva | Técnico em Hidrologia, Técnico em Edificações, Graduando em Engenharia Civil | CREA RS 213833 | ----- |
| Jorge Vidal Olivera Duarte | Eng. Agrícola, Ms. em Engenharia, Esp. Saneamento Ambiental | CREA RS 44141 | ----- |
| Evandro Gottardo | Geólogo, Ms. Dr. em Engenharia | CREA RS 83699 | ----- |

# DOCUMENTÁRIO FOTOGRÁFICO GEORREFERENCIADO DIGITAL

Os levantamentos de campo realizados na área de interesse foram obtidos com equipamento fotográfico que dispõe de uma unidade GPS acoplada à câmera que possibilita a geo-etiquetação (*geotagged*) de cada registro. A partir desta premissa é fornecido ao cliente em mídia anexa à via impressa do Relatório Técnico um conjunto de fotografias digitais em formato **KMZ** (contém os registros compactados que podem ser visualizados no globo virtual GOOGLE EARTH) e em formato kml (que podem ser visualizados no globo virtual GOOGLE EARTH com formato e resolução descompactadas). Para visualização do arquivo **KMZ** basta abrir o arquivo; já para visualização do arquivo **KML** é necessário salvar o arquivo na máquina local, preferencialmente na área de trabalho, e manter juntos os arquivos dos registros fotográficos e o arquivo **KML**. Detalhadamente, os passos para trabalhar o arquivo .kml com as fotos georreferenciadas no aplicativo GOOGLE EARTH são os seguintes:

1 - Criar pasta (diretório) no computador de trabalho;

2 - Salvar as fotos e o arquivo .kml nessa pasta;

3 - Abrir o arquivo kml contido no diretório de interesse - abrirá o GOOGLE EARTH;

4 - Clicar no ícone da foto que deseja abrir e esta será expandida na tela;

5 - Não salvar em “meus lugares” ao sair.

Todos os registros fotográficos estão datados e naqueles onde há feições relevantes foram efetuadas anotações nas fotografias que servem como legenda orientativa ao leitor.

# ARQUIVOS KMZ

Para facilitar a visualização e o compartilhamento das informações também são produzidos arquivos em formato kmz compatíveis com o globo virtual GOOGLE EARTH, os quais constam na mídia digital anexa ao Relatório Técnico.

**ANEXOS**

**Anexo I - Prancha 01 - Situação/Localização.**

**Anexo II - Prancha 02 - Arranjo Geral.**

**Anexo III - Prancha 03 - Layout, Planta Estrutural e Detalhes.**

**Anexo IV - Prancha 04 - Planta Elétrica, Diagrama de Ligação dos Módulos e Detalhes.**

**Anexo VI - Prancha 06 - Diagrama Unifilar.**

**Anexo VII - Prancha 07 - Projeto Quadro CA - QGPCA.**

**Anexo VIII - Prancha 08 - Estudo Sombreamento - Solstício Verão.**

**Anexo IX - Prancha 09 - Estudo Sombreamento - Equinócio.**

**Anexo X - Prancha 10 - Estudo Sombreamento - Solstício Inverno.**

**Anexo XI - Planilhas de Quantitativos, Custos e Cronograma Físico-Financeiro.**

**Anexo XII - Anotações de Responsabilidade Técnica.**