

MEMORIAL DESCRITIVO

PROJETO DA COBERTURA

SUPES - PIAUÍ

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Scen Trecho 2 – Ed. Sede do Ibama – Bloco B – Subsolo, Brasília/DF, CEP 70.818-900
Telefone 61) 3316-1489 – http://www.ibama.gov.br

EQUIPE TÉCNICA

Lorrany Gasel – Arquiteta e Urbanista

Maria Júlia – Arquiteta e Urbanista

Marcos Costa – Engenheiro Civil

George Luiz – Engenheiro Civil

Richardson Campos – Engenheiro Civil

Ivana Guimarães – Engenheira Civil

Matheus Henrique – Engenheiro Eletricista

Maria Jovita – Engenheira Civil

Alessandro Póvoa - Técnico em Edificações

Jackson Wanderlei - Técnico em Edificações

Anderson Das Chagas - Técnico em Edificações

Klebenilson Rodrigues de Abreu – Técnico em Edificações

Assunto:.Memorial descritivo do projeto da cobertura

Solicitante: IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis)

Número do processo: 02001.003304/2023-49

Responsável Técnico:

George Luiz – Engenheiro Civil

Data da elaboração: 12/07/2026

Sumário

1. IDENTIFICAÇÃO DA OBRA 5
2. OBJETIVO 5
3. ESCOPO DA INTERVENÇÃO 6
4. CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO EXISTENTE 8
5. DESCRIÇÃO GERAL DA NOVA COBERTURA 9
6. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS 10
7. SISTEMA ESTRUTURAL ADOTADO 11
8. MATERIAIS EMPREGADOS 13
9. TELHAMENTO E COMPONENTES DE COBERTURA 15
10. PLACAS SOLARES E CARGAS ADICIONAIS 17
11. CARGAS CONSIDERADAS NO CÁLCULO 18
12. AÇÕES DE VENTO ..... **Erro! Indicador não definido.**
13. COMBINAÇÕES DE AÇÕES 19
14. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO 21
15. LIGAÇÕES METÁLICAS 22
16. PROTEÇÃO ANTICORROSIVA E PINTURA 24
17. EXECUÇÃO, FABRICAÇÃO E MONTAGEM 25
18. SEGURANÇA DURANTE A OBRA 27
19. RECOMENDAÇÕES DE USO E MANUTENÇÃO 29
20. ÁGUAS PLUVIAIS 30
21. SISTEMA DE CAPTAÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS 34
22. CONCLUSÃO 37

1. IDENTIFICAÇÃO DA OBRA

O presente memorial descritivo refere-se ao projeto estrutural da nova cobertura metálica da Superintendência do IBAMA no Estado do Piauí — SUPES/PI, localizada na Avenida Homero Castelo Branco, nº 2240, Bairro Horto Florestal, Teresina/PI, CEP 64052-445, conforme identificação institucional do órgão.



Imagem 1 – Localização da Supes/PI. Lat.: 5° 3'54.37"S Long.: 42°47'3.08"O. **Fonte:** Google Earth.

2. OBJETIVO

O presente memorial descritivo tem por objetivo apresentar as diretrizes técnicas, critérios de projeto, materiais especificados, cargas consideradas e recomendações executivas referentes ao projeto estrutural da nova cobertura metálica da Superintendência do IBAMA no Estado do Piauí — SUPES/PI.

A intervenção proposta está inserida no contexto da reforma da edificação existente, contemplando a reformulação da cobertura atual, com substituição do telhado e implantação de uma nova estrutura metálica, dimensionada para suportar adequadamente o sistema de cobertura, seus elementos complementares, as ações permanentes, as sobrecargas de manutenção e as ações de vento incidentes sobre a edificação.

Este documento tem ainda a finalidade de orientar a execução dos serviços, servindo como complemento às pranchas de projeto, especificações técnicas, quantitativos e demais documentos integrantes do projeto estrutural. As informações aqui apresentadas devem ser observadas durante as etapas de fabricação, transporte, montagem, fixação, proteção anticorrosiva e instalação dos componentes da cobertura.

O memorial busca, portanto, registrar as principais premissas adotadas no desenvolvimento do projeto, garantindo que a nova cobertura seja executada de forma compatível com as condições existentes da edificação, com as normas técnicas aplicáveis e com os critérios de segurança, estabilidade, durabilidade e funcionalidade exigidos para estruturas metálicas de cobertura.

3. ESCOPO DA INTERVENÇÃO

A presente intervenção compreende a reformulação da cobertura existente da Superintendência do IBAMA no Estado do Piauí — SUPES/PI, com a substituição do sistema atual de telhamento e implantação de uma nova cobertura metálica, projetada para atender às condições de uso da edificação, às ações permanentes, às sobrecargas de manutenção e aos esforços provenientes do vento.

O escopo do projeto contempla a concepção, dimensionamento e detalhamento da estrutura metálica necessária para suporte do novo sistema de cobertura, incluindo seus elementos principais e secundários, tais como vigas, treliças, terças, contraventamentos, chapas de ligação, apoios, fixações e demais componentes estruturais indicados em projeto.

Também fazem parte da intervenção os elementos complementares relacionados ao funcionamento da cobertura, como telhas, cumeeiras, rufos, arremates, calhas, fixadores e demais acessórios necessários à correta instalação, estanqueidade e durabilidade do sistema de cobertura.

A nova cobertura foi considerada sem fechamento lateral, devendo sua estrutura ser dimensionada levando em conta essa condição de exposição ao vento. Dessa forma, as ações horizontais e verticais provenientes do vento devem ser

aplicadas diretamente sobre a cobertura e seus elementos estruturais, conforme critérios normativos e hipóteses adotadas no cálculo.

Quando previsto em projeto, também deverá ser considerada a instalação de módulos fotovoltaicos sobre a cobertura, incluindo o peso próprio das placas solares, trilhos, suportes e demais acessórios de fixação. A instalação desses elementos deverá respeitar a distribuição de cargas considerada no cálculo estrutural, evitando concentrações não previstas ou adaptações que possam comprometer o desempenho da cobertura.

A intervenção deverá considerar ainda a interface da nova estrutura metálica com a edificação existente, sendo necessária a conferência prévia das condições dos apoios, alinhamentos, níveis, dimensões reais em campo e eventuais interferências com platibandas, vigas, lajes, paredes, instalações elétricas, hidráulicas, drenagem pluvial e demais elementos existentes.

Não fazem parte deste escopo alterações estruturais na edificação existente que não estejam expressamente indicadas no projeto, reforços não previstos, modificações arquitetônicas externas ao sistema de cobertura ou instalação de equipamentos adicionais sem prévia análise técnica do responsável pelo projeto.

De forma resumida, o escopo da intervenção contempla:

- substituição/reformulação da cobertura existente;
- execução de nova estrutura metálica de cobertura;
- instalação de novo sistema de telhamento;
- implantação de terças, vigas, agulhamento e ligações metálicas;
- execução de chapas, apoios, fixadores e elementos de ligação;
- instalação de rufos, cumeeiras, calhas e arremates, quando indicados em projeto;
- consideração de cargas de manutenção, vento e eventuais placas solares;
- compatibilização da nova cobertura com a edificação existente;

- recomendações para fabricação, montagem, proteção anticorrosiva e manutenção da estrutura.

4. CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO EXISTENTE

A edificação objeto da intervenção corresponde à sede da Superintendência do IBAMA no Estado do Piauí — SUPES/PI, localizada em Teresina/PI, destinada ao uso administrativo e institucional do órgão.

Trata-se de uma edificação existente que passará por processo de reforma, contemplando a reformulação do sistema de cobertura, com substituição do telhado atual e implantação de uma nova cobertura metálica. A intervenção tem como finalidade melhorar as condições de proteção, durabilidade, funcionalidade e desempenho da cobertura, adequando-a às necessidades atuais da edificação.

A cobertura existente será substituída por um novo sistema estrutural metálico, dimensionado para receber o novo telhamento, acessórios de fixação, elementos complementares de acabamento e, quando previsto, a instalação de módulos fotovoltaicos. A nova estrutura deverá ser compatibilizada com a arquitetura existente, respeitando os limites físicos da edificação, os apoios disponíveis, as interferências construtivas e as condições reais verificadas em campo.

Por se tratar de uma reforma em edificação existente, deverão ser previamente conferidas todas as dimensões, níveis, prumos, alinhamentos e condições dos pontos de apoio antes da fabricação e montagem da estrutura metálica. Eventuais divergências entre projeto e situação real da obra deverão ser comunicadas ao responsável técnico antes da execução, para avaliação e, se necessário, adequação do detalhamento executivo.

A nova cobertura foi considerada como estrutura sem fechamento lateral, ou seja, não foi prevista a execução de paredes ou painéis laterais associados à estrutura metálica da cobertura. Dessa forma, as ações de vento devem ser analisadas considerando a cobertura exposta, sem a caracterização de edificação fechada para fins de pressão interna.

A interface entre a nova estrutura metálica e a edificação existente deverá receber atenção especial durante a execução, principalmente nos pontos de

apoio, fixação, arremates, calhas, rufos e demais encontros com platibandas, paredes, vigas, lajes, instalações e sistemas de drenagem existentes.

Deverá ser evitada qualquer intervenção não prevista nos elementos estruturais da edificação existente, tais como cortes, demolições, furos, remoções ou acréscimos de carga, sem prévia avaliação técnica. A execução deverá garantir que a nova cobertura seja instalada de forma segura, estável e compatível com as condições da edificação existente.

5. DESCRIÇÃO GERAL DA NOVA COBERTURA

A nova cobertura foi concebida para substituir o sistema existente, com a implantação de uma solução em estrutura metálica destinada ao apoio do novo telhamento e de seus componentes complementares.

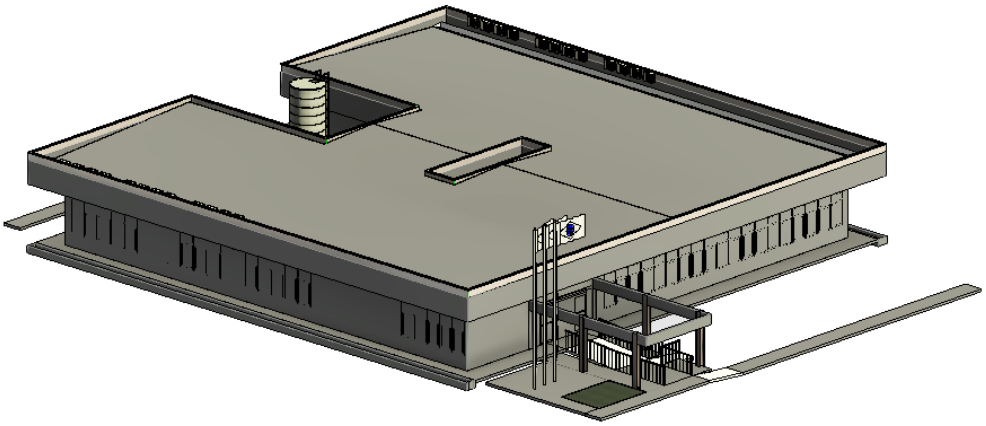


Imagem 2 - Arquitetura preliminar da Supes-Piauí. **Fonte:** Acervo próprio.

O sistema estrutural será composto por elementos metálicos principais e secundários, incluindo vigas, treliças, terças, contraventamentos, chapas de ligação, fixações e demais peças indicadas no projeto executivo. Esses elementos deverão trabalhar em conjunto para garantir estabilidade, resistência às ações previstas e adequada transferência dos esforços para os pontos de apoio.

O telhamento será executado com telha isotérmica tipo sanduíche, apoiada sobre terças metálicas. O sistema deverá incluir os acessórios necessários à correta instalação e vedação da cobertura, como cumeeiras, rufos, calhas, pingadeiras, parafusos de fixação, parafusos de costura e demais elementos de arremate.

A cobertura foi prevista sem fechamento lateral integral. Contudo, haverá um complemento de parede na fachada, com finalidade arquitetônica de ocultar visualmente a cobertura. Esse elemento deverá ser tratado como fechamento parcial/elemento de fachada, não caracterizando, por si só, uma edificação lateralmente fechada. Ainda assim, deverá ser considerado quanto ao peso próprio, fixações e ação do vento, conforme o material adotado.

A estrutura deverá ser compatibilizada com os limites físicos da edificação existente, observando níveis, alinhamentos, pontos de apoio, sistema de drenagem pluvial e possíveis interferências. Antes da fabricação das peças metálicas, deverão ser conferidas as medidas reais em campo.

Quando houver instalação de módulos fotovoltaicos, as cargas correspondentes às placas, trilhos, suportes e acessórios deverão ser consideradas no dimensionamento, respeitando a distribuição prevista em projeto e evitando concentrações de carga não avaliadas.

De modo geral, a cobertura deverá apresentar bom desempenho estrutural, estanqueidade, durabilidade, facilidade de manutenção e adequada integração com a edificação existente.

6. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

A cobertura projetada apresenta configuração em **duas águas**, com inclinação compatível com o sistema de telhamento adotado e com o direcionamento das águas pluviais para os pontos de coleta previstos em projeto.

As dimensões principais consideradas para o desenvolvimento do modelo estrutural são as seguintes:

Descrição	Valor considerado
Comprimento da cobertura	33,80 m
Largura da cobertura	33 m

Área aproximada em projeção horizontal	1.115,40 m²
Altura de referência	4,20 m
Altura complementar até a cumeeira	1,62 m
Inclinação da cobertura	5%

As dimensões acima serviram de base para a distribuição das cargas na estrutura, definição dos vãos, posicionamento dos elementos metálicos e avaliação das ações de vento. No relatório de vento foram considerados os parâmetros geométricos a = 33,80 m, b = 33,00 m, h = 4,20 m, h1 = 1,62 m, inclinação β = 5,61° e faixa d = 1,60 m.

A modulação da estrutura deverá seguir as dimensões indicadas nas pranchas de projeto, observando o espaçamento entre apoios, terças, treliças, vigas principais e demais elementos estruturais. Os alinhamentos da cobertura deverão ser compatibilizados com a edificação existente, especialmente nos encontros com platibandas, calhas, rufos, complementos de fachada e pontos de apoio.

Antes da fabricação das peças metálicas, deverão ser conferidas em campo as medidas reais da edificação, os níveis de apoio, os prumos, os alinhamentos e eventuais interferências. Caso sejam identificadas divergências entre o projeto e a situação existente, a execução deverá ser suspensa no trecho correspondente até avaliação do responsável técnico.

7. SISTEMA ESTRUTURAL ADOTADO

O sistema estrutural adotado consiste em uma cobertura metálica em duas águas, composta por uma treliça adaptada, formada por elementos metálicos responsáveis por receber o telhamento e transmitir os esforços aos pontos de apoio previstos em projeto.

A estrutura principal foi concebida com banzo superior e montantes, formando o conjunto resistente da cobertura. Esses elementos foram dimensionados para suportar as cargas permanentes, a sobrecarga de manutenção, as ações de vento e, quando aplicável, as cargas provenientes dos módulos fotovoltaicos.

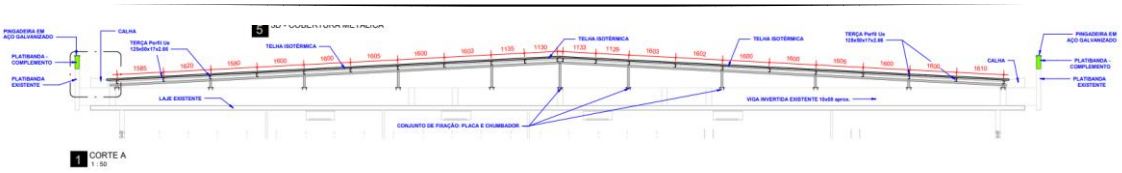


Imagem 3 - Corte transversal da estrutura. **Fonte:** Acervo próprio.

As terças metálicas foram previstas como elementos secundários de apoio direto das telhas isotérmicas tipo sanduíche. Elas recebem as cargas distribuídas da cobertura e as transmitem para a estrutura principal. O espaçamento entre terças foi definido conforme o dimensionamento estrutural e as recomendações de vão máximo admissível do fabricante da telha.

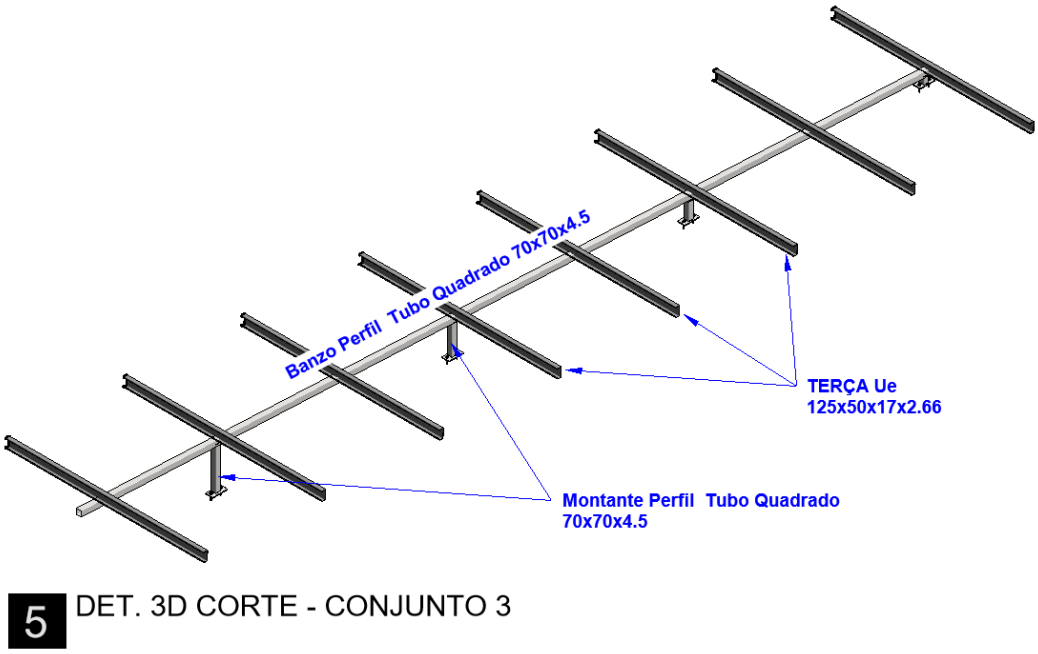


Imagem 4 - Modelo 3D do conjunto terça, banzo e fixação. **Fonte:** Acervo próprio.

Para reduzir o comprimento de flambagem das terças e melhorar seu comportamento estrutural, foram utilizadas correntes metálicas entre as terças. Esses elementos atuam como travamentos intermediários, contribuindo para a estabilidade das terças e reduzindo deslocamentos laterais durante a atuação das cargas de cobertura e vento.

Não foram previstas mãos francesas nem contraventamentos específicos no sistema estrutural da cobertura. A estabilidade do conjunto foi obtida pela configuração da treliça adaptada, pelas ligações entre os elementos metálicos, pelo travamento proporcionado pelas terças e pelas correntes indicadas em projeto.

As ligações entre os componentes metálicos foram previstas como soldadas, parafusadas ou mistas, conforme indicado nas pranchas do projeto. As chapas de ligação, parafusos, soldas e demais elementos de união foram definidos para garantir a transferência adequada dos esforços entre os elementos estruturais.

A estrutura foi concebida sem fechamento lateral integral. O complemento de parede previsto na fachada possui função arquitetônica de ocultação da cobertura, devendo ser tratado como elemento de fachada/platibanda, sujeito ao peso próprio e às ações de vento correspondentes, sem caracterizar fechamento lateral completo da edificação.

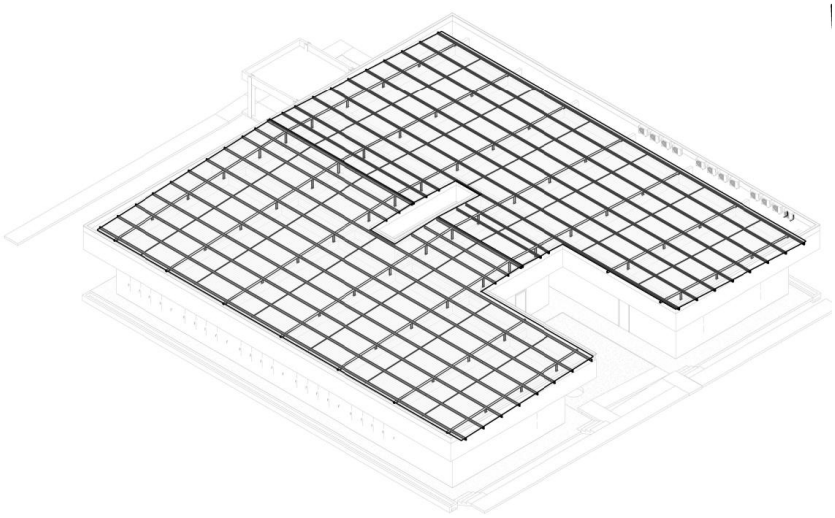


Imagem 5 - Modelo 3D da estrutura completa. **Fonte:** Acervo próprio.

O sistema estrutural foi dimensionado para garantir resistência, estabilidade e desempenho adequado da cobertura, desde que executado conforme os perfis, detalhes de ligação, espaçamentos e especificações constantes no projeto.

8. MATERIAIS EMPREGADOS

Os materiais empregados na estrutura metálica foram definidos conforme o dimensionamento elaborado e a lista de materiais do projeto. A estrutura foi especificada com perfis metálicos, chapas de base, correntes e chumbadores mecânicos, compondo o sistema resistente da nova cobertura.

Foi adotado, salvo indicação específica em projeto, aço estrutural ASTM A36 ou equivalente, compatível com os esforços considerados no cálculo e com as condições de fabricação, montagem e utilização da cobertura.

A estrutura principal foi composta por perfis metálicos utilizados nos banzos superiores, montantes e demais elementos da treliça adaptada. As peças foram dimensionadas para receber as cargas permanentes, ações de manutenção, vento e cargas adicionais previstas no projeto.

A lista de materiais considerada para a estrutura metálica é apresentada a seguir:

Elemento	**Especificação**	**Quantidade**	**Comprimento total**
Chumbadores	Chumbador mecânico de expansão Ø **1/2” x 4”** — Parabolt	**142 un.**	—
Banzo	Perfil tubular/metalon **70 x 70 x 4,5 mm**	**14 peças**	**200,35 m**
Montantes	Perfil tubular/metalon **70 x 70 x 4,5 mm**	**71 peças**	**29,08 m**
Correntes	Cantoneira **L 1/2” x 1/8”**	**12 peças**	**158,49 m**
Chapa de base	Chapa em aço ASTM A36, esp. **4,75 mm**, dimensões **100 x 200 mm**	**71 un.**	—

Os banzos foram especificados em perfil tubular/metalon 70 x 70 x 4,5 mm, compondo os elementos principais da treliça adaptada. Esses perfis foram

responsáveis por formar a linha superior resistente da cobertura, recebendo os esforços transmitidos pelas terças e demais elementos secundários.

Os montantes foram especificados em perfil tubular/metalon 70 x 70 x 4,5 mm, compondo os elementos verticais da treliça adaptada. Esses elementos foram posicionados conforme o detalhamento estrutural, contribuindo para a rigidez do conjunto e para a transferência dos esforços entre os banzos e os pontos de apoio.

As terças metálicas foram previstas como elementos de apoio direto das telhas isotérmicas tipo sanduíche. Para reduzir o comprimento de flambagem das terças e melhorar sua estabilidade lateral, foram especificadas correntes em cantoneira L 1/2” x 1/8”, distribuídas conforme indicado em projeto.

As chapas de base foram especificadas em aço ASTM A36, com espessura de 4,75 mm e dimensões de 100 x 200 mm, sendo utilizadas nos pontos de fixação da estrutura metálica. A ancoragem foi prevista com chumbadores mecânicos de expansão Ø 1/2” x 4”, tipo Parabolt, totalizando 142 unidades.

As ligações metálicas foram previstas por meio de soldas, parafusos, chapas e chumbadores, conforme os detalhes indicados nas pranchas do projeto. As soldas e fixações foram consideradas compatíveis com os esforços atuantes e com a necessidade de montagem da estrutura em obra.

Todos os perfis, chapas e acessórios metálicos foram considerados com proteção anticorrosiva, conforme especificação do projeto, incluindo tratamento das regiões de corte, furação, soldagem e demais pontos suscetíveis à corrosão.

9. TELHAMENTO E COMPONENTES DE COBERTURA

O sistema de telhamento será composto por telhas isotérmicas tipo sanduíche, apoiadas sobre terças metálicas e instaladas conforme o sentido de caimento indicado em projeto. A solução deverá garantir adequada proteção contra intempéries, conforto térmico, estanqueidade e durabilidade do conjunto.

As telhas deverão ser fixadas diretamente nas terças por meio de parafusos autoperfurantes, com arruelas de vedação compatíveis com o tipo de telha e com o ambiente de exposição. A quantidade, o espaçamento e o posicionamento dos fixadores deverão seguir as recomendações do fabricante e as indicações do

projeto, especialmente nas regiões de borda, beirais, cumeeira e encontros com rufos.

Nos encontros longitudinais entre telhas, deverão ser utilizados parafusos de costura, quando recomendados pelo fabricante, de modo a garantir melhor travamento entre as peças, reduzir vibrações e evitar aberturas decorrentes da ação do vento.

A instalação deverá observar os transpasses mínimos indicados para o modelo de telha adotado, considerando a inclinação da cobertura, o comprimento das águas, o sentido predominante de incidência de chuva e as recomendações técnicas do fabricante. Não deverão ser executados cortes, furos ou adaptações nas telhas sem critério técnico ou sem o devido tratamento de vedação.

Deverão ser previstos os componentes complementares necessários ao correto funcionamento da cobertura, tais como:

- cumeeiras;
- rufos;
- calhas;
- pingadeiras;
- arremates laterais;
- parafusos de fixação;
- parafusos de costura;
- fitas, massas ou elementos de vedação, quando aplicáveis.

As calhas e condutores deverão ser compatibilizados com o sistema de drenagem pluvial existente ou projetado, garantindo o adequado escoamento das águas da cobertura e evitando pontos de acúmulo, infiltração ou retorno de água para o interior da edificação.

Durante a montagem, as telhas deverão ser manuseadas com cuidado, evitando amassamentos, riscos, deformações ou danos ao revestimento superficial. O deslocamento de trabalhadores sobre a cobertura deverá ser limitado e realizado

com apoio adequado, evitando concentração de carga diretamente sobre as telhas.

A instalação do telhamento deverá ser executada somente após a conferência do alinhamento, nivelamento e fixação definitiva das terças metálicas. Qualquer desalinhamento da estrutura de apoio deverá ser corrigido antes da colocação das telhas, a fim de evitar esforços indevidos, falhas de vedação ou comprometimento do acabamento final da cobertura.

10. PLACAS SOLARES E CARGAS ADICIONAIS

No dimensionamento da cobertura foi considerada a possibilidade de instalação de módulos fotovoltaicos, incluindo o peso próprio das placas solares, trilhos, grampos, suportes e demais acessórios de fixação.

Para efeito de cálculo estrutural, foi adotada a carga distribuída de:

Placas solares + sistema de fixação = 0,15 kN/m²

Essa carga foi considerada como carga permanente adicional sobre a cobertura, somando-se ao peso próprio do telhamento e aos demais carregamentos previstos no projeto.

A distribuição dos módulos fotovoltaicos foi considerada de forma uniforme sobre as regiões previstas em projeto, evitando concentrações de carga não avaliadas no dimensionamento. As cargas provenientes das placas foram transmitidas às terças metálicas e, posteriormente, aos elementos principais da estrutura.

O sistema de fixação dos módulos foi previsto de forma compatível com o tipo de telha adotado, utilizando trilhos, suportes e grampos apropriados, de modo a preservar a estanqueidade da cobertura e evitar perfurações ou adaptações inadequadas.

A instalação dos módulos fotovoltaicos foi considerada como carga adicional permanente, não substituindo as verificações de manutenção, vento positivo e vento negativo. Dessa forma, os elementos estruturais foram analisados considerando tanto o peso dos módulos quanto os efeitos de sucção e pressão do vento sobre a cobertura.

Também foi considerado que futuras ampliações, redistribuições ou acréscimos de módulos fotovoltaicos somente poderão ocorrer mediante nova avaliação técnica, uma vez que alterações na quantidade ou no posicionamento das placas podem modificar a distribuição de cargas na estrutura.

11. CARGAS CONSIDERADAS NO CÁLCULO

No dimensionamento da cobertura foi considerada a possibilidade de instalação de módulos fotovoltaicos, incluindo o peso próprio das placas solares, trilhos, grampos, suportes e demais acessórios de fixação.

Para efeito de cálculo estrutural, foi adotada a carga distribuída de:

Placas solares + sistema de fixação = 0,15 kN/m²

Essa carga foi considerada como **carga permanente adicional** sobre a cobertura, somando-se ao peso próprio do telhamento e aos demais carregamentos previstos no projeto.

Com a inclusão das placas solares, a carga permanente total considerada para os elementos de cobertura ficou composta por:

Elemento	Carga adotada
Placas solares e acessórios de fixação	0,15 kN/m²

A distribuição dos módulos fotovoltaicos foi considerada de forma uniforme sobre as regiões previstas em projeto, evitando concentrações de carga não avaliadas no dimensionamento. As cargas provenientes das placas foram transmitidas às terças metálicas e, posteriormente, aos elementos principais da estrutura.

O sistema de fixação dos módulos foi previsto de forma compatível com o tipo de telha adotado, utilizando trilhos, suportes e grampos apropriados, de modo a preservar a estanqueidade da cobertura e evitar perfurações ou adaptações inadequadas.

A instalação dos módulos fotovoltaicos foi considerada como carga adicional permanente, não substituindo as verificações de manutenção, vento positivo e vento negativo. Dessa forma, os elementos estruturais foram analisados

considerando tanto o peso dos módulos quanto os efeitos de sucção e pressão do vento sobre a cobertura.

Também foi considerado que futuras ampliações, redistribuições ou acréscimos de módulos fotovoltaicos somente poderão ocorrer mediante nova avaliação técnica, uma vez que alterações na quantidade ou no posicionamento das placas podem modificar a distribuição de cargas na estrutura.

12. CARGAS CONSIDERADAS NO CÁLCULO

No dimensionamento da estrutura metálica da cobertura foram consideradas as ações permanentes, variáveis e de vento atuantes sobre o sistema estrutural, conforme os critérios adotados no projeto.

As cargas permanentes correspondem ao peso próprio dos elementos fixos da cobertura, incluindo o telhamento, acessórios de fixação e, quando aplicável, o sistema de placas solares. O peso próprio dos perfis metálicos foi considerado no modelo estrutural conforme os elementos dimensionados.

As cargas adotadas para o cálculo foram as seguintes:

Ação	Natureza da carga	Valor adotado
Telha isotérmica tipo sanduíche	Permanente	0,10 kN/m²
Placas solares e acessórios	Permanente	0,15 kN/m²
Sobrecarga de manutenção	Variável	0,25 kN/m²
Vento positivo — pressão	Variável/Acidental	+0,33 kN/m²
Vento positivo — sucção	Variável/Acidental	-0,33 kN/m²

13. COMBINAÇÕES DE AÇÕES

As combinações de ações foram consideradas no modelo estrutural com o objetivo de verificar a resistência, estabilidade e deslocamentos da cobertura metálica nas diferentes situações de carregamento previstas em projeto.

Foram avaliadas combinações envolvendo as cargas permanentes, sobrecarga de manutenção, vento positivo e vento negativo, considerando a atuação isolada ou simultânea dessas ações conforme sua natureza e condição de ocorrência.

As cargas permanentes foram compostas pelo peso próprio dos perfis metálicos, telhas isotérmicas, acessórios de fixação e sistema de placas solares, quando

aplicável. Já as ações variáveis consideradas foram a sobrecarga de manutenção e as ações de vento atuantes sobre a cobertura.

As principais situações analisadas foram:

Combinação	Composição considerada	Finalidade
C1	Peso próprio da estrutura + telha + placas solares	Verificação da condição permanente
C2	Peso próprio + telha + placas solares + manutenção	Verificação da condição permanente
C3	Peso próprio + telha + placas solares + vento positivo	Verificação da cobertura sob pressão descendente
C4	Peso próprio + telha + placas solares + manutenção + vento positivo	Verificação da maior carga vertical descendente
C5	Peso próprio + telha + placas solares + vento negativo	Verificação de sucção e arrancamento
C6	Peso próprio + vento negativo	Verificação crítica de ligações, fixadores e apoios contra arrancamento

Para conferência das cargas superficiais características, foram obtidas as seguintes resultantes principais:

Situação	Resultado característico
Telha + placas solares	0,25 kN/m²
Telha + placas solares + manutenção	0,50 kN/m²
Telha + placas solares + vento positivo	0,58 kN/m²
Telha + placas solares + manutenção + vento positivo	0,83 kN/m²
Telha + placas solares + vento negativo	-0,08 kN/m²

Nas verificações de sucção, a sobrecarga de manutenção não foi considerada como ação favorável, por se tratar de carregamento variável e eventual. Dessa forma, a análise de arrancamento foi realizada considerando principalmente a atuação do vento negativo em conjunto com as cargas permanentes efetivamente presentes na cobertura.

As combinações foram utilizadas para verificar os elementos principais e secundários da estrutura, incluindo treliças, vigas, terças, contraventamentos, chapas de ligação, soldas, parafusos, chumbadores e pontos de apoio.

Também foram avaliadas as condições de serviço, especialmente os deslocamentos verticais e horizontais da estrutura, de modo a garantir desempenho adequado do sistema de cobertura, preservando o funcionamento do telhamento, das calhas, dos rufos, dos arremates e dos elementos de fixação.

14. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento da estrutura metálica foi desenvolvido considerando o comportamento global da cobertura, a distribuição das cargas nos elementos estruturais e a transferência dos esforços até os respectivos pontos de apoio.

Foram consideradas as ações permanentes, variáveis e de vento indicadas nos itens anteriores, com verificação dos elementos principais e secundários da estrutura, incluindo vigas, treliças, terças, contraventamentos, chapas de ligação, soldas, parafusos, chumbadores e demais componentes estruturais indicados em projeto.

O modelo estrutural foi analisado considerando as condições de apoio, vãos, inclinação da cobertura, modulação das terças e atuação das cargas distribuídas sobre o sistema metálico. As solicitações obtidas foram utilizadas para a verificação dos perfis quanto à resistência, estabilidade e deslocamentos.

Foram adotados critérios de dimensionamento compatíveis com as normas técnicas brasileiras aplicáveis, em especial:

- **ABNT NBR 8800** — Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios;

- **ABNT NBR 6123** — Forças devidas ao vento em edificações;
- **ABNT NBR 6120** — Ações para o cálculo de estruturas de edificações;
- **ABNT NBR 8681** — Ações e segurança nas estruturas;
- **ABNT NBR 14762** — Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio, quando aplicável aos perfis dobrados utilizados.

Foram verificadas as condições de resistência dos perfis metálicos, considerando os esforços de tração, compressão, flexão, cisalhamento e combinações de esforços atuantes em cada elemento.

Também foram avaliadas as condições de estabilidade local e global, com atenção aos elementos comprimidos, barras de treliça, terças, travamentos e demais componentes sujeitos à flambagem ou deslocamentos laterais.

Os deslocamentos da estrutura foram analisados em função das condições de serviço da cobertura, de modo a evitar deformações excessivas que pudessem comprometer o funcionamento do telhamento, das calhas, dos rufos, dos arremates e dos sistemas de fixação.

As ações de vento foram consideradas tanto para pressão descendente quanto para sucção, sendo esta última especialmente relevante para a verificação de arrancamento das telhas, fixadores, terças, ligações metálicas, chapas de base e chumbadores.

As ligações foram dimensionadas para garantir a adequada transferência dos esforços entre os elementos estruturais, considerando as solicitações obtidas no modelo de cálculo e os detalhes construtivos indicados nas pranchas do projeto.

O dimensionamento considerou ainda a necessidade de travamento adequado do conjunto, por meio de contraventamentos, agulhamentos, mãos francesas e demais elementos previstos, garantindo a estabilidade da cobertura tanto na condição final de uso quanto durante as etapas de montagem.

15. LIGAÇÕES METÁLICAS

As ligações metálicas foram projetadas para garantir a correta transferência dos esforços entre os elementos da cobertura, assegurando o funcionamento

integrado entre vigas, treliças, terças, contraventamentos, mãos francesas, agulhamentos, chapas de ligação e demais componentes estruturais.

Foram previstas ligações soldadas, parafusadas ou mistas, conforme a necessidade de cada ponto da estrutura e conforme indicado nas pranchas do projeto. A escolha do tipo de ligação levou em consideração os esforços atuantes, a facilidade de fabricação, a montagem em obra e a segurança do conjunto estrutural.

As ligações soldadas foram consideradas nos encontros entre perfis metálicos, chapas, reforços e elementos de travamento, devendo ser executadas com cordões compatíveis com as solicitações de projeto. As superfícies a serem soldadas foram previstas limpas, alinhadas e devidamente preparadas, de modo a garantir boa aderência e qualidade da solda.

As ligações parafusadas foram previstas em pontos que necessitam de montagem, ajuste ou desmontagem em obra, utilizando parafusos, porcas e arruelas compatíveis com os esforços solicitantes. Os furos, chapas e espaçamentos foram definidos conforme detalhamento executivo, evitando folgas excessivas, desalinhamentos ou concentrações indevidas de tensão.

As chapas de ligação foram dimensionadas para promover a união entre os elementos metálicos, garantindo rigidez e resistência adequadas nos nós estruturais. Foram consideradas espessuras compatíveis com os esforços transmitidos, observando-se o correto posicionamento das soldas e parafusos indicados no projeto.

As chapas de base e chumbadores, quando aplicáveis, foram previstos para transmitir os esforços da estrutura metálica aos elementos de apoio. Esses componentes foram considerados especialmente importantes nas verificações de vento negativo, devido à possibilidade de sucção e arrancamento da cobertura.

As ligações das terças metálicas foram previstas de forma a garantir apoio adequado ao telhamento e transmissão eficiente das cargas para as vigas ou treliças principais. Também foi considerado o travamento das terças, evitando deslocamentos laterais e instabilidades durante o uso da cobertura.

As fixações do telhamento foram tratadas como parte essencial do sistema estrutural da cobertura, principalmente em relação à ação do vento. Os parafusos de fixação, parafusos de costura e elementos de vedação foram previstos conforme o tipo de telha adotado e as recomendações do fabricante, com atenção especial às regiões de borda, beirais e cumeeira.

No complemento de fachada/platibanda, as ligações foram consideradas de modo a resistir ao peso próprio do elemento e às ações horizontais de vento, transmitindo os esforços de forma segura para a estrutura de apoio indicada em projeto.

Todas as ligações metálicas foram concebidas para manter a estabilidade do conjunto, evitar deslocamentos excessivos, garantir segurança durante a montagem e assegurar o desempenho adequado da cobertura em sua condição final de uso.

16. PROTEÇÃO ANTICORROSIVA E PINTURA

A estrutura metálica foi especificada com sistema de proteção anticorrosiva adequado às condições de exposição da cobertura, com o objetivo de garantir maior durabilidade dos perfis, chapas, ligações e demais componentes metálicos.

Foi prevista a limpeza prévia das superfícies metálicas antes da aplicação do sistema de pintura, removendo-se impurezas, carepas soltas, óleos, graxas, poeira, pontos de oxidação e demais materiais que possam prejudicar a aderência da proteção anticorrosiva.

As peças metálicas foram consideradas com aplicação de fundo anticorrosivo, compatível com o aço empregado e com o ambiente de exposição da estrutura. O fundo deverá cobrir uniformemente toda a superfície dos perfis, chapas, soldas, cantos, bordas, furos e regiões de ligação.

Após a aplicação do fundo, foi previsto acabamento com pintura de proteção, conforme especificação do projeto ou padrão adotado para a obra. O sistema de pintura deverá garantir proteção contra umidade, intempéries e agentes agressivos comuns ao ambiente de instalação da cobertura.

As regiões de corte, furação, soldagem e eventuais ajustes realizados durante a fabricação ou montagem foram consideradas pontos críticos para corrosão, devendo receber tratamento complementar e retoque de pintura após a execução dos serviços.

Nas ligações soldadas, foi prevista a limpeza da área após a soldagem, com remoção de respingos, escórias e resíduos, antes da recomposição da proteção anticorrosiva. Nas ligações parafusadas, a pintura deverá preservar as superfícies metálicas expostas, sem comprometer o correto assentamento das chapas, parafusos, porcas e arruelas.

Os elementos metálicos sujeitos a maior exposição, como bordas da cobertura, apoios, regiões próximas a calhas, rufos e pontos de acúmulo eventual de umidade, deverão receber atenção especial quanto à continuidade da pintura e à vedação dos encontros.

A proteção anticorrosiva foi considerada parte integrante do desempenho da estrutura, não devendo ser tratada apenas como acabamento estético. Falhas de pintura, ausência de proteção em pontos de solda, cortes sem retoque ou superfícies mal preparadas podem reduzir a vida útil dos elementos metálicos.

Durante a vida útil da cobertura, foi recomendada a realização de inspeções periódicas para identificação de pontos de corrosão, descascamento de pintura, desgaste superficial ou danos provocados por manutenção, montagem de equipamentos ou ação das intempéries. Eventuais pontos danificados deverão ser corrigidos com limpeza localizada e recomposição do sistema de pintura.

17. EXECUÇÃO, FABRICAÇÃO E MONTAGEM

A execução da estrutura metálica foi prevista conforme o detalhamento apresentado nas pranchas do projeto, respeitando as dimensões, perfis, ligações, posicionamento dos elementos e demais especificações técnicas definidas no dimensionamento.

A fabricação das peças metálicas foi considerada preferencialmente em oficina, permitindo melhor controle de corte, furação, soldagem, alinhamento, acabamento e aplicação da proteção anticorrosiva. Os elementos foram

projetados para posterior transporte e montagem em obra, observando as condições de acesso, içamento e posicionamento no local de instalação.

Antes do início da fabricação, foi considerada a necessidade de conferência das medidas reais em campo, especialmente nos pontos de apoio, níveis, alinhamentos, interferências existentes, platibandas, calhas, rufos e encontros com a edificação. Essa etapa foi prevista para evitar incompatibilidades entre o projeto elaborado e as condições reais da obra.

Durante a fabricação, os perfis metálicos devem ser cortados e montados de acordo com as dimensões indicadas em projeto, evitando deformações, desalinhamentos, empenamentos ou adaptações não previstas. As furações, chapas, reforços e demais componentes de ligação devem seguir o detalhamento executivo, garantindo o correto encaixe das peças durante a montagem.

As soldas foram previstas conforme os detalhes de ligação indicados no projeto. Após a soldagem, as regiões executadas devem ser limpas, com remoção de respingos, escórias e resíduos, possibilitando a correta recomposição da proteção anticorrosiva.

A montagem em obra foi considerada em sequência compatível com a estabilidade do conjunto, iniciando-se pelos elementos principais de apoio, seguindo com treliças, vigas, terças, contraventamentos, agulhamentos, mãos francesas e demais elementos secundários. Durante a montagem, foi prevista a necessidade de travamentos provisórios, quando necessários, até que a estrutura esteja devidamente estabilizada.

As peças devem ser posicionadas respeitando prumo, nível, alinhamento e esquadro, de modo a garantir o funcionamento adequado da cobertura e evitar esforços não previstos nos elementos metálicos. Qualquer ajuste necessário em obra deve ser previamente avaliado, evitando cortes, furos ou soldas adicionais sem compatibilização técnica.

Após a montagem da estrutura principal e secundária, foi prevista a instalação do sistema de telhamento, incluindo telhas isotérmicas, cumeeiras, rufos, calhas, arremates, parafusos de fixação, parafusos de costura e elementos de vedação.

A colocação das telhas deve ocorrer somente após a conferência do alinhamento e da fixação definitiva das terças metálicas.

Nos pontos onde houver instalação de módulos fotovoltaicos, foi considerado que os suportes, trilhos e grampos sejam fixados de forma compatível com o sistema de telhamento adotado, preservando a estanqueidade da cobertura e respeitando a distribuição de cargas considerada no projeto.

A execução deve garantir que a estrutura seja entregue sem peças soltas, ligações incompletas, soldas sem acabamento, parafusos sem aperto adequado, pontos sem proteção anticorrosiva ou elementos desalinhados. Ao final da montagem, deve ser realizada conferência geral da estrutura, verificando fixações, travamentos, pintura, telhamento, arremates e condições de estabilidade do conjunto.

18. SEGURANÇA DURANTE A OBRA

A execução da cobertura deverá ser realizada com atenção às condições de segurança, por se tratar de serviço em edificação existente, envolvendo retirada de cobertura, movimentação de peças metálicas, montagem estrutural, instalação de telhas, arremates e atividades em altura.

Deverá ser previsto o isolamento e a sinalização da área de intervenção, impedindo o acesso de pessoas não autorizadas aos locais de trabalho, especialmente nas regiões de retirada do telhado existente, içamento de peças, montagem da estrutura metálica e instalação do novo sistema de cobertura.

A remoção da cobertura existente deverá ser executada de forma controlada, evitando sobrecargas localizadas, queda de materiais, danos à edificação e riscos aos trabalhadores. Os materiais retirados deverão ser armazenados, removidos ou descartados em local adequado, sem obstruir circulações, acessos ou áreas de trabalho.

Durante a montagem da estrutura metálica, deverão ser utilizados equipamentos adequados para içamento, transporte, posicionamento e fixação das peças. A movimentação dos elementos deverá ser feita de forma segura, evitando impactos, deformações, queda de materiais ou instabilidade durante a instalação.

Deverão ser previstos travamentos provisórios sempre que necessários, principalmente durante o posicionamento de treliças, vigas, terças, contraventamentos e demais elementos estruturais. A estrutura não deverá receber telhas, equipamentos, placas solares ou cargas adicionais antes de estar devidamente fixada, alinhada, nivelada e estabilizada.

As atividades em altura deverão ser executadas com uso de equipamentos de proteção coletiva e individual compatíveis com o serviço, incluindo linhas de vida, cintos de segurança, guarda-corpos provisórios, plataformas, escadas, andaimes ou dispositivos equivalentes, conforme as condições da obra e o plano de segurança da empresa executora.

A instalação das telhas isotérmicas, rufos, cumeeiras, calhas e demais componentes da cobertura deverão ser realizada com cuidado, evitando quedas, escorregamentos, pisoteio inadequado das telhas e concentração de cargas em regiões não apoiadas.

Deverá ser verificada previamente a existência de instalações elétricas, hidráulicas, sistemas de drenagem, equipamentos, forros, paredes, platibandas e demais elementos da edificação, a fim de evitar interferências, danos ou situações de risco durante a execução.

Os serviços de soldagem, corte e esmerilhamento deverão ser executados com controle de risco de incêndio, proteção contra fagulhas, ventilação adequada e afastamento de materiais inflamáveis. Após esses serviços, as regiões afetadas deverão receber limpeza e recomposição da proteção anticorrosiva.

A empresa executora deverá garantir o cumprimento das normas regulamentadoras aplicáveis, especialmente aquelas relacionadas a trabalho em altura, movimentação de cargas, máquinas e equipamentos, proteção coletiva e uso de equipamentos de proteção individual.

A execução deverá ser interrompida em condições climáticas desfavoráveis, como chuva intensa, ventos fortes, baixa visibilidade ou qualquer situação que comprometa a segurança dos trabalhadores e a estabilidade provisória da estrutura durante a montagem.

19. RECOMENDAÇÕES DE USO E MANUTENÇÃO

A cobertura deverá ser utilizada exclusivamente para a finalidade prevista em projeto, não sendo admitida a instalação de equipamentos, reservatórios, antenas, novas placas solares, passarelas, forros, fechamentos ou quaisquer cargas adicionais sem prévia avaliação técnica.

Deverá ser realizada inspeção periódica da estrutura metálica, verificando o estado dos perfis, ligações, soldas, parafusos, chumbadores, chapas, contraventamentos e demais elementos estruturais. A inspeção deverá observar a existência de deformações, deslocamentos, corrosão, fissuras em soldas, folgas em parafusos ou qualquer sinal de comprometimento da estrutura.

O sistema de pintura e proteção anticorrosiva deverá ser inspecionado regularmente, principalmente em regiões de solda, cortes, furações, bordas, apoios, encontros com calhas, rufos e pontos sujeitos à umidade. Caso sejam identificados pontos de oxidação, descascamento ou falhas de pintura, deverá ser realizada limpeza localizada e recomposição da proteção.

As telhas isotérmicas, parafusos de fixação, parafusos de costura, arruelas de vedação, cumeeiras, rufos, calhas e arremates deverão ser verificados periodicamente. Deverá ser observada a existência de folgas, infiltrações, deslocamentos, furos indevidos, amassamentos, falhas de vedação ou peças danificadas.

As calhas e condutores deverão ser mantidos limpos e desobstruídos, evitando acúmulo de folhas, detritos, sedimentos ou qualquer material que possa impedir o escoamento adequado das águas pluviais. O acúmulo de água sobre a cobertura deverá ser evitado, pois pode gerar sobrecarga não prevista e favorecer processos de corrosão e infiltração.

O acesso à cobertura deverá ser restrito a serviços de manutenção. Durante qualquer intervenção, deverão ser adotados meios adequados de circulação e apoio, evitando pisoteio direto em regiões frágeis das telhas ou concentração de carga em pontos não previstos.

Quando houver módulos fotovoltaicos instalados, deverá ser verificada a fixação dos trilhos, grampos, suportes e acessórios, observando se há deslocamentos,

folgas, infiltrações ou danos ao telhamento. Qualquer alteração na quantidade, posição ou sistema de fixação das placas deverá ser precedida de avaliação técnica.

Não deverão ser executados cortes, furos, soldas, remoções de peças, alteração de contraventamentos ou modificações na estrutura metálica sem autorização do responsável técnico. Intervenções inadequadas podem comprometer a estabilidade, a durabilidade e o desempenho da cobertura.

Após eventos climáticos intensos, como ventos fortes, chuvas severas ou queda de objetos sobre a cobertura, deverá ser realizada inspeção visual para verificar possíveis danos ao telhamento, fixadores, arremates, calhas, estrutura metálica e pontos de apoio.

Recomenda-se que as inspeções preventivas sejam realizadas ao menos uma vez ao ano e sempre após eventos excepcionais. Quando forem identificadas anomalias, a correção deverá ser executada por equipe tecnicamente capacitada, utilizando materiais compatíveis com os especificados no projeto.

20. ÁGUAS PLUVIAIS

O sistema de águas pluviais foi concebido para captação de apenas uma água do telhado, com condução da água coletada até um captador modular de águas pluviais, instalado na fachada lateral da edificação.

A solução adotada substitui a condução por condutores horizontais convencionais, direcionando a água da cobertura para o sistema de armazenamento modular. Antes da entrada no reservatório, foi prevista a instalação de filtro para águas pluviais, com a finalidade de reter folhas, partículas sólidas, sedimentos e demais impurezas provenientes da cobertura, preservando o funcionamento do sistema e a qualidade da água armazenada.

O sistema de captação adotado tem como referência o modelo modular tipo SMCap, descrito pelo fabricante como sistema modular de captação de água pluvial. Cada módulo possui capacidade de armazenamento de 750 litros, podendo ser interligado a outros módulos por tubos de PVC comuns, conforme a necessidade de armazenamento do usuário. O fabricante também informa que

a água da chuva pode ser utilizada, após captação e filtragem, em atividades como descargas, irrigação, limpeza de áreas externas e lavagem de veículos.

Para o dimensionamento hidráulico, foram considerados os seguintes dados:

Parâmetro	**Valor adotado**
Comprimento do telhado	32,58 m
Largura do telhado	32,72 m
Inclinação do telhado	2,86°
Área total de contribuição anteriormente calculada	1.243,30 m²
Área considerada para uma água do telhado	621,65 m²
Intensidade pluviométrica adotada	240 mm/h
Vazão estimada para uma água	2.486,60 L/min

A vazão foi calculada pela expressão:

Q = I × A / 60

Onde:

- **Q** = vazão, em L/min;
- **I** = intensidade pluviométrica, em mm/h;
- **A** = área de contribuição, em m².

Assim:

Q=240×621,65/60
Q = 2.486,60 L/min

Portanto, para a chuva de projeto adotada, a vazão estimada proveniente de uma água do telhado é de aproximadamente:

Q ≈ 2.487 L/min

Considerando módulos com capacidade de **750 litros**, o tempo estimado para enchimento será:

Quantidade de módulos	Volume total armazenado	Tempo estimado de enchimento
1 módulo	750 L	0,30 min ≈ 18 segundos
2 módulos	1.500 L	0,60 min ≈ 36 segundos
3 módulos	2.250 L	0,90 min ≈ 54 segundos
4 módulos	3.000 L	1,21 min ≈ 1 min 13 s

Esses tempos correspondem à condição de chuva intensa adotada no dimensionamento, com **240 mm/h**. Em chuvas de menor intensidade, o tempo de enchimento será maior.

Caso a **área adicional de contribuição de 162,00 m²** também descarregue integralmente nessa mesma água do telhado, a área de contribuição passa a ser aproximadamente:

A = 621,65 + 162,00 = 783,65 m²

Nesse cenário, a vazão estimada seria:

Q=240×783,65/60
Q = 3.134,60 L/min

Com essa condição mais conservadora, o tempo estimado de enchimento dos módulos seria:

Quantidade de módulos	Volume total armazenado	Tempo estimado de enchimento
1 módulo	750 L	0,24 min ≈ 14 segundos
2 módulos	1.500 L	0,48 min ≈ 29 segundos
3 módulos	2.250 L	0,72 min ≈ 43 segundos

Quantidade de módulos	Volume total armazenado	Tempo estimado de enchimento
4 módulos	3.000 L	0,96 min ≈ 57 segundos

Dessa forma, o captador de águas pluviais foi considerado como sistema de armazenamento para aproveitamento da água da chuva, e não como único elemento de escoamento final da cobertura. Por isso, foi necessário prever extravasor/ladrão no sistema, direcionado para local adequado de drenagem, de modo a evitar transbordamento junto à fachada após o enchimento dos módulos.

O conjunto deverá contemplar calha de captação, tubulação de descida, filtro antes do reservatório, módulos de armazenamento, interligações entre módulos, extravasor, ponto de limpeza e saída para utilização da água armazenada. A instalação deverá garantir estanqueidade, facilidade de manutenção e acesso para limpeza periódica do filtro e dos reservatórios.

A intensidade pluviométrica adotada no dimensionamento foi de 240 mm/h, conforme valor indicado na planilha de cálculo utilizada para a região de Teresina/PI. Na planilha, a intensidade foi obtida a partir da seleção da localidade da obra, sendo esse valor utilizado como chuva de projeto para estimativa da vazão de contribuição da cobertura.

Parâmetro	Valor adotado
Região considerada	Teresina/PI
Intensidade pluviométrica adotada	240 mm/h
Origem do valor	Planilha de dimensionamento de águas pluviais

21. SISTEMA DE CAPTAÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS

O sistema de águas pluviais foi reformulado considerando a captação de apenas uma água do telhado, com direcionamento da vazão coletada para um captador modular de águas pluviais, instalado na fachada lateral da edificação.



A solução adotada prevê a condução da água pluvial captada na cobertura até um sistema de armazenamento modular. O modelo de referência é o SMCap, apresentado pelo fabricante como um sistema modular de captação de água pluvial, com capacidade de armazenamento de 750 litros por módulo e possibilidade de interligação entre módulos por meio de tubos de PVC comuns. O fabricante também informa que a água da chuva, quando devidamente captada e filtrada, pode ser utilizada em atividades como descargas, irrigação, limpeza de áreas externas e lavagem de veículos.



Foi prevista a instalação de filtro antes da entrada da água no captador, com a finalidade de reter folhas, partículas sólidas, sedimentos e demais impurezas provenientes da cobertura. Esse filtro é necessário para preservar o funcionamento do sistema, reduzir a necessidade de limpeza interna dos reservatórios e melhorar a qualidade da água armazenada.



Para o dimensionamento da vazão, foram considerados os seguintes dados:

Parâmetro	**Valor adotado**
Comprimento da água do telhado	32,58 m
Largura da água considerada	15,50 m
Inclinação do telhado	2,86°
Área de contribuição considerada	504,99 m²

Parâmetro	Valor adotado
Região considerada	Teresina/PI
Intensidade pluviométrica adotada	240 mm/h

A intensidade pluviométrica de 240 mm/h foi extraída da planilha de dimensionamento de águas pluviais, a partir da seleção da região Teresina/PI. Esse valor foi utilizado como chuva de projeto para estimar a vazão de contribuição da cobertura.

A área de contribuição foi calculada considerando apenas uma água do telhado:

A=32,58×15,50
A = 504,99 m²

A vazão foi calculada pela expressão:

Q = I × A / 60

Onde:

- **Q** = vazão, em L/min;
- **I** = intensidade pluviométrica, em mm/h;
- **A** = área de contribuição, em m².

Substituindo os valores:

Q=240×504,99/60
Q = 2.019,96 L/min

Portanto, a vazão estimada proveniente da água do telhado considerada, para a chuva de projeto adotada, é de aproximadamente:

Q ≈ 2.020 L/min

Considerando módulos com capacidade de **750 litros**, o tempo estimado para enchimento será:

Quantidade de módulos	Volume total armazenado	Tempo estimado de enchimento
1 módulo	750 L	0,37 min ≈ 22 s
2 módulos	1.500 L	0,74 min ≈ 45 s
3 módulos	2.250 L	1,11 min ≈ 1 min 07 s
4 módulos	3.000 L	1,49 min ≈ 1 min 29 s
5 módulos	3.750 L	1,86 min ≈ 1 min 51 s

Esses tempos correspondem à condição de chuva intensa adotada no cálculo, com intensidade de 240 mm/h. Em chuvas de menor intensidade, o tempo de enchimento será proporcionalmente maior.

Devido à elevada vazão estimada, o captador de águas pluviais foi considerado como sistema de armazenamento e aproveitamento da água da chuva, não como único elemento de escoamento final da cobertura. Assim, deverá ser previsto extravasor/ladrão no sistema, direcionado para ponto adequado de drenagem, evitando transbordamento junto à fachada lateral após o enchimento dos módulos.

O conjunto de águas pluviais deverá contemplar calha de captação, tubulação de descida, filtro antes do reservatório, módulos de armazenamento, interligações entre módulos, extravasor, ponto de limpeza e saída para utilização da água armazenada. A instalação deverá garantir estanqueidade, facilidade de manutenção e acesso para limpeza periódica do filtro e dos reservatórios.

Caso alguma área adicional de contribuição também descarregue nesse mesmo captador, a vazão deverá ser recalculada somando essa área à área de 504,99 m² considerada neste dimensionamento.

22. CONCLUSÃO

A estrutura metálica da nova cobertura foi projetada considerando as condições geométricas da edificação, o sistema de telhamento adotado, as cargas permanentes, a sobrecarga de manutenção, as ações de vento e as cargas adicionais provenientes dos módulos fotovoltaicos, quando aplicáveis.

O sistema estrutural adotado foi dimensionado para garantir a adequada transferência dos esforços entre telhas, terças, vigas, treliças, contraventamentos, ligações e pontos de apoio, assegurando estabilidade, resistência e desempenho compatíveis com a finalidade da cobertura.

As cargas consideradas no cálculo contemplaram o peso da telha isotérmica tipo sanduíche, o sistema de placas solares e acessórios, a sobrecarga de manutenção e as ações de vento positivo e negativo. A ação de sucção do vento foi considerada nas verificações de arrancamento, fixações, ligações metálicas e estabilidade dos elementos da cobertura.

A cobertura foi concebida sem fechamento lateral integral, sendo o complemento de parede da fachada tratado como elemento arquitetônico/platibanda, destinado à ocultação visual da cobertura, sem caracterizar fechamento completo da edificação para fins de análise global da cobertura.

A execução da estrutura deverá seguir integralmente as pranchas do projeto, as especificações técnicas, os detalhes de ligação, as recomendações deste memorial e as normas técnicas aplicáveis. Qualquer alteração de perfis, apoios, ligações, telhamento, fixações, placas solares ou demais componentes deverão ser previamente avaliada pelo responsável técnico.

Conclui-se que a estrutura metálica projetada atende às premissas adotadas no cálculo e às condições de uso previstas para a nova cobertura, desde que executada conforme projeto, com materiais adequados, mão de obra qualificada, controle de montagem, proteção anticorrosiva e manutenção periódica.