



REFORMA DE COBERTURA DA ESCOLA DOM OTÁVIO

RELATÓRIO TÉCNICO DO PROJETO
DE COBERTURAS

SETEMBRO DE 2021

Referências Cadastrais

Cliente: Prefeitura Municipal de Pouso Alegre

Localização: Pouso Alegre, Minas Gerais

Título: Reforma Cobertura E. M. Dom Otávio

Contato: Pedro Masiero – Superintendente de Educação

E-mail: manutencaosmecpa@gmail.com

Líder do Projeto: Pedro Henrique Justiniano

Coordenador: Aloísio Caetano Ferreira

Projeto/centro de custo: ATA Nº 194/2020

Data do documento: 24/09/2021

Elaborador/Autor	Flávia Cristina Barbosa	Engenheira Civil
Verificador/aprovador	Aloisio Caetano Ferreira	Coordenador do projeto

Isenção de Responsabilidade:

Este documento é confidencial, destinando-se ao uso exclusivo do cliente, não podendo ser reproduzido por qualquer meio (impresso, eletrônico e afins) ainda que em parte, sem a prévia autorização escrita do cliente.

Este documento foi preparado pela Dac Engenharia com observância das normas técnicas de Pouso Alegre e em estrita obediência aos termos do pedido e contrato firmado com o cliente. Em razão disto, a Dac Engenharia isenta-se de qualquer responsabilidade civil e criminal perante o cliente ou terceiros pela utilização deste documento, ainda que parcialmente, fora do escopo para o qual foi preparado.



Equipe Técnica

Responsável Técnico – Projetos

Flávia Cristina Barbosa Engenheira Civil	<i>Flávia C. Barbosa</i>
Nº CREA: MG-187.842/D	ART: <i>MG 20210605933</i>

Coordenação

Aloisio Caetano Ferreira	<i>A C F</i>
Nº CREA: MG 97.132/D	Engenheiro Hídrico

Elaboração

Thais Coimbra	Engenheira Civil
Camila Andrade	Engenheira Civil
Mara Lucy	Engenheira Civil
William Baradel Lari	Engenheiro Civil
Flaviana Paiva	Engenheira Civil
Daliani Pereira	Engenheira Civil
Sara Vilas Bôas	Engenheira Civil
Rodrigo Rennó Gonzaga	Engenheiro Mecânico
German Lozano Vela	Engenheiro Mecânico
Pedro Costa	Engenheiro Mecânico
Julio Del Duca	Auxiliar Eng. Mecânica
Adriano Marcelo de Campos	Engenheiro Eletricista
Luiz Fernando Toso	Auxiliar de Elétrica
Renan Souza Toledo	Auxiliar de Elétrica
Leandro Henrique dos Santos	Auxiliar de Elétrica
Bruno Rezende	Auxiliar de AVCB
Faycon	Auxiliar de Laudos



Índice

1.	PROJETO DAS ESTRUTURAS	Erro! Indicador não definido.
1.1.	Características Gerais do Projeto	
	Erro! Indicador não definido.	
1.2.	Sistema Estrutural	4
1.3.	Especificação dos Materiais Utilizados	5
1.4.	Das Normas Utilizadas	5
1.5.	Condições de Cálculo	5
1.6.	Verificação da Estrutura	6
1.7.	Combinações das Ações	6
1.7.1.	Combinações Últimas Normais (ELU).....	6
1.7.2.	Combinações de Serviço (ELS)	6
1.8.	Obtenção das solicitações e Resultados	7
2.	Especificações de montagem e materiais	8
2.1.	Estrutura Metálica	8
2.1.1.	Materiais	8
2.1.2.	Equipamentos.....	9
2.1.3.	Montagem.....	9
2.2.	Telhas Metálicas	11
2.3.	Pintura	11
2.4.	Considerações Finais	12



1. VISÃO GERAL

1.1. Cobertura Atual Escola Dom Otávio

As coberturas da Escola Municipal Dom Otávio que fazem parte do escopo desse projeto se referem aos pavimentos indicados na Figura 1 e a cobertura da escada e corredores. São dois pavimentos com térreo e primeiro andar, interligados no primeiro andar através de um corredor encoberto por laje. A cobertura atual dos pavimentos possui estrutura de madeira e telhas cerâmicas (Figura 2), é formado por duas águas. Como pode ser visto na Figura 3, a água possui duas inclinações diferentes.







1.2. Avaliação da cobertura atual

Foi realizada uma visita na escola a fim de avaliar as coberturas. Algumas observações foram feitas:

- Há infiltração na laje das escadas;
- As estruturas de madeira que compõem o telhado, bem como as telhas cerâmicas, precisam ser trocadas;
- Algumas salas de aula do primeiro andar possuem infiltração.

1.3. Proposta para a reforma

Para solucionar o problema de infiltração da laje das escadas, propõe-se revesti-la de com argamassa, impermeabilizante e pintura com emulsão asfáltica.

Uma vez que se faz necessária a troca de todo o telhado (estrutura de madeira e telhas), foi feito um novo projeto de estrutura de cobertura para os dois pavimentos, descritos na próxima seção deste relatório.

Um fator contribuinte para a infiltração no primeiro andar além da necessidade de troca das estruturas e telhas é a dupla inclinação no telhado, pois ela propicia a entrada de água. O novo projeto já faz a adequação para que o telhado tenha uma inclinação única em cada água, evitando esse problema.



2. PROJETO DAS ESTRUTURAS

2.1. Características Gerais do Projeto

Para cada pavimento é proposto uma cobertura metálica com telhas galvanizadas, cujas características e lista de materiais estão detalhadas nos desenhos DAC-PMPA-DOMOT-PE-MET-01-R00 a DAC-PMPA-DOMOT-PE-MET-02-R00.

O projeto das coberturas da E. M. Dom Otávio é caracterizado por:

- Cobertura metálica composta por treliças triangulares do tipo Howe;
- Vãos transversais de 6,30 m para ambos pavimentos;
- Vão longitudinais de 47,90 m (Pavimento 1), 55,10 m (Pavimento 2);
- Treliça em balanço para cobrir os corredores laterais do pavimento;
- Espaçamento entre as tesouras conforme indicado no projeto, bem como o posicionamento das terças e os pontos de fixação;
- Inclinação de 10% em todas as coberturas;
- Fechamento transversal da cobertura de alvenaria com tijolo aparente.

2.2. Sistema Estrutural

Em relação ao sistema estrutural, tem-se a seguinte composição:

- As treliças são chumbadas na laje de concreto armado dos pavimentos e compõem o sistema transversal;
 - Às terças metálicas formam o sistema longitudinal, responsável por transferir as cargas da cobertura para as treliças;
 - As telhas metálicas se apoiam sobre as terças, conforme apresentado em projeto, sendo a sua fixação realizada diretamente nas tesouras através de solda.
-



2.3. Especificação dos Materiais Utilizados

Os materiais utilizados no projeto foram:

- Elementos Estruturais (montantes, banzos, diagonais e terças): Aço ASTM-36;
- Solda: E-60xx;
- Telhas: Aço galvanizado – modelo termoacústico.

2.4. Das Normas Utilizadas

Para o cumprimento do projeto conforme as normatizações técnicas brasileiras, foram utilizadas as normas:

- NBR 8800/2008 – Projeto e execução de estruturas de aço em edifícios;
- NBR 6120/1980 – Cargas para cálculo de estruturas de edificações;
- NBR 6123/1988 – Forças devido ao vento em edificações;
- NBR 14762/2008 – Dimensionamento de Perfis Formados a Frio.

2.5. Condições de Cálculo

De acordo com o item 4.7.1 da NBR 8800 deve ser considerada a influência de todas as ações que possam produzir efeitos significativos para a estrutura, levando-se em consideração os estados limites últimos e de serviço, sendo as ações classificadas de acordo com a NBR 8681 como permanentes, variáveis e/ou excepcionais.

As ações permanentes são as que ocorrem com valores constantes durante toda a vida útil da estrutura. No presente projeto serão utilizadas as ações permanentes diretas, as quais correspondem ao peso próprio da cobertura e todos os elementos construtivos fixos à estrutura.



As ações variáveis são aquelas que apresentam variações ao longo da vida útil da edificação, onde podem ser consideradas as cargas provenientes de sobrecarga de utilização e de vento.

2.6. Verificação da Estrutura

Para a verificação da estrutura foram consideradas as cargas referentes ao peso próprio dos elementos (variável por seção), peso próprio das telhas, sobrecarga de utilização e ocupação, bem como as cargas devido ao vento (em concordância com a NBR 6123/88).

2.7. Combinações das Ações

Foram admitidos coeficientes de ponderação das ações de acordo com a NBR 8800/2008, levando em consideração as ações permanentes, variáveis primárias, variáveis de sobrecarga e ações de vento.

2.7.1. Combinações Últimas Normais (ELU)

De acordo com o a NBR 8800:2008 as combinações últimas normais devem atender a seguinte condição:

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} F_{Gi,k}) + F_{Q,exc} + \sum_{j=1}^n (\gamma_{qj} \varphi_{0j,ef} F_{Qj,k})$$

Onde F_{Qj} são ações secundárias.

2.7.2. Combinações de Serviço (ELS)



Para o estado limite de serviço ser atendido, onde é levado em consideração as deformações excessivas, não devem ser maiores que às dimensões definidas no anexo C da NBR 8800:2008.

$$F_d = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \sum_{j=1}^n (\varphi_{2j} F_{Qj,k})$$

2.8. Obtenção das solicitações e Resultados

A análise da estrutura foi realizada com o auxílio de programas computacionais destinados a tal finalidade, onde as condições de carregamento e combinações foram pré-definidas de acordo com as normas vigentes.

As estruturas dimensionadas para a cobertura da E. M. Dom Otávio possuem rigidez estrutural para suportar as solicitações de carregamento e as combinações última e de serviço, atendendo às dimensões e às características do local de instalação da cobertura.



3. Especificações de montagem e materiais

3.1. Estrutura Metálica

3.1.1. Materiais

Os materiais empregados no projeto devem ser novos e de primeira qualidade, com a exigência de certificado de qualidade e procedência. Na falta desses certificados a contratante poderá exigir ensaios por firmas ou instituições especializadas, empregando as normas ASTM e ABTN e sem ônus algum para a contratante. Dessa forma serão obtidas as reais características mecânicas do material empregado.

Caso seja necessária a substituição de algum perfil, seja por indisponibilidade do material no mercado ou por aproveitamento de material em estoque, deve ser submetida à aprovação do responsável pela fiscalização da obra a fim de que sejam verificadas as consequências da substituição quanto à resistência e à estabilidade da estrutura.

As devidas precauções devem ser tomadas no manejo e armazenamento dos perfis, treliças e demais componentes que compõem a estrutura metálica, com o objetivo de evitar danos (amassamento, distorções e deformações) e, conseqüentemente, seja prejudicada a eficiência da estrutura.

Qualquer peça avulsa e conjunto que precisar de algum reparo, o responsável pela fiscalização deve ser notificado. A peça avulsa ou o conjunto deverão ser consertados ou substituídos antes de ser executada a próxima etapa.

Tanto a carga na oficina quanto a descarga no campo são de responsabilidade da contratada. O armazenamento deverá ser feito em local isento de umidade e sujeira, adequado à guarda de estruturas metálicas.



3.1.2. Equipamentos

Referente aos equipamentos necessários para a montagem da estrutura metálica, a contratada é responsável pelo emprego, pela segurança, pela manutenção e pela capacidade.

É importante que, sendo possível, as montagens sejam executadas utilizando-se de equipamentos móveis. Havendo necessidade de mastros ancorados, deve ser passado por aprovação do responsável pela fiscalização. Os devidos cuidados devem ser tomados na movimentação de peças esbeltas, podendo ser contraventadas provisoriamente para garantir a integridade das peças e montagens.

A respeito dos transeuntes e veículos usados, a contratada responde pelos danos que venham a ocorrer. Os andaimes devem ser protegidos contra acidentes, fornecendo o máximo de segurança aos operadores. Fica estabelecido que a qualquer momento a fiscalização pode exigir segurança adicional.

3.1.3. Montagem

Antes de se proceder a fabricação e montagem das treliças e dos demais componentes, todas as medidas devem ser conferidas *in loco* para garantir compatibilidade geométrica e para que sejam dirimidas todas as dúvidas a respeito da locação das treliças.

O alinhamento, nivelamento e locação de todos os chumbadores e insertos devem ser verificados antes do início da montagem pela contratada. A contratante deverá ser notificada por escrito da existência de qualquer erro encontrado durante a verificação a fim de que terceiros responsáveis possam fazer as correções necessárias. Não sendo feitas as verificações e/ou notificações, a contratada será considerada responsável e arcará com os custos decorrentes para reparar os erros.

A contratada deverá garantir a estabilidade da estrutura durante as diferentes fases da montagem através de escoramentos e travamentos temporários. Em caso de deformações permanentes e outros problemas estruturais que possam acontecer no período de montagem por falta de maiores precauções, serão de responsabilidade da contratada, que terá que arcar com os custos dos reparos que forem necessários.



Não será permitido forçar peças, partes e montagens que estão em dimensão inadequada para se adaptarem às respectivas conexões com a estrutura e outras peças, exceto peças pré-tracionadas de contraventamentos. Não será permitido também a montagem de conjuntos ou peças avulsas que apresentarem fissuras, inclusão de escórias, bolhas e outros defeitos, deformações e empenamentos.

As furações para fixação da estrutura, de outras peças ou de equipamentos devem ser executadas com máximo rigor e garantir a posição correta em relação aos eixos. Não será permitido o uso de maçarico para abertura de furos. No máximo será permitida uma ligeira chamada nas peças da estrutura para chegarem na posição de montagem, contudo, há a exceção quando se tratar de contraventamentos. Os furos que precisarem de alargamento deverão ser autorizados pela fiscalização, que por sua vez deve consultar a projetista antes da liberação.

A contratada fica encarregada de prever os métodos de montagem e distribuição de materiais, bem como as dificuldades e obstáculos que serão encontrados na obra, incluso aquelas que serão oriundas dos serviços de terceiros e do funcionamento das instalações da contratante. Dessa forma, não são aceitos quaisquer custos adicionais para a contratante oriundas dessas situações.

A montagem da estrutura deve estar de acordo com as especificações de projeto, obedecendo com rigor às medidas lineares e angulares, bem como o alinhamento e nivelando, salvo as observações contidas no memorial descritivo e no projeto.

Durante a montagem, tanto em oficina como *in loco*, deve-se prover contraventamentos e fixações provisórias em quantidade suficiente para que a estrutura seja mantida em segurança e resista aos esforços derivados do peso próprio da estrutura, esforços devidos aos ventos, esforços de montagem e esforços decorrentes da operação de equipamentos de montagem.

Parafusos de tamanhos diferentes deverão ser acondicionados em caixas separadas e conter identificação do conteúdo. Todos os materiais deverão ser entregues por completo no canteiro da obra, limpo e em perfeito estado, em data não posterior à estabelecida no cronograma.



3.2. Telhas Metálicas

As telhas metálicas do projeto de cobertura são do tipo trapezoidais galvanizadas, modelo termoacústico com duas faces de 0,43 mm (espessura) e preenchimento em poliestireno expandido de 30mm de espessura. As telhas metálicas a serem empregadas devem estar de acordo com os requisitos exigidos na NBR 14514/2008 – Telhas de Aço revestido de seção trapezoidal – requisitos.

A fixação das telhas deve ser feita do beiral até a cumeeira, sendo fixada simultaneamente em águas opostas. Além disso, devem ser colocadas por fiadas, obedecer à inclinação estabelecida em projeto e respeitar a inclinação mínima exigida pelo tipo de telha.

O escoamento das águas pluviais é realizado diretamente do telhado, não sendo prevista a colocação de calhas. Não há encontro das telhas com planos verticais e, por esse motivo, não é necessária a colocação de rufos metálicos.

O manejo e armazenamento das telhas deve ser tal que garanta a sua integridade e não as deformem a ponto de se tornarem inutilizáveis.

3.3. Pintura

Toda a superfície metálica a ser pintada deverá estar completamente limpa, isenta de gorduras, umidade, ferrugem, incrustações, produtos químicos diversos, pingos de solda, carepa de laminação, furos, etc.

A preparação da superfície constará basicamente de jateamento abrasivo, de acordo com as Normas Técnicas e obedecendo as seguintes notas gerais:

- Depois da preparação adequada da superfície deverá ser aplicado 2 demãos de fundo anticorrosivo a base de cromato de zinco e posteriormente 2 demãos de pintura esmalte acetinado;
- O mínimo de demãos é duas, porém, aplica-se quantas demãos forem necessárias para um acabamento perfeito;



- Quanto à qualidade, a tinta é de primeira linha;
- Deverão ser respeitados os intervalos entre as demãos conforme a especificação dos fabricantes;

Receberão pintura a estrutura metálica e as telhas galvanizadas. Quanto ao padrão de cores, deverá ser consultada a secretaria de educação

3.4. Considerações Finais

Salienta-se que todos os serviços executados estão sujeitos à inspeção e aceitação por parte do responsável pela fiscalização da obra.

Para uma durabilidade maior do projeto, deverão ser previstas manutenções periódicas. As coberturas deverão ser limpas a cada 3 meses a fim de que não acumule sujeira e não cause infiltrações, sendo necessário aumentar a frequência para a cada 2 meses nos períodos chuvosos e de muita ventania.

Por se tratar de um projeto de reforma e ser necessárias a demolição e remoção da atual cobertura, caso haja algum dano na estrutura e/ou ela fique de alguma forma comprometida, devem ser consultados o projetista e o fiscal da obra antes do início da montagem da nova cobertura. O mesmo se aplica para os danos e/ou estrutura comprometida durante a etapa de montagem.