

Especificações técnicas

Parâmetros Gerais do Empreendimento e Estruturação Orçamentária

O planejamento e a execução de obras públicas de infraestrutura escolar demandam um rigoroso alinhamento entre as estimativas de custos e as diretrizes regulatórias vigentes, de modo a assegurar a integridade estrutural, a segurança dos usuários e a lisura fiscal do processo licitatório. O projeto de reforma da Escola Municipal Firmino Coelho Araújo, localizada na Vila Paciência, na zona rural do município de Palmeirante - TO, fundamenta-se em uma planilha de orçamento sintético elaborada sob as diretrizes do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), utilizando a base de dados de maio de 2026 para o estado de Tocantins.¹ A taxa de Benefícios e Despesas Indiretas (B.D.I.) aplicada de forma linear sobre os custos diretos é de 22,0 % .¹ O projeto está registrado sob a responsabilidade técnica do Engenheiro Civil Juarez Luis Pimenta Junior (CREA Nº 219.323-D/MG).¹

A estruturação orçamentária engloba serviços preliminares, demolições, reconstrução de cobertura, revestimentos de piso, instalações elétricas, esquadrias e pintura decorativa.¹ Para garantir a segurança jurídica, a durabilidade das soluções e a integridade estrutural da edificação escolar, a execução física deve estar em estrita consonância com o arcabouço normativo da ABNT e com as Normas Regulamentadoras (NR) do Ministério do Trabalho e Emprego.²

Parâmetro Orçamentário	Especificação Técnica do Projeto	Referência Legal e Técnica
Objeto do Empreendimento	Reforma da Escola Municipal Firmino Coelho Araújo ¹	Edificações Públicas Escolares

Localização da Obra	Vila Paciência, Zona Rural, Palmeirante - TO ¹	Zoneamento Bioclimático Tocantins ⁴
Referencial de Custos	SINAPI - 05/2026 - Tocantins ¹	Decreto Federal nº 7.983/2013 ⁵
B.D.I. Adotado	22,0% de taxa linear sobre custos diretos ¹	Acórdãos de Referência do TCU

Desmonte Estrutural, Demolições e Mitigação de Riscos Ocupacionais

As atividades compreendidas no Item 2 da planilha (Demolições e Retiradas) determinam a remoção manual de telhas, trama metálica, esquadrias e forros diversos, explicitando a premissa de que os materiais não serão reaproveitados no canteiro.¹ Conforme preceitua a ABNT NBR 5682 (Contratação, Execução e Supervisão de Demolições), qualquer intervenção de desmonte exige uma vistoria técnica prévia minuciosa para mapear as condições de estabilidade da estrutura remanescente e das edificações vizinhas.⁶ A segurança estrutural durante o processo é reforçada pela determinação da NR-18 (item 18.5.13), que estabelece que as paredes de alvenaria somente podem ser demolidas antes da estrutura quando esta for metálica ou de concreto armado, prevenindo colapsos acidentais por perda de contraventamento ou sobrecarga localizada.⁹

O desmonte de coberturas (Itens 2.1 e 2.2) e a remoção de forros (Item 2.5) expõem os operários a riscos elevados de queda.¹ Por esse motivo, a execução das atividades de altura deve observar rigorosamente a NR-35 (Trabalho em Altura) e a NR-18, exigindo a instalação de linhas de vida ancoradas em pontos estruturais calculados, o uso de cinturões de segurança tipo paraquedista com duplo talabarte e o uso de passarelas de madeira apoiadas sobre as terças para a distribuição de peso, sendo proibido o trânsito direto sobre as telhas.¹⁰

A remoção de telhas de fibrocimento antigas (Item 2.1) impõe um risco ocupacional e ambiental crítico devido à potencial presença de fibras de amianto

(crisotila) na composição do material original.¹ Embora o mercado atual utilize a tecnologia sem amianto regulada pela ABNT NBR 15210¹³, as coberturas antigas de escolas públicas frequentemente contêm o mineral nocivo à saúde.¹² Caso a presença de amianto seja confirmada ou haja suspeita técnica razoável, o resíduo decorrente do desmonte deve ser classificado obrigatoriamente como Resíduo Classe D (Perigoso).¹² Essa classificação exige um protocolo rigoroso de descida controlada (sendo proibido o arremesso livre das telhas), acondicionamento estanque em embalagens apropriadas, rotulagem de aviso e transporte por empresa licenciada até aterro industrial de resíduos perigosos credenciado, gerando custos adicionais de logística ambiental que impactam diretamente o custo global da intervenção.¹²

Item do Orçamento	Atividade de Desmonte e Retirada	Normas Aplicáveis	Principais Requisitos de Controle e Segurança
2.1	Remoção de telhas de fibrocimento, metálicas e cerâmicas ¹	NBR 5682, NR-18, NR-35 ¹⁰	Linha de vida, passarelas de telhado e triagem de amianto (Classe D) ¹⁰
2.2	Remoção manual de trama metálica para cobertura ¹	NBR 5682, NBR 8800, NR-18 ⁹	Escoramento provisório e plano de içamento de cargas
2.3 e 2.4	Remoção de janelas e portas de forma manual ¹	ABNT NBR 5682 ¹⁵	Preservação da integridade estrutural dos vãos de alvenaria

2.5	Remoção de forros (drywall, PVC e fibromineral) ¹	ABNT NBR 5682, NR-18 ¹²	Controle de poeira e isolamento prévio da fiação elétrica existente
------------	--	------------------------------------	---

Reconstrução do Sistema de Cobertura e Forros Suspensos

A substituição do sistema de sustentação da cobertura por uma trama de aço composta por ripamento para telha cerâmica capa-canal (Item 3.1) ¹ associa-se diretamente à composição analítica SINAPI 92577.¹⁷ Essa composição prevê o emprego de perfis estruturais formados a frio, especificamente o perfil "U" enrijecido de aço laminado com espessura de 3,75 mm e o perfil cartola de aço galvanizado com espessura de 0,8 mm fixados com parafusos sextavados comuns ASTM A307 e parafusos zincados autobrocantes flangeados.¹⁷ O projeto dessa estrutura deve atender aos critérios de dimensionamento estabelecidos pela ABNT NBR 14762 (Estruturas de Aço Constituídas por Perfis Formados a Frio) e pela ABNT NBR 8800 (Projeto de Estruturas de Aço de Edifícios).¹⁶

Em áreas rurais, onde a rugosidade do terreno é baixa e a exposição a correntes de ar é severa, a verificação das forças devidas ao vento nos termos da ABNT NBR 6123 é mandatória.¹⁶ O projeto estrutural deve prever os contraventamentos necessários, os quais se tornam obrigatórios quando o comprimento teórico de referência excede quarenta vezes a dimensão transversal correspondente, evitando a instabilidade por torção ou flambagem.²⁰ As terças de aço devem ser apoiadas próximas aos nós das tesouras para que a estrutura atue de forma treliçada e impeça deformações excessivas.²⁰ As cargas gravitacionais adicionais permanentes e acidentais devem cumprir os valores limites fixados na ABNT NBR 6120.¹⁶

A especificação do telhamento com telha cerâmica capa-canal tipo Plan (Item 3.3) ¹ requer que as peças adquiridas estejam em conformidade com a ABNT NBR 15310, que classifica os componentes cerâmicos e determina requisitos geométricos, massa seca, galga mínima e a declividade de utilização recomendada.²¹ O fabricante deve comprovar, por ensaios de laboratório, baixos

índices de absorção de água e resistência à flexão com carga de ruptura compatível com as exigências normativas.²⁴ No processo de assentamento, regulado pela ABNT NBR 8039 ²², o primeiro apoio da fiada inicial junto ao beiral precisa ser elevado com ripas sobrepostas ou testeiras de compensação para garantir o plano do telhado e evitar infiltrações.² O assentamento das cumeeiras (Item 3.4) ¹ exige emboçamento com argamassa traço 1:2:9 (cimento, cal e areia) aplicada de forma contínua e no sentido contrário ao dos ventos dominantes locais para evitar o arrancamento.¹

Para a porção de cobertura em telha ondulada de fibrocimento de 6 mm (Item 3.5) ¹, a execução deve obedecer às diretrizes da ABNT NBR 7196 (revisada em 2020), que detalha as especificações para telhas sem amianto e os requisitos para fixação em coberturas com parafusos, ganchos e pinos.¹⁴ Ensaio de impermeabilidade e resistência mecânica devem seguir os parâmetros das normas complementares NBR 5642 e NBR 5643.³¹ Sob a perspectiva da governança de qualidade do setor de fibrocimento no Brasil, a Associação Nacional do Fibrocimento (ANF) e o Sinaprocim buscam a evolução do Programa de Avaliação da Qualidade do Produto (PAQ) para um Programa Setorial da Qualidade (PSQ) vinculado ao PBQP-H do Ministério das Cidades, garantindo que os materiais fornecidos para obras públicas atendam rigidamente às normas técnicas.¹³

O projeto especifica a instalação de forro em placas de gesso para ambientes comerciais (Item 3.6), referenciando a composição SINAPI AF_08/2023_PS.¹ A execução de sistemas suspensos autoportantes de gesso deve seguir as regras da ABNT NBR 16591.³⁵ O projeto executivo deve assegurar que a umidade das lajes superiores esteja eliminada e que instalações elétricas e hidráulicas tenham sido testadas antes do fechamento do forro.³⁶ Os tirantes de suspensão devem ser metálicos e não oxidáveis, instalados com sistemas de regulação milimétrica para o perfeito nivelamento.³⁶

A ABNT NBR 15758 (Sistemas Construtivos em Chapas de Gesso para Drywall) foi unificada em setembro de 2025, eliminando a divisão antiga em três partes independentes e introduzindo tabelas de desempenho mais rigorosas e

exigências de resistência ao fogo, as quais devem ser observadas no recebimento do forro.³⁷

Componente da Cobertura	Especificação de Projeto	Normas de Controle	Principais Parâmetros Técnicos
Superestrutura	Perfis de aço "U" enrijecido (3,75 mm) e perfil cartola (0,8 mm) ¹⁷	NBR 14762 / NBR 8800 / NBR 6123 ¹⁶	Resistência mecânica, contraventamento contra torção e ações de vento ¹⁶
Telhas Cerâmicas	Telha tipo Plan capa e canal simples de sobreposição ¹	NBR 15310 / NBR 8039 ²¹	Absorção de água, carga de ruptura à flexão e elevação do beiral ²
Telhas de Fibrocimento	Ondulada de 6 mm sem amianto ¹	NBR 7196 / NBR 15210 ¹³	Estanqueidade, folga de furação e furação sem impacto mecânico ¹¹
Forro Suspenso	Placas de gesso 60 × 60 cm espessura 12 mm ¹	NBR 16591 / NBR 15758 (2025) ³⁵	Alinhamento por tirantes reguláveis, proteção contra oxidação e junta de dilatação ³⁶

Revestimento de Pisos e Tecnologia de Argamassas Colantes

A planilha orçamentária prevê a aplicação de revestimento cerâmico esmaltado de dimensões 60 x 60 cm em áreas menores que 5 m² (Item 4.1).¹ Por se tratar de uma escola pública rural, esses ambientes de dimensões reduzidas correspondem a instalações sanitárias ou áreas de serviço. Para salvaguardar a integridade física dos estudantes e colaboradores contra escorregamentos, a placa cerâmica esmaltada escolhida deve atender à classificação estabelecida pela ABNT NBR 16919, que normatiza a determinação do coeficiente de atrito dinâmico em revestimentos cerâmicos para pisos.⁴⁰ Para áreas molháveis ou sujeitas a respingos constantes de água, o coeficiente de atrito deve ser superior a 0,4 (classificação antiderrapante), sendo as peças com coeficiente inferior a 0,4 toleradas somente em ambientes comprovadamente secos.⁴¹

O processo executivo do piso deve seguir detalhadamente a ABNT NBR 13753 (Revestimento de Piso Interno ou Externo com Placas Cerâmicas e com Utilização de Argamassa Colante).⁴² Uma exigência fundamental contida nas recomendações técnicas associadas a essa norma reside no emprego da técnica de dupla colagem para placas cerâmicas com área superficial igual ou superior a 900 cm² (o que se aplica diretamente à peça de 60 x 60 cm², cuja área é de 3600 cm²).⁴⁵ A dupla colagem consiste na aplicação manual de argamassa colante tanto no contrapiso quanto no tardo (verso) da placa cerâmica com o auxílio de desempenadeira dentada de aço, assegurando o preenchimento integral dos vazios e impedindo a formação de bolsões de ar que causam a quebra localizada do esmalte por impactos e o descolamento precoce das peças sob cargas de tráfego.⁴⁵

A execução deve prever juntas de assentamento e juntas de movimentação adequadas para absorver as tensões de dilatação térmica e expansão por umidade, prevenindo o estufamento do piso.⁴⁶ O contrapiso de regularização deve ser executado com argamassa de cimento e areia no traço 1:6 e necessita respeitar o tempo mínimo de cura de sete dias após a camada

de base estrutural e mais sete dias de antecedência mínima antes de iniciar o assentamento das placas cerâmicas.⁴⁷

A argamassa colante utilizada na fixação e a argamassa de assentamento do contrapiso devem obedecer aos requisitos físicos de resistência à compressão e aderência estipulados pela ABNT NBR 13281-1:2023.⁴⁸ Para fins de recebimento e fiscalização da qualidade, o revestimento executado deve ser submetido a ensaios de aderência conforme o Anexo A da NBR 13753.⁵¹ Esse ensaio de arrancamento à tração simples consiste na colagem de pastilhas metálicas quadradas de 100 mm de lado sobre o revestimento assentado e na aplicação lenta e progressiva de uma força de tração com velocidade de carregamento de 250 +- 50 N/s até a ruptura, registrando a carga limite em Newtons e mapeando as patologias de aderência na interface de ruptura do sistema.⁵¹

Infraestrutura Elétrica e Incompatibilidade de Dispositivos de Manobra

Os condutores de cobre flexíveis especificados de 2,5 mm² (Item 5.1) e 4,0 mm² (Item 5.3) ¹ devem atender aos requisitos da ABNT NBR NM 247-3, que define a classe de isolamento termoplástica de policloreto de vinila (PVC) tipo BWF antichama para tensões nominais até 450/750 V e temperatura máxima de operação em regime contínuo de 70°C.⁵² Sob condições normais de instalação em eletroduto com temperatura ambiente de 30°C, o condutor de 2,5 mm² suporta uma corrente limite de aproximadamente 21 A a 25 A conforme o método de instalação adotado, devendo-se calcular a queda de tensão máxima acumulada de até 4% ao longo do circuito para assegurar a eficiência dos equipamentos ligados.⁵² O condutor de cor verde (fio terra) deve ser utilizado exclusivamente para a função de proteção elétrica (PE).⁵²

Condutor Elétrico (Bitola)	Tipo de Isolação	Tensão Nominal	Corrente Máxima Estimada	Aplicação Padrão NBR 5410

Cabo Flexível 2,5 mm² ₁	PVC/A Antichama BWF 53	450/750 V ¹	21 A a 25 A ⁵²	Circuitos terminais de tomadas de uso geral e iluminação ⁵²
Cabo Flexível 4,0 mm² ₁	PVC/A Antichama BWF 53	450/750 V ¹	28 A a 32 A	Circuitos terminais de média potência e motores

A tubulação elétrica deve empregar eletroduto flexível corrugado de PVC DN 25 mm (Item 5.2) ¹ certificado sob os parâmetros de desempenho da ABNT NBR 15465, que garante propriedades mecânicas de resistência à compressão, resistência ao impacto e características de não propagação de chamas.⁵⁷ Sob a classificação dessa norma, os eletrodutos leves de cor amarela são adequados para embutimento em paredes, ao passo que os eletrodutos médios de cor laranja devem ser aplicados em lajes e pisos devido aos maiores esforços de concretagem.⁵⁹ Eletrodutos pesados de PVC Classe D (pesado) suportam impacto de $\geq 6J$ e compressão de $\geq 1250 N/5 cm$.⁶⁰

As caixas de passagem embutidas na parede (Item 5.4) ¹ devem cumprir com a ABNT NBR IEC 60670-1 para caixas e invólucros de acessórios elétricos domésticos e análogos, assegurando a proteção mecânica das conexões e a devida resistência térmica a curto-circuitos na fiação.⁶¹ Todas as tomadas fixas instaladas devem obedecer ao padrão de três pinos (2P+T) regulado pela ABNT NBR 14136 e possuir conexão de aterramento funcional de proteção, segregadas pelas capacidades de 10 A para eletrônicos e 20A para cargas especiais.⁵⁶ Os interruptores de comando manual simples (Item 5.11) ¹ devem atender à ABNT NBR NM 60669-1.⁶⁴

A proteção de surto e fuga de corrente é garantida pela instalação de Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS) de 40 kA (Item 5.5) ¹ sob os critérios de ensaio da ABNT NBR IEC 61643-11 ⁶⁶ e por disjuntor tetrapolar Diferencial

Residual (DR) de 40A (Item 5.7) ¹ conforme a ABNT NBR NM 61008-1.⁶⁸ O dispositivo DR protege contra choques elétricos de baixa intensidade ($\leq 30\text{mA}$), sendo obrigatório pela ABNT NBR 5410 em locais úmidos e circuitos de tomadas externas.⁷⁰

A análise da planilha orçamentária revela uma incompatibilidade técnica grave nos dispositivos de proteção. Os itens 5.6 e 5.8 especificam disjuntores do padrão moderno europeu DIN ¹, cuja conformidade é regulada pela ABNT NBR NM 60898-1 para disjuntores destinados à proteção contra sobrecorrentes domésticas e similares (limites de até 440 V, 125 A e capacidade nominal de interrupção de 25.000 A).⁷¹ Por outro lado, os itens 5.9 e 5.10 detalham disjuntores do padrão norte-americano NEMA ¹, uma tecnologia antiga regulada pela norma legada e já cancelada ABNT NBR 5361.⁷²

Essa mescla de padrões gera uma barreira física incontornável na montagem do sistema. O orçamento prevê um quadro em PVC para 12 disjuntores (Item 5.12) e outro em chapa de aço galvanizado para 28 disjuntores DIN de 100 A (Item 5.13).¹ Os quadros modernos utilizam barramentos e trilhos DIN simétricos de 35 mm (conforme EN 60715).⁶⁶ Disjuntores padrão NEMA possuem dimensões físicas muito maiores e utilizam sistemas de encaixe por garras totalmente incompatíveis com o trilho DIN.⁷⁴ Essa divergência impede o fechamento adequado dos quadros de distribuição, inviabiliza a montagem estética e expõe os usuários a contatos acidentais com partes energizadas.⁷⁵

Esquadrias e Desempenho de Vedação

A especificação das janelas de alumínio de correr de 4 folhas com vidro e bandeira inclusos, de dimensões 150 x 120 cm (Item 6.1) ¹, exige a estrita conformidade técnica com a norma de desempenho de esquadrias ABNT NBR 10821 (partes 1 a 5).⁷⁶ Essa normativa regula o controle de fabricação e execução para certificar o comportamento dos caixilhos sob esforços térmicos e pressões de ventos locais.⁷⁶

A ancoragem da esquadria no requadro de alvenaria deve ser efetuada com selantes elastoméricos adequados para impedir infiltrações de água pluvial pelas juntas de contorno.⁴ Ademais, por se tratar de janelas que possuem vidros

abaixo de 1,10 m em relação ao piso acabado, os componentes transparentes devem obrigatoriamente ser compostos por vidros de segurança (temperados ou laminados), atendendo aos critérios de impacto previstos na ABNT NBR 7199.⁷⁹

As portas de madeira para receber verniz, do tipo semi-oca, medindo 90 x 210 cm com espessura de 3,5 cm (Item 6.2) ¹, devem ser selecionadas e inspecionadas sob o escopo da ABNT NBR 15930 (partes 1 a 4).⁸⁰ Esta norma estabelece o perfil de desempenho mínimo que as portas de madeira de edificações devem apresentar em termos de estabilidade dimensional à umidade e durabilidade mecânica ao longo do tempo de uso.⁸¹

Em ambientes escolares, as portas estão submetidas a severos ciclos constantes de abertura e fechamento.⁸¹ Assim, a especificação do produto deve comprovar resistência mecânica e durabilidade de ciclos de abertura condizentes com a ocupação institucional de uso intensivo, reduzindo os custos futuros de manutenção preventiva e corretiva da escola.⁸¹

Acabamentos de Pintura e Distorção de Produtividade Orçamentária

A preparação e pintura das superfícies internas e externas das salas de aula do anexo e das salas principais (Itens 7 e 8) ¹ são regidas pelas orientações da ABNT NBR 13245 (Tintas para Construção Civil - Execução de Pinturas em Edificações Não Industriais - Preparação de Superfície).⁸⁴ A norma esclarece que a durabilidade do acabamento depende essencialmente do tratamento do substrato: superfícies de concreto e reboco novo devem aguardar período de cura de no mínimo 30 dias para neutralização do pH alcalino.⁸⁷

A aplicação de massa acrílica em duas demãos (Itens 7.1.1 e 8.1.1) ¹ requer lixamento cuidadoso posterior e a remoção completa de poeiras residuais para não inibir a ancoragem da camada subsequente de tinta.⁸⁷ A pintura final em látex acrílica premium (duas demãos) ¹ exige a aplicação preliminar de selador acrílico ou fundo preparador de paredes para uniformizar a absorção da alvenaria e garantir a homogeneidade da cor sem manchas superficiais.⁸⁷

Patologia Detectada	Causa Provável do Defeito	Solução Técnica NBR 13245	Período de Aguardo e Cura
Eflorescência no Reboco	Pintura aplicada sobre reboco úmido e muito alcalino	Raspagem, lixamento e aplicação de fundo preparador	Cura mínima de 30 dias do reboco novo ⁸⁷
Presença de Mofo	Acúmulo de umidade em ambientes mal ventilados	Lavagem com solução de água sanitária e água (proporção 1 :) ⁸⁷	Secagem completa após aplicação de 30 minutos ⁸⁷
Fissuras Profundas	Tensões de dilatação do substrato ou retração	Abertura da junta, preenchimento com argamassa apropriada ⁸⁷	Cura completa do reparo antes da pintura ⁸⁷
Descascamento sobre Gesso	Alta absorção do gesso sem selamento prévio	Remoção de partículas soltas com pano úmido e lixamento ⁸⁷	Aplicação de sela gesso ou fundo preparador ⁸⁷

A análise das composições SINAPI adotadas para a pintura revela uma distorção orçamentária expressiva. Os itens 7.1.1 e 8.1.1 registram a aplicação manual de massa acrílica utilizando o código de composição *AF_03/2024*, cuja descrição especifica ser executada em "panos de fachada sem presença de vãos, de edifícios de múltiplos pavimentos".¹

A Escola Municipal Firmino Coelho Araújo, localizada na Vila Paciência (zona rural de Palmeirante), é uma edificação térrea, comum às infraestruturas de ensino do meio rural. O uso de composições destinadas a "edifícios de



múltiplos pavimentos" insere um sobrecusto indevido de equipamentos (como andaimes suspensos e balancins) e taxas de produtividade de mão de obra mais baixas associadas ao trabalho em altura, inflando o preço unitário do metro quadrado de massa acrílica no orçamento sintético para uma edificação de apenas um pavimento.¹

Palmeirante - TO, 28 de julho de 2026.

JUAREZ LUIS
PIMENTA

JUNIOR:02079157256

Digitally signed by JUAREZ
LUIS PIMENTA

JUNIOR:02079157256

Date: 2026.07.28 14:31:32
-03'00'

JUAREZ LUIZ PIMENTA JUNIOR
ENG. CIVIL
CREA N° 219.323-D/MG