

MEMORIAL DESCRITIVO

Projeto Arquitetônico e Complementares
Centro Comunitário / Escola Progresso

NÍCOLAS BEZ BATTI BERGMANN

Engenheiro Civil | CREA-RS nº 222.018

Especialista em Estruturas de Concreto e Aço

Especialista em Perícia e Patologia das Edificações

Sapiranga, 31 de agosto de 2026.

SUMÁRIO

1. CARACTERIZAÇÃO DAS PARTES	5
1.1. Dados do Proprietário:	5
1.2. Dados do Responsável Técnico:	5
1.3. Identificação do Imóvel:	5
2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	5
2.1. Inspeção	5
2.2. Especificações de Projeto	8
3. SERVIÇOS PRELIMINARES	9
3.1. Demolição	9
3.2. Limpeza do Terreno	9
4. REABILITAÇÃO E REFORÇO ESTRUTURAL	10
5. LOCAÇÃO DA OBRA	12
6. FUNDAÇÕES	12
7. ESTRUTURA	13
7.1. Projeto Estrutural	13
7.2. Durabilidade da estrutura	14
7.3. Materiais	16
7.4. Coeficientes de ponderação das ações	17
7.5. Combinações	18
7.6. Carregamentos das Lajes e Pisos	18
7.7. Carregamentos das vigas	19
8. ALVENARIAS	20
9. REVESTIMENTOS E PISOS	20
10. ACABAMENTOS GERAIS	21
11. ESQUADRIAS	22
11.1. Impermeabilização	22
11.2. Vidros	22
12. COBERTURA	23
13. MUROS	23
14. INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	23
14.1. Água Fria	23

14.1.1.	Ramal Predial	24
14.1.2.	Tubulações Embutidas	24
14.1.3.	Tubulações Aéreas	24
14.1.4.	Tubulações Enterradas	24
14.1.5.	Limpeza e desinfecção	25
14.2.	Águas Pluviais	25
14.2.1.	Materiais	26
14.2.2.	Calhas	26
14.2.3.	Disposições construtivas	26
14.3.	Esgoto Sanitário	27
14.3.1.	Subsistema de Coleta e Transporte	28
14.3.2.	Subsistema de Ventilação	28
14.3.3.	Disposições construtivas	28
14.3.4.	Tanque Séptico E Filtro Anaeróbio	29
14.3.5.	Tanque séptico	30
14.3.6.	Filtro anaeróbio	30
14.3.7.	Condições gerais	31
14.4.	Climatização	31
14.4.1.	Condensadoras	31
14.4.2.	Tubulação Frigorífica	31
14.4.3.	Evaporadoras	32
14.4.4.	Disposições construtivas	32
14.5.	Gás Combustível	32
14.5.1.	Tubulações	33
14.5.2.	Disposições construtivas	34
15.	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	35
15.1.	Características Gerais da Instalação	35
15.1.1.	Tensão de fornecimento e esquema de aterramento	35
15.1.2.	Arranjo geral	35
15.2.	Padrão de Entrada e Ramal Subterrâneo	35
15.2.1.	Padrão de entrada	35
15.2.2.	Ramal de entrada	36
15.3.	Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT)	36

15.4.	Levantamento de Cargas	37
15.4.1.	Quadro de cargas do QGBT.....	37
15.4.2.	Distribuição entre fases	38
15.4.3.	Composição da carga instalada por natureza.....	38
15.5.	Cálculo de Demanda	39
15.6.	Dimensionamento dos Condutores.....	40
15.6.1.	Critérios adotados.....	40
15.6.2.	Especificação por tipo de linha	40
15.6.3.	Verificação de agrupamento nos trechos de eletroduto.....	41
15.7.	Queda de Tensão.....	42
15.8.	Eletrodutos e Linhas Elétricas	42
15.9.	Proteções.....	43
15.9.1.	Disjuntores termomagnéticos	43
15.9.2.	Interruptores diferenciais residuais (IDR).....	44
15.9.3.	Dispositivos de proteção contra surtos (DPS)	44
15.10.	Aterramento e Equipotencialização	45
15.11.	Iluminação	45
15.12.	Especificação de Materiais.....	46
15.13.	Execução, Ensaios e Comissionamento	47
15.13.1.	Requisitos de execução.....	47
15.13.2.	Ensaios e verificações	48
15.13.3.	Documentação final.....	48
15.14.	Segurança e Sinalização	49
16.	ENTREGA DO EMPREENDIMENTO	49

MEMORIAL DESCRITIVO

1. CARACTERIZAÇÃO DAS PARTES

1.1. Dados do Proprietário:

Nome: Município de Nova Hartz;

CNPJ: 91.995.365/0001-59.

1.2. Dados do Responsável Técnico:

Nome: Nicolás Bez Batti Bergmann;

Título: Engenheiro Civil;

CREA: RS222.018.

1.3. Identificação do Imóvel:

Endereço: Rua Machado de Assis, sem número;

Bairro: Progresso;

Cidade: Nova Hartz/RS;

Matrícula: nº2066.

2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O presente memorial descritivo tem por finalidade o projeto de uma Escola de Ensino Infantil no município de Nova Hartz, sendo térrea com área construída de 366,83m², localizada no endereço citado.

2.1. Inspeção

No mês de agosto houve inspeções na edificação existente, anteriormente com o uso de centro comunitário. Ficou diagnosticado que ela ficou durante um longo período sem uso ou manutenção, sujeita a vandalismo e deterioração estrutural. Além disto, ao longo dos anos de uso houve ao menos duas ampliações realizadas na edificação original, ambas de maneira

improvisada e sem garantia de segurança estrutural para uso futuro, conforme demonstrado na imagem 01 e 02.



Imagem 01 - Fachada oeste, ampliação 1.



Imagem 02 - Fachada leste, ampliação precária 2.

A estrutura existente e a ser preservada é composta unicamente por uma viga de fundação em concreto armado sobre pedra grês seguido por alvenaria e fechamento em nível de cobertura com uma viga de concreto armado para conformidade junto a cobertura. Dos únicos três volumes similares a pilares, em inspeção física foram validados como apenas alvenaria, conforme imagem 03. Os três foram desconsiderados na versão final da estrutura. Visando

uma segurança estrutural maior para a edificação será necessário o reforço em posições demarcadas de novas fundações em estacas e novos pilares em concreto armado, permitindo uma nova composição estrutural em pórtico.



Imagem 03 – Inspeção de potenciais pilares.

Os pilaretes de concreto armado da varanda estão com corrosão avançada das armaduras e deslocamento do concreto, conforme a imagem 04. Os mesmos deverão ser reabilitados, e em projeto serão qualificados apenas como elementos não estruturais de fachada.



Imagem 04 – Estado de conservação dos pilaretes existentes.

Além da análise da edificação, também foi diagnosticado uma movimentação da contenção junto a calçada. A contenção foi edificada sem elementos em concreto armado, sendo apenas composta por alvenaria de pedra grês. Há visível deformação e abertura do revestimento da calçada, conforme demonstrado na imagem 05. Para garantir a estabilidade estrutural e novo acesso em rampa, será feita nova contenção de solo.



Imagem 05 – Deformação da contenção existente.

2.2. Especificações de Projeto

A construção deverá ser feita rigorosamente de acordo com projeto, sendo que toda e qualquer alteração que for necessária deverá ser introduzida no projeto. Poderá o responsável técnico e/ou fiscalização da obra paralisar os serviços ou mesmo mandar refazê-los, quando os mesmos não se apresentarem de acordo com o projeto, ou normas técnicas.

Todo o material empregado na obra deverá ser aprovado pelo responsável técnico e/ou fiscalização da obra antes de começar a ser utilizado, sendo que no caso de substituição de materiais ou serviços que constam nesta especificação, deverá ser apresentado memorial justificativo para a sua utilização e a composição orçamentaria completa, permitindo assim a

comparação com material e/ou serviços semelhantes, além de catálogos e informações complementares caso necessário.

A menos que especificado em contrário, é obrigação da empresa executora e/ou responsável técnico pela obra a execução de todos os serviços descritos nas especificações, bem como o fornecimento de todos os equipamentos, ferramentas, EPI, EPC, andaimes, guinchos e etc. necessários à segurança e correta execução ou aplicação na obra.

3. SERVIÇOS PRELIMINARES

Antes do início das atividades o terreno deverá ser devidamente fechado com tapumes em compensado de madeira nas fachadas sul e em parte da fachada oeste, evitando assim qualquer acesso indevido ao canteiro de obras. Deverá ser previsto um portão para acesso dos materiais utilizados. A frente em local bem visível deverá ser posicionada a placa do responsável técnico respeitando a legislação em vigor, com dimensões de 100 cm por 60 cm.

3.1. Demolição

Conforme especificado no projeto arquitetônico parte da edificação existente deverá ser demolida em virtude do estado de deterioração, critérios de segurança estrutural e método construtivo precário adotado.

Primeiramente deverá ser removida a cobertura existente em telhas de fibrocimento e estrutura de madeira, seguido pelos reservatórios e forro. As alvenarias dos fundos deverão ser removidas conforme definição em planta de demolir/construir.

3.2. Limpeza do Terreno

A limpeza do terreno destinado a construção será feita removendo-se os detritos nele existentes. Os materiais necessários na construção da obra serão depositados em caçambas com essa finalidade, assim como os resíduos gerados, até o seu destino final. A mesma deverá ser conservada continuamente para garantir tanto o bom desenvolvimento da obra como a segurança dos envolvidos e dos trabalhos a serem realizados.

4. REABILITAÇÃO E REFORÇO ESTRUTURAL

Antes de iniciar a ampliação da edificação, recomenda-se que as alvenarias remanescentes sejam reforçadas com as estacas e pilares de reforço, conforme descrito:

- Antes da intervenção, deverá ser executado o escoramento provisório das alvenarias adjacentes, sempre que necessário, de modo a garantir a estabilidade. A área de intervenção deverá ser previamente demarcada, com definição dos pontos de execução das novas estacas e pilares.
- As alvenarias deverão ser removidas apenas nos trechos necessários à execução dos novos elementos estruturais, de forma manual e controlada, evitando danos às regiões que permanecerão.
- Nos pontos previstos em projeto, deverá ser executada a demolição localizada das vigas de fundação, mediante corte, apicoamento do concreto e remoção das pedras grês. A abertura deverá possuir dimensões suficientes para permitir a execução da nova fundação, a instalação das armaduras e a posterior ligação entre os elementos existentes e novos.
- Após, deverão ser executadas as novas estacas conforme posição, diâmetro e comprimento definidos em projeto.
- As armaduras dos novos pilares deverão ser montadas conforme projeto estrutural, garantindo-se ancoragem adequada nas novas fundações e ligação com os elementos existentes. Na sequência, deverão ser montadas as formas dos novos pilares e da recomposição das vigas.
- Após a concretagem das novas fundações e pilares, as regiões abertas das vigas existentes deverão ser recompostas, promovendo-se a adequada integração entre o concreto novo e o existente.

Posteriormente os pilaretes em concreto armado da varanda também deverão ser reabilitados conforme o descrito:

- Antes do início da recuperação, deverá ser verificada a necessidade de escoramento dos elementos. A área de intervenção deverá ser delimitada, identificando-se todas as regiões com concreto fissurado, desagregado ou com presença de corrosão das armaduras.
- Deverá ser realizado o apicoamento manual do concreto, removendo-se todo o material deteriorado, solto ou sem aderência até atingir concreto são. A remoção deverá permitir a exposição completa das armaduras afetadas, inclusive na região posterior às barras, possibilitando sua adequada limpeza e envolvimento pelo material de reparo.
- As armaduras deverão ser submetidas à limpeza mecânica por escovação e lixamento, removendo-se ferrugem, carepas e resíduos de concreto. Após a limpeza, deverá ser avaliada a seção residual das barras.
- Os trechos de barras longitudinais e/ou transversais que apresentarem corrosão acentuada, redução de seção ou ruptura deverão ser removidos. Os cortes deverão avançar até regiões onde a armadura existente apresente seção íntegra e condições adequadas para emendas.
- As armaduras deverão ser substituídas por novas barras de diâmetro e classe definidos em projeto, mantendo-se a configuração estrutural do elemento. As novas barras deverão ser adequadamente ancoradas ou emendadas às armaduras existentes.
- Após, deverá ser aplicado produto passivador ou revestimento anticorrosivo. A aplicação deverá contemplar tanto as barras existentes quanto as regiões de ligação com as novas armaduras.
- O substrato deverá ser limpo e previamente umedecido até condição saturada com superfície seca, sem presença de água.
- Deverão ser instaladas formas, devidamente travadas e posicionadas de modo a garantir o cobrimento das armaduras. As formas deverão possuir abertura apropriada para o lançamento do graute e permitir a saída do ar durante o preenchimento.

- A recomposição deverá ser executada com graute estrutural cimentício, não retrátil e de elevada fluidez, com resistência compatível com a especificação do projeto. O lançamento deverá ocorrer de forma contínua, evitando interrupções, segregação e aprisionamento de ar, garantindo-se o preenchimento integral e o envolvimento das armaduras.
- Após o grauteamento, deverá ser realizada a cura do material conforme as recomendações do fabricante, protegendo a superfície contra perda prematura de umidade. A desforma somente deverá ocorrer após o desenvolvimento de resistência suficiente, sendo posteriormente realizada inspeção visual e correção de eventuais falhas superficiais ou vazios localizados.

5. LOCAÇÃO DA OBRA

O levantamento topográfico que foi adotado nos projetos foi fornecido pela Prefeitura Municipal, não ficou definido em material ou no envio a responsabilidade técnica.

A locação das estacas deverá ser feita de acordo com a planta de locação, da planta de formas e do projeto de arquitetura, sendo executada de acordo com as dimensões indicadas, utilizando-se para tal, trenas, fio de nylon e gabaritos de madeira nivelados, levando-se em conta o alinhamento fornecido pelo município.

Concomitantemente com a locação serão demarcadas as instalações preliminares de água, energia elétrica e instalações sanitárias, que conforme os demais projetos complementares interfiram nas fundações da estrutura.

6. FUNDAÇÕES

A definição das fundações da edificação tomou-se como premissa as sondagens de autoria da RMB Sondagens LTDA, sob responsabilidade técnica do geólogo Rodrigo Rockenbach Vargas, CREA/RS 256.904. Além da inspeção no local, onde foi diagnosticado lençol freático aflorante em várias regiões do terreno.

As estacas adotadas serão do tipo strauss deverão ser executadas alternadamente, de modo a ser concretada no mesmo dia estacas com afastamento mínimo de 5 vezes o seu

diâmetro. Será admitido estaca escavada com broca em retroescavadeira nos pilares de reforço PR1 a PR10, caso seja inviabilizado o posicionamento do equipamento da Strauss.

Elas deverão ser escavadas até atingir o material impenetrável do equipamento, e as que não atingirem o comprimento mínimo útil de comprimento deverão ser concretadas e o projetista deverá ser notificado para verificar a necessidade de reforço. O executor deve, antes da execução, assegurar que serão cumpridos os procedimentos executivos mínimos, especificados no anexo "g" da NBR6122 (2022) de forma a obter o contato efetivo entre a ponta da estaca e o solo competente ou rocha.

A concretagem deverá ser realizada lançando-se o concreto e retirando-se gradualmente o revestimento com o guincho manual e simultâneo apiloamento do concreto. O concreto para as estacas tipo Strauss deverá ter consumo superior a 300kg de cimento por m³, e slump-test = (12±2) cm, composto de areia e agregado, resistência fck > ou = 20 mpa (200kg/cm²), relação água/cimento < ou = 0,55, exsudação máxima de 4% do volume total de água e 55% de argamassa em massa.

Todos os dados referentes à execução (nº da estaca, diâmetro da estaca, comprimento concretado, cota de arrasamento, verticalidade, volume de concreto, pressão correspondente, excentricidades, eventuais problemas construtivos etc.) devem ser anotados em relatórios diários bem como relatórios fornecido pelo equipamento e enviados no prazo de 48h ao projetista de fundações para análise.

Quaisquer modificações, deverão ser solicitadas por escrito ao projetista de fundações. Ocorrendo excentricidades nas estacas, estas deverão ser informadas imediatamente ao projetista de fundações e ao projetista de estrutura.

7. ESTRUTURA

7.1. Projeto Estrutural

Para a análise estrutural, dimensionamento e detalhamento da estrutura de concreto armado, utilizou-se o software Eberick, desenvolvido pela empresa AltoQi. Diante disso, considerou-se os pavimentos e níveis descritos na tabela 01, tendo como base o projeto arquitetônico disponibilizado.

<i>Pavimento</i>	<i>Altura (m)</i>	<i>Nível (m)</i>
<i>Reservatório</i>	<i>2.40</i>	<i>5.10</i>
<i>Cobertura</i>	<i>2.70</i>	<i>2.70</i>
<i>Térreo</i>	<i>1.00</i>	<i>0.00</i>

Tabela 01 – Níveis de projeto.

A análise da estrutura foi realizada a partir da criação de um modelo de pórtico, sendo a estrutura formada por pilares e vigas admitidos como elementos lineares representados por seus eixos longitudinais. A modelagem das lajes de concreto do pavimento foi realizada pelo processo da analogia de grelha, onde as lajes são discretizadas em faixas substituídas por elementos estruturais de barras, obtendo-se assim uma grelha de barras plana interconectadas.

7.2. Durabilidade da estrutura

Tabela 6.1 – Classes de agressividade ambiental (CAA)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Frac	Rural	Insignificante
		Submerso	
II	Moderada	Urbano ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinho ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	

^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas, elementos em contato com solo contaminado ou água subterrânea contaminada.

A durabilidade das estruturas de concreto armado é influenciada diretamente pelas características do concreto, da relação água-cimento, e dos cobrimentos de concreto para a proteção das armaduras de aço. Posto isso, a NBR 6118 (2026) classifica a agressividade ambiental em função da exposição da estrutura ou de suas partes conforme item 6.4 e tabela

6.1. Dado o exposto, como a edificação em questão estará localizada na cidade de Nova Hartz/RS, que não é considerada uma região litorânea (marinha), considerou-se um ambiente urbano, com classe de agressividade ambiental II (moderada).

Tabela 7.1 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto

Concreto ^a	Tipo ^{b, c}	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.
^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.
^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Tabela 7.2 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para Δc = 10 mm

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga ^b /pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.
^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.
^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.
^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

Os requisitos mínimos para a relação água-cimento e a classe de resistência do concreto a serem empregados no projeto, são definidos pelo item 7.4 e tabela 7.1. Em vista disso, para o projeto em questão a relação água/cimento deve ser inferior a 0,60 e a classe mínima do concreto é C25.

Para a proteção das armaduras de aço utiliza-se um cobrimento mínimo de concreto com a finalidade de evitar a corrosão das armaduras. De acordo com a NBR 6118 (2026), a espessura mínima de concreto para cobrir as armaduras é demonstrado pela tabela 7.2. Considerando a classe de agressividade ambiental II o valor mínimo de recobrimento dos elementos estruturais é indicado na tabela 02.

Elemento	Cobrimento (m)		
	Peças externas	Peças internas	Peças em contato com o solo
Vigas	0.03	0.02	0.03
Pilares	0.03	0.02	0.05
Lajes	0.03	-	0.03
Blocos	-	-	0.05
Radier	-	-	0.03

Tabela 02 – Cobrimento dos elementos.

7.3. Materiais

Como mencionado anteriormente, a classe de concreto adotada para o dimensionamento do projeto estrutural é C25. O módulo de elasticidade é determinado levando em consideração o uso de granito como agregado graúdo (com dimensão máxima de 19mm), conforme especificado no projeto pela tabela 03.

f_{ck} (MPa)	E_{cs} (MPa)	f_{ct} (MPa)	Abatimento (cm)	Coefficiente de dilatação térmica ($/^{\circ}C$)
25	24150	3	5.00	0.00001

Tabela 03 – Especificação do concreto.

A produção do concreto deverá ser realizada utilizando um agregado graúdo de origem granítica (granito), em especial na avaliação do módulo de elasticidade. Caso sejam utilizados outros tipos de agregados graúdos, o valor do módulo de elasticidade deverá ser ajustado conforme NBR 6118 (2026).

Para o bom desempenho da estrutura de concreto, e redução de seu custo, deverá ser realizada a contratação de um tecnólogo do concreto com o objetivo de desenvolver o traço do concreto a ser empregado na obra, bem como, orientar sobre os procedimentos de cura e desforma. Para o desenvolvimento do projeto estrutural utilizou-se barras aço com classe CA-50, tendo um diâmetro mínimo de 6,3 mm, e os fios de aço com classe CA-60, que possuem um diâmetro máximo de 25 mm, com as especificações descritas na tabela 04.

<i>Categoria</i>	<i>Massa específica (tf/m³)</i>	<i>Módulo de elasticidade (MPa)</i>	<i>f_{yk} (MPa)</i>
CA50	8	210000	500
CA60	8	210000	600

Tabela 04 – Especificação do aço.

7.4. Coeficientes de ponderação das ações

Para obtenção dos valores de cálculo das ações, foram definidos coeficientes de ponderação, conforme apresentado na tabela 05.

<i>Ação</i>	<i>Coeficientes de ponderação</i>						<i>Fatores de combinação</i>		
	<i>Normais (desf.)</i>	<i>Normais (fav.)</i>	<i>Excep. (desf.)</i>	<i>Excep. (fav.)</i>	<i>Fun.</i>	<i>Est.</i>	<i>Psi0</i>	<i>Psi1</i>	<i>Psi2</i>
<i>Peso próprio (G1)</i>	1.40	1.00	1.20	1.00	1.00	1.30	-	-	-
<i>Adicional (G2)</i>	1.40	1.00	1.20	1.00	1.00	1.30	-	-	-
<i>Solo (S)</i>	1.40	1.00	1.20	1.00	1.00	1.30	-	-	-
<i>Protensão (P)</i>	1.20	0.90	1.20	0.90	1.00	1.20	-	-	-
<i>Retração (R)</i>	1.20	0.00	0.00	0.00	1.00	1.20	-	-	-
<i>Acidental (Q)</i>	1.40	-	1.00	-	1.00	1.20	0.70	0.60	0.40
<i>Água (A)</i>	1.20	-	1.00	-	1.00	1.20	1.00	1.00	1.00
<i>Subpressão (AS)</i>	1.10	-	1.00	-	1.00	1.20	1.00	1.00	1.00
<i>Temperatura 1 (T1)</i>	1.20	-	0.00	-	1.00	1.20	0.60	0.50	0.30
<i>Temperatura 2 (T2)</i>	1.20	-	0.00	-	1.00	1.20	0.60	0.50	0.30
<i>Vento X+ (Transv+) (V1a)</i>	1.40	-	1.20	-	1.00	0.00	0.60	0.30	0.00
<i>Vento X+ (Transv-) (V1b)</i>	1.40	-	1.20	-	1.00	0.00	0.60	0.30	0.00
<i>Vento X- (Transv+) (V2a)</i>	1.40	-	1.20	-	1.00	0.00	0.60	0.30	0.00
<i>Vento X- (Transv-) (V2b)</i>	1.40	-	1.20	-	1.00	0.00	0.60	0.30	0.00
<i>Vento Y+ (Transv+) (V3a)</i>	1.40	-	1.20	-	1.00	0.00	0.60	0.30	0.00
<i>Vento Y+ (Transv-) (V3b)</i>	1.40	-	1.20	-	1.00	0.00	0.60	0.30	0.00
<i>Vento Y- (Transv+) (V4a)</i>	1.40	-	1.20	-	1.00	0.00	0.60	0.30	0.00
<i>Vento Y- (Transv-) (V4b)</i>	1.40	-	1.20	-	1.00	0.00	0.60	0.30	0.00

Tabela 05 – Coeficientes de ponderação.

7.5. Combinações

A partir das ações de carregamento definidas, obteve-se as seguintes combinações para análise e dimensionamento da estrutura nos estados limites (ELU) últimos e de serviço (ELS).

7.6. Carregamentos das Lajes e Pisos

A especificação das lajes e carregamentos aplicados estão definidos por pavimento pelas tabelas de 06 a 08. Foi aplicado o carregamento dos reservatórios de água nas lajes L1, L2 e L3 do pavimento cobertura. As descrições “maciça” corresponde aos pisos armados em contato com o solo no térreo e ao longo dos níveis da rampa de acesso junto ao muro de contenção novo.

Lajes						
Dados					Sobrecarga (tf/m ²)	
Nome	Tipo	Altura (cm)	Elevação (m)	Peso próprio (tf/m ²)	Total	Localizada
L1	Maciça	8	-0.10	0.20	0.45	-
L2	Maciça	8	0.00	0.20	0.45	-
L3	Maciça	8	0.00	0.20	0.45	-
L4	Maciça	8	0.00	0.20	0.45	-
L5	Maciça	8	0.00	0.20	0.48	-
L6	Maciça	8	0.00	0.20	0.48	-
L7	Maciça	8	0.00	0.20	0.48	-
L8	Maciça	8	-0.10	0.20	0.45	-
L9	Maciça	8	0.00	0.20	0.45	-
L10	Maciça	8	-0.10	0.20	0.45	-
L11	Maciça	8	0.00	0.20	0.45	-
L12	Maciça	8	-0.10	0.20	0.45	-
L13	Maciça	8	-0.10	0.20	0.45	-
LE1	Maciça	8	-0.10	0.20	0.45	-
LE2	Maciça	7	0.00	0.18	0.45	-
LE3	Maciça	7	0.00	0.18	0.38	-
LE4	Maciça	7	0.00	0.18	0.38	-
LE5	Maciça	7	0.00	0.18	0.38	-
LE6	Maciça	7	0.00	0.18	0.38	-
LE7	Maciça	7	0.00	0.18	0.38	-
LE8	Maciça	7	0.00	0.18	0.40	-
LE9	Maciça	7	-0.10	0.18	0.45	-

Tabela 06 – Pavimento Térreo

Lajes						
Dados					Sobrecarga (tf/m ²)	
Nome	Tipo	Altura (cm)	Elevação (m)	Peso próprio (tf/m ²)	Total	Localizada
ES1	Maciça	12	-1.70	0.51	0.46	-
L1	Vigota protendida	17	0.00	0.24	0.75	-
L2	Vigota protendida	17	0.00	0.24	0.75	-
L3	Vigota protendida	17	0.00	0.24	0.75	-
L4	Maciça	7	-1.70	0.18	0.45	-
L5	Maciça	7	-1.70	0.18	0.45	-
L6	Maciça	7	-2.30	0.18	0.45	-

Tabela 07 – Pavimento Cobertura

Lajes						
Dados					Sobrecarga (tf/m ²)	
Nome	Tipo	Altura (cm)	Elevação (m)	Peso próprio (tf/m ²)	Total	Localizada
L1	Vigota protendida	17	0.00	0.24	0.21	-

Tabela 08 – Pavimento Reservatório

7.7. Carregamentos das vigas

A tabela 09 descreve as cargas de paredes aplicadas nos pavimentos conforme a espessura adotada em projeto arquitetônico. As alvenarias em cutelo correspondem aos 14cm e as alvenarias deitadas correspondem aos 19cm.

Pavimentos	Paredes	
	Espessura (m)	Peso específico (tf/m ³)
Térreo	0.14	0.80
	0.19	1.80
Cobertura	0.14	0.80
	0.19	0.76

Tabela 09 – Cargas de paredes

8. ALVENARIAS

Todas as paredes de vedação externas serão executadas em alvenaria cerâmica de vedação. As paredes de vedação internas serão executadas em alvenaria cerâmica de vedação ou sistema construtivo em drywall, conforme indicado em projeto. As espessuras finais das paredes, considerando todas as camadas que compõem o sistema de vedação, são:

- Paredes de vedação externas: 20 cm;
- Paredes de vedação internas em alvenaria: 15 cm;
- Paredes de vedação internas em drywall: 10 cm;
- Paredes de vedação especiais: conforme dimensões e especificações indicadas em projeto.

As alvenarias deverão ter as espessuras indicadas no projeto arquitetônico, e serão em tijolos cerâmico preferencialmente das marcas Kaspary, Pauluzzi ou Pallotti. Para o assentamento eles deverão ser molhados. A argamassa adotada ao assentamento será a industrializada que deverá atender as normativas vigentes, possuindo no máximo 1,5 cm de espessura, preferencialmente da marca Votorantim.

Será necessário vergas em concreto armado moldadas in loco com uso de treliças. As paredes deverão ser perfeitamente alinhadas e aprumadas, sendo necessário a que o profissional utilize o prumo e o nível a cada nova fiada. O reboco deverá ter apenas a função de revestimento e não deverá ser corrigido defeitos de assentamento das alvenarias com o aumento de sua espessura.

9. REVESTIMENTOS E PISOS

Os revestimentos devem atender as seguintes especificações:

- Paredes secas: acabamento em massa corrida, utilização de tinta, fundo e demais indicações técnicas especificadas pelo fornecedor, a fim de garantir a qualidade quanto ao aspecto visual e prevenção de patologias. Recomendados: Coral e Sherwin Williams.

- Paredes úmidas: utilização de peças de porcelanato esmaltado, acabamento acetinado ou brilhante, com dimensões de 30X60cm na cor branca, com borda retificada para junta de 1mm, assentado com argamassa colante e rejunte epóxi. Será aplicado no ambiente de cozinha, lavanderia e áreas de box dos banheiros, conforme indicado em planta baixa, e na altura total do pé direito.
- Piso: Utilização de peças de porcelanato com acabamento acetinado, com borda retificada para junta de 1mm, formato 60x60cm, classificação de uso para tráfego altíssimo, cor neutra (bege, areia ou cinza claro) a ser definida no momento da compra.
- Forro: placas de PVC branco, acabamento liso, instaladas sobre estrutura de perfis metálicos galvanizados, com arremates e perfis de acabamento necessários, conforme recomendações do fabricante.
- Rodapés: Utilização do próprio porcelanato do piso cortado na altura sugerida de 10cm, com acabamento superior (tipo meia-cana ou bisotado) para evitar cantos vivos, assentado com argamassa colante e rejunte epóxi acompanhando o alinhamento das juntas do piso.
- Rampas e calçadas externas: execução de piso em concreto moldado in loco, acabamento superficial vassourado antiderrapante perpendicular ao sentido do fluxo. Observar necessidade de juntas de dilatação.

10. ACABAMENTOS GERAIS

- Louças: As louças serão brancas com alta qualidade, tendo como referência a marca Deca. Terão bacias sanitárias modelo infantil, bacia sanitária para o sanitário PCD, cuba de canto para sanitário PCD e cubas de embutir para as bancadas dos banheiros infantis
- Granito: Bancadas dos banheiros infantis com tampo, saia e espelho em granito espessura de 2cm. Prateleiras da despensa e lavanderia em granito com espessura de 2cm. Soleiras em Granito.
- Acabamentos hidrossanitários: deverão ser utilizados componentes de metal inoxidável cromado com alta qualidade tendo como referência o fornecedor Deca.

- Acabamentos acessibilidade: Kit de barras de acessibilidade para sanitário PCD em aço inox, atendendo integralmente aos critérios de resistência mecânica e ergonomia da norma ABNT NBR 9050.

11. ESQUADRIAS

As esquadrias deverão atender as seguintes especificações:

- Janelas: serão executadas em esquadrias de alumínio, na cor branca, com sistema de abertura basculante, conforme dimensões e especificações indicadas no projeto arquitetônico.
- Portas Internas: portas em PVC ou madeira maciça laqueada, na cor branca, com fechaduras e ferragens cromadas.
- Portas de Acesso: portas em PVC ou madeira maciça laqueada, na cor branca, com fechaduras e ferragens cromadas. Porta de acesso à recepção e porta dupla de acesso à circulação central, dotadas de quatro visores de vidro dispostos verticalmente em cada folha da porta, com dimensões adequadas e seguras, de modo a proporcionar visibilidade entre os ambientes sem comprometer a segurança e a proteção contra furtos. Os visores deverão ser executados em vidro de segurança, conforme especificações e normas aplicáveis.
- Soleiras: Todas as aberturas terão soleiras em granito.

11.1. Impermeabilização

Para a impermeabilização adequada, serão observados cuidados como a regularização da superfície, arredondamento dos cantos vivos, juntas de dilatação perimetral e intermediária, proteção térmica e mecânica e perfeito fechamento nos ralos.

11.2. Vidros

Todos os vidros (laminado ou temperado) com espessura definida por especificações técnicas do fornecedor, a fim de garantir segurança a eventuais sinistros, intempéries ou desempenho relacionado a dimensões dos vãos.

12. COBERTURA

A cobertura será constituída por estrutura metálica, dimensionada e executada conforme projeto estrutural, com telhas metálicas termoacústicas do tipo sanduíche, com núcleo isolante. Os fechamentos verticais associados à cobertura serão executados em alvenaria de vedação e/ou em chapas de aço galvanizado, conforme indicado no projeto arquitetônico.

13. MUROS

Deverá ser feito o muro de contenção, situado na fachada sul do terreno, seguindo as indicações do projeto estrutural com as rampas e os fechamentos em assentamento de pedra grês. Acima da contenção, ainda na fachada frontal, deverá ser executado o fechamento em gradil conforme especificado em projeto arquitetônico. Os muros na lateral oeste e dos fundos à norte deverão seguir o projeto estrutural com fechamento em alvenaria convencional. A fachada leste do terreno já possui um fechamento existente.

14. INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS

14.1. Água Fria

Para o cálculo da demanda de consumo de água da Escola Progresso foram consideradas as populações equivalentes ao número de usuários previstos para o estabelecimento. A demanda calculada para a capacidade do reservatório foi de 105 alunos e 20 funcionários, totalizando 125 pessoas, considerando um consumo de 50 litros/dia/pessoa e reserva para aproximadamente 1,0 dias.

Para o abastecimento de água potável foi considerado um sistema indireto, ou seja, a água proveniente da rede pública não segue diretamente aos pontos de consumo, ficando armazenada em reservatório, que têm por finalidade principal garantir o suprimento de água da edificação em caso de interrupção do abastecimento pela concessionária local de água e uniformizar a pressão nos pontos e tubulações da rede. A reserva que foi estipulada é aproximadamente a 1,0 dia de consumo da edificação.

A água da concessionária local, após passar pelo hidrômetro da edificação, abastecerá diretamente os reservatórios superiores. Após o reservatório, segue pelas colunas de distribuição para os pontos da edificação, como consta nos desenhos do projeto.

14.1.1. Ramal Predial

O hidrômetro deverá ser instalado em local adequado a no máximo 1,50m da testada do imóvel e deve ficar abrigado em caixa ou nicho de alvenaria ou concreto. Terá dimensões e padrões conforme dimensionamento da concessionária local de água e esgoto. A partir do hidrômetro, haverá tubulação de 25mm, em PVC Rígido, para abastecer os reservatórios superiores.

14.1.2. Tubulações Embutidas

Para a instalação de tubulações embutidas em paredes de alvenaria, os tijolos deverão ser recortados cuidadosamente com talhadeira, conforme marcação prévia dos limites de corte.

As tubulações embutidas em paredes de alvenaria serão fixadas pelo enchimento do vazio restante nos rasgos com argamassa de cimento e areia. Quando necessário, as tubulações, além do referido enchimento, levarão grapas de ferro redondo, em número e espaçamento adequados, para manter inalterada a posição do tubo.

Não se permitirá a concretagem de tubulações dentro de coluna, pilares ou outros elementos estruturais. As passagens previstas para as tubulações, através de elementos estruturais, deverão ser executadas antes da concretagem, conforme indicação das posições das tubulações previstas no projeto.

14.1.3. Tubulações Aéreas

Todas as tubulações aparentes deverão ser pintadas e sustentadas por abraçadeiras galvanizadas com espaçamento adequado ao diâmetro, de modo a impedir a formação de flechas. Deverão ser utilizadas as cores previstas em norma.

Todas as linhas verticais deverão estar no prumo e as horizontais correrão paralelas às paredes dos prédios, devendo estar alinhadas. Na medida do possível, deverão ser evitadas tubulações sobre equipamentos elétricos. As travessias de tubos em paredes deverão ser feitas, de preferência, perpendicularmente a elas.

14.1.4. Tubulações Enterradas

Todos os tubos serão assentados de acordo com alinhamento, elevação e com a mínima cobertura possível, conforme indicado no projeto.

A tubulação poderá ser assentada sobre embasamento contínuo (berço), constituído por camada de concreto simples. As canalizações de água fria não poderão passar dentro de fossas, sumidouros, caixas de inspeção e nem ser assentadas em valetas de canalização de esgoto. Reaterro da vala deverá ser feito com material de boa qualidade, isento de entulhos e pedras, em camadas sucessivas e compactadas conforme as especificações do projeto.

14.1.5. Limpeza e desinfecção

A limpeza consiste na remoção de materiais e substâncias eventualmente remanescentes nas diversas partes da instalação predial de água fria e na subsequente lavagem através do escoamento de água potável pela instalação. Para os procedimentos de limpeza e desinfecção verificar as recomendações preconizadas na NBR 5626.

14.2. Águas Pluviais

A captação das águas pluviais foi definida de duas formas: através das calhas de cobertura e tubulações drenantes. As águas de escoamento superficial serão coletadas e distribuídas pelo terreno conforme indicação do projeto. Dessas caixas sairão condutores horizontais que as interligam com as caixas de inspeção. O projeto de drenagem de águas pluviais compreende:

- Calhas de cobertura: para a coleta das águas pluviais provenientes de parte interna da cobertura dos blocos e pátio;
- Condutores verticais (AP): para escoamento das águas das calhas de cobertura até as caixas de inspeção ou calhas de piso situadas no terreno;
- Ralos hemisféricos (RH): ralo tipo abacaxi nas junções entre calhas de cobertura e condutores verticais para impedir a passagem de detritos para a rede de águas pluviais;
- Caixa de inspeção com grelha (CAG): para inspeção da rede, com dimensões externas de 60x60cm, profundidade conforme indicado em projeto, com tampa grelha 60x60cm tipo leve, removível;

- Ramais horizontais: tubulações que interligam as caixas de inspeção, escoando águas provenientes dos condutores verticais e águas superficiais provenientes das áreas gramadas;

14.2.1. Materiais

As calhas serão confeccionadas com chapas de aço galvanizado, já os condutores verticais e horizontais serão confeccionados em PVC rígido (PVC-R), com diâmetros de até 150mm. Tubulações com diâmetros acima de 150mm deverão ser de vinilfort.

Os tubos de PVC deverão ser estocados em prateleiras, separados por diâmetro e tipos característicos, sustentados por tantos apoios quantos forem necessários para evitar deformações causadas pelo próprio peso. O local de armazenagem precisa ser plano, bem nivelado e protegido do sol. Deverão ser tomados cuidados especiais quando os materiais forem empilhados, verificando se o material que ficar embaixo suportará o peso colocado sobre ele.

14.2.2. Calhas

As calhas devem, sempre que possível, ser fixadas centralmente sob a extremidade da cobertura e o mais próximo dela. As calhas não poderão ter profundidade menor que a metade da sua largura maior.

As calhas, por serem metálicas, deverão ser providas de juntas de dilatação e protegidas devidamente com uma demão de tinta antiferruginosa. As declividades deverão ser uniformes e nunca inferiores a 0,5%, ou seja, 5 mm/m.

14.2.3. Disposições construtivas

A instalação de água pluvial se destina exclusivamente ao recolhimento e condução da água de chuva, não se admitindo quaisquer interligações com outras instalações prediais. Quando houver risco de penetração de gases, deve ser previsto dispositivo de proteção contra o acesso deles ao interior da instalação.

As canalizações deverão ser assentes em terreno resistente ou sobre embasamento adequado, com recobrimento. Onde não seja possível ou onde a canalização esteja sujeita a

fortes compressões ou choques, ou ainda, nos trechos situados em área edificada, deverá a canalização ter proteção adequada ou ser executada em tubos reforçados.

Em torno da canalização, nos alicerces, estrutura e ou em paredes por ela atravessadas, deverá haver necessária folga para que a tubulação possa passar e não sofrer influência de deformações ocorridas na edificação.

Para cada desvio ou ajuste, utilize as conexões adequadas para evitar os esforços na tubulação. A tubulação em estado de tensão permanente pode provocar trincas, principalmente na parede das bolsas.

As declividades indicadas no projeto serão consideradas como mínimas, devendo ser procedida uma verificação geral dos níveis até a rede urbana, antes da instalação dos coletores. Os tubos, de modo geral, serão assentados com a bolsa voltada no sentido oposto ao do escoamento.

As caixas de areia serão de alvenaria de tijolos revestidas com argamassa de cimento e areia no traço 1:3 com tampão de ferro fundido ou grelha de ferro fundido. Todas as tubulações aparentes serão pintadas nas cores convencionais exigidas pela ABNT.

14.3. Esgoto Sanitário

A instalação predial de esgoto sanitário foi baseada segundo o Sistema Dual que consiste na separação dos esgotos primários e secundários através de um desconector, conforme ABNT NBR 8160 – Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução.

As caixas de inspeções deverão ser localizadas nas áreas externas dos blocos. No projeto foram previstas caixas de gordura para receber os efluentes provenientes da pia da cozinha e lavanderia. Todos os tubos e conexões da rede de esgoto deverão ser em PVC Esgoto série normal.

A destinação final do sistema de esgoto sanitário deverá ser feita em rede pública de coleta de esgoto sanitário, quando não houver disponível, adotar a solução individual de destinação de esgotos sanitários.

O sistema predial de esgotos sanitários consiste num conjunto de aparelhos, tubulações, acessórios e desconectores e é dividido em dois subsistemas:

14.3.1. Subsistema de Coleta e Transporte

Todos os trechos horizontais previstos no sistema de coleta e transporte de esgoto sanitário devem possibilitar o escoamento dos efluentes por gravidade, através de declividade constante.

As mudanças de direção nos trechos horizontais devem ser feitas com peças com ângulo central igual ou inferior a 45°. As mudanças de direção – horizontal para vertical e vice-versa – podem ser executadas com ângulo central igual ou inferior a 90°.

As caixas de gorduras serão instaladas para receber os efluentes da pia da cozinha e lavanderia. Estas serão em concreto com diâmetro externo de 60cm e deverão ser perfeitamente impermeabilizadas, providas de dispositivos adequados para inspeção, possuir tampa hermética em ferro fundido e devidamente ventiladas.

As caixas de inspeção serão confeccionadas em alvenaria com diâmetro de 60cm, estas receberão os dejetos provenientes dos ramais de esgoto. Deverão possuir abertura suficiente para permitir as desobstruções com a utilização de equipamentos mecânicos de limpeza e tampa hermética em ferro fundido removível.

14.3.2. Subsistema de Ventilação

Todas as colunas de ventilação devem possuir terminais de ventilação instalados em suas extremidades superiores e estes devem estar a, no mínimo, 30cm acima do nível do telhado. As extremidades abertas de todas as colunas de ventilação devem ser providas de terminais tipo chaminé, que impeçam a entrada de águas pluviais diretamente aos tubos de ventilação.

14.3.3. Disposições construtivas

Os coletores enterrados deverão ser assentados em fundo de vala nivelado, compactado e isento de materiais pontiagudos e cortantes que possam causar algum dano à tubulação durante a colocação e compactação. Em situações em que o fundo de vala possuir material rochoso ou irregular, aplicar uma camada de areia e compactar, de forma a garantir o nivelamento e a integridade da tubulação a ser instalada.

Sempre que possível, após instalação e verificação do caimento os tubos, estes deverão receber camada de areia com recobrimento mínimo de 20 cm. Em áreas sujeitas a tráfego de

veículos aplicar camada de 10 cm de concreto para proteção da tubulação. Após recobrimento dos tubos poderá a vala ser recoberta com solo normal.

A fim de prevenir ações de eventuais recalques das fundações do edifício, a tubulação que corre no solo terá de manter a distância mínima de 8 cm de qualquer baldrame, bloco de fundação ou sapata.

Deverá ser deixada folga nas travessias da canalização pelos elementos estruturais, também para fazer face a recalques. A canalização de esgoto nunca será instalada imediatamente acima de reservatórios de água.

As declividades indicadas no projeto serão consideradas como mínimas, devendo ser procedida uma verificação geral dos níveis até a rede urbana, antes da instalação dos coletores. Serão adotados, como declividade mínima, os valores abaixo discriminados:

- 2,0% para tubulações com diâmetro nominal igual ou inferior a 75mm;
- 1,0% para tubulações com diâmetro nominal igual ou superior a 100mm.

Os tubos, de modo geral, serão assentados com a bolsa voltada no sentido oposto ao do escoamento. As canalizações de esgoto predial só poderão cruzar a rede de água fria em cota inferior.

As extremidades das tubulações de esgotos serão vedadas, até montagem dos aparelhos sanitários, com bujões de rosca ou plugues, convenientemente apertados, não sendo permitido o emprego de buchas de papel ou madeira para tal fim. Durante a execução das obras serão tomadas especiais precauções para evitar-se a entrada de detritos nos condutores nas instalações.

Todas as tubulações aparentes serão pintadas nas cores convencionais exigidas pela ABNT.

14.3.4. Tanque Séptico E Filtro Anaeróbio

O tratamento dos efluentes sanitários da edificação será realizado por sistema individual constituído por tanque séptico seguido de filtro anaeróbio de fluxo ascendente, dimensionado em conformidade com a ABNT NBR 17076:2024 — Sistemas de tratamento de esgoto de menor porte — Requisitos.

Para o dimensionamento, foi considerada uma população de projeto de 125 ocupantes, correspondente à ocupação temporária de uma escola de meio período. Adotou-se

contribuição unitária de esgoto de 50 L/pessoa.dia, resultando em contribuição diária total de 6.250 L/dia.

14.3.5. Tanque séptico

O tanque séptico será destinado ao tratamento primário do esgoto sanitário, promovendo a sedimentação dos sólidos, a retenção de materiais flutuantes e a digestão anaeróbia parcial da matéria orgânica.

O dimensionamento foi realizado conforme os critérios estabelecidos pela ABNT NBR 17076:2024, considerando período de detenção hidráulica de 0,67 dia, temperatura média do mês mais frio igual a 20 °C, intervalo de dois anos entre limpezas, taxa de acumulação de lodo digerido de 105 dias e contribuição unitária de lodo fresco de 0,20 L/pessoa.dia.

O volume útil mínimo necessário para o tanque séptico é de 7,81 m³. Será adotada unidade cilíndrica de câmara única, com diâmetro interno de 2,60 m e profundidade útil de 1,50 m, resultando em volume efetivo de aproximadamente 7,96 m³, superior ao volume mínimo calculado.

O tanque deverá ser estanque, estruturalmente resistente e dotado de dispositivos adequados de entrada e saída, ventilação e aberturas de inspeção. As tampas deverão permanecer acessíveis para inspeção, limpeza e retirada periódica do lodo.

14.3.6. Filtro anaeróbio

O efluente proveniente do tanque séptico será encaminhado ao filtro anaeróbio de fluxo ascendente, destinado ao tratamento complementar da matéria orgânica por meio da ação de microrganismos anaeróbios aderidos à superfície do material filtrante.

Conforme os critérios da ABNT NBR 17076:2024, o volume útil mínimo determinado para o filtro anaeróbio é de 6,70 m³. Será adotada unidade cilíndrica com diâmetro interno de 2,70 m, altura total do leito de 1,20 m, incluindo fundo falso com altura de 0,20 m, e vão livre superior de 0,20 m. O volume efetivo resultante será de aproximadamente 6,87 m³, superior ao volume mínimo calculado.

O material filtrante deverá ser resistente, durável, uniforme e adequado à formação do biofilme, devendo permanecer integralmente submerso durante a operação. O fundo falso e

o dispositivo de entrada deverão proporcionar a distribuição uniforme do efluente por toda a seção do filtro, evitando caminhos preferenciais e reduzindo o risco de colmatção.

O filtro deverá possuir dispositivos que permitam sua inspeção, drenagem, limpeza e manutenção, permanecendo acessível para a realização desses serviços.

14.3.7. Condições gerais

O tanque séptico deverá ser instalado a montante do filtro anaeróbio, evitando o encaminhamento de sólidos sedimentáveis ao leito filtrante. As águas provenientes das pias de cozinha deverão passar previamente por caixa de gordura.

Não será permitido o lançamento de águas pluviais, águas de drenagem, águas de condensação ou outras contribuições indevidas no sistema de tratamento de esgoto sanitário.

Antes da entrada em operação, deverá ser verificada a estanqueidade das unidades e das respectivas tubulações. A remoção do lodo deverá ocorrer no intervalo previsto no dimensionamento ou sempre que constatada sua necessidade, sendo executada por empresa devidamente habilitada e com destinação ambientalmente adequada.

Após o tratamento, o efluente será encaminhado à unidade de disposição final indicada no projeto, observando-se as características do solo, o nível do lençol freático, as distâncias mínimas de segurança e as exigências dos órgãos ambientais, sanitários e municipais competentes.

A execução, a operação e a manutenção do sistema deverão atender à ABNT NBR 17076:2024, à ABNT NBR 8160 e às demais normas e regulamentações aplicáveis.

14.4. Climatização

14.4.1. Condensadoras

As condensadoras serão instaladas na platibanda dos blocos, conforme indicado em projeto, sobre suporte metálico.

14.4.2. Tubulação Frigorífica

A tubulação frigorífica será toda em cobre, terá solda com alto teor de prata, deverá usar curvas e conexões padronizadas e será revestida com borracha elastomérica protegida de intempéries por aluminizado.

14.4.3. Evaporadoras

A infraestrutura projetada estará preparada para a futura instalação de nove equipamentos de ar-condicionado do tipo Split Hi-Wall, distribuídos conforme as necessidades dos ambientes. Para as quatro salas de aula, com área aproximada de 30 m² cada, estão previstas quatro evaporadoras de 24.000 BTU/h. Para a cozinha, com área aproximada de 25 m², está prevista uma evaporadora de 24.000 BTU/h. A sala dos professores e a recepção serão atendidas, cada uma, por uma evaporadora de 12.000 BTU/h. Para a sala da direção será prevista uma evaporadora de 9.000 BTU/h e, para o refeitório, uma evaporadora de 18.000 BTU/h.

14.4.4. Disposições construtivas

As instalações das unidades deverão seguir as especificações dos fabricantes. Todos os condicionadores de ar deverão ser fornecidos com controle remoto sem fio.

As ligações elétricas dos equipamentos constituintes dos sistemas de condicionamento de ar e de ventilação deverão atender as prescrições das normas técnicas. Para seu correto posicionamento observar os projetos.

Os drenos deverão ser executados em tubos de PVC e de diâmetros indicados no projeto hidráulico.

14.5. Gás Combustível

O projeto da instalação predial de gás combustível foi elaborado em conformidade com a ABNT NBR 13523 — Central de gás liquefeito de petróleo — GLP e com a ABNT NBR 15526 — Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais e comerciais — Projeto e execução, além das exigências do Corpo de Bombeiros e demais regulamentações aplicáveis.

A instalação será destinada ao abastecimento da cozinha da edificação, onde está prevista a instalação de um fogão comercial de seis bocas, dotado de forno integrado. A potência nominal e o consumo do equipamento deverão ser confirmados de acordo com o modelo efetivamente adquirido, devendo ser compatíveis com os parâmetros utilizados no dimensionamento da rede.

O sistema será abastecido por uma central composta por dois recipientes transportáveis de GLP do tipo P-45, com capacidade individual de 45 kg e capacidade total instalada de 90 kg. A central será interligada à rede de distribuição por meio de coletores, reguladores de pressão, registros e dispositivos de segurança, conforme indicado nas peças gráficas e especificações do projeto.

A central deverá ser instalada em local ventilado, protegido, sinalizado e com acesso restrito, respeitando os afastamentos mínimos e as condições de segurança estabelecidas pela ABNT NBR 13523. Os recipientes deverão permanecer na posição vertical e protegidos contra impactos, fontes de calor e intervenções não autorizadas.

As tubulações, conexões, válvulas e demais componentes deverão ser próprios para utilização com GLP e compatíveis com as pressões de operação previstas. Antes da entrada em funcionamento, toda a instalação deverá ser submetida ao ensaio de estanqueidade.

A execução deverá ser realizada por profissional ou empresa habilitada, sendo vedada qualquer alteração no traçado, nos diâmetros, nos dispositivos de regulação ou na capacidade da central sem a verificação prévia do responsável técnico pelo projeto.

14.5.1. Tubulações

As tubulações das instalações de GLP são divididas em função da pressão a que está submetido o gás e, também, em função da localização que ocupam num projeto. Assim, elas se classificam em:

- Rede de Alimentação; trecho da instalação predial situado entre a central de gás e o regulador de 1º estágio;
- Rede de Distribuição: trata-se da tubulação, com seus acessórios, situada dentro dos limites da propriedade dos consumidores e destinada ao fornecimento de GLP. É constituída pelas redes primária e secundária;
- Rede Primária: é o trecho situado entre o regulador de primeiro estágio e o regulador de segundo estágio;
- Rede Secundária: é o trecho situado entre o regulador de segundo estágio e os equipamentos de utilização do GLP.

Toda a tubulação será apoiada adequadamente, de modo a não ser deslocada, de forma acidental, da posição em que foi instalada. Estas não devem passar por pontos que as sujeitem as tensões inerentes à estrutura da edificação.

As tubulações serão perfeitamente estanques, terão caimento de 0,1%, no sentido do ramal geral de alimentação, e afastamento mínimo de 0,30m de outras tubulações e eletrodutos. No caso de SPDA e seus respectivos cabos, o afastamento, mínimo, será de 2 (dois) metros.

14.5.2. Disposições construtivas

O abrigo, os recipientes de GLP e o conjunto de válvulas e regulador de 1º estágio devem ser instalados somente no exterior das edificações, em locais ventilados e em áreas onde não transitam alunos.

Dentro do abrigo devem estar a tubulação, conexões, botijões, válvulas de bloqueio automático, válvula de esfera e o regulador de primeiro estágio. As instalações da central devem permitir o reabastecimento de GLP sem interrupção de fornecimento de gás.

Toda a instalação elétrica que se fizer necessária na área da central de gás, deve ser à prova de explosão e executada conforme as NBRs.

Os recipientes serão instalados ao longo do muro de divisa da propriedade, para isso, serão construídas uma parede em alvenaria de tijolo cerâmico com recobrimento de 2cm e laje de cobertura em concreto, ambas resistente ao fogo, com tempo de resistência mínima de duas horas, com base firme e em nível superior ao piso circundane com ventilação lateral inferior e superior. Deverá possuir altura interna mínima de 1,80m, conforme projeto.

Os recipientes de gás devem distar no mínimo 1,50 de aberturas, como ralos, canaletas e outras que estejam em nível inferior aos recipientes. Devem, ainda, distar no mínimo de 3m de qualquer fonte de ignição, inclusive estacionamento de veículos e, 6m de qualquer outro depósito de materiais inflamáveis.

As placas de sinalização deverão ser com letras não menores que 50 mm de altura, em quantidade tal que possibilite a visualização de qualquer direção de acesso à central de GLP com os seguintes dizeres: PERIGO, INFLAMÁVEL, PROIBIDO FUMAR. No exterior do abrigo deverá possuir dois extintores de pó químico de 6kg cada um, estes deverão estar protegidos de intempéries e de fácil acesso.

15. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

15.1. Características Gerais da Instalação

15.1.1. Tensão de fornecimento e esquema de aterramento

O fornecimento é em baixa tensão, trifásico, 380/220 V (3F + N + PE), padrão da RGE no Rio Grande do Sul. Todos os circuitos terminais são monofásicos, alimentados entre fase e neutro em 220 V.

O esquema de aterramento adotado a jusante da medição é o TN-S, com condutor de proteção independente do condutor neutro em toda a extensão da instalação. O condutor neutro não pode ser ligado ao condutor de proteção após o quadro geral da instalação.

15.1.2. Arranjo geral

A edificação é atendida por unidade consumidora única, com um único quadro de distribuição. O arranjo é o seguinte:

Elemento	Características
Ramal de ligação	Aéreo, da rede de distribuição da RGE até o poste particular de entrada
Padrão de entrada	Poste particular de concreto, 9 m / 200 daN, com caixa de medição, disjuntor de entrada tripolar 3 × 100 A, categoria C10, dispositivo de proteção contra surtos e aterramento com condutor de 16 mm ² , caixa de inspeção e haste de 2,4 m
Ramal de entrada	Subterrâneo, em eletroduto PEAD DN 50, da caixa de medição ao QGBT, com cabos unipolares de cobre, isolamento EPR 90 °C, classe 0,6/1 kV
QGBT	Quadro geral de baixa tensão: disjuntor geral tripolar 100 A, dispositivo de proteção contra surtos nas três fases e no neutro, três interruptores diferenciais-residuais de alta sensibilidade, 29 circuitos terminais (A.1 a A.29) e 4 posições de reserva

15.2. Padrão de Entrada e Ramal Subterrâneo

15.2.1. Padrão de entrada

Item	Especificação
Poste de entrada	Particular, concreto, 9 m, 200 daN, conforme ABNT NBR 8451 e padrão da RGE
Categoria de atendimento	Padrão C10, conforme GED-13 da RGE
Caixa de medição	Padrão da RGE, conforme GED-13
Disjuntor de entrada	Tripolar 3 × 100 A, tensão nominal 400 V
Proteção contra surtos	DPS classe I — ver item 13.3

Item	Especificação
Aterramento	Condutor de 16 mm ² , caixa de inspeção e haste de aço cobreado de 2,4 m

15.2.2. Ramal de entrada

Item	Especificação
Condutores de fase	3 × 35 mm ² — cobre, unipolar, isolamento EPR 90 °C, classe 0,6/1 kV
Condutor neutro	25 mm ² — cobre, unipolar, isolamento EPR 90 °C, classe 0,6/1 kV
Condutor de proteção (PE)	16 mm ² — cobre, isolamento verde-amarela
Eletroduto	PEAD corrugado subterrâneo DN 50
Taxa de ocupação do eletroduto	Aproximadamente 36,7 % da área interna, dentro do limite de 40 % do item 6.2.11.1.6 da ABNT NBR 5410:2004
Assentamento	Recobrimento mínimo de 0,60 m em áreas não sujeitas a tráfego de veículos, em vala com material envolvente isento de pedras, com caixas de passagem nos pontos de mudança de direção e sinalização por fita de advertência ao longo do percurso

A seção do condutor de proteção de 16 mm² atende à Tabela 58 da ABNT NBR 5410:2004, que estabelece esse valor como seção mínima para condutores de fase compreendidos entre 16 mm² e 35 mm². A seção do condutor neutro de 25 mm² corresponde ao mínimo estabelecido pela Tabela 48 da mesma norma para condutores de fase de 35 mm².

Nos trechos em que o percurso subterrâneo atravessar áreas pavimentadas, deverão ser previstas a abertura e a recomposição do pavimento, com proteção mecânica adicional dos eletrodutos na travessia.

15.3. Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT)

Item	Especificação
Alimentação	3 × 35 mm ² (fases) + 25 mm ² (neutro) + 16 mm ² (PE), cabo unipolar EPR 0,6/1 kV, em eletroduto PEAD DN 50
Disjuntor geral	Tripolar 100 A, curva C, tensão nominal 400 V
Proteção contra surtos	DPS classe II nas fases A, B e C e no neutro — ver item 13.3
IDR 1	Tetrapolar, 40 A, IΔn 30 mA, protegido por disjuntor tripolar de 40 A — circuitos A.27, A.11 e A.10
IDR 2	Tetrapolar, 25 A, IΔn 30 mA, protegido por disjuntor tripolar de 25 A — circuitos A.17, A.18, A.24 e A.25
IDR 3	Tetrapolar, 40 A, IΔn 30 mA, protegido por disjuntor tripolar de 40 A — circuitos A.12, A.16 e A.7
Circuitos terminais	29 circuitos monofásicos, identificados de A.1 a A.29

Item	Especificação
Reservas	4 posições (30 a 33)
Potência instalada	63.315 VA
Construção	Conforme ABNT NBR IEC 61439-3, com chassi em calha DIN, espelho de proteção contra contatos acidentais, porta-etiquetas e grau de proteção compatível com o local de instalação

15.4. Levantamento de Cargas

15.4.1. Quadro de cargas do QGBT

A previsão de carga das tomadas de uso geral adota 600 VA por ponto até três pontos e 100 VA por ponto excedente em sanitários, cozinha e despensa, e 100 VA por ponto nos demais ambientes, conforme o item 9.5.2.2.2 da ABNT NBR 5410:2004. A corrente de projeto (IB) é calculada para tensão fase-neutro de 220 V.

Circ.	Descrição	Fase	S (mm²)	Disj.	P (VA)	IB (A)
A.1	TUGs Sala 3 e 4	B	2,5	16 A	3.000	13,6
A.2	Ar-condicionado Sala Educ. 3	B	2,5	16 A	2.400	10,9
A.3	Ar-condicionado Sala Educ. 4	C	2,5	16 A	2.400	10,9
A.4	Ar-condicionado Sala Educ. 2	A	2,5	16 A	2.400	10,9
A.5	Ar-condicionado Sala Educ. 1	C	2,5	16 A	2.400	10,9
A.6	Ar-condicionado Diretoria	B	4,0	16 A	900	4,1
A.7	Torneira elétrica	C	10,0	25 A	5.000	22,7
A.8	Ar-condicionado Cozinha	B	2,5	16 A	2.400	10,9
A.9	Ar-condicionado Refeitório	C	2,5	16 A	2.000	9,1
A.10	Chuveiro Sanitário Meninos	B	6,0	25 A	5.000	22,7
A.11	Chuveiro Sanitário Meninas	A	6,0	25 A	5.000	22,7
A.12	Fogões elétricos	A	4,0	16 A	2.500	11,4
A.13	Iluminação Salas 3 e 4, Direção e Professores	A	1,5	10 A	1.090	5,0
A.14	Iluminação Salas 1 e 2, Refeitório, Cozinha, Despensa e Lavanderia	A	2,5	10 A	1.760	8,0
A.15	Ar-condicionado Recepção	C	4,0	16 A	1.200	5,5
A.16	Máquina de lavar roupas	B	4,0	16 A	2.500	11,4
A.17	TUGs Lavanderia	C	2,5	10 A	1.800	8,2
A.18	TUGs Cozinha e Despensa	C	4,0	16 A	2.500	11,4
A.19	TUGs Sala 1 e 2	A	2,5	16 A	3.100	14,1

Circ.	Descrição	Fase	S (mm²)	Disj.	P (VA)	IB (A)
A.20	Iluminação Circulação, Recepção e Sanitários	C	1,5	10 A	1.065	4,8
A.21	TUGs Sala dos Professores e Direção	A	4,0	16 A	2.200	10,0
A.22	TUGs Refeitório	B	2,5	10 A	1.100	5,0
A.23	Buffet	B	2,5	16 A	2.600	11,8
A.24	TUEs Cozinha 1	B	2,5	10 A	1.200	5,5
A.25	TUEs Cozinha 2	C	2,5	10 A	1.600	7,3
A.26	TUGs Recepção	A	2,5	10 A	1.300	5,9
A.27	TUGs Sanitários Feminino e Masculino	C	2,5	10 A	1.200	5,5
A.28	TUGs Circulação	A	2,5	10 A	500	2,3
A.29	Ar-condicionado Sala dos Professores	A	2,5	10 A	1.200	5,5
—	TOTAL INSTALADO	—	—	—	63.315	—

Todos os circuitos terminais atendem à condição $IB \leq I_n$ estabelecida pelo item 5.3.4 da ABNT NBR 5410:2004. Os condutores de 1,5 mm² são empregados exclusivamente em circuitos de iluminação e os de 2,5 mm² e superiores em circuitos de força, conforme a Tabela 47 da mesma norma.

15.4.2. Distribuição entre fases

A distribuição das cargas monofásicas entre as três fases resulta equilibrada, com desequilíbrio máximo de 0,3 % entre a fase mais carregada e a menos carregada — condição que otimiza o aproveitamento do alimentador e minimiza a corrente no condutor neutro.

Fase	Potência instalada (VA)	Participação
A	21.050	33,2 %
B	21.100	33,3 %
C	21.165	33,4 %
Total	63.315	100 %

15.4.3. Composição da carga instalada por natureza

Grupo de carga	Circuitos	Potência (VA)
Iluminação	A.13, A.14, A.20	3.915
Tomadas de uso geral (TUG)	A.1, A.17, A.18, A.19, A.21, A.22, A.26, A.27, A.28	16.700

Grupo de carga	Circuitos	Potência (VA)
Tomadas de uso específico (TUE) e buffet	A.23, A.24, A.25	5.400
Fogões elétricos	A.12	2.500
Máquina de lavar roupas	A.16	2.500
Aquecimento de água (chuveiros e torneira elétrica)	A.7, A.10, A.11	15.000
Climatização (ar-condicionado)	A.2 a A.6, A.8, A.9, A.15, A.29	17.300
Total	—	63.315

15.5. Cálculo de Demanda

Tratando-se de unidade consumidora de uso não residencial, a demanda é determinada pelo responsável técnico com base em fatores de demanda compatíveis com o regime de utilização da edificação, conforme faculta o item 4.2.1.2.3 da ABNT NBR 5410:2004. Adotam-se os fatores a seguir, considerando ocupação simultânea dos ambientes durante o turno letivo:

Grupo de carga	P inst. (VA)	FD	P dem. (VA)	Justificativa
Iluminação	3.915	1,00	3.915	Acionamento simultâneo em todos os ambientes durante o turno letivo
Tomadas de uso geral	16.700	0,50	8.350	Uso alternado e disperso dos pontos de tomada
TUE e buffet	5.400	1,00	5.400	Equipamentos fixos de cozinha, em operação nos horários de refeição
Fogões elétricos	2.500	1,00	2.500	Equipamento de preparo de refeições
Máquina de lavar roupas	2.500	1,00	2.500	Equipamento único, sem diversidade de uso
Aquecimento de água	15.000	1,00	15.000	Chuveiros e torneira elétrica de uso concentrado
Climatização	17.300	1,00	17.300	Salas de aula ocupadas simultaneamente
Total	63.315	0,87	54.965	—

Sendo a totalidade dos circuitos terminais monofásica, a corrente de projeto do alimentador é avaliada por fase:

Fase	Potência demandada (VA)	IB por fase (A)	Disjuntor geral 100 A
A	17.500	79,5	Atende

Fase	Potência demandada (VA)	IB por fase (A)	Disjuntor geral 100 A
B	19.050	86,6	Atende
C	18.415	83,7	Atende
Total	54.965	—	—

A maior corrente de projeto por fase é de 86,6 A, correspondente a 86,6 % da corrente nominal do disjuntor geral de 100 A, o que confere margem de operação de aproximadamente 13 % e é compatível com a categoria de atendimento C10 adotada.

15.6. Dimensionamento dos Condutores

15.6.1. Critérios adotados

Os condutores foram dimensionados atendendo simultaneamente aos seguintes critérios da ABNT NBR 5410:2004:

- Seção mínima — Tabela 47: 1,5 mm² para circuitos de iluminação e 2,5 mm² para circuitos de força em instalações fixas;
- Capacidade de condução de corrente — Tabelas 36 a 39, conforme o método de instalação, com aplicação dos fatores de correção de temperatura (Tabelas 40 e 41) e de agrupamento (Tabelas 42 a 45);
- Proteção contra sobrecarga — item 5.3.4: $IB \leq I_n \leq I_z$ e $I_2 \leq 1,45 \times I_z$;
- Proteção contra curto-circuito — item 5.3.5;
- Queda de tensão — item 6.2.7;
- Seção do condutor neutro — Tabela 48; seção do condutor de proteção — Tabela 58.

15.6.2. Especificação por tipo de linha

Aplicação	Especificação
Trechos subterrâneos (eletroduto PEAD)	Cabo unipolar de cobre, têmpera mole, antichama, isolamento EPR ou XLPE 90 °C, classe 0,6/1 kV, com baixa emissão de compostos halogenados
Circuitos de distribuição internos	Condutor de cobre, têmpera mole, antichama, isolamento PVC 70 °C, classe 450/750 V, com baixa emissão de compostos halogenados
Condutor neutro	Mesma seção do condutor fase do circuito terminal; um condutor neutro exclusivo para cada circuito

Aplicação	Especificação
Condutor de proteção (PE)	Presente em todos os circuitos, em toda a sua extensão, conforme Tabela 58 da ABNT NBR 5410:2004, com identificação verde-amarela
Identificação por cores	Fases: preto, vermelho e branco (ou cinza); neutro: azul-claro; proteção: verde-amarelo ou verde; retorno: amarelo
Emendas	Não são admitidas no interior de eletrodutos; devem ser executadas em caixas e quadros, isoladas e, em seções acima de 6 mm ² , por meio de conectores de compressão

15.6.3. Verificação de agrupamento nos trechos de eletroduto

A prancha 04 apresenta a composição dos onze trechos de eletroduto que partem do QGBT. A verificação da condição $I_n \leq I_z$, com aplicação dos fatores de correção por agrupamento da Tabela 42 da ABNT NBR 5410:2004 sobre as capacidades de condução da Tabela 36 (método B1, isolamento PVC, dois condutores carregados por circuito), resulta no quadro abaixo:

Trecho	Circuitos	N.º	FCA	Verificação
1	A.6, A.13p, A.26, A.21, A.29	5	0,60	Atende
2	A.14, A.19	2	0,80	Atende
3	A.13, A.1	2	0,80	Atende
4	A.5, A.4	2	0,80	Atende
5	A.8, A.9	2	0,80	Atende
6	A.6, A.13, A.26, A.21, A.29	5	0,60	Atende
7	A.28, A.20, A.15, A.26	4	0,65	Atende
8	A.20, A.27, A.10, A.11	4	0,65	Atende
9	A.25, A.14, A.24, A.12, A.18, A.7	6	0,57	Atende
10	A.6, A.13p, A.26, A.21, A.29	5	0,60	Atende
11	A.28, A.20o, A.15, A.26	4	0,65	Atende

Os circuitos A.18 e A.21, por integrarem trechos de maior agrupamento com proteção de 16 A, são executados em 4,0 mm², cuja capacidade de condução corrigida — 18,2 A no trecho 9 e 19,2 A nos trechos 1, 6 e 10 — é superior à corrente nominal do respectivo dispositivo de proteção.

15.7. Queda de Tensão

O item 6.2.7.1, alínea c), da ABNT NBR 5410:2004 estabelece, para instalação alimentada diretamente por rede de distribuição pública em tensão secundária, queda de tensão máxima de 5 % calculada a partir do ponto de entrega. O item 6.2.7.2 estabelece o limite adicional de 4 % em qualquer circuito terminal. Não há transformador de propriedade do consumidor nesta instalação.

Para o ramal de entrada em $3 \times 35 \text{ mm}^2$ de cobre, sob tensão de 380 V entre fases, corrente de projeto de 86,6 A e fator de potência de 0,92, a queda de tensão em função do comprimento do percurso é a seguinte:

Comprimento do ramal (m)	ΔU (V)	ΔU (%)
30	3,0	0,78
50	4,9	1,29
80	7,9	2,07
100	9,8	2,59

O percurso do ramal de entrada, conforme traçado da prancha 02 em escala 1:25, mantém a queda de tensão do trecho dentro de margem que, somada às quedas dos circuitos terminais, atende ao limite global de 5 % a partir do ponto de entrega. Os circuitos terminais, com comprimentos compatíveis com as dimensões da edificação e seções conforme o item 8.1, atendem individualmente ao limite de 4 %.

15.8. Eletrodutos e Linhas Elétricas

Conforme as Notas Gerais das pranchas:

- Os eletrodutos embutidos no solo são do tipo PEAD;
- Os eletrodutos embutidos em laje são do tipo corrugado reforçado;
- Os condutores não cotados são de $2,5 \text{ mm}^2$ para força;
- Os eletrodutos não cotados são de $\varnothing 20 \text{ mm}$;
- Nos eletrodutos subterrâneos, os condutores são de cobre, classe 0,6/1 kV, isolação em EPR, temperatura 90°C ;

- Os condutores elétricos de distribuição são de cobre, classe 450/750 V, isolamento em PVC, temperatura 70 °C;
- Todos os eletrodutos de eletricidade devem estar afastados no mínimo 0,50 m das tubulações de gás.

Os eletrodutos devem ser lançados em linha reta sempre que possível. O raio mínimo de curvatura não deve ser inferior a seis vezes o diâmetro do eletroduto. As ligações dos eletrodutos às caixas devem ser feitas por meio de buchas e arruelas. Toda tubulação de reserva ou espera, sem fiação, deve ser provida de arame-guia galvanizado. Durante a concretagem, todas as pontas de tubos expostas devem ser fechadas.

As caixas de derivação e de passagem são em PVC 4"×2" nos pontos de tomada, interruptor e luz, e em chapa de ferro com tampa parafusada nas dimensões superiores a 10 × 10 × 5 cm. As caixas de passagem subterrâneas são em alvenaria com tampa de concreto, nas dimensões do padrão da concessionária.

15.9. Proteções

15.9.1. Disjuntores termomagnéticos

Todos os disjuntores são termomagnéticos, para instalação em trilho DIN, conformes à ABNT NBR NM 60898 / ABNT NBR IEC 60898-1, curva C, com tensão nominal de 400 V nos dispositivos tripolares e de 240 V nos monopolares. As correntes nominais são as indicadas no quadro de cargas do item 8.1.

Dispositivo	Especificação	Aplicação
Disjuntor de entrada	Tripolar 100 A	Padrão de entrada, junto à caixa de medição
Disjuntor geral do QGBT	Tripolar 100 A, curva C	Proteção geral do quadro
Proteção dos IDRs	Tripolar 40 A, 25 A e 40 A	Proteção contra sobrecorrente de cada IDR
Circuitos terminais	Monopolar 10 A, 16 A ou 25 A, curva C	Conforme o quadro de cargas do item 8.1

A capacidade de interrupção nominal dos dispositivos deve ser compatível com a corrente de curto-circuito presumida no ponto de instalação, conforme o item 5.3.5 da ABNT NBR 5410:2004.

15.9.2. Interruptores diferenciais residuais (IDR)

O QGBT é dotado de três interruptores diferenciais-residuais tetrapolares de alta sensibilidade ($I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$), conformes à ABNT NBR IEC 61008-1, com correntes nominais de 40 A, 25 A e 40 A, protegendo os circuitos relacionados no item 7.

Cada IDR é protegido contra sobrecorrente por disjuntor tripolar de corrente nominal igual à sua, instalado imediatamente a montante, conforme o item 5.1.2.5 da ABNT NBR 5410:2004.

A proteção diferencial-residual de alta sensibilidade abrange os circuitos que servem pontos de utilização situados em locais contendo chuveiro, os circuitos de tomadas de cozinha, copa, lavanderia e área de serviço, e os circuitos de tomadas situadas em áreas externas, conforme o item 5.1.3.2.2 da ABNT NBR 5410:2004.

O condutor de proteção não pode, em hipótese alguma, ser conectado ao IDR. Todos os dispositivos devem ser ensaiados por meio do botão de teste na entrega da obra e periodicamente durante a operação, conforme recomendação do fabricante.

15.9.3. Dispositivos de proteção contra surtos (DPS)

O ramal de ligação da concessionária é aéreo até o poste particular de entrada, sendo subterrâneo o trecho entre a caixa de medição e o QGBT. Adota-se, em razão dessa configuração, a coordenação de dois estágios de proteção contra surtos, conforme a Seção 5.4 da ABNT NBR 5410:2004 e a ABNT NBR IEC 61643-1:

Local	Classe de ensaio	Parâmetros
Padrão de entrada (medição)	Classe I (onda 10/350 μs)	I_{imp} mínimo de 12,5 kA por polo; U_c 275 V; $U_p \leq 1,5 \text{ kV}$; instalação nas três fases e no neutro
QGBT	Classe II (onda 8/20 μs)	I_n mínimo de 20 kA e I_{max} de 45 kA por polo; U_c 275 V; $U_p \leq 1,5 \text{ kV}$; instalação nas três fases e no neutro

Os dispositivos devem possuir indicador de fim de vida e dispositivo de desconexão. O desacoplamento entre os dois estágios é assegurado pelo trecho de cabo do ramal de entrada entre a medição e o QGBT; caso o comprimento executado seja inferior a 10 m, deve ser empregado indutor de desacoplamento ou dispositivo de ensaio combinado (classe I + II em invólucro único).

Os condutores de conexão do DPS ao barramento e ao aterramento devem ser os mais curtos e retilíneos possíveis, com somatório de comprimentos não superior a 0,50 m.

15.10. Aterramento e Equipotencialização

O aterramento da instalação é executado no padrão de entrada, por meio de haste de aço cobreado de 2,4 m instalada em caixa de inspeção, com condutor de aterramento de 16 mm² em cobre, conforme indicado na prancha 02 e na Nota Geral 18 das pranchas.

São requisitos de execução:

- Todas as partes e pontos metálicos da instalação devem ser aterrados;
- O condutor de proteção deve ser contínuo em toda a sua extensão, não podendo ser seccionado por dispositivo de manobra ou de proteção;
- O condutor neutro não pode ser ligado ao condutor de proteção após o quadro geral da instalação;
- A resistência de aterramento deve ser medida após a instalação da haste, pelo método de Wenner ou equivalente, na estação mais desfavorável, devendo o valor obtido ser o menor praticável;
- As conexões do eletrodo de aterramento devem ser executadas por solda exotérmica ou conector de compressão apropriado, acessíveis para inspeção na caixa.

15.11. Iluminação

Os circuitos de iluminação A.13, A.14 e A.20 totalizam 3.915 VA, distribuídos em 49 pontos de teto de 35 VA e 11 pontos de parede de 200 VA, com os seccionamentos indicados por sufixos alfabéticos na prancha 04:

Circuito	Descrição	Pontos de teto	Pontos de parede	Potência (VA)
A.13	Salas 3 e 4, Direção e Professores	14	3	1.090
A.14	Salas 1 e 2, Refeitório, Cozinha, Despensa e Lavanderia	16	6	1.760
A.20	Circulação, Recepção e Sanitários	19	2	1.065

Circuito	Descrição	Pontos de teto	Pontos de parede	Potência (VA)
Total	—	49	11	3.915

As luminárias são em LED, com grau de proteção compatível com o ambiente de instalação — mínimo IP20 em ambientes internos secos, IP44 em sanitários, cozinha e lavanderia, e IP65 em áreas externas. A temperatura de cor e o índice de reprodução de cor devem ser adequados ao uso educacional, observando-se as iluminâncias de referência para salas de aula, quadros, cozinha e circulações.

Os comandos de iluminação são por interruptores instalados a 110 cm do piso acabado, conforme a legenda de simbologia das pranchas, respeitadas as alturas de alcance estabelecidas pela ABNT NBR 9050 nos ambientes de uso público.

15.12. Especificação de Materiais

A substituição de qualquer material ou equipamento especificado por outro equivalente somente poderá ser feita mediante anuência prévia e por escrito do responsável técnico, comprovadas as mesmas características técnicas, desempenho operacional, vida útil e condições de manutenção. Todos os materiais devem possuir certificado de conformidade expedido pelo Inmetro ou por órgão credenciado, quando aplicável.

Item	Especificação
Poste de entrada	Concreto, 9 m, 200 daN, conforme ABNT NBR 8451 e padrão da RGE
Eletroduto corrugado de PVC	Antichama, conforme ABNT NBR 15465, com marcação legível e indelével do fabricante, diâmetro nominal e classe de resistência mecânica. Classe leve (320 N, amarelo) embutido em alvenaria; classe média (750 N, laranja) embutido em laje ou enterrado em área externa
Eletroduto PEAD corrugado	Polietileno de alta densidade, flexível, para duto subterrâneo, conforme ABNT NBR 15715
Conduletes	Liga de alumínio fundido, com tampa aparafusada e junta de borracha, conforme ABNT NBR 15701
Buchas e arruelas	Liga de alumínio fundido, em todas as terminações de eletroduto em caixas, quadros e equipamentos
Caixas de derivação e passagem	PVC 4"×2" nos pontos de tomada, interruptor e luz; chapa de ferro nº 18 com tampa parafusada nas medidas superiores a 10 × 10 × 5 cm; alvenaria com tampa de concreto nas caixas subterrâneas
Tomadas	2P+T com pino terra, padrão ABNT NBR 14136, 10 A ou 20 A conforme o projeto, placa em material termoplástico e contatos em liga de prata, conformes ABNT NBR NM 60884-1

Item	Especificação
Interruptores	Material termoplástico e contatos em liga de prata, tipo unipolar ou paralelo conforme o projeto, conformes ABNT NBR NM 60669-1
Condutores 450/750 V	Cobre, têmpera mole, antichama, isolamento PVC 70 °C, com baixa emissão de compostos halogenados
Cabos 0,6/1 kV	Cobre, têmpera mole, antichama, isolamento EPR ou XLPE 90 °C, com baixa emissão de compostos halogenados
Terminais e conectores	Liga de cobre ou bronze, tipo à pressão ou compressão reforçado
Quadro de distribuição	Conforme ABNT NBR IEC 61439-3, caixa em material isolante, chassi desmontável com calha DIN, pentes de ligação, espelho de proteção contra contatos acidentais, porta-etiquetas e fecho
Disjuntores	Termomagnéticos em trilho DIN, conformes ABNT NBR NM 60898, curva C
IDR	Tetrapolares, I _{Δn} 30 mA, conformes ABNT NBR IEC 61008-1
DPS	Conformes ABNT NBR IEC 61643-1, com indicador de fim de vida e dispositivo de desconexão, classes e parâmetros conforme o item 13.3
Luminárias	LED, conforme item 15
Barramentos	De neutro e de proteção, em cobre, com número de entradas compatível com os circuitos do quadro

15.13. Execução, Ensaios e Comissionamento

A execução das instalações elétricas deve ser realizada exclusivamente por profissionais qualificados, sob supervisão de profissional habilitado, observando a NR-10, as prescrições da ABNT NBR 5410:2004 e as especificações deste memorial e das pranchas.

15.13.1. Requisitos de execução

- Emprego de ferramentas apropriadas a cada tipo de trabalho, vedadas adaptações que possam danificar os materiais ou gerar risco de acidente;
- Eletrodutos cortados por serra, com bordas aparadas para remoção de rebarbas;
- Enfição executada somente após o revestimento com massa fina, azulejos e ladrilhos, e após a limpeza das tubulações;
- Emendas de condutores vedadas no interior de eletrodutos, admitidas apenas em caixas e quadros, devidamente isoladas;
- Sobra mínima de 15 cm de condutor em caixas de luz no teto e nas paredes, e de 1 m nos pontos de alimentação de condicionadores de ar;

- Identificação de todos os condutores por anilhas numéricas resistentes a UV e pelo código de cores normalizado;
- Chumbamento com argamassa de todas as caixas e quadros embutidos em alvenaria;
- Fixação dos cabos verticais em caixas de passagem ou perfilados por meio de braçadeiras;
- Eletrodutos instalados na horizontal com leve declividade no sentido das caixas, para evitar acúmulo de água condensada;
- Identificação das tubulações subterrâneas ao longo do percurso por fita com a inscrição "condutor de energia".

15.13.2. Ensaios e verificações

- Ensaio de continuidade dos condutores de proteção e das ligações equipotenciais;
- Ensaio de resistência de isolamento com megôhmetro, com obtenção de resultados conformes à Tabela 81 da ABNT NBR 5410:2004;
- Verificação da polaridade e da sequência de fases no quadro;
- Ensaio funcional de todos os IDRs por meio do botão de teste;
- Medição da resistência de aterramento após a instalação da haste;
- Verificação da correspondência entre a identificação dos circuitos no quadro e o diagrama unifilar;
- Diagrama unifilar plastificado afixado na face interna da porta do quadro;
- Registro fotográfico da execução, notas fiscais de aquisição dos materiais e relatórios de ensaio, como comprovação do controle de qualidade.

15.13.3. Documentação final

Concluídos os serviços e antes da liberação da retenção contratual, a executora deve apresentar os desenhos "como construído" (as built), indicando todas as alterações introduzidas em obra em relação ao projeto, especialmente quanto às fiações e às proteções. Qualquer alteração de projeto deve ser previamente informada e aprovada pelo responsável técnico antes de sua execução.

O projeto das instalações elétricas deve permanecer à disposição dos trabalhadores autorizados, das autoridades competentes e dos usuários finais, e ser mantido atualizado.

15.14. Segurança e Sinalização

- Partes vivas perigosas não devem ser acessíveis;
- Todo circuito deve dispor de condutor de proteção em toda a sua extensão;
- Etiqueta de identificação no quadro, com denominação e tensão de operação;
- Advertência "PERIGO — RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO — 380/220 V" no quadro e nos pontos de acesso restrito;
- Identificação individual de cada disjuntor com a descrição do circuito correspondente;
- Selagem corta-fogo nas travessias de pisos, paredes e lajes com função de compartimentação;
- Aterramento de todas as massas metálicas acessíveis;
- Proteção mecânica dos condutores em locais sujeitos a danos físicos;
- Bloqueio e etiquetagem (LOTO) nas atividades de manutenção;
- Uso obrigatório dos equipamentos de proteção individual apropriados por todo o pessoal envolvido nos serviços;
- Observância das alturas de comandos e tomadas estabelecidas pela ABNT NBR 9050 nos ambientes de uso público.

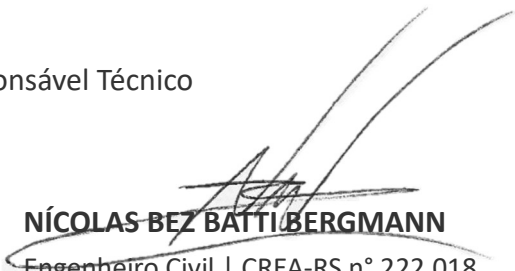
16. ENTREGA DO EMPREENDIMENTO

Após a conclusão das atividades de construção todas as pavimentações, revestimentos, vidros, etc, serão limpos, e todas as manchas e salpicos de cimento e tinta serão removidos. A obra deverá ser entregue limpa, livre de entulhos e sujeira. Após a limpeza, serão feitos os arremates finais e retoques que forem necessários e todas as instalações deverão ser testadas.

Deverão ser tomadas as medidas legais cabíveis, de modo à obtenção do habite-se, junto à prefeitura municipal e o registro de imóveis local.

Sem mais, Nova Hartz, 31 de agosto de 2026.

Responsável Técnico



NÍCOLAS BEZ BATTI BERGMANN

Engenheiro Civil | CREA-RS nº 222.018

Especialista em Estruturas de Concreto e Aço

Especialista em Perícia e Patologia das Edificações